

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК 628.166

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Анатолій КРЮЧКОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

« ____ » _____ 2020 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 101 Екологія
(код та назва спеціальності)

на тему: «Удосконалення методу знезараження води в системі міського водопостачання та водовідведення»

Студент групи ОЗ-91мп Каліхман О.В. _____
(шифр групи) (прізвище та ініціали) (підпис)

Науковий керівник Гребенюк Т. В., к. т. н., доцент _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання, посада) (підпис)

Консультант Стартап-проекту Шевчук Н. А., к. т. н., доцент _____
(назва розділу) (прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Рецензент Прокопенко В.В., к.т.н., доцент _____
(прізвище та ініціали, науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

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

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
 (повне найменування інституту, факультету)

Кафедра геоінженерії
 (повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою
 Спеціальність (спеціалізація) – 101 Екологія («Інженерна екологія та
 ресурсозбереження»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Анатолій КРЮЧКОВ

(підпис)

(ім'я прізвище)

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

студенту _____ Каліхману Олександровичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Удосконалення методу знезараження води в системі
 міського водопостачання та водовідведення».

науковий керівник дисертації Гребенюк Тетяна Володимирівна к. т. н. доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. № 3199-с

2. Строк подання студентом дисертації «21» грудня 2020 р.

3. Об'єкт дослідження – процес очищення води в системі міського водопостачання та водовідведення.

4. Предмет дослідження – характеристика елементів системи знезараження води.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: огляд існуючих систем водопостачання та водовідведення міст та їх класифікація; аналіз існуючої системи знезараження, визначення її недоліків; розробка комплексу

зnezалізнення ; встановлення причин біообростання установок; розробка технологічної схеми для модернізації системи зnezараження .

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу технологічна схема станції зnezалізнення; технологічна схема модернізованої установки зnezараження води; графік-залежності товщини шару сорбенту від кількості загального заліза на виході.

7.Орієнтовний перелік публікацій стаття у збірнику матеріалів II Науково-технічної конференції магістрантів ІЕЕ.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Репін Микола Володимирович		
Стартап-проект	Шевчук Наталія Анатоліївна		

9. Дата видачі завдання: «01» вересня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Огляд існуючих систем водопостачання	02.09.2020 – 18.09.2020	виконано
2	Аналіз існуючих методів зnezараження	19.09.2020 – 24.09.2020	виконано
3	Обґрунтування вибору компонентів технологічної схеми та реагентів.	25.09.2020 – 03.10.2020	виконано
4	Розроблення технологічної схеми станції зnezалізнення	04.10.2020 – 28.10.2020	виконано
5	Модернізація існуючої системи зnezараження для попередження біообростання системи.	29.10.2020 – 23.11.2020	виконано
6	Розроблення стартап-проекту	24.11.2020 – 02.12.2020	виконано

Студент

(підпис)

Олександр КАЛІХМАН

(ім'я прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Тетяна ГРЕБЕНЮК

(ім'я прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація містить 75 сторінок, 26 ілюстрацій, 23 таблиці та 50 джерел за переліком посилань.

Актуальність теми дослідження. Вибір методу знезараження води неопосередковано впливає на навколишнє середовище та здоров'я людини. Інтенсивність житлової забудови міст зростає і це в свою чергу супроводжується необхідністю водопостачання високої якості. Проведені дослідження засвідчують, що високий вміст мінеральних домішок у воді не дозволяє в повній мірі використовувати новітні безреагентні методи знезараження.

Мета дослідження: розробка технології для удосконалення системи знезараження води.

Для досягнення встановленої мети дослідження необхідно розв'язати наступні завдання:

- здійснити огляд класифікації існуючих систем водопостачання та водовідведення;
- проаналізувати існуючі системи знезараження та з'ясувати їх недоліки;
- розробити технологічну схему станції знезалізнення розрахувати її компоненту;
- провести моделювання в рамках заданої теми;
- удосконалити технологічну схему знезараження
- розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження: процес очищення води в системі міського водопостачання та водовідведення.

Предмет дослідження: характеристика елементів системи знезараження води

Методи дослідження: системний аналіз науково-технічної літератури – для огляду класифікації систем водопостачання та водовідведення; кореляційний аналіз – для визначення товщини шару сорбенту для станції знезалізнення; експериментальний – для доведення ефективності запропонованих заходів; графічний – для наочного аналізу результатів експерименту.

Наукова новизна отриманих результатів: встановлено залежність між кількістю сорбенту у фільтраційній колоні та вмістом загального заліза на виході, що описуються поліномом Лагранжа 3-го ступеню.

Практичне значення отриманих результатів роботи полягає в тому, що пропоновані технологічні рішення водопідготовки для потреби міського населення дозволять забезпечити споживача якісною питною водою.

Публікації. За результатами виконаних досліджень опубліковано статтю у збірнику матеріалів II Науково-технічної конференції магістрантів ІЕЕ та тези у збірнику Всеукраїнської науково-практичної конференції «Новітні технології сучасного суспільства (НТСС-2019)».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ, ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, УЛЬТРАФІОЛЕТ, КАВІТАЦІЯ, БІООБРОСТАННЯ, УЛЬТРАЗВУК.

ABSTRACT

The master's dissertation contains 75 pages, 26 illustrations, 23 tables and 50 sources according to the list of references.

Relevance of the research topic. The choice of water disinfection method directly affects the environment and human health. The intensity of urban housing is growing and this in turn is accompanied by the need for high quality water supply. The experiments show that the high content of mineral impurities in the water does not allow to fully use the latest reagent-free disinfection methods.

The purpose of the study: to develop technology to improve the water disinfection system.

To achieve the established purpose of research it is necessary to solve the following **tasks**:

- review the classification of existing water supply and sewerage systems;
- analyze existing disinfection systems and identify their shortcomings;
- develop a technological scheme of the deironing station to calculate its component;
- to carry out modeling within the given theme;
- to improve the technological scheme of disinfection
- develop a startup project.

Object of research: process of water purification in system of city water supply and drainage.

Subject of research: characteristics of elements of water disinfection system

Research methods: systematic analysis of scientific and technical literature - to review the classification of water supply and sewerage systems; correlation analysis - to determine the thickness of the sorbent layer for the deironing station; experimental - to prove the effectiveness of the proposed measures; graphic - for visual analysis of the results of the experiment.

Scientific novelty of the obtained results: the relationship between the amount of sorbent in the filtration column and the content of total iron at the outlet, described by the Lagrange polynomial of the 3rd degree.

The practical significance of the obtained results of the work is that the proposed technological solutions of water treatment for the needs of the urban population will provide the consumer with quality drinking water.

Publications. According to the results of the research, an article was published in the collection of materials of the II Scientific and Technical Conference of IEE undergraduates and abstracts in the collection of the All-Ukrainian scientific-practical conference "Latest technologies of modern society (NTSS-2019)".

KEY WORDS: WATER SUPPLY, WATER DRAINAGE, DISINFECTION, ULTRAVIOLET, CAVITATION, BIOGRAPHY, ULTRASOUND.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
1 ОГЛЯД СИСТЕМ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ	12
1.1 Короткий опис водопостачання та водовідведення.....	12
1.2 Класифікація систем.....	16
1.3 Джерела водопостачання	18
1.4 Методи очищення.....	21
Висновки до розділу 1	24
2 ПРОБЛЕМАТИКА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА.....	25
Висновки до розділу 2.....	32
3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	33
3.1 Технологічне рішення для водопідготовки.....	33
3.2 Встановлення залежності між кількістю сорбенту у фільтраційній колоні та вмістом загального заліза на виході.	42
3.3 Забруднення захисного скла, ламп УФ-випромінювання	44
3.4 Кавітація як основа очищення захисного скла	45
3.5 Експериментальна частина	47
3.6 Лабораторна частина.....	50
Висновки до розділу 3.....	53
4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ В СИСТЕМІ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ	54
4.1 Обґрунтування актуальності ідеї стартап-проекту.....	54
4.2 SWOT – аналіз стартап проекту	58
4.3 Визначення стратегії стартап проекту.....	60
4.4 Фінансові обґрунтування проекту	63
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

УФ – ультрафіолет;

УЗ – ультразвук;

КП – Комунальне підприємство

ЖКТ – житлово комунальне господарство

ОБРВ – орієнтовно безпечний рівень впливу

ВНС – водонапірна насосна станція

РЧВ – резервуар чистої води

ХВП – холодне водопостачання

ВК – водокористувач

ПГ – пожежний гідрант

КНС – каналізаційна насосна станція

УФВ – ультрафіолетове випромінювання

ВСТУП

Технічно забезпечити необхідну кількість води - це посильне завдання, але ця вода повинна задовольняти певним критеріям якості і відповідати нормам питного водопостачання. Біологічне забруднення є одним з найбільш поширених та небезпечних явищ у даному питанні, що стосуються водних ресурсів.

Відсутність же доступу до достатньої кількості безпечної води веде до втрати людського потенціалу, що не може бути виправдане з етичної точки зору та завдає прямої шкоди економіці. В багатьох з існуючих сьогодні національних і міжнародних програмних документах вже визнається, що необхідна додаткова увага до цієї теми.

Вимоги щодо відповідності різними параметрами якості води періодично оновлюються та посилюються, вносячи нюанс розвитку в технологічному плані для систем очищення води і рекомендації для станцій водопідготовки в цілому. Також варто не забувати про вплив нових вимог на техніко-економічні показники працюючих систем водопідготовки, або тих які тільки проектуються, звідси постає питання про адаптацію до сучасних ринкових умов.

Мета дослідження: розробка технології для удосконалення системи знезараження води.

Для досягнення встановленої мети дослідження необхідно розв'язати наступні завдання:

- здійснити огляд класифікації існуючих систем водопостачання та водовідведення;
- проаналізувати існуючі системи знезараження та з'ясувати їх недоліки;
- розробити технологічну схему станції знезалізнення розрахувати її компоненту;
- провести моделювання в рамках заданої теми;

- удосконалити технологічну схему знезараження
- розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження: процес очищення води в системі міського водопостачання та водовідведення.

Предмет дослідження: характеристика елементів системи знезараження води

Наукова новизна отриманих результатів: встановлено залежність між кількістю сорбенту у фільтраційній колоні та вмістом загального заліза на виході, що описуються поліномом Лагранжа 3-го ступеню.

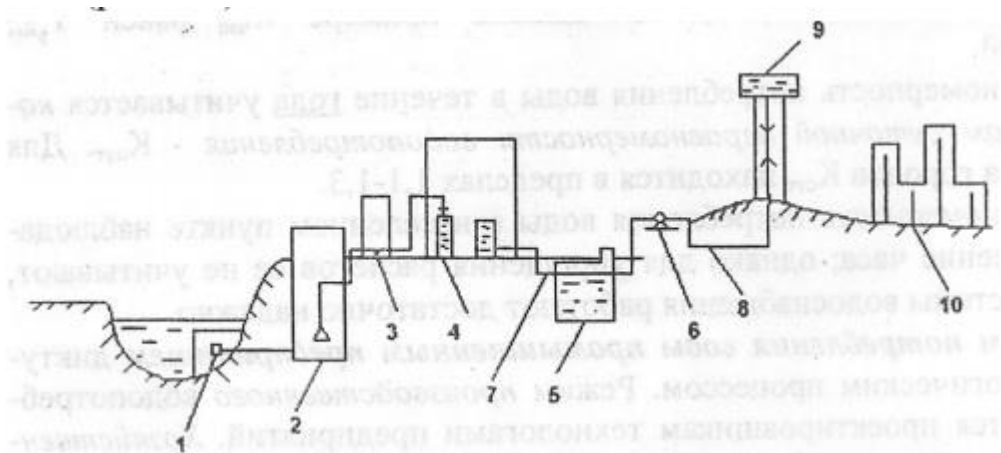
Практичне значення отриманих результатів роботи полягає в тому, що пропоновані технологічні рішення водопідготовки для потреби міського населення дозволять забезпечити споживача якісною питною водою.

1 ОГЛЯД СИСТЕМ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

1.1 Короткий опис водопостачання та водовідведення

Система водопостачання населеного пункту є комплексом інженерних споруд (рис. 1.1), призначених для забору води з джерела, її очищення, зберігання та подачі споживачам: в житлові квартали та на промислові підприємства.

У більшості населених пунктів влаштовується об'єднаний господарсько-питної і протипожежний водопровід. Це означає, що вода на господарсько-питні та протипожежні потреби міста подається з однієї і тієї ж мережі трубопроводів. На промислових підприємствах, крім цього, споруджується виробничий водопровід[1].



- 1- споруди водоприймачі, 2 - береговий колодязь;
 3 - насосна станція I підйому, 4 - споруди підготовки питної
 води, 5 - резервуари чистої води, 6 - насоси II підйому, 7 - водоводи,
 8 - магістральні трубопроводи, 9 - водонапірна вежа, 10- розподільна мережа
 в житловій забудові.

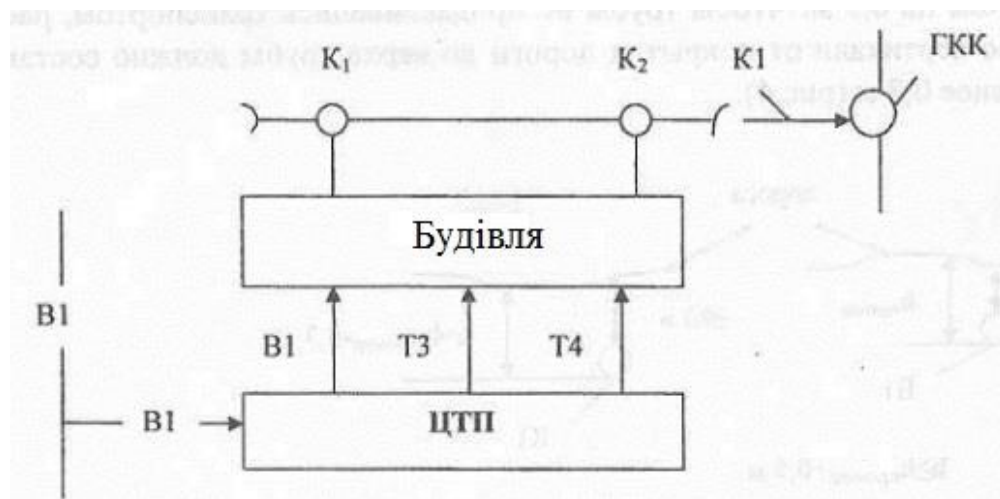
Рисунок 1.1 – Загальна схема водопостачання населеного пункту

В даний час більшість населених пунктів забезпечується водою з мікрорайонної схемою (рис 1.2). Весь район обслуговується одним центральним тепловим пунктом (ЦТП).

Холодна вода забирається з міського водопроводу, в ЦТП встановлено насоси, водонагрівачі, лічильники води. Це обладнання працює на весь мікрорайон.

Монтаж внутрішньо квартальних мереж водопроводу може здійснюватися двома способами:

- безпосередньо в ґрунті; така прокладка можлива тільки в сухих ґрунтах; для прокладки в ґрунті застосовуються чавунні чи поліетиленові труби;
- в каналі; в каналі труби прокладаються, якщо ґрунти на ділянці будівництва макропористі, та просідають; в цьому випадку застосовують сталеві труби.



ТЗ - трубопровід системи гарячого водопостачання; Т4 - циркуляційний трубопровід системи гарячого водопостачання; К1 - господарська (побутова) каналізація; К2 - колодязі на випусках; ГКК - міський каналізаційний колодязь.

Рисунок 1.2 – Мікрорайонна схема забезпечення водою будівлі

Мережі водопроводу та каналізації намагаються прокласти паралельно стінам будівель на відстані 5-10 м. від них [2]. Глибина закладення мереж водопостачання та каналізації призначається з умов не промерзання та не придавленості транспортом (рис. 1.3). Низ водопровідної труби повинен бути розташований нижче межі промерзання не менше ніж на 0,5м. Каналізаційні труби допускається прокласти вище кордону промерзання, але не більше ніж на 0,3 м.

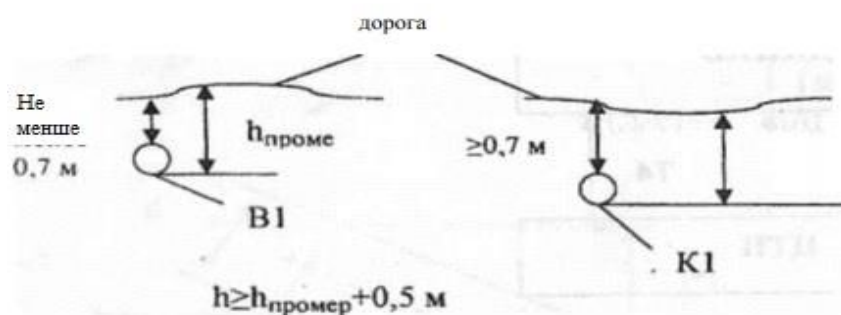


Рисунок 1.3 – Глибина закладення мереж водопостачання та каналізації.

Щоб труби не продавлювалося транспортом, відстань по вертикалі від покриття дороги до верху труби повинно становити не менше 0,7 м. При паралельному прокладанні двох ниток водопроводу з діаметром труб до 300 мм відстань між ними повинна бути не менше 0,7 м. При паралельному прокладанні водопроводу і каналізації відстань між трубами по вертикалі у просвіті має становити не менше 0,4 м; при цьому каналізація має прокладатися нижче водопроводу (рис.1.4).

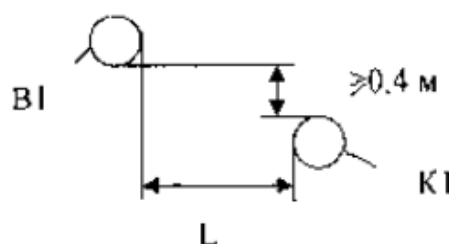


Рисунок 1.4 – Паралельна прокладка водопроводу і каналізації.

При перетині водопроводу і каналізації водопровід прокладають вище не менше ніж на 0,4 м (рис. 1.5). Якщо виконати це технічно неможливо, то водопровід прокладають нижче каналізації не менше ніж на 0,4 м в сталевому кожусі (футлярі) з вильотом в кожную сторону 5 або 10 м в залежності від ґрунтів: глинистих або піщаних відповідно [1].

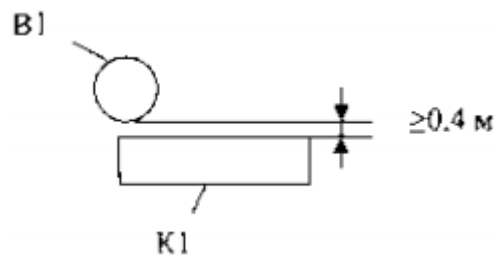


Рисунок 1.5 – Перетин водопроводу і каналізації.

Залежно від складу забруднень стічні води поділяються на три групи:

- побутові, або господарські;
- дощові, або атмосферні;
- виробничі, або промислові.

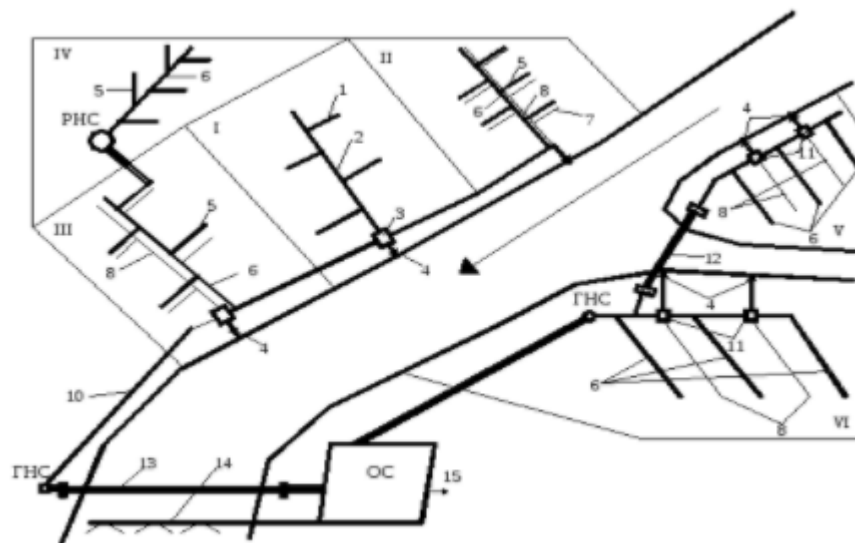
Система каналізації за своїм призначенням ділиться на:

- на побутову - К1;
- дощову - К2;
- виробничу - К3.

Основними елементами внутрішньої системи водовідведення є приймачі стічних вод, обладнані гідравлічними затворами, відвідні лінії, стояки, випуски, вентиляційні трубопроводи, пристрої для очищення мережі, фасонні частини (рис.1.6).

Приймачі стічних вод на побутовій каналізації (К1) - це умивальники, унітази, ванни, кухонні мийки, пісуари. Для прийому виробничих стічних вод служать лотки, лійки, траншеї. Приймачами дощових вод є водостічні воронки. З приймачів стічні води потрапляють послідовно в відвідні лінії, а

потім до стояків. Для очищення каналізаційної мережі на ній встановлюють ревізії та очищення [3].



1 – вулична загально-сплавна мережа; 2 – загальносплавний колектор басейну; 3 – зливоспуск; 4 – зливоскид; 5 – вулична мережа побутових стічних вод; 6 – колектор побутових стічних вод басейну водовідведення; 7 – вулична дощова мережа; 8 – колектор басейну водовідведення дощової мережі; 9 – головний колектор правого берегу; 10 – замиський колектор; 11 – розподільчі камери; 12 – дюкер на самопливній мережі; 13 – дюкер на напірних трубопроводах; 14 – випуск очищених стічних вод; 15 – подача очищених стічних вод на доочистку і повторне використання.

Рисунок 1.6 – Типова технологічна схема водовідведення

1.2 Класифікація систем

У населених пунктах і на промислових підприємствах вода витрачається на господарсько-питні, виробничі і протипожежні потреби. Система водопостачання за своїм призначенням поділяється на [4]:

- на господарсько-питну - В1;
- виробничу - В3;
- протипожежну - В2.

Вода в системі В1 повинна відповідати санітарним правилам і нормам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». У системах В3 вимога до якості води залежить від виду технологічного процесу, наприклад:

- для підприємств харчової промисловості потрібна вода питної якості;
- в деяких цехах підприємств електронної промисловості потрібна вода дистильована, тобто потрібне доочищення питної водопровідної води;
- на заводах залізобетонних конструкцій для виробництва придатна проста річкова вода або навіть очищена стічна вода.

За сферою обслуговування системи бувають [5]:

- роздільні; в цьому випадку вода на різні потреби подається по окремим гілкам. Роздільні системи споруджуються на промислових підприємствах з підвищеною пожежною небезпекою, і там де вода для виробничих потреб відрізняється за якістю від питної;
- об'єднані; об'єднані системи отримали найбільше поширення. Споруджується об'єднаний господарсько-питний і протипожежний водопровід В1 (В 2); вода на господарсько-питні та протипожежні потреби подається по одній і тій же мережі. Окремо обладнується виробничий водопровід. Якщо для різних цехів потрібна вода різної якості, то може бути з проєктовано кілька гілок виробничого водопроводу;
- одинарні. У таких системах вода на всі потреби подається з єдиної мережі трубопроводів. Одинарні системи передбачені, наприклад, в громадських будівлях та на підприємствах харчової промисловості.

За схемою мережі бувають:

- тупикові - застосовуються, в основному, в житлових і громадських будівлях, де перерва в подачі води не тягне за собою серйозну небезпеку для здоров'я людей та економічного збитку. Тупикові мережі споруджуються в тих будинках, де кількість пожежних кранів не перевищує 12-ти;

- кільцеві - забезпечують високу надійність роботи, тому їх споруджують на промислових підприємствах, а також в житлових і громадських будівлях, де кількість пожежних кранів перевищує 12.

По розташуванню магістральних ліній мережі поділяються [5]:

- з верхнім розведенням - магістральні лінії проходять під стелею верхнього поверху або по горищі;
- з нижнім розведенням - магістралі прокладаються в підвалі, в технічних приміщеннях або підвальних каналах.

1.3 Джерела водопостачання

Джерела, що використовуються для водопостачання міст і населених пунктів, підрозділяють на дві основні групи: поверхневі і підземні. У процесі кругообігу в природі ці два типи безпосередньо переходять одна в іншу, підсилюючи або зменшуючи одну з груп. До поверхневих джерел водопостачання відносять ріки, озера, водосховища, моря. До підземних - артезіанські води, джерела, струмки. Характерними особливостями якості річкової води є її відносно велика каламутність (особливо в період паводків), високий вміст органічних речовин та бактерій [6].

Річкова вода характеризується зазвичай відносно малим солевмістом і невеликою жорсткістю. Вода озер і водосховищ відрізняється малим вмістом зважених частинок, значною кольоровістю, великою окиснюваністю, наявністю планктону в літню пору. Ступінь мінералізації озерної води відрізняється відповідно до періоду року.

Якість води поверхневих джерел в більшій мірі залежить від інтенсивності випадання атмосферних опадів, танення снігів, а також від забруднення поверхневими стоками. Підземні води, як правило, не містять або містять незначну кількість завислих речовин і зазвичай безбарвні, мають високі санітарні якості, але часто сильно мінералізовані, мають підвищену жорсткість, значний вміст заліза [7].

Порівнюючи основні показники якості води природних джерел з основними вимогами до якості води головних груп споживачів, можна зробити висновок, що для водопостачання населених місць найбільш підходящим джерелом водопостачання є підземні свердловини (рис. 1.7) води, якщо вони не сильно мінералізовані.



Рисунок 1.7 – Конструкція водозабірної свердловини

Експлуатація показує, що водопостачання більшої половини малих та великої кількості середніх за кількістю населення міст засновано на використанні підземних джерел. Водопостачання значної міри обласних центрів повністю або в значній мірі користуватися водами поверхневих джерел. Промислові центри в окремих випадках користуються водою з поверхневих джерел без попередньої обробки [6].

В теперішній час постачання води для великих підприємств півдня України базується на використанні морської води. Ця вода, що містить, як ми

знаємо, значну частку мінеральних солей, має невелику жорсткість, її використовують у виробничому водопостачанні для охолодження.

Якість природної води характеризується її фізичними та хімічними властивостями а також бактеріальним забрудненням. До фізичних властивостей відносять температуру води, каламутність (або прозорість), кольоровість, смак і запах. Хімічні властивості обумовлюються вмістом в ній різних хімічних речовин.

В теперішній час на станціях для господарського та питного водопостачання використовується вода із підземних джерел. Не дивлячись на те, що якість підземних вод в порівнянні з поверхневими більш висока, за рахунок захищеності від антропогенного впливу, підземні води в більшій мірі не відповідають встановленим нормам [8].

В залежності від розчинених в них мікроелементів вони можуть мати ті або інші негативні якості, що впливають на здоров'я людини. В цілях максимальної ефективності вибраного обладнання, підбір методу виконується на основі аналізу якісного складу води. Для ефективного та екологічного безпечного водокористування необхідно не тільки встановити хімічний склад води в водоносних горизонтах які використовуються але і встановити фактори які впливають на його склад.

Формування хімічного складу природних вод визначають дві групи факторів: прямі та непрямі. До прямих належать фактори, які впливають на воду безпосередньо та змінюють її склад. Непрямі фактори визначають умови, в яких відбувається взаємодія з водою (клімат, рельєф, гідрологічний режим) [9].

Взаємодія навколишнього середовища та природи неперервна, що являє собою причину постійної зміни характеристики води під дією різних факторів. В наступних розділах буде представлено лабораторний аналіз хімічного складу води

1.4 Методи очищення

Методи очищення води – це способи відділення води від небажаних елементів та домішок. Існуючі методи входять в чотири основні групи:

- фізико-хімічні;
- мембранні;
- електрохімічні;
- механічні.

Ефективність методу напряду залежить від того настільки доцільно він підібраний. Повинні враховуватися не тільки склад забруднюючих речовин але і цілі використання [11].

Найбільш дешеві методи – це механічна очистка. Вона використовується для виділення зважених частинок. Основні методи : проціджування, відстоювання та фільтрування. Використовуються як попередні етапи. Перший етап в підготовці води, виділення плаваючих домішок.

Розрізняють декілька видів такої очистки : фільтрування , відстоювання, проціджування. Ефективність залежить від властивостей суміші, ряду факторів, та завантаженню. В випадку коли не має місце перевищення 50 мг/л плаваючих домішок у воді використовують одношарові фільтри. Для видалення вуглекислого газу з води застосовують декарбонізатори – це апарати, з насадками або наповнювачами, що подають повітря у воду.

Знезалізнєння часта міра, що необхідна для підземної свердловини [12]. Така вода має неприємний запах та смак. Традиційно використовують реагентну обробку води із фільтром. При очистці води від заліза використовують фільтрування води яка вже пройшла етапи: коагуляції, аерації введення реагентів.

Для зниження вмісту заліза у воді використовують флотацію, електронну коагуляцію. При знезалізнєнні води гідроксидом заліза для наповнення фільтрів використовують спеціальні матеріали оброблені каталізатором, що збільшують швидкість окислення Fe^{2+} в Fe^{3+} .

Методи іонного обміну та дистиляції дозволяють майже повністю знесолити воду, але ці методи мають ряд недоліків таких як : необхідність регенерації іонітів, коштовне та габаритне обладнання, висока вартість іонообмінних смол. Більш широке розповсюдження отримали баромембранні методи очищення : зворотній осмос , -мікро -ультра та -нано фільтрація.

Установка зворотного осмосу використовується для зменшення мінералів у воді. Метод включає ступінчасту систему водопідготовки, яка залежить від цілей, він затримує до 99% мікроелементів [13].

Ультрафільтрація схожа на зворотній осмос , але це проміжна ланка від фільтру до зворотного осмосу. Відрізняється тим , що її використовують для молекул різної маси.

Фільтрацію застосовують для розділення емульсій, пестицидів, барвників, та гербіцидів, деяких органічних речовин, вірусів, пилу. Чим більший процес фільтрування , тим професійніше ним займаються [14].

Особливу групу займають трекові мембрани, які отримують опроміненням плівок потоком тяжких іонів. Після обробки плівки ультрафіолетовими хвилями та обробкою лугами у плівці утворюються пори діаметром 0.2 – 0.4 мкм.

В наш час широко використовуються апарати по методу установки мембрани: «фільтр-прес» з плоскими камерними фільтруючими елементами; з трубчастими фільтруючими елементами, а також з мембранами у вигляді порожніх волокон. Варто зазначити, що установки складаються з великої кількості уніфікованих фільтруючих елементів або модулів, які з'єднуються по визначених схемах. Розглянемо мембранні установки та апарати. До апаратів для здійснення баромембранних процесів в промислових масштабах пред'являють певні вимоги, які визначаються можливістю їх виготовлення та умовами використання [15].

Електрохімічні методи засновані на електролізі, він полягає у застосуванні електроенергії для здійснення окислення, відновлення. Електроліз проходить поверх електродів, які знаходяться у електроліті. Під

дією електричного струму заряджені іони рухаються в протилежних напрямках: катіони «+» до катоду, аніони «-» до аноду.

Електрохімічні методи знаходять широке застосування, якщо традиційні методи механічної та біологічної обробки виявляються малоефективними або не можуть бути використані наприклад за рахунок дефіциту промислової площі, або складності доставки реагентів. Крім цього в багатьох випадках електрохімічні методи виключають повторне забруднення води аніонними залишками, які характерні для реагентних методів. Цей метод використовується для централізованих систем водопостачання.

Надивлячись на те, що при електролізі протікають окисно-відновні процеси механізм електрохімічних реакцій сильно відрізняється від звичайних хімічних перетворень. Виразною рисою цих реакцій являється їх просторове розділення на два залежних один від одного процеси: розкладення речовин та отримання продуктів розкладу які утворюються на кордоні електрод-рідина під дією електричного струму [14].

Технологічна схема підготовки води, може бути доповнена процесом озонсорбції, мембранним фільтруванням на ультра фільтраційних модулях та іншими методами.

Висновки до розділу 1

1. Відповідно до обраної теми було розглянуто основні теоретичні відомості про загальну характеристику системи міського водопостачання та водовідведення, що допоможуть сформулювати головні задачі роботи.
2. Класифікація систем, що розглянуті в даному розділі допоможуть нам з більш широким розумінням всієї проблематики вибраної теми.
3. Оглянуто за допомогою профільної літератури базові принципи, які регулюють основу системи водопостачання та водовідведення міста.
4. Опрацьовано данні, що стосуються джерел водопостачання які являють собою основний ресурс та основу всього процесу.

2 ПРОБЛЕМАТИКА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ В СИСТЕМІ ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА

Дезінфекція (лат. Des - заперечення, inficere - заражати) або знезараження - це знищення хвороботворних мікроорганізмів у воді. Здійснити знезараження води на 100% на практиці зазвичай не вдається. Тому нині прийнято виражати ефективність знезараження як 99%. Задовільною вважається ступінь знезараження в межах 99,99 - 99,999% [16].

У неочищених стічних водах міститься величезна кількість патогенних мікроорганізмів: від 10^3 до $7 \cdot 10^6$ в 1 см^3 (Колі-титр (КТ) - 10^{-2} - 10^{-7} , колі-індекс (КІ) - $2 \cdot 10^8$; титр ентерокока ТЕ = 10^{-1} - 10^{-4} од / см^3). Після біологічної очистки на вторинних відстійниках 1 мл води містить ще до $2 \cdot 10^6$ бактерій, число бактеріофагів 100. Про токсикологію води судять не за ступенем зниження бактеріального забруднення, а по числу залишків в воді патогенних мікроорганізмів [17]. Фільтрування через кварцові фільтри знижує КІ стічних вод в 10 разів, а обробка на фільтрах, завантажених цеолітами або іонообмінними смолами - на два порядки, а КІ досягає 10^4 . Рівень знезараження по очисним спорудам зображено на рисунку 2.1.

Решітки	- до 10
Пісковловлювачі	- 10 - 25
Первинні відстійники без аераторів	- до 25
Первинні відстійники з аераторами	- до 30
Первинні відстійники з біокоагуляцією	- до 40
Освітлювач-перегнивач і з природною аерацією	- до 40
Поля фільтрації	- 97 – 99,99
Поля зрошення	- 97 – 99,99
Біологічні басейни	- 96 – 99,99
Біологічні фільтри	- 90 - 95
Аеротенки	- 90 - 95
Споруди фільтрації	- 99 – 99,99

Рисунок 2.1 – Зниження бактеріального забруднення по різних спорудам
водоочищення

Після первинних відстійників бактерії групи кишкової палички скорочуються на 30 - 40%, після вторинних – 90 - 95%. Причина зниження концентрації мікроорганізмів полягає в тому, що в нейтральному середовищі віруси і бактерії є носієм негативного електричного заряду. З фізико-хімічної точки зору ці об'єкти є гідрофільними біоколоїдами, що дозволяє використовувати для їх видалення осадження з суспензією первинних відстійників і біофлокуляцію в аеротенках [18]. Озон руйнує клітинні мембрани і стінки, а також окисно-відновну систему бактерій і їх протоплазму на відміну від хлору, діючого тільки на ферменти бактерії. Збудники паратифів та мікрококи більш стійкі, а по відношенню до спорових форм хлор мало ефективний. Відносно стійкі до хлору мікобактерії, ентеровіруси, цисти найпростіших, синьогнійна паличка [19].

Бактерицидна активність різних хлор реагентів пов'язана з їх величиною окислювально-відновного потенціалу і при інших рівних умовах зростає в ряду (рис. 2.2).

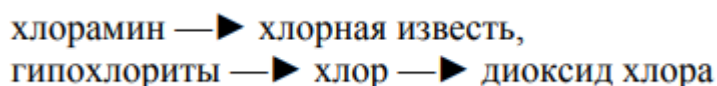


Рисунок 2.2 – Ряд зростання ОВ потенціалу

Численні дані, переконливо свідчать про те, що хлорування питних і стічних вод викликає високі рівні мутагенної активності та токсичності, виявлені за допомогою різних біологічних тестів. При обробці води хлор активними сполуками, виявлені і виділені продукти, що володіють високою токсичністю: тригалометани, хлорфеноли, п-нітрохлорбензоли, бромформ. У хлороформу чотирьох хлористого вуглецю, що відносяться до галогенорганічних з'єднань з віддаленими біологічними ефектами, виявлені канцерогенні властивості, тому вони розглядаються як з'єднання, небезпечні для людини. Має місце і утворення хлорорганічних сполук (ХОС). Основною характеристикою більшості з ХОС є кумулятивність та токсичність. Їх

концентрація зазвичай значно перевищує гігієнічні нормативи. Це пов'язано з застарілим обладнанням лабораторій водоканалів та відсутністю нормативів для більшості з ХОС. Висвітлена проблема досить важлива, оскільки фактор надходження канцерогенів з питною водою зменшує тривалість життя населення в основному через онкозахворювання.

Дослідженням впливу хлорорганічних сполук у воді на підвищення імовірності злоякісних новоутворень займалися у Вінницькій області [20]. Неодноразові припущення про пряму залежність утворення ХОС в процесі хлорування від вмісту органічних речовин у вихідній воді, яка забирається для водопостачання, спонукали провести кореляційний аналіз між відсотком використання поверхневих вод у Вінницькій області за період з 2005 по 2012 роки та кількістю злоякісних новоутворень (ЗН) різних локалізацій у цей період. Відповідно був встановлений слабкий зв'язок для таких локалізацій, як молочна залоза (коефіцієнт кореляції 0,29) та шкіра (0,16) і значний зв'язок для локалізації злоякісних новоутворень легенів (0,57) [21,22]. Останній показник підтверджує припущення про канцерогенну дію хлорорганічних сполук, що потрапляють інгаляційним шляхом або під час прийому ванни чи душу.

Утворення з'єднань під час хлорування води - складний та тривалий у часі процес. На нього впливають багато факторів і, перш за все якість вхідної води, тобто вміст у ній органічних сполук. На підставі закономірностей, виявлених в процесі проведення досліджень, встановлено, що чим вище значення ГДК та величина кольоровості вихідних природних вод, обумовлена присутністю гумусових речовин, тим вище концентрація хлороформу в хлорованій воді. Навіть в артезіанській воді міститься близько 175 органічних речовин. Практично всі органічні речовини вступають у взаємодію з хлором. Флокулянти, проходячи через всю систему водоочищення, взаємодіють з хлором [23].

Особливо збільшується вміст хлорорганічних сполук для залишків органічних речовин. Хлороформ з'являється в 10 разів частіше, ніж інші

органічні сполуки хлору, а його наявність у воді пов'язують із збільшенням ракових захворювань. Чим вище температура води, тим більше утворюється хлорорганічних сполук у воді. Вода що містить бром буде утворювати більше хлорорганічних з'єднань, так як бром є каталізатором таких процесів [24].

Особливо небезпечні у водах - це діоксини. Діоксин - це не конкретна речовину, а кілька десятків органічних сполук, що включають трициклічні кисневмісні ксенобіотики, а також сімейство біфенілів, що не містять атомів кисню.

Теоретично можливе існування кількох тисяч різноманітних діоксинів. Молекули діоксинів складаються з обов'язкових біфенільних структурних одиниць (рис. 2.3).

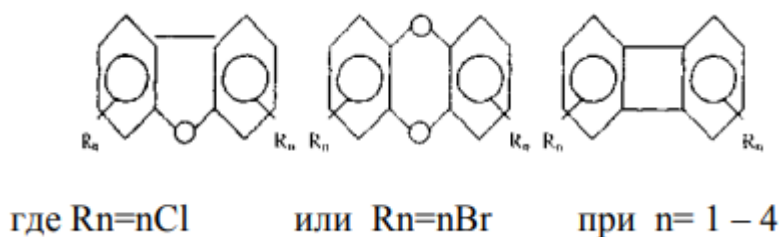


Рисунок 2.3 – Структурні одиниці

Найбільш небезпечний з усіх відомих у світі токсичних речовин є 2, 3, 7, 8 - тетрахлорбензол-п-діоксин (2,3,7,8 - ТХДД). Він на кілька порядків більш токсичний всіх відомих на сьогодні найсильніших отрут ціанідів, стрихніну, кураре, зарину, табуна, ХХ-газів. Діоксин в 67000 разів більш токсичний ціаністих з'єднань [24].

При нормальних умовах - це безбарвні кристали, без запаху, не розкладаються при $75^{\circ}C$. Розчинність його у воді наближається до 0,001%, в ацетоні - 0,2%, хімічно інертний, період напіврозпаду в ґрунті - 10 - 15 років, в організмі людини - 6 - 7 років. Кислоти і луги при нормальних умовах на діоксин практично не діють. Отруйна дія діоксину обумовлена розміром його молекули, що має форму прямокутника $0,3 \cdot 0,1$ нм, що відповідає розмірам рецепторів живих організмів. Молекули діоксину пригнічують життєві

функції оргазму, змушуючи працювати його інакше. Він може роками накопичуватися в нашому організмі, не проявляючи себе. Діоксин називають хімічним вбивцею або абсолютною отрутою [25].

За іншою версією діоксини імітують хімічну структуру гормонів людини, тому вони настільки небезпечні. Діоксини змушують організм виробляти ензими і гормони, які контролюють ріст і поділ клітин. Це може привести до різних відхилень і захворювання на рак. На відміну від натуральних гормонів, які «живуть» нетривалий час, а саме головне, активність діоксинів важко нейтралізувати. Основні дії діоксиноподібних з'єднань на людину:

- ураження імунної системи, особливо у дітей;
- ушкодження печінки, нирок, травного тракту;
- безпліддя і порушення перебігу вагітності у жінок;
- пошкодження нервової системи; захворювання на рак;
- придушення розумової і фізичної працездатності.

Джерела утворення діоксинів:

- хлорування питних і стічних вод;
- хлорування вод плавальних басейнів;
- виробництво пластмас;
- сміттєспалювальні звалища, особливо при спалюванні смол і деяких видів пластмас;
- сміттєспалювання в лікарнях (одноразових шприців, обладнання);
- при виробництві гідроксиду натрію (каустична сода), коли виділяється CO₂ при розщепленні солі (NaCl);
- виробництво фреонів;
- в хімчистці;
- обробка деревини;
- відбілювання паперу хлором (норматив діоксину в готової продукції фірми «Tetra Pak» (Швеція) - 1 частина на 1 трильйон).

Вміст діоксину в організмі людини повинно бути не більше від $0,006$ до $6 \cdot 10^{-12}$ гр., але багато фахівців вважають, що діоксини не мають безпечних рівнів концентрації.

При знезараженні питної води хлором з поверхневих джерел найбільш часто виявляється: хлороформ, чотирихлористий вуглець, бромдихлорметан і дибромхлорметан, концентрація яких в кілька, а то й десятки разів перевищують допустимі ГДК [26].

Наукові дослідження показали, що тільки один відсоток хлору йде на знезараження, а решта 99% витрачаються на окислення та взаємодію, головним чином, з органічними речовинами. Визначення діоксинів у воді пов'язано зі значними матеріальними витратами і залежить від технічного оснащення лабораторій. В Україні є тільки одна така лабораторія в Києві.

Ще одна причина, через яку хлорування можна вважати універсальним методом знезараження - існування хлоррезистентної мікрофлори, що відноситься до умовно-патогенних та патогенних мікроорганізмів є стабільними компонентами міських систем водопостачання [28].

Споживання хлору в Європі, США. Японії неухильно падає. Однак, незважаючи на численні недоліки хлору та його сполук, відмовитися повністю від них в практиці водопідготовки найближчим часом немає можливості, так як жоден метод (крім сріблення) не володіє необхідною післядією, що важливо для збереження якості води в розподільних мережах. Зношеність трубопроводів водопостачання у багатьох містах та населених пунктах України, досягає 70 - 80%. Тому, якими б іншими методами не оброблювалась вода, перед подачею в мережу її необхідно хоча б попередньо хлорувати. За даними ООН в перспективі ціни на всі ресурси будуть падати, а на воду та інформацію будуть зростати або залишатися на колишньому рівні

Що ж стосується стічних вод, то в останні роки все частіше піднімається питання про необхідність повної відмови від хлорування при їх очищенні. Усі стічні води, що скидаються у водойми, повинні бути знезаражені, а кількість залишкового хлору в них не повинно перевищувати $1,5 \text{ мг / дм}^3$.

Дослідження ж, проведені в « АК Київводоканал», показали, що гранична концентрація залишкового хлору у стічній воді при розведенні її у річковий (1:1) приблизно становить 0,43 - 0,45 мг / дм³. При такій дозі залишковий хлор у воді зберігається протягом 8 год, а кількість бактерій сапрофітів через 4 ч зменшується в два рази. При перевищенні цієї концентрації залишковий хлор зберігається в суміші річкової та стічної води до 1-2 діб., що і призводить до практично повного припинення процесів її самоочищення, а наявність навіть невеликої кількості залишкового хлору токсично для фауни водойм [29].

При хлоруванні стічних вод утворюються хімічні сполуки, що володіють мутагенними і канцерогенними властивостями, які, потрапляючи в водойми питного призначення, забруднюють воду і практично не руйнуються в процесі водопідготовки. Тому, в даний час, в багатьох країнах ведуться інтенсивні пошуки альтернативних методів знезараження стічних вод. Удосконалення методології знезараження стічних та питних вод ведеться за двома напрямками:

- зменшення або запобігання утворенню небезпечних речовин, при хлорування, застосування нової та вдосконалення старої технології та обладнання по застосуванню похідних хлору (діоксиду хлору).
- створення нових методів обробки, пошук нових безпечних реагентів або комбінування технологій з без реагентними методами та їх застосування.

Одне із таких впроваджень ми розглянемо в наступному розділі.

Висновки до розділу 2

1. В цьому розділі формалізовано та теоретично з допомогою профільної літератури було узагальнено основну проблематику сучасного методу знезараження води в системі водопостачання населених пунктів нашої країни.

2. Першочерговою для нас як ми вияснили являється проблематика токсичності хлор вмісних реагентів, які використовуються для дезінфекції води побутового призначення.

3. Процес хлорування, який було розглянуто, в більшій мірі несе в собі небезпечність як мало досліджений на предмет впливу на людський організм в цілому. Можемо зазначити, що післядію яку має хлор не можуть забезпечити інші реагенти.

4. Розглянуто напрямки для наукової та практичної роботи по удосконаленню існуючої методології знезараження, що заключається у розробці та впровадженні комбінованих без реагентних методів та агрегатів.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМИ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

В розділі розглянемо ряд проблем які пов'язані з водопідготовкою для населених пунктів. Першою такою проблемою являється перевищений вміст заліза у вихідній воді, що унеможливилює використання ультра-фіолетового випромінювання як джерела знезараження та впливає на здоров'я споживачів. Другою серйозною проблемою є утворення шару біоплівки на захисній колбі в якій знаходиться УФ лампа.

3.1 Технологічне рішення для водопідготовки

За результатами лабораторних досліджень, взятих проб з підземних джерел на території міста в першу чергу спостерігається підвищений вміст заліза, марганцю, підвищена жорсткість (табл. 3.1). При існуючих показниках система знезараження на основі УФ-випромінювання припиняє виконувати свої функції так як вода не відповідає фізико-хімічним характеристикам.

Таблиця 3.1 – Результати лабораторних дослідів по фізико-хімічним показникам води

Показники	Результати дослідів	Норматив ДСанПіН 2.2.4- 171- 10	Одиниці виміру
Фізико-хімічні показники			
Сульфати	94,0- 147,69	≤0,250 (500)	мг/дм ³
Залізо загальне	0,3 – 0,31	≤0,20 1,0	мг/дм ³
Загальна жорсткість	5,00-7,25	7,0 (10) (1,5-7,0)*	ммоль/ дм ³
Марганець	0,05- 0,053	≤0,05 (0,1)	мг/дм ³
Магній	6,68- 16,40	не визнач. (10- 50) *	мг/дм ³
Мідь	<0,02	≤1,0	мг/дм ³

Для очищення водопідготовки на потреби міста найбільш прийнятні фільтри з каталітичним завантаженням для очищення від заліза та марганцю. Вода подається в аераційну колону, в якій за допомогою компресора насичується киснем, і далі надходить на фільтр з каталітичним завантаженням [31].

Принципова схема установки знезалізнення та зменшення кількості марганцю представлена на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Принципова схема установки очищення води.

Установка для очищення води є первинним компонентом нашої станції знезалізнення. Вибір агрегатів для цієї ланки системи впливає на всю базову продуктивність. Ознайомимось з характеристикою компонентів для фільтру з каталітичним завантаженням в основному це сорбенти які виробляються на території України.

Сорбент АС - каталітичний алюмосилікатний сорбент нового покоління для фізико-хімічної очистки води [32].

Таблиця 3.2 – Фізико-хімічна характеристика сорбенту АС

Основні показники	Значення
Насипна щільність кг/м ³	470-490
Щільність кг/м ³	1350-1450
Коефіцієнт неоднорідності сорбенту	1,2-1,4
Коефіцієнт форми зерна	1,65-1,71
Ph	від 5,8
Швидкість фільтрації, м/год	10-20
Час заворотного промивання, хв	10
Висота шару, см	40-100
Питома поверхня м ² /г	150

МЖФ - пористий матеріал, що складається, в першу чергу, з суміші оксидів і карбонатів кальцію і магнію, а також оксидів алюмінію і кремнію. У його порах закріплений каталітично активний компонент - діоксид марганцю, рівномірно розподілений за обсягом зерна.

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічна характеристика сорбенту МЖФ

Основні показники	Значення
Зовнішній вигляд	Гранули коричневого кольору
Основа	Доломіт
Робоча температура °С	до 38
Швидкість фільтрації м/год	15
Швидкість зворотної промивки, м/год	12-15
Висота шару, см	70
Мінімальний рН	Від 5,8
Ефективний розмір гранул	0,6 – 1,6
Коефіцієнт неоднорідності	1,7 – 2
Питома поверхня м ² /г	150
Міжзернова пористість	46–52%
Коефіцієнт неоднорідності	1,4–1,6

Сорбент МСК виготовлений з мінералу піролюзит. Застосовується для очищення артезіанської води від високих концентрацій розчиненого заліза,

марганцю та сірководню. Сорбент МСК складається з оксиду марганцю, володіє сильними окисними, каталітичними властивості.

Таблиця 3.4 – Фізико-хімічна характеристика сорбенту МСК

Основні показники	Значення
Зовнішній вигляд	Гранули коричневого кольору
Щільність насипу кг/м^3	1770–1800
Щільність кг/м^3	3500
Міжзернова пористість	46–52%
Коефіцієнт неоднорідності	1,4–1,6
Швидкість фільтрації м/год	7–15
Фракція мм	0,3–1,5
Коефіцієнт форми зерна	1,7
Формула гранул	неправильна

Завантажують у даний фільтр багатокомпонентну суміш (суміш матеріалів АС + МЖФ + МСК в пропорції відповідно 60% + 20% + 20%) [34]. Зовнішній вигляд фільтруючих матеріалів представлений на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд каталітичних матеріалів

Розрахунок фільтра.

Добова продуктивність $Q = 960 \text{ м}^3/\text{добу}$ ($40 \text{ м}^3/\text{год}$)

Швидкість фільтрації – 12 м/год

Площу фільтрації визначимо за формулою [35]

$$F_{\phi} = \frac{Q}{(T_{\text{д}} \times \vartheta_{\text{н}} - n_{\text{пр}} \times q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \times t_{\text{пр}} \times \vartheta_{\text{пр}})} \quad (3.1)$$

де Q – продуктивність станції, $960 \text{ м}^3 / \text{д}$;

$T_{\text{д}}$ – кількість робочих годин на день, 24 год.;

$v_{\text{н}}$ – швидкість фільтрування, 10 м/год ;

$n_{\text{пр}}$ – кількість промивок за день;

$q_{\text{пр}}$ – питома витрата води на одну промивку одного фільтра, $\text{м}^3 / \text{м}^2$;

$t_{\text{пр}}$ – час промивки простого фільтра, що приймається для фільтрів промиваються водою – 0,33 год.

$$F_{\phi} = \frac{960}{(24 \times 12 - 0.5 \times 4.8 - 0.33 \times 0.5 \times 12)} = 4.12 \text{ м}^2$$

Приймаємо фільтри типу WS 2162E75, діаметром 0,525 м, з площею фільтрації $0,217 \text{ м}^2$ представлено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Фільтр типу-WS 2162E75

Кількість фільтрів включаючи резервний

$$N_{\phi} = \frac{F_{\phi}}{F_{\phi.\phi}} + 1 \quad (3.2)$$

де, F_{ϕ} - площа фільтрації, м^2 ;

$F_{\phi.\phi}$ - площа фільтрації одного фільтра, м^2 ;

$$N_{\phi} = \frac{4.12}{0.217} + 1 \approx 20 \text{ шт}$$

Загальна площа фільтрації складає:

$$S_{\phi} = 0.217 \times 20 = 4.34 \text{ м}^2$$

Залізо затримується на фільтрі у вигляді 3-гідроксид заліза $\text{Fe}(\text{OH})_3$ утворюється у вигляді драглистого осаду бурого кольору.

Установка зворотного осмосу.

Потужність установки зворотного осмосу визначається з матеріального балансу:

$$Q \times \text{Ж}_{\text{нж}} = Q_{\phi} \times \text{Ж}_{\text{вих}} + Q_3 \times \text{Ж}_3 \quad (3.3)$$

де Q - добове водоспоживання, $960 \text{ м}^3/\text{добу}$;

$\text{Ж}_{\text{нж}}$ - необхідна загальна жорсткість ($4 \dots 6 \text{ ммоль} / \text{дм}^3$);

Q_{ϕ} - витрата потоку води після фільтрів, $\text{м}^3/\text{добу}$;

$\text{Ж}_{\text{вих}}$ – вихідна жорсткість води ($7,6 \text{ ммоль}/\text{дм}^3$);

Q_3 - продуктивність установки зворотного осмосу по знезалізненій воді, $\text{м}^3/\text{добу}$;

Ж_3 - загальна жорсткість знезалізненої води, $0,15 \text{ ммоль} / \text{дм}^3$ [36] .

При вирішенні цього рівняння щодо загальної жорсткості питної води при різних пропорціях отримаємо необхідну жорсткість. Результати представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Визначення необхідної кількості установок зворотного осмосу

Кількість модулів при $Q = 5 \text{ м}^3 / \text{год}$	Потік фільтрованої води $\text{м}^3 / \text{добу}$	Потік знезалізненої води $\text{м}^3 / \text{добу}$	Жорсткість загальна $\text{ммоль} / \text{дм}^3$
1	840	120	6,67
2	720	240	5,73
3	600	360	4,81

За результатами розрахунку одна працююча установка зворотного осмосу забезпечить ($6,67 \text{ ммоль} / \text{дм}^3$) вимоги норм по загальній жорсткості до $7 \text{ ммоль} / \text{дм}^3$, однак при незначному збільшенні жорсткості вихідної води (до $7,9 \text{ ммоль} / \text{дм}^3$) станція буде давати воду з жорсткістю вище норми. З огляду на необхідний резерв, достатньо два паралельні блоки модулів зворотного осмосу продуктивністю $5 \text{ м}^3 / \text{год}$, з загальною жорсткістю на виході - $5,73 \text{ ммоль} / \text{дм}^3$. Установка зворотного осмосу забезпечить надійне отримання води необхідної якості при підвищенні загальної жорсткості вихідної води до $8,9 \text{ ммоль} / \text{дм}^3$. Можлива компоновка і загальний вид модуля зворотного осмосу представлена на рис 3.3 [37].



Рисунок 3.4 – Загальний вид модуля зворотного осмосу

Вузол знезалізнення.

Вода після фільтрів знезалізнення надходить в ємність промивних вод. Добова витрата промивної води становить $7 \dots 9 \text{ м}^3 / \text{добу}$. Кількість промивок на добу 2, тобто кожні 12 годин. Час відстоювання промивних вод згідно [38] становить 4 години. Кількість ємностей промивних вод - 2 шт. (1 відстоюється, 1 - вільна). Обсяг ємності - 15 м^3 . У ємності передбачений агрегат для відводу освітленої води з поверхні.

Зневоднення осаду проводиться за допомогою мішочної сушарки – МО-6 продуктивністю $0,5 - 2 \text{ м}^3 / \text{год}$. Одна робоча, одна резервна (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Мішочна сушарка МО-6 загальний вид та відфільтрований осад

Можливе використання залізного осаду в якості сполучного (50%) в цементному розчині та бетоні (30%). При виробництві гіпсу або сухої штукатурки можливо, до складу додати гідроокис осаду в суху речовину 40-45%. Ще один із можливих напрямків використання у виробництві пігментів для лаків і фарб [39].

В підсумку можливе використання УФ-знезараження так як рівень заліза був знижений за допомогою вище зазначених технологій. Тепер розглянемо нашу схему в загальному вигляді на рисунку 3.6.

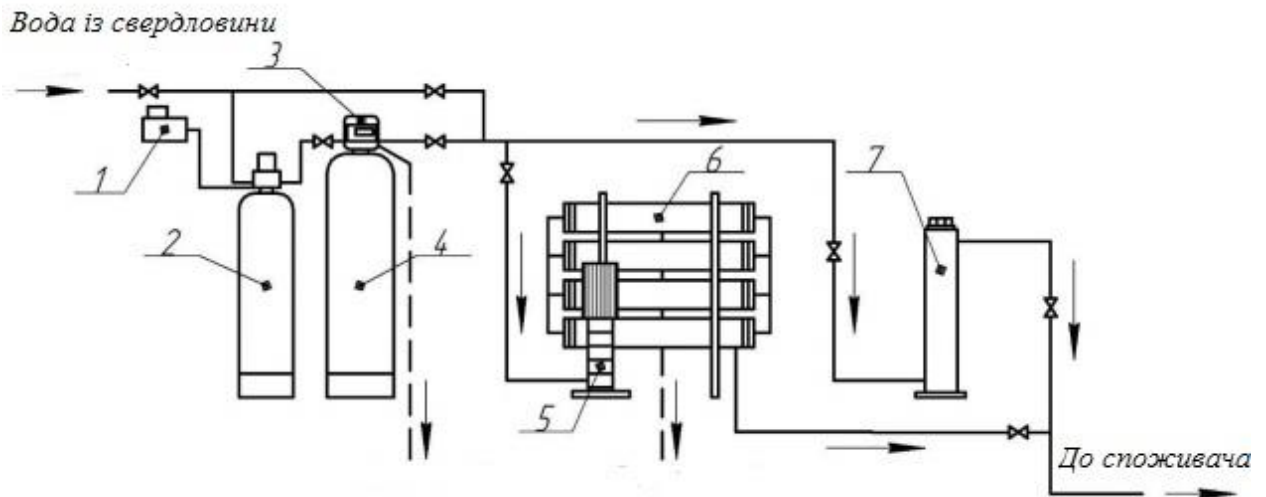


Рисунок 3.6 – Пропонована технологічна схема водопідготовки

У запропонованій схемі вода від свердловин надходить в аераційну колону 2, де за допомогою компресора 1 насичується киснем повітря. Далі вода надходить на фільтр з каталітичної завантаженням 4 та керуючим блоком 3, після якого основний потік води направляється на знезараження УФ стерилізатор 7. Менша частина потоку направляється на пом'якшення в установку зворотного осмосу 6 за допомогою напірного насоса 5, а далі змішується з основним потоком води. Вода необхідної якості направляється споживачу. Промивна вода прямує в ємності (15 м³) з яких осад направляється на механічне зневоднення на мішочних сушарках, а освітлена промивна вода в накопичувальну ємність, де змішується з концентратом. З накопичувальної ємності розбавлена освітленою та промивною водою концентрат направляється в каналізацію. Пропонована технологічна схема дозволяє очистити воду до нормативних показників: по залізу загальному – 0.12 мг/л, по марганцю – 0.04 мг/л, по жорсткості – 5.7 ммоль/дм³. Загальний вигляд установки зображено на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 – Загальний вид установки

3.2 Встановлення залежності між кількістю сорбенту у фільтраційній колоні та вмістом загального заліза на виході.

Для встановлення залежності між шаром сорбенту у фільтраційній колоні та вмістом загального заліза на виході скористаємось методом Лагранжа. Відповідно до даних наданих виробником сформовано таблицю в якій міститься інформація про товщину сорбенту та концентрацію заліза.

Таблиця 3.6 Статистичні дані для шести дослідів

	Функція	1	2	3	4	5	6
Товщина шару сорбенту (см)	x	40	55	60	75	85	95
Концентрація загального заліза мг/дм ³	y	0,69	0,599	0,534	0,445	0,312	0,236

Метод Лагранжа є одним із методів регресійного аналізу. Він призначений для оцінки невідомих величин за результатами вимірів, що містять випадкові похибки.

Загальний вигляд полінома Лагранжа має вигляд [40]

$$L_m(x) = y_0 \frac{(x - x_1) \dots (x - x_n)}{(x_0 - x_1) \dots (x_0 - x_n)} + y_1 \frac{(x - x_0)(x - x_2) \dots (x - x_n)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2) \dots (x_1 - x_n)} + \dots$$

$$+ y_n \frac{(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1})}{(x_n - x_0)(x_n - x_1) \dots (x_n - x_{n-1})}$$

Побудуємо графік функції залежності між шаром сорбенту у фільтраційній колоні та вмістом загального заліза на виході із фільтра (рис.3.8).

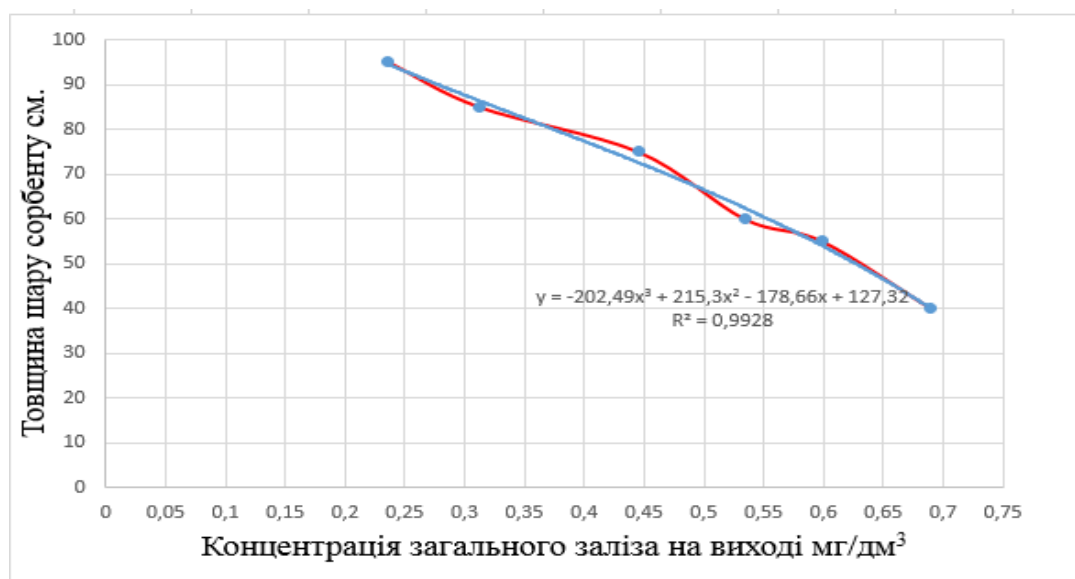


Рисунок 3.8 – Графік залежності зміни товщини шару сорбенту від кінцевої концентрації загального заліза

Для достовірності встановлення залежності проведено визначення коефіцієнта детермінації (R^2) за допомогою програмного комплексу MS Microsoft Excel. Результати дослідження наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Результат апроксимації даних

Вид апроксимації	Прогнозована модель	R^2
Експоненціальна	$y = 152,36e^{-1,794x}$	$R^2 = 0,9512$
Лінійна	$y = -117,25x + 123,36$	$R^2 = 0,9864$
Логарифмічна	$y = -48,42\ln(x) + 28,556$	$R^2 = 0,9468$
Поліноміальна (2 степінь)	$y = -69,888x^2 - 53,248x + 110,46$	$R^2 = 0,9921$
Поліноміальна (3 степінь)	$y = -202,49x^3 + 215,3x^2 - 178,66x + 127,32$	$R^2 = 0,9928$
Степенева	$y = 36,094x^{-0,728}$	$R^2 = 0,8811$

Таким чином, з наведених вище даних значень коефіцієнту детермінації видно, що найбільш прийнятна математична модель, за допомогою якої можна розраховувати товщину шару сорбенту, є поліноміальна функція третього ступеню.

3.3 Забруднення захисного скла, ламп УФ-випромінювання

Утворення та зростання біоплівки (біообростання) відбувається в основному в системі де присутній біорозкладні речовини та кисень. Біоплівка формується із органічних та неорганічних речовин [42].

Органічні речовини:

- бактерії, колонії пов'язані з біоплівкою, особливо бактерії виду *Aeromonas*, які мають здатності формувати біоплівки;
- вищі організми (амеби, інфузорії);

– позаклітинні органічні полісахариди, які виділяються бактеріями для початку зростання біоплівки та її закріплення.

Неорганічні речовини:

- карбонати та оксиди кальцію і магнію, вільні іони кальцію також
- пов'язані з ростом біоплівки.
- метали, такі як залізо, також спостерігаються у біоплівки.

Три основні етапи утворення біоплівки представлено на рисунку 3.9.

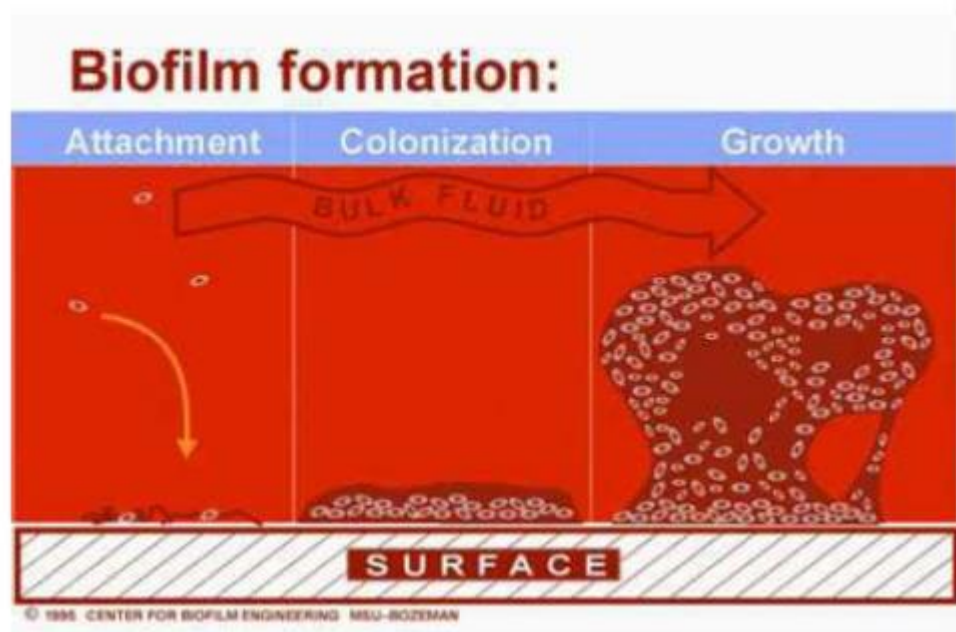


Рисунок 3.9 – Етапи утворення біоплівки

3.4 Кавітація як основа очищення захисного скла

Кавітація – це процес утворення та схлопування бульбашок газу (пари) в рідині при різкій зміні тиску в ній перед перешкодою. Завдяки інтенсивності вібрацій та температурі в окремій точці, кавітація активно руйнує органічні з'єднання, колоїди, клітинні мембрани мікроорганізмів та навіть ефективно знищує віруси [43]. Схема схлопування бульбашок газу під дією ефекту кавітації зображено на рисунку 3.10.

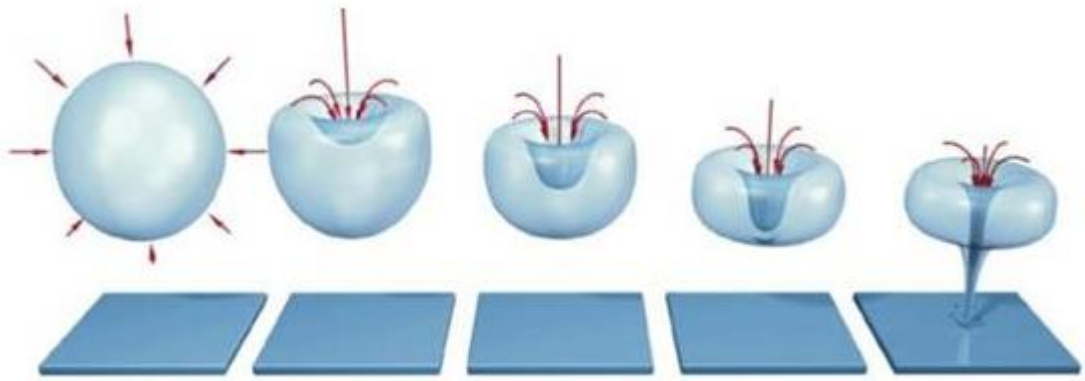


Рисунок 3.10 – Схема схлопування при кавітації

За способом генерування кавітація може бути акустичною та гідродинамічною. Для отримання кавітації акустичним способом необхідні дорогі ультразвукові генератори, гідродинамічна кавітація набагато дешевша, що дозволяє отримувати даний ефект на економних гідродинамічних пристроях [44].

Гідродинамічна кавітація виникає на тих ділянках потоку, де за рахунок збільшення швидкості течії рідини тиск знизиться до деякого критичного значення. Зазвичай розрив рідини відбувається при зниженні тиску до тиску насиченої пари рідини при заданій температурі. Схематично зображення цього процесу представлено на рисунку 3.11.

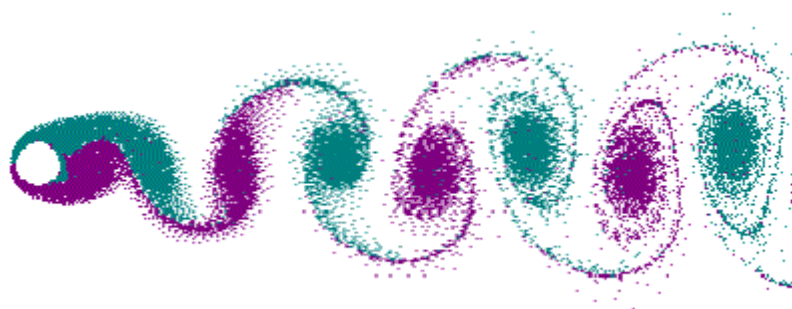


Рисунок 3.11 – Принцип утворення кавітаційних ефектів при русі потоку рідини

Фізичний ефект кавітаційної обробки води полягає в наступному: в місцях схлопування бульбашок локально виникають високий тиск (до 10000

атм.) та температура (1000 – 10000 °C) і утворюються хвилі розрідження-стиснення [45].

В результаті різкої зміни гідродинамічного балансу рідина «розривається», утворюючи багаточисленні бульбашки газів та пару. В наступний момент, коли тиск в рідині підвищується бульбашки, що були утворені раніше схлопуються.

Під дією енергії яка утворилася під час цього схлопування та утворення кумулятивних струмів та ударних хвиль в рідких середовищах відбувається велика кількість хімічних реакцій, активізуються окисно-відновні процеси.

При необхідному вмісті кисню або водню в бульбашці можуть здійснюватися реакції трансформації радикалів. При хвильовій обробці вода максимально насичується киснем повітря, що приводить до інтенсивного процесу окислення іонів (Fe^{2+}) які містяться у воді. Утворена форма заліза до нерозчинних з'єднань трьох валентного заліза легко видаляється за допомогою фільтрів. Для використання даного кавітатора необхідне також додаткове обладнання: фільтр насипний і ємність для накопичення.

Природа руйнуючого ефекту кавітації заключається в тому, що в місці схлопування пустот відбувається локальне збільшення тиску яке діє на поверхню обробки. В матеріалі який знаходиться поблизу пустот температура підвищується на 500 – 800 °C [46].

3.5 Експериментальна частина

Експерименти були проведені на установці «Swift» з лампами середнього тиску виробництва Trojan Technologies Inc.. Під час визначення вихідних даних система очищення скла запускала кожні 24 години. Система очищення використовує комбінацію абразивної та хімічної очистки. Під час проведення експериментів, система очищення була повністю відключена щоб дозволити акумулювання забруднень на склі.

Заміри середньої дози УФ в реакторі працюючому при 60% проектної потужності і при потоці води (приблизно 8,000 м³/ день). При працюючій системі очищення скла, лінійна регресія показує що доза УФ падала на 0.04 мДж / см² на день (графік ліворуч). При вимкнені системі очищення, доза падала на 1.07 мДж / см² на день.

Чотири забруднені лампи були досліджені після двох тижнів роботи установки, і ще чотири лампи були досліджені після чотирьох тижнів роботи представлено на рисунку 3.12.

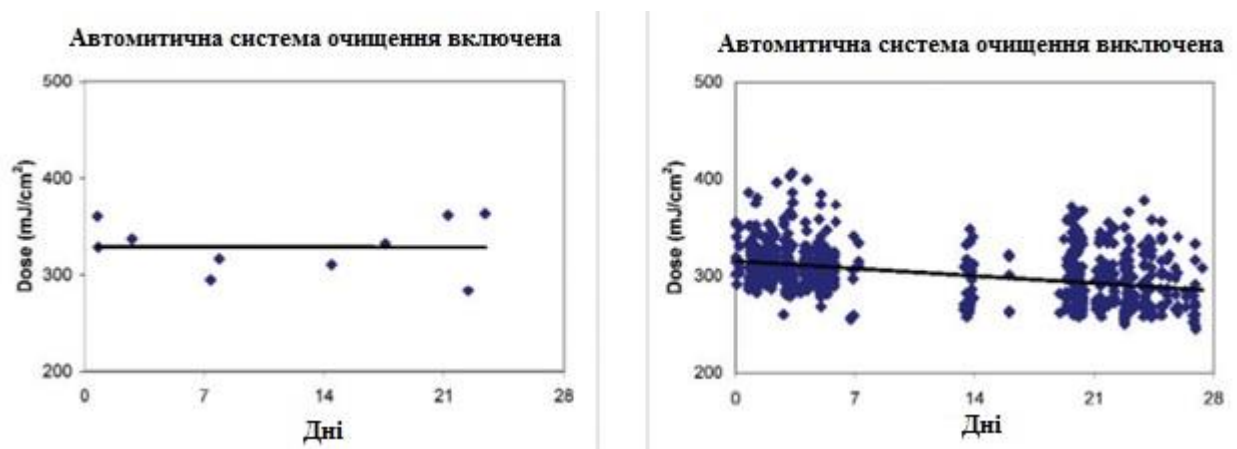


Рисунок 3.12 – Лінійна регресія за 4 тижні

Заміри УФ-провідності скла були проведені за допомогою оптоволоконного спектрофотометра з джерелом пульсуючого ксенон випромінювання. Просуваючи скло вздовж апаратури було отримано просторовий розподіл УФ провідності рисунок 3.13.

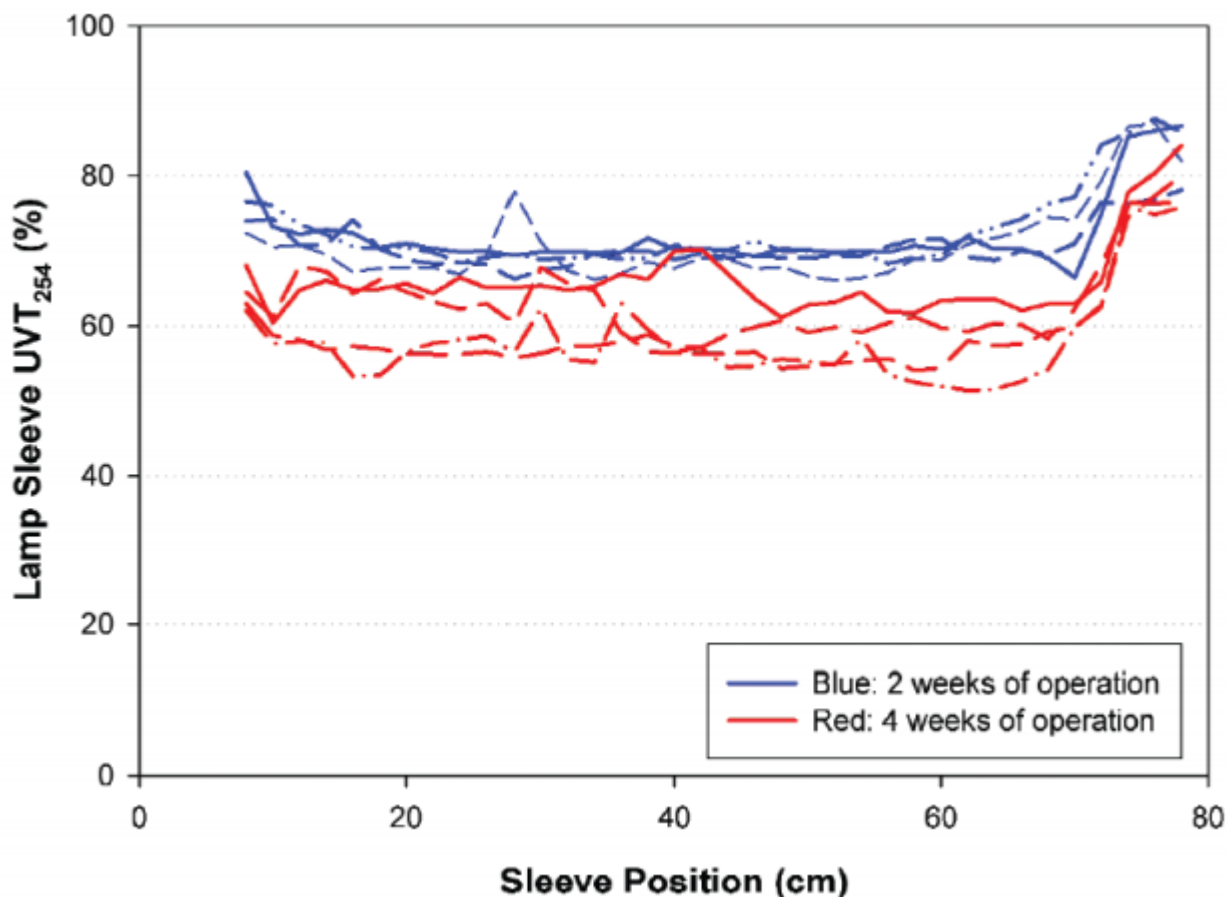


Рисунок 3.13 – Провідність (%) після 2-х та 4-х тижнів роботи

Як показано на рис. 3.13, після двох тижнів роботи, УФ провідність скла впала з 92% по повітряю на початку експерименту до 72%, 71%, 73% і 71% (розподіл по довжині скла). Після чотирьох тижнів роботи, провідність склакла 60%, 58%, 61%, і 66%.

На даному об'єкті вода має низькі концентрації заліза і кальцію, і являє собою помірні умови. На об'єктах, що працюють з високо мінералізованою водою, осадження речовини на склі може досягати близько 2 ммоль /м² в день), і в таких випадках інтенсивність випромінювання може впасти на 80% всього за один день.

3.6 Лабораторна частина

Для лабораторних досліджень було взято воду яку перед цим використовували для обмивання фруктів (яблука та груші) , так як вона містить велику кількість біологічних речовин які легко розкладаються, в основному цукрів. Яблука та груші не містять велику кількість азоту та фосфору в своїй біомасі. При біологічній деградації ХСК, мікробна біоплівка має дефіцит у поживних речовинах. Як наслідок, розвиток біоплівки обмежений у швидкості росту, та поживні речовини передаються від бактерії до бактерії. Реакція бактерій на ріст в умовах дефіциту поживних речовин виражається у виробленні позаклітинного полімерної речовини, необхідної для закріплення біоплівки. Ця речовина призводить до утворення шару слизової біоплівки.

Таким чином, дана вода є найбільш сприятливим середовищем для проведення тестів з видалення біоплівки з кварцових захисних чохлах за рахунок застосування ультразвукових хвиль в УФ реакторі. Результати тестів представлено у наступних абзацах.

У першій фазі тесту, УФ лампи включені та система працює без застосування ультразвуку. Вода насичена ХСК (легко біорозкладаним) та киснем. Слизова біоплівка сформувалася на стінках реактора та на кварцовому захисному склі протягом двох тижнів.

В результаті утворення біоплівки, доза УФ впала до нуля оскільки УФ світло не пропускався через щільно сформовану біоплівку на склі. фотографії нижче демонструють біообростання.

Біоплівка сформувалася не тільки на кварцовому захисному склі, а й на стінках реактора (прикріплена до металу) рисунок 3.14.



Рисунок 3.14 – Забруднене плівкою скло та колба

У другій стадії тесту був включений ультразвук. Ультразвукові хвилі створюють ефект кавітації у воді, колапсуючі бульбашки газу руйнують біоплівку та послідовно її видаляють.

Після трьох годин, біоплівка вилучена на 50% (рис.3.15). Після 24 годин, біоплівка повністю вилучена з кварцового скла та самого реактора (рис. 3.16). Результати приведені нижче.



Рисунок 3.15 – Стан колби після 3-ьох годин роботи ультразвуку



Рисунок 3.16 – Стан колби та корпусу після 24-ьох годин роботи ультразвуку

Висновки до розділу 3

1. Запропоновано технологічну схему станції знезалізнення. За допомогою якої вхідну воду можливо буде привести до таких параметрів, що дозволять ультрафіолетовому знезараженню не втрачати потенціал дезінфекції. Пропонована технологічна схема дозволяє очистити воду до нормативних показників: по залізу загальному – 0.12 мг/л, по марганцю – 0.04 мг/л, по жорсткості – 5.7 ммоль/дм³.

2. Розраховано, що найбільш прийнятна математична модель, за допомогою якої можна розраховувати товщину шару сорбенту для станції знезалізнення, є поліноміальна функція третього ступеню. Яка має вигляд —

$$y = -202,49x^3 + 215,3x^2 - 178,66x + 127,32 .$$

3. Запропоновано також технологічну схему яка дозволить запобігати біообростанню кварцових чохлів лам УФ-випромінювання. Основою для цієї технології є кавітація яка буде утворюватися за допомогою ультразвуку. Продемонстровано експеримент в якому наочно зображено як важливо боротися з біообростанням. При працюючій системі очищення скла, лінійна регресія показує що доза УФ падала на 0.04 мДж / см² на день. При вимкнені системі очищення, доза падала на 1.07 мДж / см² на день.

4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ В СИСТЕМІ МІСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

На даному етапі будуть проаналізовані зміст запропонованої ідеї, напрямки її застосування та вигоди, які вона принесе користувачу.

4.1 Обґрунтування актуальності ідеї стартап-проекту

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Впровадження технологічної схеми знезараження та водопідготовки яка дозволить уникнути біообростання для ламп знезараження	Центральні системи водопостачання та водовідведення міст не залежно від джерел постачання	1.Екологічність (безреагентний метод) 2. Ефективність 3.Мобільність (можливість монтування у вже існуючу систему без капітальних втрат) 4. Наявність на ринку України

Далі проведемо порівняння властивостей і характеристик запропонованої ідеї з конкурентними пропозиціями [50].

Таблиця 4.2 – Визначення слабких сильних та нейтральних характеристик проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики	Назва технологій		W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Існуючий проект			
1	Наявність підприємства по виробництву	Комплексні станції знезалізнення	Хлораторні установки		+	
2	Використання допоміжних речовин	-	Балони з хлором			+

Продовження таблиці 4.2

1	2	3		4	5	6
3	Мобільність комплексу	Монтується в існуючу систему	Необхідно спец. приміщення з СЗЗ			+
4	Рівень дезінфекції	99,93%	99,91%		+	
5	Експлуатація	Не потребує спец. персоналу	Спец. персонал. Високий рівень контролю			+

Проведений аналіз показав, що представлена ідея має багато сильних сторін у порівнянні із конкурентними пропозиціями (хоча є декілька нейтральних сторін).

Для того щоб здійснити подальшу розробку проекту, слід провести аналіз технологій, які будуть застосовані в ньому, особливо їх доступність.

Таблиця 4.3 – Технологічна здійсненність ідеї

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технології	Доступність технології
1	Комплекс установки для станції знезалізнання	Установка каталітичних фільтрів установок зворотного осмосу та сушарок	Так	Так
2	Використання ультразвукової кавітації	Модернізація існуючої схеми дезінфекції	Так	Так

Технології є доступними, так як ідея стартапу з самого початку передбачає застосування лише наявних технік та методів.

Проаналізувавши стан ринку, можна спланувати розвиток проекту з урахуванням багатьох факторів ринкового середовища та ринкових загроз, які можуть призупинити реалізацію ідеї.

Проведемо аналіз груп потенційних клієнтів стартап-проекту, їх характеристик та потреб сформованих ринком, на основі отриманих даних сформуємо список вимог споживачів до товару. Для зручності дані аналізу представимо у вигляді табл.. Розглянуті вимоги показують на що слід звернути увагу при деталізації проекту, і на які саме споживчі потреби звернути увагу.

4.4 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінність у поведінці різних потенціальних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів
Безреагентний, екологічний спосіб знезараження в системах міського водопостачання	Комунальні підприємства обласних центрів, та великих міст	Відмінність бюджетної політики. Велика амплітуда вимог до продуктивності установок	ДСанПіН 2.2.4-171-10

Для проведення аналізу ринкового середовища розглянемо фактори, що позитивно впливають на впровадження проекту, та фактори, що можуть негативно вплинути на просування товару на ринок [50].

Таблиця 4.5 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Економічний фактор	Збільшення ціни на енергоносії. Заборгованість населення перед КП	Збільшення енергоефективності лам УФ-випромінювання. Автоматизація для більшої енергоефективності

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
2	Політично-правовий	Жорстке регулювання технології	Запровадження внутрішніх стандартів відповідно до законодавства
3	Демографічний	Розбудова нових районів, різке збільшення навантаження на систему	Децентралізація для нових районів. Введення районного коефіцієнту для збільшення прибутку

Таблиця 4.6 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Витіснення конкурентів	Заборона на реагентні методи знезараження	Вихід на ринок приватних підприємств
2	Стимулювання екологізації підприємств	Запровадження європейських стандартів для комунальних підприємств	Модернізація другорядних технологій відповідно до стандартів

Розглянуті фактори є сприятливими для стартапу, оскільки допоможуть вийти на більшу кількість клієнтів, розширити об'єм виробництва та збільшити прибуток. Одним із найвагоміших факторів є екологізація, саме така можливість допоможе у стрімкому розвитку компанії

Таблиця 4.7 – Фактори конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Виробничий	Технологія, рівень якості, велика кількість споживачі
2	Збутовий	Велика кількість посередників
3	Сервісний	Гарантія
4	ринковий	Ринкова новизна, споживча новизна, вартість

4.2 SWOT – аналіз стартап проекту

Кінцевим етапом аналізу впровадження проекту на ринок є SWOT аналіз, який дасть змогу виявити та оцінити сильні та слабкі сторони, а також можливості та загрози, які потребують уваги зі сторони розробників. Основною метою такого аналізу є зосередження на тих сторонах, які будуть ключовими факторами успіху чи провалу майбутнього підприємства, тому в цей список і не включають всі слабкі та сильні сторони [50].

Таблиця 4.8 – SWOT- аналіз стартап проекту

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> • Екологічно чисті компоненти • Відсутність капітальних витрат на реагенти • Мобільність, швидкий монтаж • Відсутність додаткового персоналу для обслуговування • Відсутність залежності від одного постачальника 	<ul style="list-style-type: none"> • Жорсткі вимоги до експлуатації та перевірки • Залежність від стану магістрального водопроводу
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> • Розширення діяльності за рахунок приватних компаній • Можливість автоматизації та зменшення «людського фактору» • Персональний підхід в залежності від продуктивності 	<ul style="list-style-type: none"> • незацікавленість підприємств у нових розробках; • відсутність інвестування. • невелика кількість споживачів на початковому етапі.

Розглянуті загрози і можливості представляють основу для розробки альтернатив ринкової поведінки, тобто певних кроків по просуванню стартап-проекту на ринок. При цьому визначені альтернативи досліджуються з огляду на строки та імовірність отримання ресурсів.

Таблиця 4.9 – Альтернативи ринкового впровадження проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтований комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність впровадження ресурсів	Строки реалізації
1	Підвищення конкурентоспроможності за рахунок сильних сторін проекту	Висока	Упродовж 6 місяців
2	Підвищення конкурентоспроможності за рахунок ринкових можливостей	Висока	Упродовж 1 року
3	Отримання екологічної продукції	Висока	Упродовж 6 місяців

Порівняння ймовірності отримання ресурсів та часу реалізації альтернативи показує, що найбільш прийнятним «сценарієм» при виникненні основних загроз є підвищення конкурентоспроможності для ознайомлення потенційних клієнтів з можливостями стартап-проекту та презентації запропонованих розробок.

Для виконання даного етапу розробки проекту визначимо цільові групи потенційних споживачів, їх готовність сприйняти продукт та інтенсивність конкуренції в галузі, з чого зробимо висновок про простоту входу у сегмент

Таблиця 4.10 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Комунальні підприємства обласних центрів та великих міст	висока	високий	помірна	помірна
2	Підприємства харчової промисловості зосереджені на безалкогольних напоях	висока	середній	висока	низька

При розширенні ідеї можна спрямувати увагу і на інші цільові групи, оскільки в деяких питаннях йдеться про використання схожих технологій. Такий вихід може стати значною перевагою в майбутньому

4.3 Визначення стратегії стартап проекту

Таблиця 4.11 - Визначення базової стратегії розвитку проекту

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Залучення нових клієнтів за допомогою участі у промислових виставках	Представлення різних варіантів товару, а також презентація переваг компанії дозволить розширити клієнтську базу	Гнучкість роботи фірми; • Невеликі капіталовкладення; • Поєднання екологічності та економічної вигоди.	Стратегія лідерства по витратах

В якості базової стратегії розвитку оберемо стратегію лідерства по витратам (за М. Портером). Дана стратегія передбачає більшу ніж у конкурентів маржу між собівартістю та середньо ринковою ціною за рахунок чинників внутрішнього або зовнішнього середовища. Компанії, що обрали схожу стратегію, ведуть контроль за витратами, намагаючись максимально їх знизити, а також проводять ретельну розробку конструкцій нових товарів [50].

Дотримуючись цієї стратегії, фірма може протистояти своїм прямим конкурентам і отримувати прибуток при ціні, мінімально допустимій для конкурентів. А низькі витрати створить певні бар'єри для входу нових компаній і захистять від товарів-замінників.

Наступним етапом розробки загальної ринкової стратегії є визначення стратегії конкурентної поведінки якої буде слідувати фірма у своєму розвитку.

Це можуть бути наступальні чи захисні дії фірми, спрямовані на зайняття стійкої позиції в галузі.

Таблиця 4.12 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	У даній галузі нові споживачі з'являються досить рідко, тому компанія буде забирати клієнтів у конкурентів.	Ні, характеристики товару будуть обиратись відповідно до санітарних правил та норм	Стратегія заняття конкурентної ніші.

Стратегія зайняття конкурентної ніші передбачає турботу та підтримку свої конкурентної переваги на всіх етапах розробки та функціонування підприємства. В якості цільового ринку в цьому випадку обирається один (декілька) малих ринкових сегментів. Обрана ніша повинна залишатись стабільною упродовж тривалого проміжку часу, має бути добре захищеною (мати високі входні бар'єри) і при цьому бути непривабливою для конкурентів. Наступним пунктом аналізу стартап-проекту є вибір стратегії позиціонування

Таблиця 4.13 - Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувавши комплексну позицію власного проекту (три ключових)
Конкурентоспроможність, гнучка цінова політика, незалежність підприємства, стабільність на ринку продукції	Стратегія спеціалізації	Простота у виготовленні та використанні. 2. Низька ціна на сировину. 3. Сировина є відходами виробництва. 4. Дешева ціна. 5. Якісний матеріал	Дешево Ефективно Легко Доступно

Таким чином в якості стартап-проекту розглянуто послугу знезараження води. Сама ідея є конкурентоспроможною та має багато сильних сторін (індивідуальний підхід до розробок, , врахування необхідності переробки). В якості клієнтів бажано обрати комунальний сегмент ринку, в даному випадку це можуть бути підприємства водопостачання міст. Окрім цього, проект має певну кількість загроз, що можуть ускладнити вихід на ринок. В якості базової стратегії розвитку обрано стратегію лідерства на витратах. Ключовими конкурентоспроможними позиціями є гнучкість роботи фірми, невеликі капіталовкладення, поєднання екологічності та економічної вигоди.

Розглянемо фінансову складову нашого проекту. Даний розрахунки матимуть рекомендаційний характер так як в основному комунальні підприємства мають проблеми з фінансуванням нових проектів. Приведемо основні капіталовкладення у вигляді таблиці після розрахунків.

4.4 Фінансові обґрунтування проекту

Очікувані витрати для введення установки для знезараження. Витрати на нововведення розрахуємо по формулі (4.1):

$$\text{Ц} = \text{В}_{\text{м.у}} + \text{В}_{\text{м.р}} + \text{В}_{\text{п.н}} + \text{В}_{\text{т.}} + \text{В}_{\text{к}}, \text{ грн.} \quad (4.1)$$

де $\text{В}_{\text{м.у}}$ – витрати на матеріали та устаткування, грн.;

$$\text{В}_{\text{м.у}} = 780000 \text{ грн.}$$

$\text{В}_{\text{м.р}}$ – витрати на монтажні роботи, грн.;

$\text{В}_{\text{п.н}}$ – витрати на пусканалагоджувальні роботи, грн.;

$\text{В}_{\text{т.}}$ – транспортні витрати, грн.;

$\text{В}_{\text{к}}$ – витрати на складання проектно-кошторисної документації, грн.

Витрати на монтажні роботи складають 20 % від витрат на матеріали і устаткування та розраховуються за наступною формулою

$$\text{В}_{\text{м.р}} = \text{В}_{\text{м.у}} \times 0,2, \text{ грн.}, \quad (4.2)$$

і складають

$$\text{В}_{\text{м.р}} = 780000 \times 0,2 = 156000 \text{ грн.},$$

Витрати на пусканалагоджувальні роботи складають 5 % від витрат на матеріали і устаткування та розраховуються за формулою:

$$\text{В}_{\text{м.р}} = \text{В}_{\text{м.у}} \cdot 0,05, \text{ грн.}, \quad (4.3)$$

і складають,

$$B_{M.P} = 780000 \times 0,05 = 39000 \text{ грн.}$$

Транспортні витрати складають 30000 грн, а витрати на складання кошторисно-проектної документації 40000 грн. Отже очікувані витрати на нововведення складатимуть, за формулою (4.1):

$$\Pi = 780000 + 156000 + 39500 + 30000 + 40000 = 2113800 \text{ грн.}$$

Розрахунок щорічних витрат коштів на роботу очисних споруд після запровадження нововведень. Очікувані щорічні витрати коштів на роботу очисних споруд після реконструкції можна обчислити за формулою, наведеною в [50]:

$$B_{\Pi P} = B_{EЛ} + B_{\Pi} + B, \text{ грн}, \quad (4.4)$$

де $B_{EЛ}$ – витрати на електроенергію, грн.;

B_{Π} – витрати на придбання змінних клапанів;

B – витрати на річне технічне обслуговування

Розрахунок споживання електроенергії

$$W = \frac{P \times K_m \times n_{zm} \times T_{zm} \times K_t \times n_{dn}}{\eta_{oe}}, \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.5)$$

де P – номінальна потужність електродвигуна, кВт;

K_m – коефіцієнт використання двигуна за потужністю (при відсутності конкретних даних приймають 0,8);

n_{zm} – кількість змін роботи обладнання протягом доби;

T_{zm} – тривалість зміни, год;

K_t – коефіцієнт попиту (при відсутності конкретних даних приймають 0,4);

n_{dn} – кількість робочих днів у році;

$\eta_{\text{дв}}$ - коефіцієнт корисної дії електродвигуна (при відсутності конкретних приймають 0,85).

Згідно тарифам на електроенергію плата за 1 кВт/год складає – 1,94162 грн. В грошовому еквіваленті річні витрати електроенергії $V_{\text{ЕЛ}}$ після можна порахувати за формулою (4.6):

$$V_{\text{ЕЛ}} = W \cdot C_{1\text{кВт}}, \text{грн} \quad (4.6)$$

де W – річна потреба в електроенергії, кВт/год;

$C_{1\text{кВт}}$ - ціна за 1кВт електроенергії, грн.;

Отже,

$$V_{\text{ЕЛ}} = 224459 \cdot 1,94162 = 435679 \text{ грн}$$

Щорічні витрати коштів на роботу очисної установки складатимуть:

$$V_{\text{пр}} = 435679 + 11000 + 3000 = 449769, \text{ грн.}$$

Таблиця 4.14 – Обґрунтування капіталовкладень на проект

Статті капіталовкладень	Величина, тис.грн.
Прямі одноразові витрати	1045
- Витрати на станцію знезалізнення	660
- Витрати на блок кавітації	120
- Транспортні витрати	30
- монтаж	156
- витрати на запуск	39
- кошторисно-проектна документація	40
Прямі регулярні витрати (в місяць)	39
- експлуатаційні витрати (сорбент, клапани)	3
- електроенергія	36
Всього одноразових капіталовкладень	1045
Всього витрат за місяць	39
Бюджет за рік	1513

Всю інформація для нашого проекту подаємо у вигляді структури бізнес моделі.

Таблиця 4.15 – Структура бізнес моделі діяльності

Ключові партнери	Ключові види діяльності	Цінність пропозиції	Взаємовідносини з клієнтами	Споживацький сегмент
1.Державні комунальні підприємства 2. Обласні державні адміністрації 3.Міжнародні організації	Модернізація схем знезараження в системі водопостачання Ключові ресурси Існуючі технології знезараження води	1. Вузька ніша 2. Покращення якості надання послуг населенню 3.Безреагентний екологічний метод	Системний підхід. Індивідуальні замовлення Канали збуту Державні замовлення.	Підприємства комунального господарства що мають дозвіл на водопостачання та водовідведення для потреб населення
Структура собівартості 1. Разові витрати 1045000 грн 2. Місячні витрати 39000 грн 3.Витрати, що формуються під час розгляду проекту до 100 тис. грн.			Потоки надходження доходу Державні замовлення та закупівлі Приватні замовлення Продаж прав інтелектуальної власності	

Наступним кроком коротко проаналізуємо ризики нашого проекту які впливають на реалізацію в теперішніх умовах.

1. Відсутність необхідного фінансування у малих та середніх містах, що виключає їх як потенційних клієнтів. Фінансовий дефіцит може спонукати велику кількість підприємств відмовитись від нашого проекту.

2. Брак інформації може привести до того, що передові технології не будуть цікаві керівникам підприємств і вони обирають застарілі але стабільні технології.

3. Вузька спеціалізація тільки на підприємства де необхідні станції знезалізнєння. Велика ніша залишається не освоєною.

4. Відсутність авторитету та довіри. Потрібний час для здобуття авторитетності, яка здобувається не один рік. Загроза в тому що на здобуття авторитетності потрібно витратити не один рік.

Чиста приведена вартість проекту розраховується по формулі[]:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} - CF_0$$

де CF_0 - початкові інвестиції;

CF_i - потік платежів в i -му році;

r - ставка дисконтування, що відображає швидкість зміни вартості коштів в часі.

У даній формулі початкова інвестиція виражається, як власні кошти. Потік платежів визначаємо як еколого-економічний ефект від впровадження системи модернізації очікуємо на рівні 600 тис.грн.

$$NPV = \frac{300\,000}{1 + 0.1} = 272\,272 \text{ грн,}$$

Співвідношення інвестицій до вартості проекту розраховуємо за наступною формулою:

$$LTC = L_a / C = 1513 / 2000 = 75\%,$$

де L_a – сума капіталовкладень, тис. грн;

C – сума позики, тис. грн.

Простий термін окупності має сягнути максимум 5-10 років . При повній загрузці потужностей проста окупність буде:

$$T_{ok} = \Delta\P_p / K = 1513 / 300 = 5,04 \text{ років,}$$

де K – всі прибутки проекту, тис. грн;

$\Delta\Pi_p$ – всі витрати проекту, тис. грн.

Коефіцієнт ефективності E розраховуємо по наступній формулі:

$$E = 1/T_{ok} = 1/5 = 0,2.$$

Найважливішим показником оцінки економічної ефективності виробничих інвестицій є чиста дисконтова вартість (ЧДВ) [50]:

$$\begin{aligned} \text{ЧДВ} &= -K + \Pi_1 / (1+R) + \Pi_2 / (1+R)^2 + \dots + \Pi_T / (1+R)^T; \\ \text{ЧДВ} &= -600 + 3385,4 / (1+0,1) + 3450 / (1+0,1)^2 + 3700 / (1+0,1)^3 = \\ &= 3077,6 + 2851,2 + 2779,8 = -7100 + 8708,6 = 1608,6 \text{ тис. грн.}, \end{aligned}$$

де R - ставка дисконту, %;

K - інвестиції в засоби автоматизації, тис. грн.

ЧДВ є більшим нуля, тому прийнятність для інвестування в проект є позитивною.

Період окупності проекту (з додатковими капіталовкладеннями) розраховується наступним чином:

$$T_{ок} = K/\Pi = 1513/550 = 2,75 \text{ років.}$$

де Π – середньорічна величина грошового потоку (економія експлуатаційних витрат) за певний період, тис. грн.

Висновки до розділу 4

1. Проект має всі шанси на реалізацію в ніші комунальних підприємств водопостачання обласних центрів та великих міст. Головне це правильно подати проект та сконцентруватися на інноваційності. Необхідно провести роботу з керівниками установ та дати їм зрозуміти, що знезараження води стосується всіх хто користується послугами даного підприємства.

2. Ризики з якими ми можемо зіткнутися в основному полягають з небажанням оновити існуючі технології та працювати з стабільними перевіреними роками, але менш екологічними. Головна ідея полягає в тому, щоб на прикладі перших клієнтів дати зрозуміти всім іншим гравцям на ринку, що модернізація в будь-якому випадку неминуча.

3. Окупність даного проекту з точки зору економіки досить довга, але для комунальних підприємств в цілому головне працювати на перспективу, що і пропонує дана модернізація. Фінансування проекту можливо реалізувати за рахунок так званого «громадського бюджету», адже населення в першу чергу зацікавлене в якості води.

Таблиця 4.16 – Загальні показники по проекту

Показники	Значення
Разові капіталовкладення, тис. грн.	1045
Капіталовкладення на рік, тис. грн	1513
Річний прибуток, тис. грн.	300
Рентабельність, %	7%
Економічна ефективність	0,2
Період окупності проекту	5 років

ВИСНОВКИ

1. Встановлено основну класифікацію, що стосується системи водопостачання та водовідведення міста. Відповідно до цієї інформації з'ясовано, що від виду джерел постачання води залежить аспект її очищення. В цій системі велику роль відіграє блок знезараження, що завершують процес водопідготовки.

2. Визначено, що існуючі системи знезараження на основі хлорних реагентів мають високий ефект післядії. Разом з цим у них є негативні сторони які невілюють всі позитивні якості. Зокрема це утворення хлорорганічних сполук (ХОС), що як було неодноразово доведено мають канцерогенну дію. В зв'язку з цим необхідний пошук альтернативних варіантів.

3. Запропоновано технологічну схему станції знезалізнення. За допомогою якої вхідну воду можливо буде привести до таких параметрів, що дозволять ультрафіолетовому знезараженню не втрачати потенціал дезінфекції. Пропонована технологічна схема дозволяє очистити воду до нормативних показників: по залізу загальному – 0.12 мг/л, по марганцю – 0.04 мг/л, по жорсткості – 5.7 ммоль/дм³.

4. Розраховано, що найбільш прийнятна математична модель, за допомогою якої можна розраховувати товщину шару сорбенту для станції знезалізнення, є поліноміальна функція третього ступеню. Яка має вигляд —

$$y = -202,49x^3 + 215,3x^2 - 178,66x + 127,32 .$$

5. Запропоновано також технологічну схему яка дозволить запобігати біообростанню кварцових чохлів лам УФ-випромінювання. Основою для цієї технології є кавітація яка буде утворюватися за допомогою ультразвуку. Продемонстровано експеримент в якому наочно зображено як важливо боротися з біообростанням. При працюючій системі очищення скла, лінійна регресія показує що доза УФ падала на 0.04 мДж / см² на день. При вимкненні системі очищення, доза падала на 1.07 мДж / см² на день.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води. Київ, 2005. 671 с.
2. Хоружий В. П. Навчальний посібник: «Експлуатація систем водопостачання та водовідведення». Київ: КНУБА, 2018. 203 с.
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. Затверджено МОЗ України 12.05.2010. Київ, 2010. 25с.
4. Прокопов В. О. Стан та якість питної води централізованих систем водопостачання України в сучасних умовах (погляд на проблему з позицій гігієни). *Гігієна населених місць*. 2014. 67 с.
5. Прокопов В. О. Аналіз систем водопостачання України. *Гігієна населених місць*. 2012. 71 с.
6. Неволін О. І., Полубоярион Г. І. Технологія водопостачання та водовідведення. Харків, 2002. 180 с.
7. Охріменко О. В., Вогнівенко Л. П., Біла Т. А. Методи постачання води. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 214219.
8. Войцицький А. П. Техноекологія: навч. посіб. Київ, 2009. 500 с.
9. Жудро С. Г. Технологічне проектування систем водопостачання. Київ, 2000. 145 с.
10. Промисловість України: тенденції, проблеми, перспективи : монографія. Тарасова Н. В. та ін. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. 320 с.
11. Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія: навч. посіб. Київ, 2008. 205 с.
12. Родионов А. И. Технологические процессы экологической безопасности: монография. Калуга, 2000. 245 с.
13. Нікольський М. Вдосконалення методів очищення стічних вод: дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: 05.14.14. Одеса, 2015. 242 с.

14. Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. та доп. Калуґа, 2003. 183 с.
15. Промисловий знезалізувач Multifilters MF-325-AIR URL: <https://multifilters.pl> (дата звернення: 20.05.2019).
16. Журавльова Л. Л. Гідроекологія: дослідження процесів очищення стічних вод. Інженерна екологія: матеріали наук.-практ. конф., Харків, січень 2001 р. С.25-33.
17. Крилов І. О., Ануфрієва С. І., Ісаєв В. І. Установка доочищення стічних і зливових вод від нафтопродуктів. Екологія і промисловість: матеріали наук.- практ. конф., Москва, червень, 2002 р. С.17-20.
18. Вплив хлорорганічних сполук у питній воді на злякисні новоутворення. *Вінницький національний технічний університет*. 2014. URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/805>.
19. Аналіз чинників екологічної небезпеки хлорованої питної води. *Вінницький національний технічний університет*. 2014. URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/887/886>.
20. Гуцол О. В. Озонування з подальшим фільтруванням на цеолітових фільтрах як спосіб видалення заліза і марганцю з підземних вод. *Доповіді Національної академії наук України*. 2017. 112 с.
21. Потапченко Н.Г., Гончарук В.В., Косинова В.Н., Сова А.Н. Химия и технология воды. 2001.
22. 27. Комплексні очисні споруди. URL: <http://greenengineering.ru/premiumquality/complex-ochistka/livneblocks/valdaj-dozhd/>
23. Куханович А. А. Очищення стічних вод. Водопостачання та санітарна техніка: матеріали наук.-практ. конф. 2002 р. С. 44-45.
24. Свердлов І. Ш. Водопостачання та санітарна техніка: матеріали наук.-практ. конф., 1998 р, С. 25-26.
25. Долина Л. Ф. Проектування та розрахунок споруд і установок для механічного очищення виробничих стічних вод: навч. посіб. Дніпропетровськ: Континент. 2004. 93с.

26. Новохатній В.Г. Підвищення надійності водопостачання при почасовому резервуванні. *Комунальне господарство міст*: Наук.- техн. зб. – Харків: ХНАМГ, 2012. – Вип. 103. – С. 224-228.

27. Новохатній В.Г. Метод розрахунку надійності систем оборотного водопостачання. *Комунальне господарство міст*: Наук.- техн. зб. ХНАМГ. – Харків: ХНАМГ, 2012. – Вип. 105. – С. 310-314.

28. Костенко С.О. Моделювання надійності функціонування ділянок водопровідної мережі методом Монте-Карло. *Науковий вісник будівництва*. – Харків: ХНУБА, 2015. – Вип. 4 (82). – С. 172 – 176.

29. Концепція «Загальнодержавної програми розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів на 2012-2020 роки» від 22.08.2011 № 1004-р *Офіційний вісник України*. 2011. 42 с.

30. Квартенко О. М., Саблій Л.А. Дослідження роботи станції очищення багатокомпонентних підземних вод в умовах змін гідравлічних навантажень. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*. 2017. 290 с.

31. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 115 с.

32. Каталог ТОВ «Харківська електротехнічна компанія». Хелко. 2015. URL: <http://www.helco.com.ua>

33. Фільтр для видалення заліза і марганцю ECOSOFT FPB 1665 CT URL: <https://ziko.com.ua>

34. Матяш А. Надежность водоснабжения малых населенных пунктов / А. Матяш, В. Новохатний,. *Commission of motorization and energetic in agriculture*: Polish Academy of sciences. – Lublin – Rzeszow. – 2015, Vol. 17, №6. – P. 95–120.

35. Матяш А. Гидравлическое взаимодействие водозаборов при работе на действующую водопроводную сеть. *Commission of motorization and*

energetic in agriculture: Polish Academy of sciences. – Lublin – Rzeszow. – 2016, Vol. 18, №6. – P. 35–42.

37. Ковальов Б. К. Некоторые проблемы водопостачання. *Вестник газпромаша*. 2013. №1. С. 88-92.

38. Романенко Н.А. УФ-излучение и его воздействие на вирусы и цисты простейших. *Водоснабжение и сантехника*. - 2001. - №12. - с.5 - 8.

39. Храменков С.В. К вопросу о рациональном использовании УФ-облучения в целях обеззараживания питьевой воды. *Водоснабжение и сантехника*. - 2001. - №2. - с. 17 - 19.

40. Ремез Н.С., Мейш В.Ф., Лучко І.А. Чисельні методи розв'язання навчальних і науковотехнічних задач: навч. посіб. у 2 ч. Київ: НТУУ «КПІ». 2001. Ч. II. 248 с.

41. Марчук Я. С., Казановський О. А. Впровадження нової екологічної технології водопостачання «Укртрансгаз». Харків. 2007. С. 145 .

42. Когановский А.М., Клименко Н.А. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – Москва: Химия, 1983. – 288с.

43. Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М. Влияние экологических факторов среды обитания на здоровье населения. Таганрог: Экология, 2004.– 168 с.

44. . Цаликов Р. Х. Оценка природной, техногенной и экологической безопасности. – Москва: МНГТУ, 2009. – 464 с

45. Вронська Н.Ю. Вплив УФ-випромінювання на різні види монокультур роду *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Diplococcus* Н.Ю. Вронська, М.С. Мальований V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з Міжнародною участю, 23-26 вересня 2015 р. : тези доповідей. 2015. 148 с.

46. Вронська Н.Ю. Дослідження ефективності застосування ультрафіолету для очищення водних розчинів від мікробіологічного забруднення : 2-ий Міжнародний конгрес, 19-22 вересня 2012р. : тези доповідей. 2012. 151 с. 47. Застосування УФ випромінювання для

знезараження стічних вод. 2012. URL:
http://ukrengineer.com/pdf/uv_stichni_vodi.pdf.

47. Основні типи УФ установок, для знезараження. 2014. URL:
http://ukrengineer.com/pdf/typy_UV%20_ustanovok_stoky.pdf.

48. Перспективність застосування УФ опромінення для знезараження питної води на об'єктах комунального господарства. 2013. URL:
http://ukrengineer.com/pdf/uv_pitna_voda.pdf

49. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. *Аграрна наука*, 2008.534 с.

50. Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап проекту геомехатронного комплексу. *Сучасні проблеми економіки і підприємництво*. 2018. №21. С. 94-101.