

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища та
здорового способу життя

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою

к.б.н., доцент

_____ Ольга МЕДВЕДЄВА

« ____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Екологічна оцінка знезараження води на очисних спорудах
м. Кропивницький

Виконала здобувачка вищої освіти

IV курсу,

групи ЕО-19

ОПП «Екологія»

спеціальності 101 «Екологія»

_____ Самопал Інна Андріївна

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник роботи

к.т.н, доцент

_____ Тетяна ТУНІК

« ____ » _____ 2023 р.

Рецензент

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається з 4 розділів, викладена на 60 сторінках, містить рисунків – 7, таблиць – 5, схем – 2, додатків – 3.

Метою виконаної роботи було дослідити вплив хімічних реагентів на процес знезараження очищеної води від вторинних відстійників на очисних спорудах м. Кропивницький. В технології очищення стічних вод, яка застосовується зараз знезараження відсутнє, але цей процес є необхідним так як буде не допускати потрапляння в річку Інгул мікроорганізмів, в тому числі і патогенних.

В якості реагентів були вибрані гіпохлорит натрію та хлорне вапно.

Досліджували вплив гіпохлориту натрію шляхом додавання його до відібраних проб води з послідовним визначенням бактеріологічних характеристик обробленої води, таких як мікробне число МАФМ, кількість бактерій групи БГКП. Проби обробляли гіпохлоритом натрію при температурі 20 та 25°C. При цьому використовували метод прямого мікроскопічного підрахунку мікроорганізмів з використанням мембранних фільтрів та титраційний метод.

В результаті проведених експериментів встановлено, що гіпохлорит натрію активно впливає на життєдіяльність мікроорганізмів. В пробах оброблених цим реагентом спостерігалось мінімальне число мікроорганізмів, а в деяких взагалі їх відсутність в порівнянні з пробкою, яка не була оброблена. 1% розчин суспензії хлорного вапна практично подавляв будь-яку життєдіяльність мікроорганізмів в пробах, відібраних після піскоуловлювача та первинного відстійника.

Таким чином доцільно рекомендувати гіпохлорит натрію в якості хімічного реагента для знезараження. Оптимальною є концентрація розчину 3%, температурний режим 20-25°C. Цей реагент є зручним у застосуванні, нешкідливим для обслуговуючого персоналу та безпечним для довкілля.

В рамках реконструкції очисних споруд, яка відбувається зараз передбачається процес знезараження, тому результати досліджень можна рекомендувати для впровадження, що матиме природоохоронний ефект для об'єкту довкілля р. Інгул та екології регіону вцілому.

Ключові слова: ОЧИСНІ СПОРУДИ, ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, РЕАГЕНТ, ГІПОХЛОРИТ НАТРІЯ, ПАТОГЕННІ МІКРООРГАНІЗМИ, МІКРОБНЕ ЧИСЛО, ІНДЕКС БГКП, ІНДЕКС ЛПКП, ТИТР.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
1.1. Фізичні методи знезараження води.....	10
1.2. Хімічні методи знезараження води.....	12
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА.....	16
2.1. Загальна характеристика очисних споруд м.Кропивницький.....	16
2.2. Технологія очищення стічних вод.....	19
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНА ЧАСТИНА	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ РЕАГЕНТІВ НА	
ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ	25
3.1. Бактеріологічна характеристика очищення стічних вод на	
очисних спорудах м. Кропивницький.....	25
3.2. Методика досліджень. Результати досліджень.....	30
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	43
ВИСНОВКИ.....	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	51
ДОДАТКИ	
Додаток А. Аеротенки на очисних спорудах м.Кропивницький.....	56
Додаток Б. Відстійники на очисних спорудах м.Кропивницький.....	57
Додаток В. Дефосфатор на очисних спорудах м. Кропивницький.....	60

ВСТУП

Актуальність. Стічні води після очищення на міських очисних спорудах можуть містити значну кількість різних мікроорганізмів, в тому числі і патогенних (хвороботворних), тому перед випуском очищеної води у річку Інгул їх необхідно знезаражувати. На сьогодні знезараження очищеної води на очисних спорудах міста Кропивницький не відбувається, але за даними лабораторних визначень бактеріологічного складу очищеної води спостерігається тенденція до зростання кількості мікроорганізмів, особливо в теплий період. Очисні споруди є надзвичайно важливим природоохоронним підприємством, так як використана міським населенням вода проходить очищення до відповідних показників екологічних нормативів, в тому числі і по бактеріологічному складу. Такі нормативи є одним з головних елементів управління екологічною безпекою і водночас є юридичним засобом за допомогою якого визначаються межі впливу на довкілля.

Отже, знезараження води є важливим для довкілля, на цей процес впливають різні фактори: об'єми стоків, показники забруднення стоків, температурний режим, наявність сучасних технологічних споруд. Тому метод знезараження вибирають в залежності від цих умов.

Ефективна робота очисних споруд в деяких містах нашої країни, подібних за кількістю населення до міста Кропивницького свідчать, що хімічний метод знезараження є найбільш доцільним. Результативність методу визначається вибором реагента, оптимальною концентрацією і температурою процесу.

Забезпечення екологічної безпеки є основним способом розв'язання екологічних проблем, а це в свою чергу гарантує суспільству розвиток в гармонії з природою. Екологічна безпека окремої людини полягає в кількісній оцінці можливих змін екосистем і природних комплексів при якій не порушуються права людини і забезпечуються життєво важливі принципи.

Мета. Дослідження використання хімічних реагентів для знезараження води від вторинних відстійників з послідуочим скидом в річку Інгул.

Для досягнення поставленої мети були виконані ряд **завдань**:

1. Провести огляд літератури за темою дослідження;
2. Дослідження впливу реагента гіпохлорита натрія та хлорного вапна на мікроорганізми групи БГКП, ентерококи, E.coli;
3. Визначення температурних меж застосування реагентів гіпохлорита натрія;
4. Встановлення концентрації активної до вищеназваних груп мікроорганізмів;
5. Рекомендації щодо оптимального варіанту застосування гіпохлорита натрію для знезараження води.

Методи дослідження. Використовували метод прямого мікроскопічного підрахунку мікроорганізмів у воді. Для фільтрування води використовували мембранні фільтри марки Ф: №1 – 350 nm, №2 – 500 nm, №3 – 700 nm, №4 – 900 nm, №5 – 1200 nm, та титраційний метод. Суть методу мембранних фільтрів полягає в концентруванні бактерій з повного об'єму води на фільтри з підрощуванням їх на середовищі Ендо (або іншому) при 37°C, диференціюванні колоній, що вирости і подальшому підрахунку кількості бактерій.

Практична значимість роботи: знезараження очищеної води від вторинних відстійників доцільно проводити хімічним методом із застосуванням гіпохлорита натрія. Дослідженнями встановлено, що оптимальною є концентрація 3% в межах температур 20-25°C. Перевагою цього реагента є його висока окислювальна дія, зручність у використанні, тривала пролонгованість, відсутність токсичності по відношенню до вищих гідробіонтів. Вода, яка скидається в річку Інгул після знезараження не забруднюватиме її такими мікроорганізмами, як ЛПКП, ентерококами, БГКП, що матиме природоохоронний ефект і відповідає вимогам екологічної безпеки.

Виконана робота містить елементи наукової новизни, так як при проведенні експериментів встановлені кількісні характеристики – концентрація (3%), оптимальна температура хімічного реагенту гіпохлориту натрію (20-25°C) для використання конкретно на очисних спорудах м.Кропивницький. Проведення досліджень відбувалось в умовах діючої технології, тобто з стічними водами міста.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Стічні води, що потрапляють на міські очисні споруди, характеризуються багатокомпонентним хімічним складом, великою різноманітністю мікробіологічних організмів. У стічних водах в якості забруднюючих речовин є залишки харчових продуктів, миючих засобів, відходів з підприємств харчової промисловості, закладів швидкого харчування та ін. Вони є надзвичайно поживним середовищем для різних мікроорганізмів, серед яких можуть бути хвороботворні. Збудники кишкових інфекцій та інші патогенні бактерії у воді довго зберігаються вірулентними. Так, збудник черевного тифу зберігається у водопровідній воді 2 – 93 дні. В той же час вже очищені стічні води або такі, що недостатньо очищені при потраплянні в природні водні об'єкти можуть спричинити їх мікробіологічне забруднення [4, 11].

Наявність мікроорганізмів у водних об'єктах, в тому числі і річках, залежить від кількості гідробіонтів у самому водному об'єкті та якості очищення стічних вод. Річка Інгул, яка протікає по території двох областей Кіровоградської та Миколаївської є джерелом як господарсько питної, так і питної води. Отже її екологія є надзвичайно важливою для великого регіону. Якість води в цій річці і в інших є умовою екологічно безпечного проживання людей, тварин. Тому робота очисних споруд будь якого регіону є складовою природоохоронної діяльності і регулюється нормативно правовими документами такими як: Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення», Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища, «Про затвердження порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин» (12).

Технологія, що застосовується на будь-яких очисних спорудах повинна забезпечувати якісне очищення від механічних домішок, хімічних речовин та мікроорганізмів.

Якість води залежить від хімічного та біологічного складу, фізичних та органолептичних властивостей. Ці показники визначають придатність води для певних видів використання. Якість води – найважливіша характеристика водних ресурсів, яка визначає можливість її раціонального використання за різними напрямками.

Постійна присутність у воді мікроорганізмів пояснюється перш за все тим, що вода є середовищем їх проживання, як природного походження, так і антропогенного. Мікроорганізми мають високу здатність до виживання так як за тривалий еволюційний період пристосувались до будь-яких змін природного середовища. Вони мають високу стійкість до температур. Так, наприклад, в гарячих джерелах деякі мікроорганізми фотосинтезують при 75 °С. Мікроорганізми живуть в кислому та лужному середовищі, а деякі і в спиртовому розчині [39].

Мікроорганізми в своєму цивілізаційному розвитку адаптувались до багатьох змін навколишнього середовища. Більшість із них є стійкими до ультрафіолетового випромінювання. «Частина із них є стійкою до іонізуючого випромінювання, наприклад, *D. radiodurans* здатний виживати при дозі до 10000 Гр (один грей дорівнює дозі випромінювання, за якої опроміненій речовині масою 1 кг передається енергія 1 джоуль будь-якого іонізуючого випромінювання, розмірність Дж·кг⁻¹, для людини летальна доза радіації 5 Гр, для *Escherichia coli* - 2000 Гр)» (13, 16).

В наш час людиною використовується велика кількість мікроорганізмів для технологічних процесів. Так, у сучасному світі бактерії використовуються у багатьох корисних для людини технологічних токсичні органічні сполуки, очищають промислові стоки. Функцію мікробів очищати забруднену воду використовують на очисних спорудах [9, 10, 32].

Але занадто велика кількість мікроорганізмів у воді може спричинити хворобливі стани та інфекційні захворювання у людей. Для врегулювання цього процесу використовують знезараження питної води, очищеної води, що буде скидатися в природні об'єкти тощо.

Мікробіологічне забруднення води можна характеризувати таким показником, як МАФAM – загальне мікробне число води та санітарним показником, який визначається як БГКП. Чисельно ці показники визначають по кількість колоній, що вирости на поживному середовищі в 1 мл води при підвищеній температурі за певний час (24 або 72 години). Користуються для характеристики мікробіологічного забруднення також колі-титром, під яким розуміють найменший об'єм води (в мілілітрах), що містить одну кишкову паличку та колі-індексом – кількістю кишкових паличок в 1 л рідини та індексом ентерококів [18, 30].

Н.І.Коваленко, Т.М.Замазій рекомендують для характеристики водного середовища такий показник, як «Санітарно-показові мікроорганізми (СПМ) – це мікроорганізми, за якими можна опосередковано судити про можливу присутність патогенів у зовнішньому середовищі» (12). Щодо цього показника, виходять із припущення, що чим більше об'єкт забруднений екстрактами людини і тварин, тим більше буде санітарно-показових мікроорганізмів в тому числі і присутність патогенів. До санітарно-показових мікроорганізмів належать представники БГКП, джерелом яких є людина і теплокровні тварини, а отже їх місцем існування є кишечник або дихальні шляхи. Всі БГКП розцінюють як індикатори біологічного забруднення.

Санітарними показниками якості води є мікробіологічні показники, тобто: число мікроорганізмів та число бактерій групи кишкової палички в одиниці об'єму води. Хімічний склад води визначається концентрацією хімічних речовин іонів, який визначається їх кількість в 1 дм³. Ця концентрація порівнюється з ГДК і не повинна перевищувати встановлену норму [11, 12, 27].

За сучасними екологічними правилами не дозволяється скидати неочищені стічні води у природні об'єкти. Умови випуску стічних вод у водойми регламентуються «Правилами охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами» (11). Забороняється випуск у водойми стічних вод, які можуть бути використані в системах зворотного водопостачання або сільському господарстві для зрошення при дотриманні необхідних санітарних вимог. Якщо ж це

неможливо, то допускається випуск стічних вод у водойми при дотриманні умов, що викладені в нормативному документі «Правила охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами у водні об'єкти забороняється скидати стічні води» (19).

Стічні води різного походження повинні проходити очищення від механічних домішок, хімічних речовин, мікробіологічних забруднень. Очищення від мікрофлори відбувається завдяки процесу знезараження води.

Під знезараженням води розуміють – санітарно-технічні процеси знешкодження мікроорганізмів (бактерій, вірусів) у воді, які дозволяють в подальшому її використання для питних і господарських цілей та промислових потреб або викиданню в природні водойми.

На практиці застосовують хімічні (реагентні) і фізичні (безреагентні) способи знезараження води, а також комбіновані.

До хімічних методів належать хлорування, озонування, знезараження йонами срібла, міді.

До фізичних методів належать знезараження ультрафіолетовим промінням, ультразвуком, йонізуючим випроміненням, фільтруванням і обробка температурою [22, 29].

Знезараження відбувається для води, що використовується для господарсько-питних цілей, а також очищена від забруднень вода, яка скидається у природні об'єкти. Якість знезараження визначається вмістом мікроорганізмів у питній воді, під яким розуміють кількість колоній, які вирости після 24-годинного вирощування за температурою 37 °C. Це число повинно бути не більше 100 в 1 см³, а ЛПКП – не більше 3 штук в 1 дм³ води [31].

Також є різниця у ступені знезараження води залежно від мети її подальшого застосування, тобто, вода знезаражена для господарського застосування буде відрізнятись від води знезараженої для пиття.

Мікробіологічні показники є важливими параметрами характеристики води.

Мікроорганізми за їх впливом на водне середовище розділяють на дві групи:

1. Бактерії, грибки та водорості, які зазвичай потрапляють у воду з поверхневих джерел і розмножуються в сприятливих умовах. Вони викликають обростання трубопроводів, теплообмінників, ємностей для зберігання води, деталей фільтрів тощо.

2. Мікроорганізми віруси, бактерії, грибки, яйця глистів, які здатні викликати інфекційні захворювання у людини та тварин [7]. Їх прийнято називати патогенними або умовно патогенними. Для їх знешкодження використовують різні технології знезараження, до того ж ці мікроорганізми здатні утворювати плівку на поверхнях контактуючих з водою. Це призводить до порушення гідробалансу водного об'єкта.

1.1. Фізичні методи знезараження води

Безреагентне знезараження має свої переваги. Головна з них — це відсутність вторинного забруднення розчинами дезінфектантів. Недоліком цього методу є те, що вода може бути повторно заражена мікроорганізмами, оскільки методи не мають триваючої післядії.

Кип'ятіння є найпростішим способом знезараження води в домашніх або польових умовах. Підвищена температура впливає на структуру ДНК більшості патогенних мікроорганізмів. Вона пошкоджується і вони втрачають здатність продовжувати розмноження.

Кип'ятіння також ефективно проти мікроорганізмів, які утворюють спори. Але важливо відмітити, що для цього воду не просто треба довести до кипіння, а прокип'ятити її не менше вісьми хвилин. Цей метод має свої переваги, а саме: простота виконання, відсутність необхідності в додатковому обладнанні, ефективність щодо більшості патогенних мікроорганізмів [2].

«Ще з давніх-давен людство знає про корисну дію сонячних променів. Завдяки ультрафіолету, який є однією зі складових спектра УФ-випромінювання, вони здатні руйнувати структуру ДНК клітин мікроорганізмів, внаслідок чого бактерії та віруси втрачають здатність до розмноження як у воді, так і в організмі людини» (4).

Цей метод має суттєву перевагу – відсутність вторинного забруднення води. Він має ефективність 90-95% і при його застосуванні пред'являються високі вимоги до вихідної води (прозорість, низька кольоровість тощо). Тому УФ-лампи зазвичай використовуються, як додатковий елемент, що може додаватися до існуючої схеми водопідготовки.

Одним із способів виконання УФ-зnezараження води є SODIS-метод. Він застосовується, наприклад, при znezараженні води в PET пляшках під прямими сонячними променями.

Ультрафіолетова обробка води відбувається за допомогою спеціальних приладів для znezараження води, які виготовлені у формі циліндричних механічних трубок з випромінювачем в кварцевому рукаві. Вода надходить в корпус тонким шаром обтікає внутрішню частину, внаслідок чого просвічується УФ-променями та znezаражується. В більшості приладів, де застосовується ультрафіолет, довжина хвилі 250 нм [1, 10].

На сьогодні такі пристрої використовуються після систем комплексного очищення для превентивного znezараження питної, господарсько-побутової води. Встановлення такого випромінювача запобігає заростанню трубопроводів, деталей фільтра, пральних машин тощо.

Перевагами методу є: простота у використанні; відсутність великогабаритного обладнання та необхідність в постійному дозуванні реагентів, а також відсутність вторинного забруднення води.

Метод зворотного осмосу при якому завдяки спеціальній пластинці з дрібними порами затримується 100% бактерій і вірусів, а на виході отримується стерильна рідина. Цей метод оптимально підходить для питної води, як в

промисловості, так і в побутових умовах. Метод може комбінуватися з обробкою ультрафіолетом з метою запобігання вторинного забруднення.

Розміри пор мембран зворотного осмосу в 4000 разів менші найменших бактеріальних клітин і в 200 разів менші вірусних частинок. Тому такі фільтри здатні затримувати 100% мікроорганізмів. Технологія використовується переважно для очищення питної води. Саме вона є основою для побутових фільтрів, кіосків розливу води та виробництва харчових продуктів і напоїв [13].

Перевагами методу є: видалення 100% вірусів і бактерій; компактні розміри та висока продуктивність; екологічність; видалення, крім мікробіологічних забруднень, важких металів, органічних речовин, хлору.

Практичне застосування знайшов метод ультрафільтраційних мембран. Цей метод є простим у використанні, дає можливість очистити воду, як від механічних дрібних включень, так і від деяких хімічних забруднень. Але він характеризується тим, що мембрани мають досить великі розміри пор, які можуть частково пропускати частинки вірусів, тому даний метод може використовуватися в комбінації з реагентними або ультрафіолетом [19].

1.2. Хімічні методи знезараження води

Реагентне знезараження води полягає у внесенні в воду певних речовин, які в своїй більшості мають окислювальні властивості, завдяки яким вони руйнують клітинну структуру мікроорганізму шляхом його окислення, при цьому відновлюючись до менш активних сполук. Крім цих сполук застосовують реагенти, які мають сильну бактерицидну дію завдяки специфічним впливам на мікроорганізми, припиняючи їх розмноження.

Найпоширенішим методом серед хімічних є метод хлорування. Він полягає у внесенні в воду сполук, які містять активний хлор здатний окислювати мікроорганізми та органічні речовини. На сьогодні більш ефективного реагенту для знезараження води не існує. Хлор ефективний проти 99,9% мікроорганізмів.

Цей метод ідеально підходить для застосування в системах централізованого водопостачання, води в басейнах і ін. Головною його перевагою є тривалий пролонгований ефект. Крім хлору такими ж властивостями володіють інші хлормісткі сполуки: гіпохлорит натрію або кальцію; суміші гіпохлоритів з іншими хімічними речовинами. Вони виробляються в формі грануляту, який розчиняється у воді або в вигляді розчинів відповідної концентрації [9].

Перевагою їх є зручне транспортування, а основним недоліком те, що вони не діють на цисти та деякі інші форми найпростіших. При тривалому зберіганні знижується їх ефективність.

Солі хлорізоціанурової кислоти, наприклад, використовуються переважно в технічних цілях для басейнів, ємностей, систем вторинного водопостачання, але іноді й для знезараження питної води в польових умовах. Препарати виробляються в формі таблеток, зручні для транспортування і зберігання, мають високу ефективність.

Хлораміни використовуються на станціях централізованої водопідготовки, дозуються в воду в формі розчину. Перевагою даного методу є тривала післядія. Недоліками – більш виражений запах і нижча ефективність [30].

Діоксид хлору – один з найсильніших хлорних окиснювачів, утворює замало побічних продуктів, але отримати його можна тільки в місці використання, тому не поширений для практичного застосування.

До реагентних методів відноситься озонування. Цей метод досить поширений на сьогодні. Він також має високу ефективність, але не має тривалої післядії. Озонування є перспективним методом, але так як хімічний склад води постійно змінюється, додаються нові розчинні і нерозчинні компоненти, тому потрібно постійно проводити дослідження щодо застосування озону, як самого, так і в поєднання з іншими методами. Озон є сильним окислювачем. Він ефективний проти всіх мікроорганізмів та їх спор.

Однією з переваг методу є те, що він отримується безпосередньо в місці водопідготовки на спеціальних установках-озонаторах, які містять генератор

озону, колону для розчинення та взаємодії його з водою і механічний фільтр для видалення окиснених частинок. На рисунку приведена схема процесу.

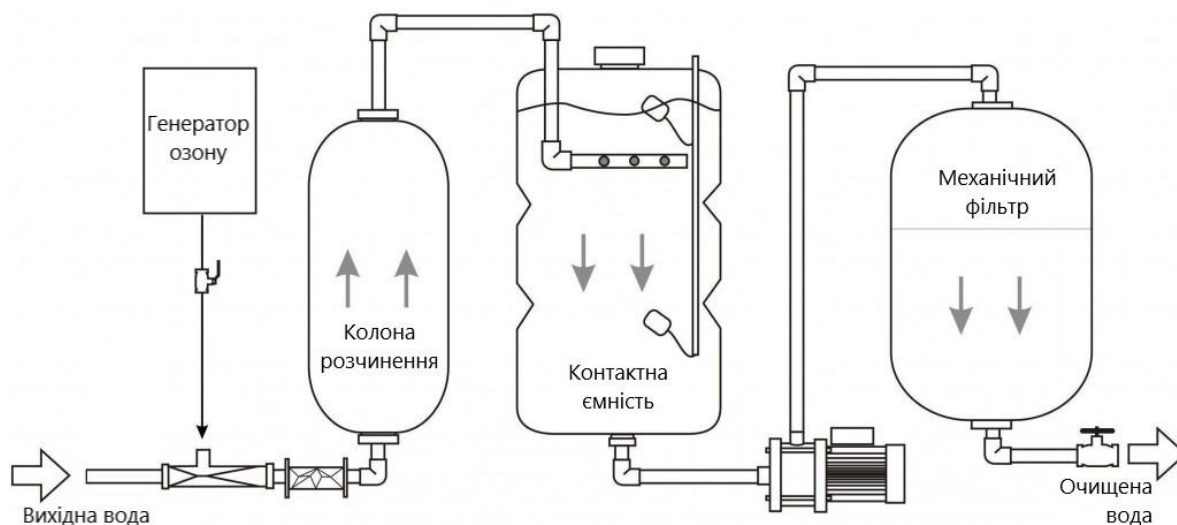


Рис. 1.1 – Схема процесу озонування

Знайшли практичне застосування хімічні сполуки, які відносяться до класу органічних і здатні пошкоджувати клітинну структуру мікроорганізмів, що в результаті призводить до припинення їх розмноження. Такі реагенти застосовуються в основному для знезараження водопроводів, господарсько-побутового призначення. Їх перевагами є: висока ефективність стосовно мікроорганізмів, в тому числі біоплівки; відсутність неприємних запахів; зручна форма для транспортування і зберігання [33, 40].

Одним із найдавніших способів є метод сріблення води, коли воду наливали в срібні ємності. Відомо, що іони інших важких металів також негативно впливають на мікрофлору води. Їх додавання в розчини здатне уповільнювати ріст мікроорганізмів. Для цього у воду для знезараження додають розчини солей срібла або інших металів. Інколи метод обробки води важкими металами комбінують з іншими процесами [36].

Дослідженнями встановлено, що цей метод дезінфекції на сьогодні не є досить ефективним, в тому числі проти цист, більшості бактерій і вірусів.

Метою комбінованих методів знезараження води є підвищення ефективності очищення завдяки поєднанню різноманітних методів. Наприклад,

ультрафільтрація забезпечує видалення бактерій і більшості органічних домішок. При цьому вода набуває прозорості завдяки використанню і ультрафіолету. Також ефективним є застосування хлору для такої води, оскільки низький вміст органіки забезпечує низький вміст хлорорганічних сполук, небезпечних для людини, але при цьому зберігається пролонгована дія хлору [23, 30].

Інформація із літературних джерел дозволяє зробити такий висновок: способів знезараження води досить багато, кожний має як переваги, так і недоліки. Для знезараження стічних вод, а також таких, що вже очищені доцільно застосувати хімічний метод з використанням реагента. Найбільші переваги мають хлормісткі сполуки.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

2.1. Загальна характеристика очисних споруд м.Кропивницький

Очисні споруди м. Кропивницький є частиною системи централізованого водовідведення, яка розпочала свою роботу з 1952 року. У 1958 році було закінчено будівництво першої черги комплексу міської каналізації, потужністю 8,4 тис.м³/добу у складі якої були: 12 км каналізаційних мереж, двох насосних станцій перекачки, біоствавки. У 1973 році закінчено будівництво другої черги комплексу міської каналізації, тобто 104 км мереж, і перша черга очисних споруд, потужністю 30 тис. м³/добу з повною біологічною очисткою стічних вод. У 1990 році частково збудована друга черга очисних споруд, що збільшило потужність на 30 тис.м³/добу і досягнула 60 тис. м³/добу. До теперішнього часу залишились неканалізованими райони: Лелеківки, Старої Балашівки, Масляниківки, Арнаутово, Завадівки, Балки, Кушівки. Інші райони, окрім центру, каналізовані частково.

До складу системи водовідведення КВКГ входять:

- 312,211 км каналізаційні мережі;
- 23 діючі каналізаційні насосні станції;
- каналізаційні очисні споруди;
- біоствавки;
- поля фільтрації.

Каналізаційні очисні споруди (КОС) в м. Кропивницький мають продуктивність 60 тис. м³/добу стічних вод, вони будувались в дві черги. Перша черга (Q=30 тис.м³/добу) введена в дію в 1974 році в складі:

- камера приймання стоків;
- відділення ґрат;
- піскоуловлювачі;

- первинні відстійники;
- вторинні відстійники;
- аеротенки;
- повітродувна насосна станція;
- піскові та мулові майданчики.

Друга черга ($Q=30$ тис.м³/добу) введена в експлуатацію в 1990 році в складі:

- додатково два первинних відстійника;
- додатково два вторинних відстійника;
- додатково один чотирьохкоридорний аеротенк;
- біологічні ставки доочищення.

Також була здійснена реконструкція повітродувної насосної станції.

На початку 2004 року введені в експлуатацію споруди з обробки сирого осаду та надлишкового активного мулу в складі:

- мулоущільнювач, $D=18$;
- резервуар-накопичувач, $D=18$;
- цех механічного зневоднення суміші сирого осаду та ущільненого мулу «Укрпівдендіпрокомунбуд».

Проект будівництва цеху механічного зневоднення осадів розроблений фірмою «ПОЛІСТОК», м. Харків.

Сучасна система водовідведення м.Кропивницький являє собою неповнороздільну систему каналізації, яка приймає на себе всі забруднені води. Стічні води приймаються через різноманітні санітарно-технічні прилади, встановлені в житлових будинках, громадських та виробничих спорудах та виводяться в підземні трубопроводи. Вуличні лінії каналізації при послідовному сполученні приймають стоки від окремих будинків та споруд. Стічні води по самопливним колекторам попадають на районні каналізаційні станції в приймальні ємності через решітки, які затримують великі механічні частини. Затримані частини вилучаються з приймальної камери в спеціальні контейнери та вивозяться за межі станції спецавтотранспортом. Стоки від районів міста каналізаційними насосними станціями (КНС) транспортуються на головну

каналізаційну насосну станцію (ГКНС), яка перекачує їх по двох напірних трубопроводах, діаметрами 1000 мм та 1200 мм, на каналізаційні очисні споруди [26, 27].

Загальна довжина каналізаційних мереж – 312,211 км, з них головних колекторів – 22,669 км, напірних колекторів – 45,575 км, вуличних мереж – 114,252 км, квартальних мереж – 129,715 км, каналізаційних колодязів – 8322 шт. Матеріал труб – азбестоцемент, залізобетон, кераміка, сталь, чавун. Діаметри труб від 100 мм до 800 мм.

Очисні споруди м. Кропивницький станом на 1.01.2023 р. включають такі споруди:

1. Камери приймання стоків;
2. Приміщення ґрат;
3. Горизонтальних піскоуловлювачів;
4. Розподільчої чаші первинних відстійників;
5. Первинних радіальних відстійників;
6. Насосної станції (НС) первинних відстійників;
7. Аеротенків;
8. Розподільчої чаші вторинних відстійників;
9. Вторинних радіальних відстійників;
10. Мулоуцілювача;
11. Резервуара-накопичувача;
12. Цеха механічного зневоднення осадів (ЦМЗО);
13. Мулових майданчиків;
14. Піскових майданчиків;
15. Біологічних ставків доочищення;
16. НС дренажних вод;
17. Повітродувної насосної станції;
18. Повітродувної;
19. НС зворотного мулу;
20. Адміністративно-лабораторного корпусу;
21. Допоміжних приміщень.

2.2. Технологія очищення стічних вод

На міських очисних спорудах використовується технологія очищення стічних вод, яка поєднує механічне та біологічне очищення. Міські очисні споруди були побудовані в минулому столітті і тільки зараз на них відбувається реконструкція та осучаснення технології. Так як під технологією очищення стоків розуміють руйнування або видалення з них певих забруднюючих речовин, знезараження та видалення патогенних мікроорганізмів, то на цих етапах і відбуваються зміни. Вимоги до скидів очищеної води стають жорсткішими, цього вимагає екологічна безпека нашого регіону, сусідньої області і держави в цілому [9, 23].

Скиди з міських очисних споруд відбуваються в річку Інгул, води якої використовуються як для господарських цілей, так і як питна вода для населених пунктів Кіровоградської і Миколаївської областей, тому вдосконалення технології і, зокрема, кожного технологічного процесу є пріоритетною задачею екологічної стратегії нашого регіону. Для цього відбувається реконструкція очисних споруд метою якої є впровадження сучасних процесів, таких як дефосфатизація, переробка осаду, знезараження очищеної води.

Стічні води міста за допомогою каналізаційних насосних станцій, яких є на сьогодні 13, поступають у приймальні камери очисних споруд, де відбувається їх перемішування і усереднення. З приймальних камер стічні води потрапляють у грабельне відділення, в якому відбувається очищення стоків від крупних фракцій та інших предметів. З грабельного відділення стоки поступають на піскоуловлювачі, як правило працює один, а другий знаходиться на профілактиці (додаток А). З піскоуловлювача стоки поступають у первинні відстійники, технологією їх передбачено 2, а практично працює 1 (додаток Б). Паралельно відбувається процес дефосфатизації у відстійнику, який є третім (додаток В). Цей процес впроваджений у 2022 році в зв'язку з тим, що стічні води містять значну концентрацію фосфат іонів, потрапляння яких у природні водойми є екологічно небезпечним. В нашій державі поки що не існує заборони, на відміну

від інших європейських країн, на миючі засоби, що містять фосфатні сполуки. Вище згадані процеси складають основу механічного очищення стічних вод [13, 20].

Після первинних відстійників стічні води потрапляють в споруди біологічного очищення, які називаються аеротенками. Очищення від забруднюючих речовин відбувається за допомогою мікроорганізмів, які знаходяться в так званому активному мулі, який розташовується в нижній частині аеротенків. Активний мул – це штучно вирощений при аерації прояснених стічних вод біоценоз населений бактеріями, найпростішими та багатоклітинними тваринами, які трансформують забруднюючі речовини та очищують стічні води в результаті окислення, всмоктування та поїдання.

Окислення органічних забруднюючих речовин в аеротенках відбувається внаслідок життєдіяльності аеробних мікроорганізмів, які утворюють пластівчасті скупчення, що і є активним мулом [14].

У біоценозах активного мулу присутні, як правило, представники шести відділів мікрофлори: бактерії, гриби, діатомові, зелені, синьо-зелені, евленові мікроводорості і дев'яти токсономічних груп мікрофауни: джгутиконосці, саркодові, інфузорії, первиннопорожнинні і вториннопорожнинні черв'яки, черевовійкові черв'яки, коловертки, тихоходки, павукоподібні [1, 10].

Активний мул являє собою складну екологічну систему, організми якої перебувають на різних трофічних рівнях.

Багатовидова розмаїтість організмів активного мулу свідчить про благополуччя біологічної системи аеротенка, високу ефективність очищення та стійкість біоценозу до впливів токсичних стічних вод.

Для підтримання активної життєдіяльності мікроорганізмів мулу в аеротенки подається постійно кисень. Робота аеротенків систематично контролюється і в разі зниження активності мікроорганізмів щодо очищення в аеротенки додається свіжа партія активного мулу, а відпрацьований мул або такий активність якого знижена може додаватись у дефосфатор [26].

Чиста вода з аеротенків з домішками мулу направляється у вторинні відстійники, де і відбувається її розділення безпосередньо на чисту воду і мул, який частково може поступати у дефосфатор. Основна частина мулу потрапляє на мулові майданчики.

На сьогодні вище приведена технологія дозволяє мінімізувати рівень забруднення стічних вод, але при збільшенні об'ємів стоків показники очищення можуть виходити за межі допустимих значень. В планах реконструкції очисних споруд передбачається також процес знезараження очищеної води і процес переробки осаду (мулу) відстійників [13, 36].

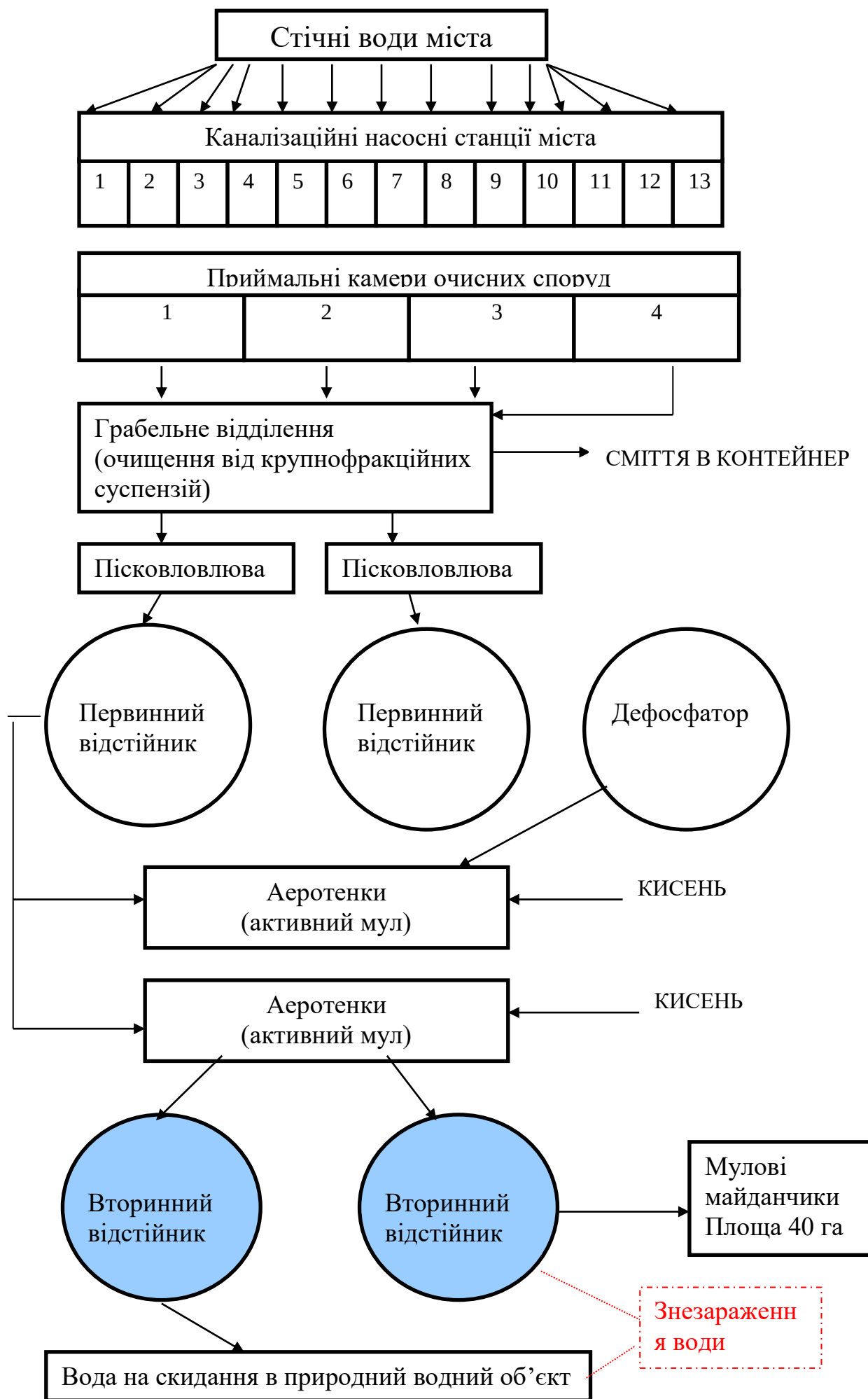
Екологічна безпека процесу очищення стоків – це, перш за все дотримання ГДК забруднюючих речовин після біологічного очищення і ГДК скиду в природні об'єкти, тобто в річку Інгул.

На очисних спорудах систематично 24/7 проводиться технологічний і лабораторний контроль якості очищення стоків по фізичним і фізико-хімічним показникам, температурі і рН середовища. Практично контролюються 20 показників по таким точкам: вхід на очисні споруди, вихід з біоставків, скидання в річку Інгул, а також показники води самої річки Інгул вище скиду. Порівняльні дані показників за січень і квітень 2023 року приведені в таблиці 2.2.1.

Таблиця 2.2.1 – Показники очищення стоків

Назва показників	Січень 2023				Квітень 2023			
	Вхід на очисні споруди	Вихід з біоставків	Р. Інгул вище скиду	Р. Інгул нижче скиду	Вхід на очисні споруди	Вихід з біоставків	Р. Інгул вище скиду	Р. Інгул нижче скиду
Температура, °C	10,8	2,6	2,4	2,4	10,75	11,0	10,25	10,75
pH	7,508	7,684	7,66	7,492	7,433	7,50	7,86	7,765
Прозорість, см	0,84	16,4	23,7	19,1	1,0	20,5	17,5	21,7
Завислі речовини, мг/дм ³	329,9	14,20	8,92	12,52	209,9	10,33	14,8	13,03
Сухий залишок, мг/дм ³	725,4	558,2	948,2	845,4	678,3	557,8	908,6	863,6
Сульфати, мг/дм ³	64,414	58,16	250,75	246,21	66,7825	61,1225	256,583	252,258
Хлориди, мг/дм ³	121,76	107,14	124,40	121,95	127,48	110,593	116,215	109,7
БСК ₅ , мг О/дм ³	360,08	14,96	4,768	8,868	246,16	8,16	5,23	5,06
ХСК, мг О/дм ³	865,2	73,48	27,72	33,02	648,5	62,88	44,18	42,58
Розчинений кисень, мг О/дм ³		6,936	10,37	9,61		6,135	7,42	7,70
Азот амонійний, мг/дм ³	49,23	1,974	0,340	0,504	56,29	1,435	0,242	0,138
Нітрити, мг/дм ³	0,016	0,506	0,096	0,152	0	0,3425	0,12	0,124
Нітрати, мг/дм ³	1,746	15,34	10,95	10,73	0,14	9,205	4,25	6,7925
Фосфати, мг/дм ³	31,584	4,26	1,59	2,50	25,06	3,41	0,32	0,74
Нафтопродукти, мг/дм ³	5,88	0,053	0,03	0,028	1, 5925	0,0355	0,0385	0,0278
Залізо загальне, мг/дм ³	1,444	0,298	0,252	0,242	1,2375	0,295	0,2563	0,2475
АПАР, мг/дм ³	1,378	0,150	0,050	0,048	2,155	0,075	0,063	0,069
Хром, мг/дм ³	0,0051	0,0011	0,0017	0,0016	1,85	0,06	0,046	0,039
Нікель, мг/дм ³	0,0071	0,0047	0,0034	0,0038				
Цинк, мг/дм ³	0,1970	0,0104	0,0174	0,0172				
Мідь, мг/дм ³	0,0690	0,0049	0,0038	0,0055				
Жири, мг/дм ³	81,04	1,38			34,0	1,3		

Технологічна схема очищення стоків приведена нище.



Аналіз показників очищення стічних вод міста свідчить про те, що існуюча на сьогодні технологія забезпечує достатнє очищення від забруднень, тобто показники не перевищують ГДК, але в технології очищення відсутній процес знезараження очищеної води від вторинних відстійників (Додаток Б).

Знезараження на міських очисних спорудах буде впроваджено після закінчення реконструкції. Для здійснення цього процесу побудована окрема будівля, в якій і буде відбуватись знезараження. Сам спосіб знезараження поки що не вибраний.

В нашій державі практично на підприємствах, де передбачено технологією знезараження використовується хімічний спосіб – хлорування води, але досліджуються і інші реагенти. Під реагентним знезараженням води розуміють внесення в воду певних речовин. З точки зору хімії ці способи діляться на 2 групи:

Окислювальні – руйнують клітинну структуру мікроорганізму шляхом його окислення, при цьому відновлюючись до менш активних сполук.

Неокиснювальні – надають бактерицидну дію завдяки специфічним впливам на мікроорганізми, припиняючи їх розмноження.

Отже, доцільно провести експерименти щодо застосування хімічних реагентів для конкретної технології, яка характеризується своїм хімічним складом, зокрема, таких як гіпохлорит натрію та хлорне вапно.

Наприклад, гіпохлорит натрію або кальцію сьогодні знайшли практичне використання, але їх вибір залежить від об'ємів стоків, хімічного складу забруднень. Ці реагенти є зручними при транспортуванні, безпечними у використанні, мають пролонговану дію [22, 23, 29].

Інколи застосовують в якості реагенту для знезараження води хлорне вапно – суміш гіпохлориту, хлориду і гідроксиду кальцію.

На ОКВП “Дніпро-Кіровоград” для знезараження питної води використовують хлорування. Це зумовлено високою ефективністю хлору стосовно 99% мікроорганізмів і його тривалою післядією [28].

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНА ЧАСТИНА

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХІМІЧНИХ РЕАГЕНТІВ НА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

3.1. Бактеріологічна характеристика очищення стічних вод на очисних спорудах м. Кропивницький

На міських очисних спорудах виконується бактеріологічне дослідження очищеної води за такими показниками:

- кількість МАФАМ , куо/дм³;
- індекс ЛПКП, куо/дм³;
- індекс E.coli, куо/дм³;
- індекс ентерококів, куо/дм³.

Результати досліджень представлені в таблицях за січень 2023.

Таблиця 3.1.1 – Данні по мікробіологічному дослідженню МАФАМ

Дата	Місце відбору	Кількість МАФАМ куо/дм ³
Норматив реакції		
03.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,0 \cdot 10^{10}$
	Вихід з очисних споруд	$8,9 \cdot 10^8$
	Вихід з біоствавків	$4,1 \cdot 10^7$
	р. Інгул, вище скиду	$2,2 \cdot 10^7$
	р. Інгул, нижче скиду	$2,2 \cdot 10^7$
10.01.2023	Вхід на очисні споруди	$9,9 \cdot 10^9$
	Вихід з очисних споруд	$9,4 \cdot 10^8$
	Вихід з біоствавків	$1,1 \cdot 10^6$
17.01.2023	Вхід на очисні споруди	$9,9 \cdot 10^9$
	Вихід з очисних споруд	$8,8 \cdot 10^8$
	Вихід з біоствавків	$5,5 \cdot 10^6$
24.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,1 \cdot 10^{10}$
	Вихід з очисних споруд	$9,5 \cdot 10^8$
	Вихід з біоствавків	$8,8 \cdot 10^6$
	р. Інгул, вище скиду	$3,4 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$1,8 \cdot 10^6$
31.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,0 \cdot 10^{10}$
	Вихід з очисних споруд	$9,6 \cdot 10^8$
	Вихід з біоствавків	$8,8 \cdot 10^6$
	р. Інгул, вище скиду	$3,1 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$1,2 \cdot 10^6$
	Вхід на очисні споруди	$9,9 \cdot 10^9$
	Вихід з біоствавків	$1,3 \cdot 10^7$
	р. Інгул, вище скиду	$9,5 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$1,7 \cdot 10^6$

Патогенної мікрофлори не виявлено.

Під МАФМ розуміють загальне мікробне число, тобто кількість мезофільних, аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, що містяться в одиниці об'єму або маси досліджуваного об'єкту (1 см³, дм³ води). Це число дає інформацію про забрудненість об'єкту, чим вище мікробне число, тим імовірніше присутність патогенів. Наприклад, для води мікробне число не повинно перевищувати 100, але це число вживають і як показник інтенсивності забруднення зовнішнього середовища органічними речовинами.

Таблиця 3.1.2 – Дані по мікробіологічному дослідженню ЛПКП

Дата	Місце відбору	Індекс ЛПКП куо/дм ³
Норматив реакції		1000
03.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,1 \cdot 10^{13}$
	Вихід з очисних споруд	$4,6 \cdot 10^9$
	Вихід з біоставків	$1,1 \cdot 10^7$
	р. Інгул, вище скиду	$1,1 \cdot 10^8$
	р. Інгул, нижче скиду	$1,2 \cdot 10^6$
10.01.2023	Вхід на очисні споруди	$4,6 \cdot 10^{11}$
	Вихід з очисних споруд	$1,2 \cdot 10^{11}$
	Вихід з біоставків	$1,5 \cdot 10^6$
17.01.2023	Вхід на очисні споруди	$4,6 \cdot 10^{12}$
	Вихід з очисних споруд	$1,2 \cdot 10^{10}$
	Вихід з біоставків	$4,6 \cdot 10^9$
24.01.2023	Вхід на очисні споруди	$4,6 \cdot 10^6$
	Вихід з очисних споруд	$1,1 \cdot 10^6$
	Вихід з біоставків	$4,6 \cdot 10^9$
	р. Інгул, вище скиду	$4,6 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$1,1 \cdot 10^6$
31.01.2023	Вхід на очисні споруди	$4,6 \cdot 10^{12}$
	Вихід з очисних споруд	$1,1 \cdot 10^{11}$
	Вихід з біоставків	$1,1 \cdot 10^{11}$
	р. Інгул, вище скиду	$1,1 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$4,6 \cdot 10^5$
	Вхід на очисні споруди	$5,1 \cdot 10^{12}$
	Вихід з біоставків	$2,3 \cdot 10^{10}$
	р. Інгул, вище скиду	$3,9 \cdot 10^7$
	р. Інгул, нижче скиду	$9,2 \cdot 10^5$

ЛПКП (лактозопозитивна кишкова паличка) є продуктом життєдіяльності живих організмів і тому присутня в усіх об'єктах навколишнього середовища, в тому числі і в людини. Є одним з основних показників мікробного забруднення,

її кількість є характеристикою забруднення будь-якого об'єкта, в тому числі і води (водного середовища).

Наявність ЛПКП у воді, в тому числі і питній, може призвести до певних захворювань. У деяких людей, особливо дітей у віці до 5 років і літніх людей, наявність ЛПКП може викликати інфекційні ускладнення під назвою гемолітико-уремічний синдром, внаслідок якого червоні кров'яні клітини руйнуються, що призводить в деяких випадках до гострої ниркової недостатності.

Симптоми зазвичай з'являються в межах від 2 до 4 днів, але можуть тривати до 8 днів. Більшість людей одужує без антибіотиків або іншого специфічного лікування за 5-10 днів [30, 33].

Таблиця 3.1.3 – Дані по мікробіологічному дослідженню ентерококів

Дата	Місце відбору	Індекс ентерокока куо/дм ³
Норматив реакції		<500
03.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,2 \cdot 10^9$
	Вихід з очисних споруд	<300
	Вихід з біоставків	<300
	р. Інгул, вище скиду	<300
	р. Інгул, нижче скиду	<300
10.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,1 \cdot 10^{12}$
	Вихід з очисних споруд	<300
	Вихід з біоставків	<300
17.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,1 \cdot 10^7$
	Вихід з очисних споруд	$1,2 \cdot 10^6$
	Вихід з біоставків	<300
24.01.2023	Вхід на очисні споруди	$4,6 \cdot 10^5$
	Вихід з очисних споруд	<300
	Вихід з біоставків	<300
	р. Інгул, вище скиду	<300
	р. Інгул, нижче скиду	<300
31.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,1 \cdot 10^7$
	Вихід з очисних споруд	$2,4 \cdot 10^5$
	Вихід з біоставків	<300
	р. Інгул, вище скиду	<300
	р. Інгул, нижче скиду	<300
	Вхід на очисні споруди	$2,2 \cdot 10^{11}$
	Вихід з біоставків	<300,0
	р. Інгул, вище скиду	<300,0
	р. Інгул, нижче скиду	<300,0

Ентерококи – шаровидні або овальні за формою бактерії діаметром 0,5-1 мкм, які можуть бути у формі ланцюжків або існувати як окремі особини. Для рідких живильних середовищ більш характерна форма ланцюжків.

Ентерококи здійснюють метаболізм бродильного типу, тобто ферментують різноманітні вуглеводи з утворенням молочної кислоти, але не газоподібних речовин. Знижують кислотність середовища до 4,2-4,6.

Забрудненість води, в тому числі і питної, ентерококами може стати причиною багатьох значущих захворювань, таких як ендокардит, дивертикуліт, міненгіт, простатит, целюліт, сепсис та інші інфекції [].

Таблиця 3.1.4 – Мікробіологічні дослідження E.coli

Дата	Місце відбору	Індекс E.coli куо/дм ³
Норматив реакції		<1000
03.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,2 \cdot 10^{12}$
	Вихід з очисних споруд	$1,1 \cdot 10^9$
	Вихід з біоставків	$7,5 \cdot 10^5$
	р. Інгул, вище скиду	$1,1 \cdot 10^7$
	р. Інгул, нижче скиду	$1,1 \cdot 10^6$
10.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,5 \cdot 10^{11}$
	Вихід з очисних споруд	$1,5 \cdot 10^{10}$
	Вихід з біоставків	$1,5 \cdot 10^5$
17.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,1 \cdot 10^{11}$
	Вихід з очисних споруд	$1,1 \cdot 10^{11}$
	Вихід з біоставків	$1,1 \cdot 10^6$
24.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,2 \cdot 10^{12}$
	Вихід з очисних споруд	$4,6 \cdot 10^{10}$
	Вихід з біоставків	$1,2 \cdot 10^9$
	р. Інгул, вище скиду	$1,5 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$1,1 \cdot 10^6$
31.01.2023	Вхід на очисні споруди	$1,1 \cdot 10^{12}$
	Вихід з очисних споруд	$4,6 \cdot 10^{10}$
	Вихід з біоставків	$1,5 \cdot 10^{10}$
	р. Інгул, вище скиду	$2,4 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$2,4 \cdot 10^5$
	Вхід на очисні споруди	$7,5 \cdot 10^{11}$
	Вихід з біоставків	$3,2 \cdot 10^9$
	р. Інгул, вище скиду	$4,3 \cdot 10^6$
	р. Інгул, нижче скиду	$8,1 \cdot 10^5$

E.coli є характеристикою забруднення об'єкта навколишнього середовища. Під E.coli (колі індекс) розуміють кількість лактозопозитивних кишкових паличок виду *Escherichia coli* в 1 літрі досліджуваного об'єкта. В лабораторії водовідведення СЛКВВ КВКГ кишкову паличку використовують як санітарно показовий (індикаторний) мікроорганізм фекального забруднення води, а її кількість (колі індекс) характеризує ступінь забруднення стічної і очищеної (напівочищеної) води.

При дослідженні визначають якісний бактеріальний склад та кількісний. Для кількісної характеристики користуються таким показником, як «індекс», він показує кількість особин, що містяться в певному об'ємі досліджуваного матеріалу, наприклад, 1 л води. Індекс є величиною зворотною до «титру» - це той мінімальний об'єм досліджуваного матеріалу (мл) або вагова кількість в (г) у яких можна знайти хоча б одну особину мікроорганізма.

Дані приведених вище таблиць по мікробіологічному дослідженню показують, що існуюча технологія очищення стічних вод має задовільні показники щодо патогенної мікрофлори, тобто її не виявлено. Але в той же час аналіз багаторічних статистичних даних бактеріологічних забруднень на міських очисних спорудах показує, що перевищення по забрудненню мікроорганізмами стічних вод і очищеної води фіксується практично кожного року з травня по вересень місяць.

Ріст населення і збільшення об'ємів стічних вод в майбутньому сприятиме більш інтенсивному бактеріологічному забрудненню, а отже актуальним в плані екології стане знезараження очищеної води перед її випуском в річку Інгул. Тому важливо провести експерименти щодо впливу хімічних реагентів (гіпохлориту натрію і хлорного вапна) на мікроорганізми БГКП, ЛПКП, ентерококи.

Алгоритм проведення експериментів:

- Дослідження оптимальної концентрації;
- Вплив температури на процес знезараження.

Гіпохлорит натрію (NaClO) має високі окислювальні властивості, діє як антисептик і дезінфектант, потрапляючи у воду, кисень, який є в хімічній сполуці, окислює органічні і неорганічні частинки, а хлор руйнує плазматичні мембрани клітин патогенних бактерій і грибків, зокрема на :

- дріжджеподібні грибки;
- ентерококи;
- грамнегативні бактерії та інше.

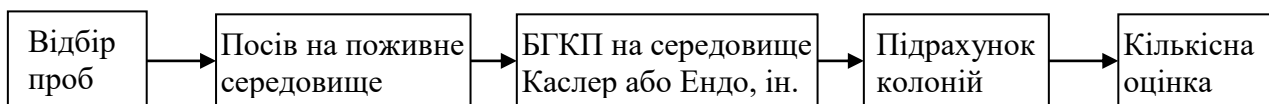
Переваги гіпохлорита натрію в порівнянні з хлором:

- за активністю не поступається хлору;
- безпечний при вдиханні;
- гіпохлорит має пролонговану дію;
- не впливає на зміну хімічного складу води;
- вода не має специфічного запаху;
- гіпохлорит натрію безпечний при зберіганні і перевезенні.

При потраплянні у навколишнє середовище NaClO розкладається на безпечні для довкілля і людини компоненти O_2 , NaCl і H_2O .

Хлорне вапно є дуже сильною дезінфікуючою речовиною, що є основною перевагою для цього реагента, являє собою суміш $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, CaCl_2 і $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Часто цей реагент представляють формулою : $\text{Ca}(\text{ClO})\text{Cl}$.

Дослідження щодо оптимальної концентрації та впливу температури, кількісного визначення мікроорганізмів проводили за схемою:



3.2. Методика досліджень. Результати досліджень

Дослідження проводили за діючою типовою методикою, зокрема, визначення загального мікробного числа води проводили методом серійних

десятикратних розведень із посівом на м'ясо-пептонний агар (МПА) і методом прямого мікроскопічного підрахунку мікроорганізмів у досліджуваній воді.

Крім цього, користувалися методом мембранних фільтрів, який заснований на фільтрації встановленого об'єму води через мембранні фільтри, вирощуванні посівів на диференційно-діагностичному середовищі і подальшій ідентифікації колоній за культуральними та біохімічними ознаками.

Суть методу полягає у визначенні в 1 см³ води загального вмісту мезофільних аеробів і факультативних анаеробів, здатних рости на поживному агарі даного складу при температурі 37°C протягом 24 год, утворюючи колонії, видимі при збільшенні в 2–5 разів.

При першому методі проводили посів проб води на поживні середовища з подальшим підрахунком колоній, що вирости.

Об'єм води для посіву вибрали із таким розрахунком, щоб на чашках виросло від 30 до 300 колоній. Воду після вторинних відстійників засіяли в об'ємах 1; 0,1 і 0,01 мл. Для посіву 0,1 см³ і менших об'ємів води використали розведення досліджуваної води. Для цього в пробірку з 9 см³ стерильної води вносили 1 см³ досліджуваної води. Іншою стерильною піпеткою продуванням повітря ретельно перемішали вміст пробірки, відібрали із неї 1 см³ і перенесли у чашку, що буде відповідати посіву 0,1 см³ досліджуваної води.

При необхідності посіву менших об'ємів води цією ж піпеткою перенесли 1 см³ вмісту першої пробірки в наступну з 9 см³ стерильної води. Посів 1 см³ з другої пробірки буде відповідати посіву 0,01 см³ досліджуваної води та ін. Із флаконів із пробою води зняли паперові ковпачки, вийняли пробки, шийки профламбували (обробили полум'ям), після чого воду ретельно перемішали обережним продуванням повітря через стерильну піпетку.

Засів кожного розведення проводили глибинним способом. Для цього стерильною піпеткою відібрали по 1 мл води і помістили у 2 стерильні чашки, злегка відкриваючи кришку. Після внесення води в чашки Петрі її залили 10–12 см³ охолодженого поживного агару. Воду швидко змішали із агаром, обережно нахиляючи чашку до поверхні столу. Після цього чашки залишили на

горизонтальній поверхні до застигання середовища. Після застигання агару чашки з посівами помістили у термостат і витримали при 37°C протягом 24 год.

Підрахунок результатів. Колонії, що вирости як на поверхні, так і в глибині агару, підраховували за допомогою лупи зі збільшенням у 2–5 разів. Для цього чашку клали догори дном на чорний фон. Для більшої точності рахунку кожен розраховану колонію відзначили із боку дна тушшю або чорнилом для скла. Оцінювали тільки ті розведення, при посіві яких на чашці виросло від 30 до 300 колоній. При посіві 1 см³ нерозведеної проби рахували будь-яку кількість колоній, але щоб вони не перевищували 300.

Якщо в чашці з найбільш високим розведенням виросло понад 300 колоній і аналіз не можна повторити, то підраховували колонії за допомогою пластинки з сіткою і лупи при сильному бічному освітленні. Підрахунок вели не менше ніж на 20 квадратах площею 1 см² кожний у різних місцях чашки, потім знайшли середнє арифметичне число колоній на 1 см², значення якого помножили на площу чашки в см², обчислену за формулою: $S = \pi r^2$.

Результат підрахунку колоній у кожній чашці виражали у кількості бактерій на 1 см³ аналізованої води з урахуванням посіяного об'єму.

За остаточну кількість бактерій приймали середнє арифметичне результатів підрахунку на двох паралельних чашках або різних розведень. Результати округлили наступним чином: якщо результат знаходиться в межах чисел від 1 до 100, то записували ті числа, які отримані; якщо результат знаходився в межах чисел від 101 до 1000, його округлювали до 10; якщо результат знаходився в межах чисел від 1001 до 10000, його округлювали до 100.

Кількість колоній вираховували, орієнтуючись на одну чашку, у таких випадках: якщо на іншій чашці при посіві з розведення виросло менше 20 колоній; при повзучому рості бактерій, що поширився на всю поверхню чашки; при кількості колоній понад 300.

Прямий мікроскопічний метод визначення загальної кількості мікроорганізмів полягає в концентрації бактерій на мембранних фільтрах (при

пропусканні через них досліджуваної води), подальшому фарбуванні еритрозином і мікроскопії.

Прямий метод застосували для швидкого отримання результатів. Так як цей метод є зручним, бо результат, тобто кількість мікроорганізмів у 1 мл води, може бути отриманий протягом декількох годин. Цей метод рекомендується використовувати, якщо необхідно дати швидку санітарну оцінку води: при оцінці процесу природного самоочищення водойм, ефективності роботи очисних споруд на всіх етапах. Результати представлені на рис 3.2.1.



Рис. 3.2.1 – Кількість МАФАМ $1,1 \cdot 10^6$ куо/дм³ на середовищі Ендо та поживному агарі

Визначення БГКП проводили також титраційним методом. Це визначення є швидким і зручним у виконанні. Пробу 1 мл обробляли згідно методики і витримували декілька годин в термостаті.

Результати представлені на рис. 3.2.2.



Рис. 3.2.2 – Результати визначення БГКП (протягом 6 годин) титраційним методом

Мікроорганізми групи *E.coli* та ЛПКП визначали за допомогою мембранних фільтрів ($F=300$ нм). Досліджували дві паралельні проби з різною забарвлюючою речовиною.

Мембранний фільтр із пофарбованими мікроорганізмами висушили і помістили на предметне скло, попередньо додали краплю імерсійної олії на скло й на фільтр, який накрили тонким покривним склом. Мікроскопували з імерсійним об'єктивом, в окуляр вклали сітчастий мікромметр, розділений на дрібні квадрати. Підраховували мікроорганізми в 20 полях зору (в кожному полі зору в 4 маленьких квадратах, розташованих по діагоналі).

Розрахунок загальної кількості бактерій в 1 мл (X) здійснювали за формулою:

$$X = S \times N \times 106 / (S1 \times V)$$

де: S – фільтруюча площа (мм^2);

106 – перевідний коефіцієнт квадратних міліметрів у квадратні мікрометри;

N – середня кількість бактерій в одному квадраті;

S_1 – площа квадрата окулярного мікрометра (мкм^2);

V – об'єм профільтрованої води (мл).

Для визначення коліформних бактерій використали метод мембранних фільтрів і титраційний (бродильний) метод (див. рис. 3.2.2).

Кількість коліформних бактерій виразили у вигляді колі-титру або колі-індексу. Колі-індекс води – мінімальна кількість БГКП у 1 л води. Колі-титр води – мінімальна кількість води, яка містить 1 бактерію із БГКП.



Рис. 3.2.3 Результати досліджень на мікроорганізми в очищеній і розбавленій воді (1:10) після 6 годин життєдіяльності бактерій БГКП титраційним методом

Особливістю метода є те, що перед використанням мембранні фільтри перевірили на відсутність тріщин, отворів, міхурів і кип'ятили у дистильованій воді протягом 10 хв (при цьому не можна допускати скручування фільтрів). Для повного видалення з фільтрів залишків розчинників, які застосовуються при їх виготовленні, кип'ятіння повторили 3 рази зі зміною дистильованої води. Підготовлені таким чином фільтри зберігали в банках з дистильованою водою.

Перед дослідженням фільтри ще раз простерилізували у киплячій дистильованій воді протягом 10 хв.

При визначенні кількості МАФАМ фільтрування проводили за допомогою фільтра Зейтца, схема фільтрування представлена на рис. 3.2.3. На нижню частину фільтрувальної системи (столик) поклали пінцетом стерильний мембранний фільтр, притиснули його верхньою частиною системи (склянкою, лійкою) і закріпили спеціальним пристроєм.

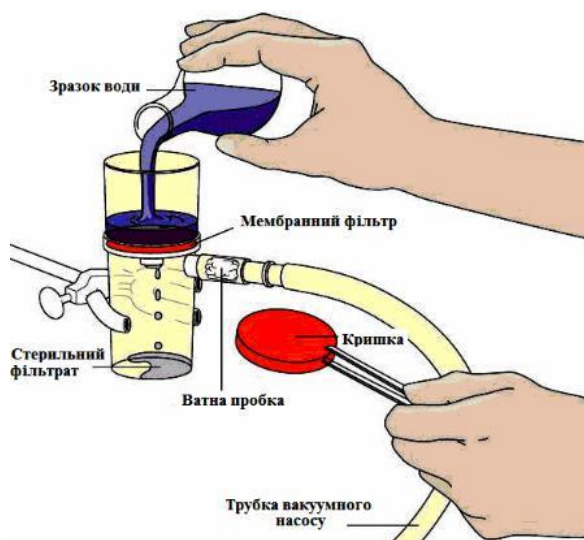


Рис. 3.2.4 – Фільтрування води за допомогою фільтра Зейтца

Відросток колби, в яку фільтрується вода, за допомогою гумової трубки з'єднали із насосом для створення вакууму в приймальному посуді (близько 0,25 атм). Об'єм пробки води не повинен бути менше 333 см^3 , цей об'єм профільтрували через два фільтри.

На етапах очистки аналізують не менше двох десятикратних об'ємів води, обраних залежно від її якості таким чином, щоб на одному з фільтрів виростало не більше 30 колоній бактерій групи кишкових паличок.

При аналізі очищеної стічної води засівали 3–4 десятикратні об'єми (наприклад, 3; 30; 100; 200 см^3 води; на етапах очистки – 0,1; 1; 10; 100 см^3 води). Для фільтрування у воронку або стакан налили необхідні об'єми води, починаючи з менших, а потім більші, при цьому змінювали фільтри.

Найменший об'єм води 1 мл фільтрували через фільтр, попередньо змочений стерильною водою. Після фільтрування верхню частину системи зняли і фільтр обережно (при збереженні вакууму для видалення надлишку вологи на фільтрі) стерильним пінцетом перенесли на середовище Ендо в чашку Петрі.

Фільтр поклали вгору поверхнею, на якій осіли бактерії, уникаючи появи бульбашок повітря між фільтром і середовищем. На одну чашку розмістили 4 фільтри, під кожним на дні чашки написали об'єм води, номер проби і число.

Після фільтрування обидва фільтри переносять на середовище Ендо. Чашки з фільтром поміщають у термостат та інкубують при температурі 37°C протягом 24 год.

Підтвердження наявності у воді БГКП на фільтрах з'являється ріст типових для цих бактерій колоній: темно-червоні з металевим блиском або червоні, рожеві з червоним центром мають чіткий відбиток на зворотньому боці фільтра (рис. 3.2.5).

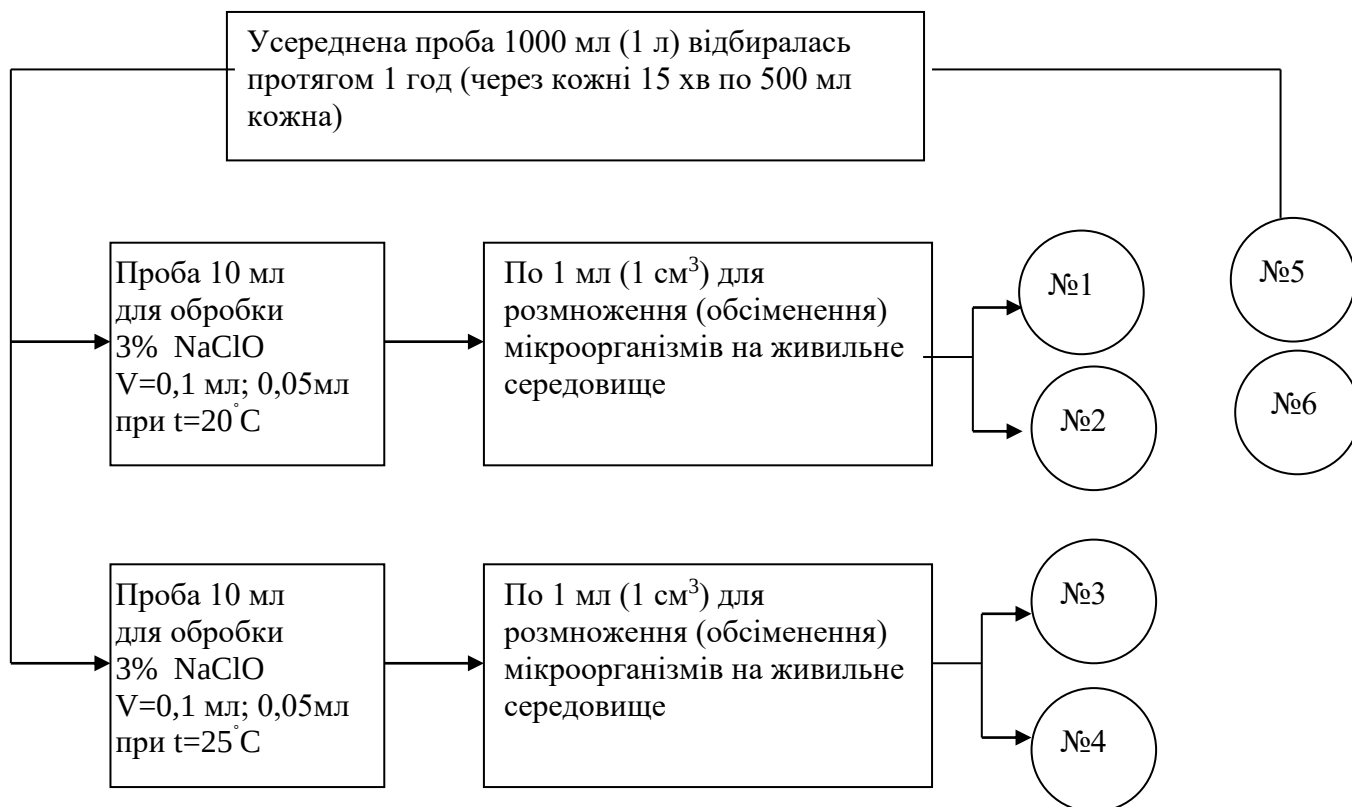


Рис. 3.2.5 – Мікроорганізми групи БГКП на середовищі Ендо



Рис. 3.2.6 – Колонії E.coli на фільтрі, середовище Ендо

Схема проведення дослідження впливу температури на процес знезараження очищеної води після вторинних відстійників з значенням концентрації 3% NaClO має такий вигляд:



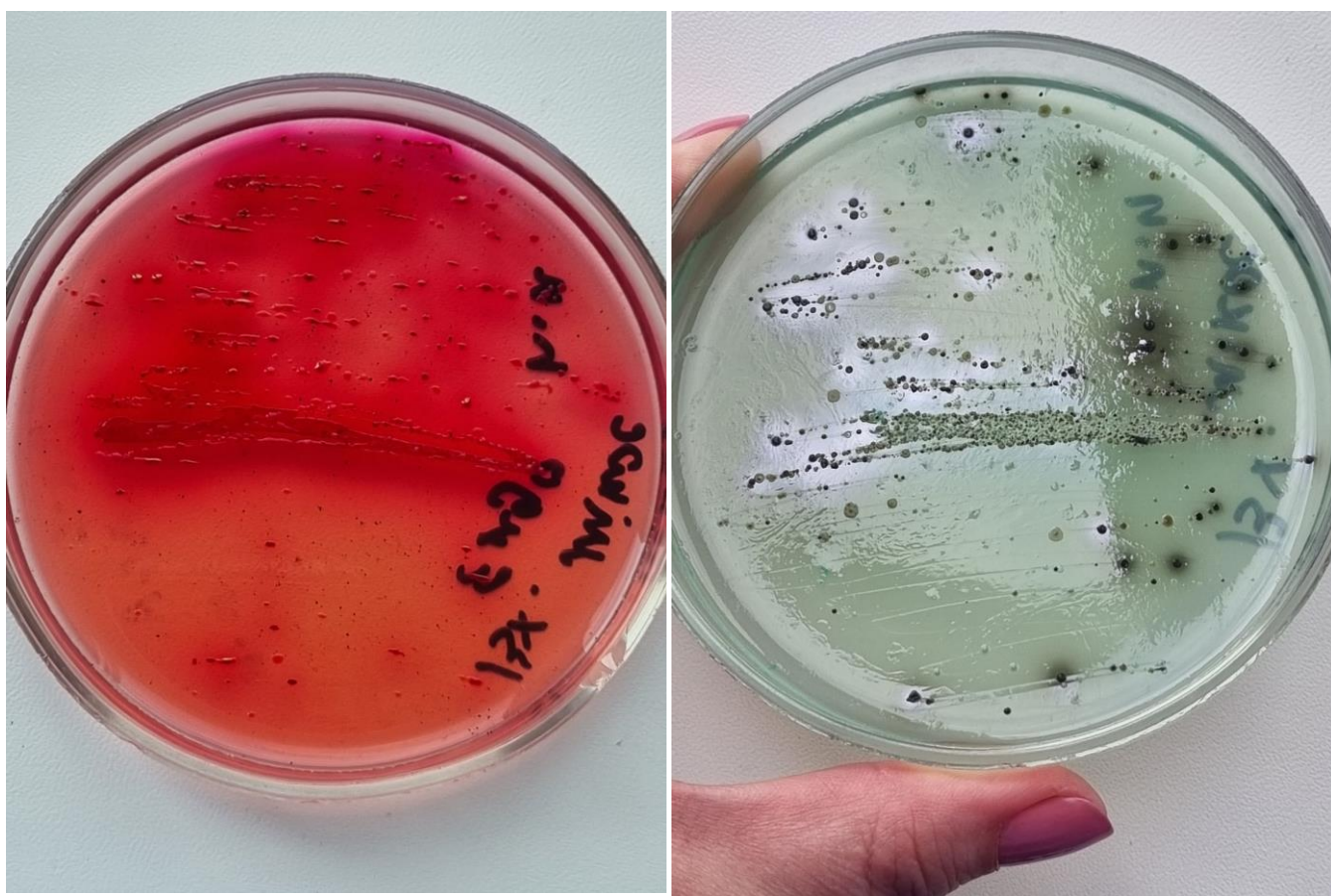
Результати якісного (візуального спостереження) представлені на рис. 3.2.7.



Рис. 3.2.7 – Результати дослідження ЛПКП та БГКП

В усіх пробах виявлені ознаки життєдіяльності мікроорганізмів. Найактивніше в пробі №5, №6 (верхні дві чашки Петрі), зеленого кольору на поживному середовищі – агар, з додаванням вісмута сульфату та з металевим відтінком на поживному середовищі без барвника.

На рисунку, представленому нище результати досліджень на ЛПКП на середовищі Ендо (червоний колір) та поживному агарі з додаванням вісмута сульфату. Кількість ЛПКП приблизно $1,5 \cdot 10^6$. Патогенні мікроорганізми практично відсутні, крім декількох колоній в чашці зеленого кольору.



Хлорне вапно у вигляді 1% суспензії додавали до проб неочищених стоків: проба №1 - після піскоуловлювача, проба №2 - після первинних відстійників. Проби досліджували титраційним методом. Результати нульові, тобто життєдіяльних бактерій не виявили. Проводити дослідження методом фільтрувальних мембран було не доцільно. Отже, хлорне вапно рекомендується застосовувати тільки при виявленні надзвичайної ситуації.

Особливістю бактеріологічних досліджень є те, що більшість визначень мікроорганізмів проводилось в двох паралельних пробах. На рисунку представлено нижче – паралельна проба (двійник проби №5). Колоній патогенів в цій пробі зафіксована більша кількість.



Таким чином виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

1. В пробах очищеної стічної води, оброблених NaClO при 20-25⁰C фіксувалась кількість мікроорганізмів таких як МАФAM, БГКП і ЛПКП приблизно однакової життєдіяльності. Суттєвої різниці в кількості мікроорганізмів між цими температурами не відмічено.

2. Проби очищеної стічної води з додаванням NaClO , які досліджувались різними методами (на мембранних фільтрах і титраційним методом) приблизно характеризувались однаковими показниками кількості.

3. Порівняння кількості мікроорганізмів в пробі води без додавання NaClO (№5 і №6) суттєво відрізнялось від кількості мікроорганізмів в пробах з додаванням 3% NaClO , тобто цей реагент проявляє знезаражувальну дію. До того ж в пробі № 5 відмічались декілька колоній патогенної мікрофлори, на відміну від інших проб (колонії – чорного кольору круглі цятки), це підтверджується також колоніями патогенів в паралельній пробі.

4. Отже, NaClO може бути рекомендований для знезараження очищеної стічної води з активною концентрацією 3% в межах температур 20-25⁰C.

5. Хлорне вапно у вигляді 1% суспензії проявляє сильну бактерицидну дію, тому може бути рекомендоване тільки в разі виникнення надзвичайних обставин.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Бактеріологічна лабораторія є особливим підрозділом в структурі міських очисних споруд, тому система охорони праці повинна враховувати специфіку роботи персоналу. Охорона праці та техніка безпеки бактеріологічної лабораторії включає такі складові:

- відповідність приміщень вимогам техніки безпеки;
- знання правил по експлуатації приладів, технічних засобів;
- вимоги до спецодягу персоналу;
- засоби індивідуального захисту при виконанні лабораторних досліджень;
- правила безпеки щодо поводження з бактеріологічним матеріалом, способи знезараження та утилізації відпрацьованих проб.

Приміщення бактеріологічної лабораторії займає площу 60 м², включає такі підрозділи:

- перший – робочі місця персоналу;
- другий – прилади і техніка;
- третій – технічне приміщення.

Крім цього є приміщення для роздягання, вхід в лабораторію в верхньому одязі і вуличному взутті заборонений. Для верхнього одягу в роздягальні є шафи, для взуття полиці, вхід в лабораторію дозволений тільки персоналу.

Робоча кімната має добре вентилявання і достатнє денне освітлення. Робочі столи розташовані так, щоб були вільні проходи між ними. На одному із столів розташований комп'ютер з базою даних лабораторних досліджень.

В кімнаті для приладів і технічних засобів знаходяться:

- шафа витяжна типу ШВУ – 3М;
- термостати з робочими температурами 0-200°С, 0-700°С і до 1100°С;
- електронні ваги;
- фільтрувальна установка типу Зейтца;

- холодильник;
- шафа з фільтрами, компонентами поживних середовищ, різноманітним лабораторним посудом для проведення досліджень.

Всі прилади розміщуються на робочих столах, мають зручне живлення, забезпечані інструкціями по експлуатації приладів.

Всі визначення персонал (лаборант або старший лаборант) виконує в спеціальному одязі, який включає такі найменування:

- халат з натуральної тканини;
- фартух з вологовідштовхуючої тканини або з тканини з гумовим покриттям;
- маски з багатошарової марлі або типу респіратор;
- косинка або капелюх з натуральної тканини для захисту волосся;

На випадок надзвичайної ситуації (виявлення патогенних мікроорганізмів) персонал повинен мати захисний костюм і бахіли.

Витратна норма спеціальних засобів захисту розраховується на одну робочу зміну або інший період, зокрема:

- гумові перчатки – 1 пара на одну робочу зміну;
- маска звичайна (або медична) – 1 шт. на одну робочу зміну.

Якщо був використаний захисний костюм і бахіли, то після виконання роботи ці засоби індивідуального захисту знімаються, поміщаються в поліетиленовий пакет і потім утилізуються, відповідно до інструкції.

При роботі з приладами персонал повинен дотримуватися таких вимог: місце контакту приладу і бактеріологічної проби після закінчення дослідження знезаражується 0,1% розчином формаліну або 0,01% розчину хлорного вапна або іншим знезаражуваним засобом.

Технічне приміщення призначено для зберігання хімічних реактивів, комплектів для фільтрування та ємкостей для знезараження відпрацьованих проб. Приміщення добре вентильоване, має подвійні двері. Відпрацьований матеріал по мірі накопичення в ємності для знезараження в подальшому

утилізується. Для проб в яких були виявлені патогенні мікроорганізми використовують металевий контейнер з щільно прилягаючою кришкою зі спеціальним замком.

До персоналу бактеріологічної лабораторії пред'являються особливі вимоги щодо їх знань та практичних навичок. Для цього існує системна підготовка: інструктажі, певний період стажування, іспит на допуск до самостійної роботи.

При працевлаштуванні в бактеріологічну лабораторію нові працівники проходять вступний інструктаж з охорони праці та техніки безпеки, інструктаж на робочому місці, цей інструктаж проводить, як правило старший лаборант з великим досвідом роботи, при цьому до самостійної роботи допускаються особи, які досягли 18 років, пройшли медичну комісію.

Вступний інструктаж включає питання з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, методів і способів надання долікарняної допомоги потерпілим. Ознайомлення з цими питаннями фіксується в спеціальному журналі під розпис. Також новий працівник ознайомлюється з умовами праці, правилами та пільгами щодо роботи в шкідливих та небезпечних умовах, правилами поведінки та необхідними діями при виникненні аварій.

Вступний інструктаж проводиться для всіх працівників, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, а також стажу роботи та посади працівників інших організацій, які прибули на підприємство і беруть участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства, перебуваючи у відрядженні.

Первинний (інструктаж на робочому місці) проводиться перед початком роботи безпосередньо на робочому місці з працівником, який поступає на роботу на підприємство або переводиться з одного цеху виробництва до іншого та буде виконувати нову для нього роботу. Цей вид інструктажа проводиться і для працівників які знаходяться у відрядженні на даному підприємстві з метою виконання заданої роботи.

Лаборант після первинного інструктажу на робочому місці повинен пройти стажування протягом 5-15 змін (в залежності від стажу, досвіду роботи та характеру праці) під керівництвом досвідченого старшого лаборанта, який призначається наказом по підприємству в якості керівника. Крім цього для працівників бактеріологічної лабораторії проводять повторний інструктаж – 1 раз в квартал. В разі виникнення надзвичайної ситуації або інших обставин проводиться для працівників позаплановий інструктаж, метою якого є ознайомлення з наслідками надзвичайної ситуації, а також ознайомлення з новими або переглянутими нормативними актами щодо охорони праці, або внесенні змін та доповнень до них.

При зміні технологічного процесу, заміні або модернізації обладнання, приладів та інструментів, при порушеннях працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо також проводиться позаплановий інструктаж.

В разі виявленні особами, які здійснюють державний нагляд і контроль за охороною праці, незнання вимог безпеки стосовно робіт, що виконуються працівником також проводиться позаплановий інструктаж.

Якщо працівник по певним причинам не працював 30 календарних днів він також повинен пройти позаплановий інструктаж.

Якщо виникла ситуація наслідком якої є важке травмування або смертельний випадок для усіх працівників підприємства, до якого структурно входить бактеріологічна лабораторія, проводиться позаплановий інструктаж.

При виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою, наприклад, при ліквідації аварії або стихійного лиха, участь у яких приймає лаборант бактеріологічного відділення – проведення робіт забезпечується спеціальним наряд-допуском, розпорядженням або іншим документом і обов'язково при цьому проводиться цільовий інструктаж.

Такі види робіт проводяться тільки в спецодязі передбаченому «Типовими галузевими нормами», а саме, в халаті бавовняному, фартуху

прогумованому з нагрудником та в рукавичках гумових. Спецодяг повинен відповідати зросту і розміру робітника та бути справним.

Лаборант при виконанні безпосередньо досліджень повинен працювати в гумових перчатках, а фільтри з бактеріями брати тільки пінцетом, поміщати в чашку петрі на поживне середовище і зразу закрити кришкою. При приготуванні поживного середовища потрібно дотримуватись таких правил:

- чітко витримувати температурний режим (температуру розведення, температуру зберігання в холодильнику);
- використовувати тільки дистильовану воду;
- зберігати середовища у відповідності з інструкцією;
- попередньо проводити нульове дослідження щодо активності середовища.

В бактеріологічній лабораторії забороняється:

- проведення робіт не пов'язаних з дослідженнями бактеріологічного складу води;
- проводити роботи, пов'язані з перегонкою, екстрагуванням, розтиранням шкідливих речовин та інше при несправній вентиляції;
- працювати без встановленого спеціального одягу і захисних пристосувань;
- присутність сторонніх осіб;
- вживання та приготування їжі;
- перебувати в хворобливому стані або стані алкогольного сп'яніння;
- приготування хімічних реактивів, які не використовуються при систематичних дослідженнях
- тримати вже досліджені проби на робочих столах.

В обов'язки лаборанта бактеріологічної лабораторії входить робота по відбору і приготування проб води з річки Інгул. При виконанні цієї роботи потрібно дотримуватись таких правил безпеки:

- пробу з річки до та після скидання очищеної води відбирати тільки в установлених місцях (площадках, містках);

- пробу води з мулових майданчиків та біоставків відбирати спеціальними пристосуваннями в присутності іншого працівника (водія машини або іншого лаборанта);

- проби відбираються у змінному взутті (гумових чоботях) в період осінь-весна;

- воду в місцях відбору проб не використовувати в особистих цілях.

Протягом робочого дня або після закінчення досліджень потрібно виконати такі вимоги:

- поставити бактеріологічний посуд, склянки з розчинами на призначене місце;

- посіяний матеріал розмістити в термостаті;

- виготовлені поживні середовища, розчини ставити в холодильник;

- робочі місця та руки протерти дезінфікуючим розчином;

- перевірити температурний режим термостатів, стерилізаторів, відключити вимірювальні прилади;

- волого-мильне прибирання приміщень проводити кожної доби.

Знезараження та утилізацію відпрацьованого матеріала (фільтри з кологніями бактерій, відпрацьовані поживні середовища ЕНДО, Касплера, агар тощо, забарвлюючі розчини, фільтри для механічних домішок, ватні або марлеві тампони) проводять у відповідності з діючою інструкцією. Спочатку відпрацьований матеріал у металевому контейнері знезаражують розчином формаліну або хлорним вапном, після витримання протягом 2 год, знезаражений матеріал піддають утилізації або поміщають у сміттєзбиральний контейнер. Так відбувається, коли не виявили патогенної мікрофлори.

Лаборант бактеріологічного відділення відбирає пробу не очищених стоків у приймальному відділенні очисних споруд. При цьому повинен дотримуватися таких правил безпеки:

- відбирати пробу тільки в установленному місці: на площадці, яка має металеву огорожу;
- знаходитися в спеціальному одязі і гумових перчатках;
- користуватись тільки спеціальним засобом для відбору проб;
- користуватись буюксом для транспортування проби;
- буюкс повинен бути щільно закритим.

В рамках реконструкції, яка розпочалась в 2019 році і продовжується зараз, заплановано осучаснення технології очищення стічних вод в розділі контролю та відбору проб. Після закінчення реконструкції на всіх технологічних процесах будуть встановлені автоматичні пристрої для відбору проб. Це значно покращить умови охорони праці для лаборантів бактеріологічної лабораторії.

Для гарантії пожежної безпеки в бактеріологічній лабораторії необхідно мати вуглекислотні вогнегасники та інші засоби для гасіння пожежі, а саме – ящик з піском, вода, плити азбестові та ін. Біля вогнегасників повинні бути вивішені правила користування ними. Вогнегасники повинні мати пломбу та бути справними. Забороняється використовувати воду для гасіння, коли загораються органічні розчинники, гас та електропроводка.

Так як очисні споруди велике за територією підприємство, то рух територією, відбір проб, огляд відстійників та іншого обладнання повинне відбуватись у відповідності з правилами техніки безпеки для цього підприємства.

ВИСНОВКИ

1. Огляд літературних даних дозволяє зробити узагальнюючий висновок: стічні води містять різноманітні неорганічні та органічні речовини, які є поживним середовищем для багатьох мікроорганізмів, в тому числі і патогенних. Механічні і біологічні процеси очищення не забезпечують знешкодження мікроорганізмів в очищеній воді, тому потрібне знезараження очищеної води після вторинних відстійників.

2. Для міських очисних споруд з досить великими об'ємами стоків доцільно запропонувати хімічний метод знезараження, основою якого є використання реагенту.

Пропонуємо в якості реагенту хімічну речовину – гіпохлорит натрію, перевагами якого є: сильна окислювальна дія, простота та зручність у застосуванні, достатня післядія, відсутність негативних наслідків для обслуговуючого персоналу, практично мінімальна токсична дія.

3. Оптимальною є концентрація розчину гіпохлорита натрію 3% при температурі води 20-25°C. Ці умови дозволяють вести процес знезараження до показника найменшого значення МАФAM куо/дм³ – $1,1 \cdot 10^6$ (показник загального мікробного числа), після чого чиста знезаражена вода скидається в природний об'єкт річку Інгул, що відповідає вимогам екологічної безпеки.

На випадок виникнення надзвичайної ситуації при очищенні стічних вод в якості реагенту для знезараження рекомендується використати хлорне вапно, яке є сильною бактерицидною речовиною. При концентрації суспензії, яка додається у воду для знезараження в 1%, значення МАФAM куо/дм³ нульове.

Міські очисні споруди є важливим природоохоронним підприємством регіону. За умови сучасної технології очищення, яка забезпечує екологічні нормативи підприємство гарантує екобезпеку кожного жителя. Зараз на міських очисних спорудах відбувається реконструкція з метою осучаснення технології очищення води з перспективою впровадження процесу знезараження, що сприятиме стабільній екологічній ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айрапетян Т.С. Технологія очистки стічних вод [Текст]: конспект лекцій / Т.С.Айрапетян. Харків: Харківський національний університет міського господарства О.М. Бекетова, 2021. – 120 с.
2. Апостолук С. О. Промислова екологія : навч. посіб. / Апостолук С. О., Джигирей В. С., Апостолук А. С.. – Київ : Знання, 2005. – 474 с.
3. Безпека екологічна // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. – С. 15.
4. Василенко І. А. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища: навчальний посібник / І. А. Василенко, М. І. Скиба, О. А. Півоваров, В. І. Воробйова. – Дніпро : Акцент ПП, 2017. – 204 с.
5. Гіроль М.М., Гіроль А.М., Гіроль А.М. Технології водовідведення промислових підприємств: Навчальний посібник. – Рівне: НУВПГ, 2013. – 625 с.
6. ДСТУ 8727:2017 Осад стічних вод. Підготування органо-мінеральної суміші з осаду стічних вод.
7. Дзюба І. М. [та ін.] / Сучасна енциклопедія України: НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. – Т. 24 : О. – 944 с. – ISBN 978-966-02-9960-3.
8. Дудник С. В. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування [Текст]: монографія / С. В. Дудник, М. Ю. Євтушенко. – Київ : Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. – 297 с.
9. Запольський А.К. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: навчальний посібник / А. К. Запольський та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
10. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води [Текст]: підручник: - К.: Вища школа, 2005. – 671 с.: іл.

- 11.Кот С.П. Санітарна мікробіологія [Текст]: методичні рекомендації до практичних занять та самостійної роботи студентів спеціальностей 8.18010001 «Якість, стандартизація та сертифікація». – Миколаїв, 2015. – 60 с.
- 12.Коваленко Н.І., Замазій Т.М. Санітарна мікробіологія [Текст] : методичні вказівки для студентів II-III курсів спеціальності «Медицина. Стоматологія» освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр». – Харків: ХНМУ, 2021. – 48 с.
- 13.Ковальчук В.А. Очистка стічних вод [Текст]: навчальний посібник. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. – 616 с.
- 14.Ковров О.С., Бучавий Ю.В. Очистка й знезараження стічних вод [Текст]: методичні рекомендації для студентів екологів. – Дніпропетровськ: НГУ, 2013. – 55 с.
- 15.Мацнев А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: навчальний посібник. – Рівне, 2000. – 504 с.
- 16.Остапчук Т.В., Рибак А.І. Система технологій: навчальний посібник. – К: ЦУЛ, 2003. – 888 с.
- 17.Олійник З.А., Росада М.О., Міхійєнкова А.І., Ніконова Н.О., Сурмашева О.В. «Мікробіологічний контроль води в Україні: сучасні проблеми нормативно-методичної документації «Вода і гігієна, екологія» [Текст] : стаття. – Київ; Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзаєва, 2017. – 10 с.
- 18.Про затвердження порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин [Текст]: Наказ 12.12.2018 №341 Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства.
- 19.Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення [Текст] : Закон України від 30.04.2014 №197

- 20.Проценко С.Б., Ковальчук В.А. Глосарій з моніторингу та охорони довкілля: навч. посібник/ С.Б. Проценко, В.А.Ковальчук. – Рівне, 2003. – 496 с.
- 21.Природоохоронні технології. Частина 2. Методи очищення стічних вод: навч. посіб. / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. –Вінниця : ВНТУ, 2014. – 258 с.
22. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня докт. техн. наук / Л. А. Саблій - К.. 2011. - 40 с.
- 23.Сорокіна К.Б. Процеси та обладнання для обробки осадів [Текст]: конспект лекцій. – Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова, 2017.
- 24.Смірнова О. Л., Лещенко С. А. Ресурсозберігаючі електрохімічні виробництва [Текст] : навчальний посібник/ О.Л.Смірнов. – Харків: В-во Іванченка. – 120 с.
- 25.Сучасні технології у промисловому виробництві Матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів. - Суми, 18–21 квітня 2017 року. Ч. 2 Сумський державний університет, 2017 «Очищення комунальних стічних вод від фосфатів»// Штанько Т. В., магістрант; Лазненко Д. О., доцент.
- 26.Технічний паспорт КОС м. Кіровограда, 2008 р.
- 27.Технічний паспорт очисних споруд КВКГ м. Кропивницький.
- 28.Хижняк, О. О. Знезаражування води для харчової промисловості // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2007. №.5 С. 129-135.
- 29.Чуб І.М. Мікробіологія і хімія води [Текст]: методичні рекомендації. – Харків: Харківський національний університет міського господарства О.М. Бекетова, 2017. – 95 с.
- 30.Шемшученко Ю. С. Безпека екологічна [Текст]: / Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол.: Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.]. – К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1998. – Т. 1 : А – Г. – 672 с. – ISBN 966-7492-00-X.

- 31.Шквірка О.М., Тимчук І.С., Мальований М.С. Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України НУ «Львівська політехніка» [Текст]// О.М.Шквірко та ін. – Львів: Науковий вісник НЛТУ України, 2019, т.29 №2, с. 84.
- 32.Шорокобокова В.П. Медична мікробіологія, вірусологія та імунологія [Текст]: підручник / В. П. Широбокова. – 2-е вид. – Вінниця Нова книга, 2011. – 952 с.
- 33.Mininni, G., Blanch, AR., Lucena, F. & Berselli, S. (2014). EU policy on sewage sludge utilization and perspectives on new approaches of sludge management. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(10), 7361–7374. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3132-0>
- 34.Petruk, V. H., Vasylykivskyi, I. V., Bezvoziuk, I. I., Petruk, R. V., & Turchyk, P. M. (2013). *Environmental technology. Methods of processing sewage sludge. (Part 3)*. Vinnytsia: VNTU, 324 p. [In Ukrainian]
- 35.The hybrid system successfully to consisting of activated sludge and biofilter process from hospital wastewater: ecotoxicological study / Pirsahab M., Mohamadisorkali H., Hossaini H., Hossini H., Makhdoumi P. // *J. Environ. Manage.* – 2020. – Vol.276. – Article No. 111098.
- 36.USML Step 1. Lecture notes. – New York, 2018. – 2568 p.
- 37.Murray P. R. *Manual of Clinical Microbiology*. 8th Ed / P. R. Murray, K. S. Rosenthal, M. A. Pfaller. – Washington: ASM Press, 2015. – 848 p.
- 38.Ananthanarayan. *Textbook of Microbiology*. 9th Ed. / Ananthanarayan, Paniker. – Orient Blackswan, 2013. – 657 p.
- 39.A. Ndabigengesere, K.S. Narasiah. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seeds, *Water Res.* 32, 1998. 781 p.;

ДОДАТКИ

