

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
професор _____ Вікторія ВОЛКОВА
«__» _____ 2023 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
освітній ступінь «Бакалавр»

на тему: «Реконструкція очисних споруд стічних вод лівобережної станції
аерації КП «Дніпроводоканал»

Виконав: здобувач(ка) вищої освіти групи ТЗНС-1-19
спеціальності - 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»
освітньої програми - «Технології захисту
навколишнього середовища»

Похиленко Н.А.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник _____
Макарова Т.К.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант:

з охорони праці _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
 Факультет господарської інженерії та екології
 Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
 Освітній ступінь «Бакалавр»
Спеціальність - «Технології захисту навколишнього середовища»
Освітня програма 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

З А Т В Е Р Д Ж У Ю:
 Зав. кафедрою цивільної інженерії,
 технологій будівництва і захисту довкілля
 _____ Вікторія ВОЛКОВА
 «_____» _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
 на кваліфікаційну роботу
Похиленку Назару Анатолійовичу

на тему: «Реконструкція очисних споруд стічних вод лівобережної станції
 аерації КП «Дніпроводоканал»

керівник роботи: Макарова Тетяна Костянтинівна, к.с-г.н, доц.
 (прізвище ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету №847 від «11» травня 2023 р.

1. Термін здачі студентом закінченої роботи «19» 06.2023 р.

2. Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали
ОВД.

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань що потрібно робити).
 Перелік графічного матеріалу (з точним значенням обов'язкових креслень): вступ. 1.
Стічні води комунальних підприємств та аналіз сучасних очисних споруд. 2. Природні
умови. 3. Характеристика об'єкту дослідження. 4. Технічні рішення. 5. Охорона праці.
Висновок.

4. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|--------------|-------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| 5 | | | |
| (№ розділу). | | | |

5. Дата видачі завдання «__» _____ 2023

Керівник роботи _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № пп | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітка |
|------|--|---|----------|
| 1. | Актуальність та аналіз літературних джерел з обраної тематики роботи | 19/05/2023 | |
| 2. | Природні умови району проведення дослідження | 26/05/2023 | |
| 3. | Характеристика об'єкту дослідження | 02/06/2023 | |
| 4. | Технічні рішення для споруд для механічної та біологічної очистки стічних вод, споруд для обробки накопиченого осаду | 12/06/2023 | |
| 5. | Охорона праці | 14/06/2023 | |
| 6. | Висновки | 16/06/2023 | |
| 7. | | | |
| 8. | | | |

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

(П)

Керівник роботи _____

(підпис)

(П)

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| 1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ОБРАНОЇ ТЕМАТИКИ РОБОТИ..... | 8 |
| 1.1 Аналітичний огляд існуючих методів очищення стічних вод..... | 8 |
| 1.2 Сучасний стан забруднення водних об'єктів різними галузями виробництва..... | 13 |
| 1.3 Методи та технології очищення стічних вод..... | 16 |
| 1.3.1 Механічні методи..... | 17 |
| 1.3.2 Біологічні методи..... | 18 |
| 1.3.3 Хімічні методи..... | 19 |
| 1.3.4 Фізико-хімічні методи..... | 20 |
| 2 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 23 |
| 2.1 Фізико-географічний опис Дніпропетровської області | 23 |
| 2.2 Клімат..... | 24 |
| 2.3 Геологічна будова і рельєф..... | 26 |
| 2.4 Ґрунти..... | 29 |
| 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 31 |
| 3.1 Історія КП «Дніпроводоканал»..... | 31 |
| 3.2 Показники ефективності КП «Дніпроводоканал»..... | 35 |
| 4 ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СПОРУД МЕХАНІЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД, СПОРУД ДЛЯ ОБРОБКИ НАКОПИЧЕНОГО ОСАДУ..... | 42 |
| 4.1 Розрахунок споруд механічної очистки стічних вод..... | 54 |
| 4.2 Розрахунок споруд біологічної очистки стічних вод..... | 56 |
| 4.3 Розрахунок споруд накопичення і обробки осадів..... | 59 |
| 5 ОХОРОНА ПРАЦІ..... | 62 |
| ВИСНОВКИ..... | 69 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕЛІЛ ПОСИЛАНЬ..... | 74 |

ВСТУП

У даний час проблема забруднення навколишнього середовища є однією з найбільш актуальних і значущих у світовій практиці. У зв'язку з цим, особлива увага приділяється питанням забезпечення екологічної безпеки у виробничій сфері, а також зниження впливу промислових і побутових відходів на навколишнє середовище.

Для підвищення якості очищення стоків актуальним є удосконалення установки біологічного очищення і конструкції очисних споруд.

Проблема інтенсифікації очищення виробничих стічних вод особливо важлива для нашого регіону. Дніпровський басейн в результаті прискореного процесу індустріалізації та урбанізації в останні десятиліття відчуває величезну антропогенне навантаження, яке стало причиною того, що природне середовище підійшло до рубежу незворотних змін.

В даній дипломній роботі розглядається аналіз стану і модернізація очисних споруд стічного водоканалу, який є одним з важливих елементів системи водоочищення.

Метою дипломної роботи є аналіз стану очисних споруд стічних вод та їх реконструкція. Загострення екологічної обстановки, пов'язано із забрудненням річки Дніпро, обумовлена наступними причинами:

- несанкціоновані скиди поверхневих і виробничих стоків підприємствами промзони в річку Дніпро,
- відсутність системи доочищення на очисних спорудах каналізації м.Дніпро,
- аварійні скиди стоків з насосних станцій та очисних споруд через несвоєчасне проведення реконструкції існуючої системи водовідведення

Об'єкт дослідження – очисні споруди стічних вод КП Дніпроводоканал. Предмет роботи – реконструкція систем механічної та біологічної очистки стічних вод лівобережної станції аерації.

Завдання дипломної роботи:

- актуальність та аналіз літературних джерел з обраної тематики роботи;
- природні умови району проведення дослідження;
- характеристика об'єкту дослідження;
- технічні рішення споруд для механічної та біологічної очистки стічних вод, споруд для обробки накопиченого осаду;
- охорона праці.

В роботі буде проведено аналіз стану існуючих очисних споруд, їх технічних характеристик, ефективність роботи та варіант реконструкції.

1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ОБРАНОЇ ТЕМАТИКИ РОБОТИ

1.1 Аналітичний огляд існуючих методів очищення стічних вод

Методи що існують для очищення стічних вод розділяються на шість провідних груп: механічні, хімічні, фізичні, фізико-механічні, фізико-хімічні та біологічні. Використання різних методів та схем очистки залежить від якості, стану, складу та виду забруднення.

При механічному очищенні відбувається відстоювання у резервуарах, відділенні та утилізації нерозчинних домішок і фільтрації через піщані фільтри або спеціальні фільтри. У цьому процесі очищена вода змішується і усереднюється з вихідною забрудненою водою, знижуючи концентрацію домішок до певного стандарту, що дозволяє скидати її у каналізаційну мережу чи водойми [54].

Фізичні методи полягають у випаровуванні з подальшою метою отримання розчинних у воді речовин в кристалічному стані з їх наступним використанням; обробка магнітним полем, що зменшує утворення нерозчинних осадів, сприяє їх розрихленню. Фізико-механічні методи ґрунтуються на використанні механічних пристроїв, що діють на законах фізики: зворотний осмос, гіперфільтрація або флоатація, ультрафільтрація, електродіаліз.

Метод флоатації використовує різну здатність частинок прилипати до поверхні розділу двох фаз - води і повітря, а також води і твердих речовин (наприклад, нерозчинних частинок). Повітря пропускається через воду у вигляді дрібних бульбашок, а усі тверді включення, нафта й жири налипають

до поверхні повітря і підіймаються наверх, де їх збирають за допомогою спеціального обладнання [54].

Ультрафільтрація полягає в проштовхуванні розчину під відносно низьким тиском і розділенні його через мембрану з порами, через які можуть переміщатися дрібні молекули, такі як вода та іони солей, але не можуть проходити великі молекули, такі як полімери та колоїди. Мембрани виготовляються з ефірів целюлози або поліамідів різної форми (листові або циліндричні).

Метод електродіалізу використовує спеціальну мембрану, підключену до постійного струму, як електрод для перенесення солей. Солі накопичуються з одного боку мембрани, а демінералізована вода - з іншого. Мембрана виготовлена з іонообмінних полімерів (аніоніту та катіоніту), які можуть вибірково поглинати іони металів (катіони) та аніони (залишки кислот). Електричний струм підсилює процес міграції через мембрану [54].

Хімічні методи, на відміну від вищезазначених, ґрунтуються на зміні хімічного складу речовин, зокрема перетворенні водорозчинних сполук у газоподібні, нерозчинні, наприклад, осади, та відокремленні їх для подальшого використання або утилізації. Ці методи є дорогими та економічно недоцільними, оскільки потребують великої кількості хімічних речовин [54].

Найбільш ефективні сучасні методи включають коагуляцію, агломерацію, екстракцію, іонний обмін, сорбцію, абсорбцію, адсорбцію та хемосорбцію.

Флокуляція - це процес злипання дрібних частинок забруднювача з більшими частинками під впливом флокулянта - речовини, що викликає цей процес (солі алюмінію, заліза, кальцію, магнію, цинку, вуглекислий газ). Цей процес залежить від знаку та розміру заряду частинок забруднювача. Електрокоагуляція здійснюється шляхом поміщення води в спеціальний контейнер, обладнаний електродами, і пропускання через нього води з розрахованою швидкістю. Коагуляція відбувається під впливом гідроксиду

заліза, що утворюється на електродах під дією електричного струму. Це дуже економічний і ефективний метод розділення жирів і нафтопродуктів. Коагуляція - процес, схожий на коагуляцію, але відбувається під впливом молекул відносно великого розміру (кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні полімери (поліакриламід, поліоксиетилен, поліетиленамін) [54].

Здатності пористих речовин речовини (глина, активоване вугілля, кокс, деревне вугілля й торф) поглинати іншу речовину (газ або рідину) через свої пори називається сорбцею. Кількість і розмір пор визначають ефективність сорбції.

Абсорбція - поглинання небезпечної речовини своєю масою речовини, що є абсорбентом без суттєвих хімічних змін. Поглинання небезпечних речовин поверхнею адсорбенту - коли обидві речовини поглинаються лише молекулярними силами поверхонь взаємодіючих речовин без хімічного обміну.

Хемосорбція - це процес поглинання забруднювачів шляхом хімічних перетворень. Всі види сорбції відбуваються в спеціальних пристроях колонного типу, заповнених сорбентами [54].

Екстракція - це видалення органічних токсичних речовин, таких як фенол, зі стічних вод за допомогою екстрагента - речовини, яка витягує (розчиняє) шкідливі домішки. Реагент повинен бути водорозчинним, нетоксичним, пожежо- та вибухонебезпечним, мати щільність, відмінну від щільності води, бути здатним до регенерації та вивільнення абсорбованих речовин при нагріванні тощо.

Іонний обмін заснований на іонообмінних смолах, здатності полімерів адсорбувати катіони та аніони з розчину. Він широко використовується на теплових електростанціях і котельнях для зменшення жорсткості води (мекв л), спричиненої концентрацією іонів важких металів, таких як кальцій, магній, залізо і цинк. У гальванічній промисловості

використовується для поглинання заліза, цинку, кадмію, срібла, золота та інших іонів важких металів зі стічних вод [54].

Методи біологічної очистки використовують відповідні спеціальних видів або штамів мікроорганізмів, суворо спеціалізованих на поглинанні певних речовин, наприклад, неорганічних речовин, таких як важкі метали, або органічних речовин, таких як нафтопродукти. Процес здійснюється в спеціалізованих місцях, таких як аеротенки, біотенки та фільтраційні установки, з використанням аеробних мікроорганізмів у присутності повітря або анаеробних мікроорганізмів за відсутності повітря [54].

Тому існує багато вітчизняних й іноземних методів та засобів, які можуть очищати стічні води. Рішення про використання того чи іншого методу залежить від складу забруднюючих речовин у воді, їх подальшого використання та речовин, що виділяються. Оскільки вода стає такою ж дорогою, як продукти видобувної промисловості, тому необхідно повертати очищену воду в виробничий процес і знаходити способи замкнутого технічного процесу.

Велика різноманітність домішок стічних вод зумовлює необхідність застосування різних методів виділення або знешкодження домішок. Частина методів входить як складова частина в основну технологію уловлювання і переробки хімічних продуктів коксування і призначена для виділення у вигляді товарних продуктів ряду речовин з технологічних вод і поліпшення якості окремих складових загального стоку до подачі в систему фенольної каналізації [1].

Проблема очищення технологічних і стічних вод від смолистих речовин, масел є загальною для багатьох галузей промисловості. Методи очищення відомі і принципово однакові для стічних вод всіх виробництв: відстоювання, флотація, сорбція, фільтрація, екстракція, фугування та ін вибір методу залежить не тільки від вимог, що пред'являються до якості води, але і від природи смол і масел.

Повне очищення стічних вод відбувається за рахунок будівництва очисних систем, які забезпечують механічне та біологічне очищення.

Механічні очисні споруди очищають стічні води, видаляючи зі стічних вод великі завислі речовини, пісок, нафту та інші нерозчинні речовини шляхом пропускання стічних вод через сито з низькою вхідною швидкістю і даючи їм можливість відстоятися [3].

Механічні очисні споруди включають решітки, піскоуловлювачі для циркулярних стічних вод та первинні відстійники.

До складу біологічної очистки входять:

- аеротенки, які використовуються для біологічного окислення органічних речовин за допомогою активного мулу і продувається через стічну рідину повітря;
- вторинні відстійники, що необхідні для утримання осаду за аеротенками.

У біологічному очищенні виділяють наступні етапи.

На першому етапі, одразу після зеднання стічних вод та активного мулу, забруднюючі речовини адсорбуються та флокулюються (частинки, що містять органічні речовини, ростуть) на поверхні активного мулу. Адсорбція відбувається шляхом хімічної та біологічної адсорбції з використанням полісахаридного гелю активного мулу, оскільки один грам мулу має величезну площу поверхні – 100 м². Таким чином, на першому етапі очищення відбувається видалення забруднюючих речовин зі стічних вод шляхом механічного вилучення їх з води активним мулом та ініціювання процесу біологічного окислення найбільш легкорозкладних органічних речовин. На першому етапі вміст органічних забруднень, що характеризуються БСК₅, знижується на 50-60% за 0,5-2,0 години [54].

На другому етапі продовжується біосорбція забруднюючих речовин і відбувається їх активне окислення зовнішніми ферментами (ферментами, що виділяються з активного мулу в навколишнє середовище). Активність мулу

починає покращуватися в міру зменшення концентрації забруднюючих речовин. Ця фаза триває від 2 до 4 годин.

На третьому етапі очищення відбувається (внутрішньоклітинне) окислення речовин, що забруднюються ендоферментами, додавання сполук, які важко окислюються, перетворення азоту амонійних солей в нітрити і нітрати та регенерація активного мулу. На цій стадії (стадія внутрішньоклітинного живлення активного мулу) відбувається утворення полісахаридних гелів, що виділяються бактеріальними клітинами. Тривалість третьої стадії становить 4-6 годин для очищення побутових стічних вод і може бути збільшена до 15 годин для стічних вод зі складним промисловим складом [5].

1.2 Сучасний стан забруднення водних об'єктів різними галузями виробництва

Стічна вода - це вода, яка була використана з певною метою і зазнала впливу інших домішок (забруднювачів), змінивши свій початковий хімічний склад і фізичні властивості [5].

Стічні води можна розділити на три основні категорії залежно від джерела, типу та якісних характеристик домішок: побутові (господарсько-побутові), промислові (промислові) та атмосферні або дощові.

Склад і характеристики води та водних об'єктів слід контролювати на відстані 1 км вище за течією від найближчої точки водокористування нижче за течією (наприклад, побутове водокористування, купання, організований відпочинок, населені пункти) і на відстані 1 км в обидва боки від точки водокористування для непроточних водойм і водосховищ.

Забороняється скидати стічні води, що містять інфекційні речовини, у водні об'єкти. Стічні води, що несуть ризик виникнення епідемічних

захворювань, можуть бути скинуті у водні ресурси тільки після відповідного очищення та знезараження.

Забороняється скидання осадів або концентрованих кубових залишків від очищення стічних вод, що містять радіонукліди або інші технічні та побутові відходи, на поверхню льоду та у водні об'єкти водозбірного басейну.

Скидання стічних вод у водні об'єкти в межах населених пунктів забороняється [3].

Точка скидання стічних вод повинна бути розташована нижче за течією від межі населеного пункту та всіх точок водокористування мешканців, з урахуванням можливості зворотного потоку в разі зустрічного вітру.

Скидання стічних вод з існуючих каналізаційних мереж у водні об'єкти в межах населених пунктів дозволяється лише у виняткових випадках за наявності відповідного техніко-економічного обґрунтування, погодженого з Державною санітарною інспекцією. У таких випадках до стічних вод застосовуються нормативні вимоги, встановлені для складу та якості води у водному об'єкті.

Умови скиду у водні об'єкти визначаються з урахуванням наступних моментів а) ступеня витіснення та потенціалу розбавлення стічних вод водою водного об'єкта на ділянці від місця скиду до розрахункового (контрольованого) випуску в точці, найближчій до місця господарсько-питного та культурно-побутового водокористування населення; б) фонові якості водного об'єкта вище місця скиду, врахованої за даними аналізів, проведених більше двох років тому; якщо між аналізованою точкою та найближчим місцем водокористування здійснюються інші скиди стічних вод, за фоновий рівень забруднення води водного об'єкта приймається рівень забруднення води цього водного об'єкта з урахуванням внеску цих скидів стічних вод; в) нормативів якості води водних об'єктів (ГДК) [10].

Значну екологічну небезпеку становить забруднення поверхневих вод органічними речовинами зі стоків харчових виробництв. Ці речовини,

потрапляючи у водойми, спричиняють розвиток у них процесів гниття, зараження хвороботворними бактеріями, цвітіння води, негативно впливають на фауну та флору [6].

Останніми десятиліттями забруднення водойм на всій планеті набуло катастрофічного характеру. Істотну роль у забрудненні гідросфери відіграють підприємства переробної промисловості. Унаслідок цього поверхневі водні джерела стають усе більше забрудненими, використання з них води для промислових, теплоенергетичних, побутових та інших потреб зумовлює необхідність в усе більш складному і витратному очищенні [7].

Скидання стічних вод у водойми швидко виснажує запаси кисню, що спричиняє загибель гідробіонтів [10]. Стічні води підприємств харчової промисловості утворюються під час миття сировини, устаткування, виробничих приміщень, а також після використання води і пари в технологічних процесах. Утворені стічні води містять агрегативно-стійкі колоїди, до складу яких входять тваринні і рослинні жири, білки, крохмаль, цукор, а також солі, вуглеводи, барвники, згущувачі, консерванти [11].

У стічних водах та стоках забруднювачі з овочепереробних підприємств включають частинки ґрунту, м'якоть та шкірку, плісняву, плісняві грибки та інші відходи виробництва. Стічні води з однієї і тієї ж сировини можуть сильно відрізнятися [13]. Залежно від типу сировини, що обробляється, та методу обробки, склад стічних вод може сильно відрізнятися [14].

Кількість, склад і концентрація забруднень стічних вод підприємств овочепереробної промисловості залежить від безлічі чинників, а саме: виду продукції, що випускається, наявності систем оборотного водопостачання, технологічних особливостей, конструкцій апаратів тощо [15].

1.3 Методи та технології очищення стічних вод

В Україні налічується понад 2,8 тис. очисних споруд, які самостійно скидають стічні води у водні об'єкти. З них 60% - біологічні очисні споруди, 35% - механічні очисні споруди та 5% - фізико-хімічні очисні споруди. Понад 300 міст мають повністю біологічні очисні споруди [14, 16].

Методи і технології очищення стічних вод харчової промисловості
Очищення стічних вод - це обробка стічних вод з метою руйнування або видалення шкідливих речовин, що містяться в них, це може бути здійснено механічними, хімічними, фізико-хімічними та біологічними методами, що застосовуються в комплексі для досягнення високої якості очищення. У кожному конкретному випадку застосування того чи іншого методу визначається характером виробничого процесу, ступенем небезпеки забруднення і складом забруднення [17, 18].

Очищення стічних вод може здійснюватися різними методами, що призводить до різної ефективності очищення. Всі методи очищення стічних вод, які використовуються в даний час, можна розділити на механічні, фізичні/хімічні, хімічні та біологічні (біохімічні).

Крім того, знезараження стічних вод проводиться для видалення бактеріального забруднення [19]. Залежно від місця скидання (рибогосподарські водойми) використовуються різні схеми очищення стічних вод [20, 21].

1.3.1 Механічні методи

Механічне очищення застосовується для стічних вод, що містять зважені, плаваючі або грубі мулисті тверді речовини та нерозчинні забруднювачі в рідкій формі. Традиційна механічна очистка використовується для видалення зі стічних вод переважно мінеральних забруднювачів [22].

Механічні методи очищення стічних вод (відстоювання, фільтрація, гідроциклонування) спрямовані на вилучення лише нерозчинних домішок. Недоліки таких підходів – слабкий вплив на відхилення показників якості води, які викликані розчинними забруднювачами (корегування рН, зміна сольового складу), та наявність елементів, які забиваються і потребують відновлення властивостей (фільтри) [23]. Кращий ефект механічного очищення стічних вод досягається шляхом інтенсифікації гравітаційного відстоювання – преаерацією, біокоагуляцією, використанням хімічного підсилення процесів агрегатоутворення завдяки використанню коагулянтів і флокулянтів, висвітленням у підвішеному шарі (відстійники-освітлювачі) або в тонкому шарі (тонкошарові відстійники), а також за допомогою гідроциклонів [24, 25].

1.3.2 Біологічні методи

Зазвичай біологічний метод передбачає очищення у штучних або природних умовах із метою зниження показників забруднення за такими лімітуючими показниками, як: біохімічне споживання кисню, азот амонійний, нітрити, нітрати, фосфор.

Процеси біологічного очищення пов'язані з деструкцією органічних і синтетичних речовин унаслідок взаємодії із групою мікроорганізмів, тобто полягають в окисленні мікроорганізмами органічних речовин, що містяться у стічних водах у вигляді дрібних суспензій, колоїдів та розчинів.

Споруди, що використовуються для біологічного очищення стічних вод, можна розділити на дві групи. Першу групу складають споруди, де біологічне очищення відбувається в умовах, наближених до природних (зони розчинення, зони фільтрації, ставки біологічного очищення). У другій групі споруд очищення відбувається в штучних умовах (біологічні фільтри, аеротенки). У першій групі станцій стічні води очищаються дуже вільно, оскільки очищена біологічна вода постачає кисень у ґрунт і воду та активує мікроорганізми-мінеральні компоненти, які окислюють органічні забруднення.

У спорудах другої групи у штучно створених умовах процеси очищення стічних вод протікають значно інтенсивніше [26]. Для досягнення кращого результату вказані методи комбінуються. Сучасні системи очистки води є багатоступеневими, у кожній їхній ланці застосовують послідовно різні методи очищення води від забруднень [27].

Аеробне очищення, застосоване для харчових підприємств, забезпечує високий ступінь очищення стічної води, яка характеризується невисоким (до 2000 мг л) значенням ХСК. Для більш концентрованих за ХСК стічних вод

використовують комбінацію анаеробних методів (метанового бродіння) з доочищенням аеробними методами [3].

1.3.3 Хімічні методи

Хімічні методи очищення ґрунтуються на нейтралізації стічних вод за допомогою реагентів; окисленні (відновленні) забруднювачів до нешкідливих або малотоксичних речовин; або перетворенні забруднювачів у нерозчинні у воді компоненти. Традиційні хімічні методи передбачають додавання до стічних вод різних хімічних речовин (кислот, лугів, хлору та інших сильних окислювачів), які вступають у реакцію із забруднювачами, спричиняючи їх окислення або випадання у вигляді нерозчинних осадів.

Хімічним очищенням досягається зменшення нерозчинних домішок до 95% і розчинних до 25% [28, 29]. До цих методів можна віднести також процеси електрохімічного окислення домішок на аноді і катодного відновлення цінних речовин, що містяться в стічних водах [30].

В Україні для знезараження стічних вод від патогенних мікроорганізмів найбільш поширений метод оброблення стічних вод хлором, але європейські країни все частіше відмовляються від нього, віддаючи перевагу обробці озоном, ультрафіолетом, ультразвуком та комбінованими методам. Сьогодні практично остаточно відмовилися від застосування хлору в Німеччині, Великобританії та Сполучених Штатах Америки [31, 32].

Хлорвміщуючі реагенти мають низку істотних недоліків [33]. Взаємодія хлору з органічними речовинами, що містяться у стічних водах, призводить до утворення хлороформу (клас небезпеки 2), чотирихлористого вуглецю (клас небезпеки 2), бромдихлорметану (клас небезпеки 2), дибромхлорметану (клас небезпеки 3), бензопірену, які мають мутагенні та канцерогенні властивості. Літературні дані свідчать про те, що гігієнічних

критеріїв ефективності процесу (дози активного хлору 3–5 мг дм³, експозиція 30 хвилин і залишковий активний хлор 1,5 мг дм³), регламентованих СНіП 2.03.04–85 [34], у деяких випадках недостатньо для надійного знезаражування стічних вод від кишкових бактерій і вірусів. Використання із цією метою підвищених доз активного хлору є небажаним.

Цей метод також пов'язаний з необхідністю дотримання правил безпеки під час зберігання, транспортування та застосування хлору [32].

1.3.4 Фізико-хімічні методи

Фізико-хімічні методи очищення води використовують для знезараження рідини та ліквідації органічних частинок, що утворюють дрібнодисперсні та колоїдні маси в каналізаційних системах, використовуються для видалення тонкодисперсних, розчинених неорганічних і органічних речовин.

Вони ґрунтуються на фільтрації, гіперфільтрації, агрегатоутворенні та деструкції, що дозволяє позбутися небажаних іонів і кислот. Найбільш поширені сучасні методи очищення стічних вод, що належать до даної категорії: електрокоагуляція, електроліз, флокуляція, іонообмінний метод, коагуляція, сорбція [35].

Серед фізико-хімічних методів поширене очищення стічних вод із використанням коагулянтів і флокулянтів [36, 37, 38, 39]. Флокуляція та коагуляція викликають взаємодію хімічних елементів із колоїдними та дрібнодисперсними домішками. Вони вступають у реакцію, після чого у воді з'являються пластівці, які механічно видаляються або відфільтровуються [27].

Методи очищення промислових стічних вод з використанням коагулянтів і флокулянтів можуть видаляти до 97-98% колоїдних і

високодисперсних домішок зі стічних вод і є одними з найефективніших методів на сьогодні [40, 41, 42, 43]. Хоча терміни «флокуляція» і «коагуляція» часто використовуються як взаємозамінні, їх варто розглядати як два різні механізми для отримання більш точної картини процесів очищення і декарбонізації [44].

Фторхімікати (існує близько 800 різних фторхімікатів) можна розділити на три різні категорії: неіонні, аніонні та катіонні [45]. Неіонні флуорофори - це технічно чистий поліакриламід. Його отримують шляхом кополімеризації моноакриламиду та акрилатів. Аніонні флокулянти особливо корисні для створення дисперсійних систем, що містять негативно заряджені колоїдні частинки. Більшість органічних колоїдів мають негативний заряд.

Катіонні флокулянти – для оброблення дисперсних систем із позитивним зарядом. Неорганічні колоїди зазвичай мають позитивний заряд, наприклад, колоїдний гідроксид заліза. Механізм дії катіонних і аніонних флокулянтів полягає у фіксуванні дестабілізованих частинок (заряджених) і об'єднанні їх уздовж полімерного ланцюга [46]. Коагулянти дестабілізують колоїдну систему шляхом нейтралізації сил різної природи (заряд подвійного електронного шару), що забезпечують її стійкість, утворюючи агрегати у вигляді дрібних пластівців.

Флокулянти збільшують розмір пластівців, що утворюються під час флокуляції. Оскільки флокулянт утворює зв'язки між зв'язаними колоїдними частинками, утворюються великі пластівці, що легко руйнуються [47]. Тому процеси коагуляції та флокуляції часто комбінують.

Вибір схеми очищення стічних вод підприємства залежить від багатьох чинників: кількості стічних вод, які утворюються на підприємствах, можливості й економічності доцільності вилучення домішок зі стічних вод, вимог до якості очищеної води з метою використання її в системах повторного й оборотного водопостачання [48].

Замкнута система водопостачання, наприклад, на підприємствах переробки овочів та фруктів, являє собою хіміко-технологічний комплекс

(цех) із виробництва чистої води всередині підприємства. Це невід’ємна і одна з головних складових частин будь-якого безвідходного виробництва. Технологічні схеми обробки стічних вод у замкнутих системах водопостачання різноманітні і залежать від багатьох чинників: характеристик стічних вод, можливостей підприємства використовувати очищену воду того чи іншого складу, можливості утилізації концентратів на самому підприємстві або поруч розташованих тощо.

Технологічні схеми очищення промислових стічних вод різного складу включають наступні компоненти: відстоювання і осадження стічних вод, механічне очищення від крупного сміття; регенераційне (хімічне, фізико-хімічне, електрохімічне, біотехнологічне) очищення стічних вод з руйнуванням шкідливих домішок і виділенням шкідливих (агресивних) домішок у вигляді суспензій; агрегатоутворення (коагуляція, флокуляція) – для інтенсифікації процесу видалення суспензії зі стоку; освітлення (відстоювання) оброблених стічних вод у швидкісних (тонкошарових) відстійниках; доочистки (за потреби) освітленої води на зернистих фільтрах; знезараження води, а також зневоднення виделеної суспензії забруднюючих речовин та утилізації утворених осадів.

2 ПРИРОДНІ УМОВИ РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Фізико-географічний опис Дніпропетровської області

Дніпропетровська область (3192,3 тис. га, що дорівнює 5% від території України) нараховує до 3,6 млн. мешканців, що складає 7,5 % населення країни, при цьому 86 % - це населення міст. Вона є однією з найбільш розвинених в економічному відношенні областей України (40% від її загальної території знаходиться під промисловим використанням) [1].

Адміністративним центром Дніпропетровської області є м.Дніпро загальною площею 39,68 тис. га та населенням понад 1,2 млн.чол. [5].

Промисловий комплекс міста Дніпро налічує 159 підприємств різного профілю [5,6]. Наявність підприємств важкої промисловості, які мають у своєму складі фізично зношені та морально застарілі цехи та виробництва, значна концентрація автотранспорту обумовлює несприятливу екологічну ситуацію в містах, яка характеризується високим рівнем забруднення атмосферного повітря (загальне навантаження на 1 км² території м.Дніпропетровська складає 392,3 т викидів забруднюючих речовин, значною кількістю скиду недостатньо очищених стічних вод внаслідок перевантаження існуючих очисних споруд (при проектній потужності 90 тис. м³ добу очисні споруди працюють з перевантаженням у 1,75-1,8 рази), тощо [3,7].

Поєднання підприємств металургійної та хімічної промисловості дуже негативно впливає на стан навколишнього середовища, збільшує негативний ефект сумачії забруднюючих речовин, що тягне за собою характерний

негативний вплив на біологічне середовище міста та прилеглих до нього територій.

2.2 Клімат

Дніпропетровщина розташована в зоні помірних широт, де основним типом атмосферної циркуляції є переміщення вітрових мас із заходу на схід. Клімат помірно-континентальний посушливий, випаровування значно перевищує річну кількість опадів, коефіцієнт зволоження становить 0,6 на півночі та 0,3 на півдні [9,10].

З річної кількості опадів (400-500 мм) на холодний період припадає 10-25%, а на теплий 75-80%. Конкретніше, близько 519 мм опадів на рік припадає на територію м. Дніпро, 400 мм - м. Кам'янське [11, 12]. В цілому, опади протягом року визначаються циклонічною діяльністю. Циклони переміщуються з Атлантичного океану і Середземного моря та приносять до 80% середньорічної кількості опадів [8].

Середньорічна температура повітря 7-8°C, абсолютний максимум у липні (вище +40°C), а абсолютний мінімум у - січні (-38°C). Пересічна температура для Дніпропетровська та Дніпродзержинська у січні відповідно складає -6°C; -6,3°C; -5°C, а у липні +21,6°C; +21,1°C; +22°C [13, 6, 11]. Середньорічна температура холодного місяця (січня) на території ДОЗ складає -5,6°C. Найвища температура повітря спостерігається в липні. Річна амплітуда температур 27,3°C [8]. Сума ефективних температур 1200-1400.

Тривалість зими від 75 до 110 днів. Стійкий сніговий покрив утворюється рідко. З березня спостерігається стійке інтенсивне підвищення температури. У середньому за весну опадів випадає мало: у квітні-травні місячна кількість опадів складає не більш як 20-30 мм.

Літо гаряче, кількість днів на рік з температурою повітря вище 10°C сягає 130-140. Бездошовий період при цьому 81-100 днів. Для першої половини осені характерна мала кількість опадів і висока посушливість повітря. Друга половина осені характеризується підвищенням відносної вологості та зменшенням абсолютної вологості повітря .

Перша половина осені характеризується малою кількістю опадів і сухими вітрами. Друга половина осені характеризується підвищенням відносної вологості повітря та зміною абсолютної вологості вітру [10].

Вітри на досліджуваній території визначаються, з одного боку, рельєфом і характером підстилаючої місцевості, а з іншого - розподілом атмосферної циркуляції над нею.

Метеорологічні умови мають значний вплив на розсіювання і перенесення забруднюючих речовин і, таким чином, на ступінь забруднення у вітровому басейні. Найбільший вплив на забруднення повітря шкідливими домішками мають такі метеорологічні фактори: зворотність, сила та інтенсивність термічних інверсій у нижніх шарах атмосфери; висота змішаного шару; зворотність слабкого, спокійного та безвітряного вітру; тривалість туману.

Одним з найважливіших факторів, що впливають на розподіл забруднюючих речовин в атмосфері, є напрямок вітру. Особливо несприятливі умови створюються, коли слабкий вітер зберігається тривалий час і концентрується на великій території. У Дніпровському регіоні частка зворотних слабких вітрів (0-1 м с) становить 20-25%, а в басейнах річок може досягати 30-35%. Тривалість безперервних слабких вітрів досягає 1-5 днів на місяць. Повторюваність слабких вітрів дещо зростає взимку та влітку [15, 13].

Слабкі вітри та інверсії спричиняють накопичення атмосферних забруднювачів, які концентруються в туманних умовах. Туман спостерігається 35-75 днів на рік [13]. Зазвичай туманні умови виникають у холодну пору року. Туман впливає на вміст забруднюючих речовин у вітрі

складним чином. Краплі туману поглинають забруднюючі речовини. В результаті концентрація забруднювача в шарі туману значно зростає. Водночас, розчинення діоксиду сірки та оксиду азоту в краплях туману призводить до утворення більш токсичних сірчаної та азотної кислот [16].

Аналіз загальних кліматичних умов показує, що найбільший потенціал забруднення в Дніпровському регіоні спостерігається взимку, коли оборотність застійного шару перевищує 60%, а ємність та інтенсивність забруднення є найвищими. Сприятливі умови для накопичення забруднень виникають влітку, коли вітрова активність зменшується. В цілому, метеорологічні умови в Дніпропетровській області є відносно сприятливими для розсіювання забруднення. Весь регіон знаходиться в зоні помірного потенціалу забруднення повітря [5].

2.3 Геологічна будова і рельєф

Місто Дніпро розташоване у зоні стику Українського кристалічного масиву та Дніпровсько-Донецької западини. В геологічній будові правобережної частини міст беруть участь докембрійські кристалічні породи, відклади неогену та четвертинної системи. Докембрійські породи представлені здебільшого гнейсами, гранітогнейсами. Кристалічні породи перекриті продуктами їх вивітрювання палеозой-кайнозойського віку та представлені жорсткою та каолінами. Палеогеновий період представлений відкладами галківської свити (дрібнозернисті глинисті піски), полтавської свити (глинисті піски потужністю 5-25 м) та сарматської свити. Відклади залягають на четвертинних породах сучасної, верхньої та нижньої частин четвертинної системи, що формують долини, басейни та схили річки Дніпро [6].

У відповідності з геолого-структурними особливостями та гідрогеологічною специфікою окремих територій у межах Дніпровського регіону виділяють три основні гідрогеологічні регіони: Артезіанський басейн Дніпра, Басейн тріщинуватих підземних вод України та Артезіанський басейн Причорномор'я [2].

Живлення підземних вод здійснюється в основному за рахунок атмосферних опадів, а в заплавах в період паводків також за рахунок поверхневих вод [14].

Розташоване в межах міста Дніпро. Рівень ґрунтових вод у Дніпрі знаходиться між неогеновими поверхневими водами (неоднорідні піски, рідко вапняки), невизначеними еоцен-олігоценовими та неогеновими відкладами (неоднорідні піски, іноді пісковики та вапняки), зумовленими тріщинуватими докембрійськими кристалічними породами та продуктами їх вивітрювання (граніти, гнейси, сланці, пісковики та деревина). Захищені та незахищені води.

Водоносні горизонти в неогенових відкладах переважно представлені піском. Вони не потужні і часто перериваються глиною, але постійної перерви між окремими шарами або пластами немає. Потужність водоносних відкладів коливається від кількох метрів до 20 метрів. Негенетичні осадові води здебільшого безнапірні, а рівень води коливається від кількох метрів до 70 метрів. Доступність води, як правило, низька. Вони, в основному, гідрокарбонатно сульфатні, сульфато-гідрокарбонатні, сульфатно-хлоридні з вмістом різних катіонів, з мінералізацією 1,5-3 г л.

Водоносні зони тріщинуватості, як правило, мають невелику та вкрай нерівномірну водоносність. Переважають води хлоридно-сульфатні магнієво-кальцієво-натрієві, сульфатні магнієво-кальцієві з мінералізацією 1-3 г л [6].

Долинам річок Дніпра та Самари притаманний алювіальний водоносний горизонт. Водомісткі породи представлені різнозернистими пісками, які перешаровуються з глинами та суглинками, з включеннями гальки, гравія і крупно уламкового матеріалу. Потужність водоносного

алювія в долині р. Дніпро складає 25-40 м і ґрунтові води його використовуються для господарчо-питного водопостачання міст Дніпро та Кам'янське [18].

Живлення алювіального горизонту зумовлено фільтрацією атмосферних опадів, паводкових вод та підтіканням підземних вод з більш глибоких водоносних горизонтів. Областю розвантаження є р. Дніпро та Самара. По хімічному складу води цього горизонту прісні, гідрокарбонатно - кальцієві [12,8].

За даними дослідження багаторічний вплив антропогенної діяльності на території Дніпропетровській області виявив негативне діяння на якість підземних вод.

Головною водною артерією міста Дніпро є р.Дніпро. Вона є основним джерелом водних ресурсів і головною водною транспортною артерією для цих міст. Позначка витоку Дніпра 252 м, падіння - 0,11 м км. Довжина та площа всього басейну 2285 км та 503500 км², а в межах області - 261 км та 31923 км²[2]. Живлення Дніпра мішане. Частка снігового живлення 85-90%, підземного 10-15%, дощового майже немає.

Водний режим Дніпра визначається добре вираженою весняною повінню, низькою літньою меженню (з періодичними дощовими паводками), регулярними осінніми паводками і зимовою меженню. Мінералізація води у Дніпрі середня (190-387 мг/л). Іонний склад представлений переважно HCO_3^- і Ca^{2+} . Вміст Cl^- дуже незначний. Вода м'яка. Максимальна швидкість течії спостерігається у весняні місяці і дорівнює 0,7 м с [23].

Основна водна екосистема Дніпропетровської області (р. Дніпро) відчуває значний антропогенний тиск з аграрно-промисловим порушенням природної рівноваги. За даними Госуправління екологічної безпеки основними забруднюючими речовинами є нітрити, азот амонійний, біогенні сполуки, органічні речовини, важкі метали, нафтопродукти і феноли.

До найбільш великих забруднювачів акваторії Дніпра слід віднести ВАТ «ДніпроАзот» - 9,1 млн.м³забруднених стічних вод, ВАТ

«Металургійний завод ім. Дзержинського» - 105 млн.м³, ВАТ «Дніпропетровський металургійний завод ім. Петровського» - 87,8 млн. м³, ПУВКХ міст Дніпро та Кам'янське - 196,9 та 36,4 млн. м³ відповідно [24].

2.4 Ґрунти

Більш 80% загальної площі Дніпропетровської області займають чорноземи різних типів. У міру просування з півночі на південь області звичайні малогумусні потужні переходять на початку в середньопотужні, а потім в малопотужні, останні - у чорноземи південні. У цьому ж напрямку змінюється і кількість опадів.

Найбільш поширеною генетичною групою ґрунтів у Дніпропетровській області є чорноземи звичайні, які займають широкі вирівняні вододільні плато та прилеглі до них схили у північній, центральній та частково південній частинах області, утворюючи на великих масивах відносно однорідний ґрунтовий покрив. Сформувались вони на лесах та лесових суглинках під різнотравно-типчакково-ковиловою рослинністю за умовами непромивного (південна та центральна частини) та періодично (спорадично) промивного водного режиму (у північній частині області, а також на зрошуваних ґрунтах).

У результаті цього у чорноземів сформувалась водоміцна структура, що є одним з агрономічно цінних властивостей цих ґрунтів. Завдяки своїй високій родючості чорноземи максимально зорані та широко використовуються в сільському господарстві [18].

Природні міські ґрунти зберігаються лише на територіях, не зайнятих антропогенною діяльністю (ліси, штучні насадження, віддалені та незатребувані території - схили долин, ділянки в заплавах Дніпра тощо, заплави Дніпра, які регулярно розливаються, глибокі ущелини тощо).

На відміну від переважаючих характеристик ґрунтів досліджуваної території, ґрунти в промислових зонах зазнають негативного впливу промислових та автомобільних викидів. Внаслідок цього багато поживних речовин переходять з доступних форм у менш доступні для рослин сполуки, знижується насиченість пасовищ, змінюються коефіцієнти перетворення органічної речовини, порушується співвідношення мінеральних поживних речовин, змінюється реакція ґрунтового розчину та зменшується буферна здатність ґрунту.

При цьому ґрунти швидко висихають, погіршується їх структура, змінюється утримання кальцію, збільшується поглинання магнію, втрачаються нітрати кальцію та азоту. Зниження родючості ґрунтів та погіршення пестицидних властивостей органічними та неорганічними забруднювачами довкілля, якщо воно триває тривалий час, призводить до формування "промислового опіку", який характеризується деградованим ґрунтовим покривом, сповзанням і перемішуванням шарів ґрунту та відсутністю рослинності внаслідок різноманітної діяльності людини [28].

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Історія КП «Дніпроводоканал»

КП «Дніпроводоканал» - це комунальне підприємство, яке займається забезпеченням населення Дніпра та прилеглих районів якісною питною водою та каналізаційними послугами. Історія цієї організації починається з 1927 року, коли була створена Комунальна водоканальна служба.

Задача КП «Дніпроводоканал» полягає в постійному наданні жителям й різним підприємствам м. Дніпро послуги з централізованої водоподачі та каналізаційного водовідведення.

Щоб досягти своєї головної мети, компанія повинна щодня вирішувати безліч завдань. Без цього технічний ланцюг створення та надання послуг споживачам не пропрацює 24 години без перерви.

Діяльність підприємства включає в себе:

- технічне обслуговування й ремонт водопровідної мережі та усунення забруднення мереж водовідведення;
- щоденний моніторинг роботи станції водопідготовки та станції з очистки стічних вод;
- аварійний ремонт та управління інженерними системами на підвищувальних НС та станціях перекачки стічних вод. Оптимізація і покращення експлуатаційного функціонування;
- послідовна заміна та модернізація мереж систем водопростачання й водовідведення та розташованного обладнання на системах;
- впровадження енергозберігальних заходів.

У 1932 році було розпочато будівництво першої водоочисної станції, яка була запущена в 1936 році і забезпечила місто питною водою. У 1952 році була побудована перша каналізаційна станція, яка забезпечила очищення стічних вод міста.

У 1965 році Комунальна водоканальна служба була перейменована в комунальне виробниче об'єднання «Дніпроводоканал», а в 1998 році воно було реорганізовано в КП «Дніпроводоканал».

Централізованим водопостачанням охоплювалися вулиці, на яких переважно мешкали заможні дворяни і купці – Потьомкінська (нині вул. Сергія Єфремова), Новодворянська (Володимира Вернадського), Семінарська (Володимира Мосаковського), Первозванівська (Короленко) і провулок Струковський (Євгена Коновальця). Випереджаючи події, зазначимо, що з 1902 року водопровід продовжили до Земської лікарні (імені Мечникова), а також до площі і вулиці Дворцової (плаща Шевченко, вулиця 8 Березня).

До 1897 року населення сягнуло 121 000 осіб. Тому виникала необхідність побудувати більш потужну систему водопостачання з використанням нових технологій. Тим більше, що розташування першого водозабору в нижній частині міста було зовсім невдалим.

Через такі умови неможливо було належним чином очистити воду, і міська управа отримувала постійні скарги на каламутність, колір і специфічний запах рідини, що тече з кранів.

Спеціально створена комісія дійшла висновку, що пропускна спроможність першого водопроводу вичерпана і його необхідно терміново розширювати. Вивчивши поточний стан і роботу водопроводу, комісія доручила інженерам І.Н. Вуноровському, С.І. Міхіну, В.І. Стульчинському та І.Я. Езау підготувати технічне завдання на проектування нового водогону потужністю 1500 м³ добу. Рішення прийнято.

Проект ухвалено й подано на розгляд до Міністерства внутрішніх справ у березні 1904 р., а у листопаді 1904 р. проект остаточно затвердили.

У квітні 1905 року було оголошено тендер на виконання робіт, в якому взяли участь 12 компаній; контракт, підписаний між підрядником і міською радою у квітні 1906 року, визначив кінцевий термін (1 травня 1908 року) будівництва нового Кайдацького водогону.

У січні 1909 р. мережа була введена в експлуатацію. Водопровідна мережа мала сучасну, на ті часи, технологію оцистки води.

Система оцистки стічної води представляла собою американський фільтр після нього - двоступеневий щебінево-піщаний англійський фільтр, далі вода остаточно очищалась. Також була влаштована котельня висотою 52 м, що забезпечувала роботу парових машин I і II підйомів.

Для забезпечення роботи мережі прокладено дві чавунні водопровідні труби діаметром 450 мм, що експлуатуються донині.

Після революції парову систему було замінено електричною. Насосна станція використовується і сьогодні. Вона є прикладом унікальної технології, коли насоси першого і другого підйому та обладнання для промивання фільтрів розташовані в одному приміщенні.

Резервуар чистої води об'ємом 3000 м³ з британськими фільтрами, який 1930 року було розширено до 11000 м³, також все ще перебуває в експлуатації.

У результаті експлуатації комплексу протяжність водопровідної мережі збільшилася до 102 км.

Продуктивність на той час становила – 5,6 тис. м³ добу, проти 10 м³ добу в 1869 році тієї ж Кайдацької насосно-фільтрувальної станції

У результаті щоденне споживання води на одного мешканця досягло 27 літрів, а рівень життя громадян значно підвищився.

На підвір'ї Казанського водосховища було збудовано додаткові насосні станції для подачі води на піднесені ділянки міста (нині насосна станція № 3, трамвайний тупик № 4) і збудовано водонапірну башту (нині ресторан "Стара Вежа").

Станція була обладнана електричними насосами і була безпосередньо пов'язана з КНФС, баштою і конторою міською водопроводу на Червоній вулиці. Тут досі збереглися старі будівлі, зокрема двоповерхова будівля міського водопроводу, колишня стайня і торгова точка, де можна було купити воду за півтори копійки відро.

Станом на 1915 рік в місті налічувалося 3 519 абонентів водопроводу, 232 гідранти і загальна водопровідна мережа протяжністю 53 версти і 411,7 погонних сажнів.

Катеринослав був одним із перших, де було встановлено систему водовідведення.

На березі Дніпра, неподалік від нинішнього готелю "Дніпропетровськ", було споруджено невелику дослідну станцію для біологічного очищення стічних вод із продуктивністю 500 м³ добу. Однак каналізаційна мережа була розвинена тільки в центральній частині міста, і до 1917 року її протяжність становила менше 25 км.

Централізовані системи водовідведення було встановлено на вулиці Потьомкінській (Сергія Єфремова), Новодворянській (Володимира Вернадського), Петроградській (Ярослава Мудрого), Семінарській (Володимира Мосаковського), Катерининському проспекті (Дмитра Яворницького), та багатьох інших вулицях.

3.2 Показники ефективності КП «Дніпроводоканал»

Функціонування КП «Дніпроводоканал» полягає у створення господарської діяльності задля економічної вигоди і соціальних результатів, з метою отримання прибутку. Господарська діяльність КП «Дніпроводоканал» за діючим Статутом для реалізації зазначеної мети є надання послуг централізованого водопостачання та централізованого водовідведення відповідної якості.

Одним із ключових показників ефективності КП «Дніпроводоканал» є забезпечення належного рівня якості послуг, які надаються споживачам міста Дніпро із дотриманням відповідних технологій.

Очисні споруди водопостачання працюють на підставі Технологічних регламентів, які мають Висновки державної санітарно-епідеміологічної експертизи. Забір води відбувається з річки Дніпро. Технологія очищення двоступенева: відстоювання та фільтрування. Знезараження рідким хлором. На станціях зроблено стратегічний запас реагентів для очищення води. Постачання реагентів здійснюється відповідно графіків за укладеними договорами.

Вода є питною для постачання споживачам та відповідає вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» На підставі п.4.4 ДСанПіН виробничий контроль безпечності та якості питної води здійснюється за повною, скороченою та скороченою програмами регулярного контролю. Лабораторний контроль якості води р. Дніпро, питної та у розподільній мережі міста проводиться відомчими лабораторіями насосно-фільтрувальних станцій — на насосно – фільтрувальних станціях щогодини, а на водопровідних насосних станціях та в розподільчій мережі щодня.

Питна вода у розподільній мережі м.Дніпро контролюється у 50 контрольних точках, погоджених з Головним управлінням Держпродспожив служби у Дніпропетровській області. Згідно до п.4.13 ДСанПіН 2.2.4-171-10 контроль якості питної води у розподільній мережі проводиться за мікробіологічними та органолептичними показниками. Інформація про якість питної води щомісяця надається до Головного управління Держпродспоживслужби у Дніпропетровській області та органів місцевого самоврядування.

Водночас, важливим показником ефективності КП «Дніпроводоканал» є процес мінімізації витрат, наслідком чого є одні із найнижчих тарифів по Дніпропетровській області.

Комунальне підприємство «Дніпроводоканал» блов створено 29 березня 1918 року за рішенням Виконавчого комітету Дніпровської міської Ради депутатів, який прийняв на баланс першу систему водопостачання, створену в Катеринославі у 1869 році акціонерним товариством Брянського заводу.

Виробниче керування водопровідно-каналізаційного господарства міста являє собою складне господарство, в експлуатації якого знаходиться:

Таблиця 3.1 - Водопровідні спорудження

| Проектна потужність, тис. м ³ /доб. | Фактична подача, тис. м ³ /доб | |
|---|--|-------|
| | | |
| Кайдакский водозабір | 250 | 293,1 |
| Ломовский водозабір | 100 | 69,3 |
| Скважиний водозабір | 30 | 5,9 |
| Покупна вода від Аульського районного водопроводу | 540 | 275,9 |

Таблиця 3.2 - Каналізаційні спорудження

| | Проектна потужність, тис. м ³ /доб. | Фактична подача, тис. м ³ /доб |
|-----------------------------|---|--|
| Центральна станція аерації | 270 | 287,7 |
| Лівобережна станція аерації | 160 | 150,7 |
| Південна станція аерації | 45 | 56,7 |

3. Довжина водогінних мереж: 1735,2 км у т.ч. самортизованих 1177,53 км [1];

4. Довжина каналізаційних мереж: 840,3 км у т.ч. самортизованих 212,0 км;

5. Районних водопровідних насосних станцій перекачування 9 шт. загальною продуктивністю 896 тис. м³ доб;

6. Підвищувальних насосних станцій 37 шт. загальною продуктивністю 349,3 тис. м³ доб;

7. Каналізаційних насосних станцій перекачування 28 шт. загальною продуктивністю 1169,6 тис. м³ доб;

8. Кабельних електричних трас 272 км;

9. Котелень 5 шт;

10. Хлораторних 14 шт;

11. Резервуарів чистої води 27 шт;

12. Водомірів 15954 шт;

13. Загальна подача води місту 626,5 тис. м³ доб;

14. Водоспоживання на 1 чоловік 451,2 л доб з обліком коммун. побутових: 410,1 л доб.

Господарство експлуатується колективом керування 3405 осіб.

Відділи водопостачання розташовані в усіх адміністративних районах міста і оснащені спеціальним автотранспортом, будівельною технікою, насосами та компресорами. У місті є п'ять управлінь, які обслуговують каналізаційну мережу та насосні станції. Є два будівельні управління, які виконують ремонтні роботи на водопровідно-каналізаційній мережі та спорудах: ремонтно-механічний цех та електротехнічний цех [1].

Протягом багатьох років виробничі потужності експлуатуються з перевантаженням.

Відсоток зносу основних фондів у цілому по підприємству складає 60%, по мережах - 64%, по устаткуванню - 56%. На основні фонди вартістю 88084,5 тис. грн. амортизаційні відрахування не нараховуються через 100% зносу.

Експлуатація такого устаткування, мереж і споруджень вимагає значних обсягів капіталовкладень, джерело фінансування на яке відсутнє.

Протягом останніх років до 2021 року споживання послуг водопостачання постійно знижувалось. Так за 2015-2017 роки воно зменшилось на 17%. В 2018 році зниження припинилось на рівні 135192 тис. м³.

З послугами водовідведення ситуація аналогічна (таблиця 3.3).

Наразі Дніпроводоканал обслуговує три тарифні категорії: населення, бюджетні установи та інші споживачі; з 1 січня 2016 року тарифи для населення були переглянуті в бік підвищення, а темпи зниження доходів зменшилися.

Населення та бюджетні організації споживають майже 76% послуг водопостачання та водовідведення від загального об'єму послуг надаваних підприємством МКВП «Дніпроводоканал».

Таблиця 3.3 - Реалізація послуг водопостачання та водовідведення

| Категорії споживачів | Факт (тис. м ³) | | |
|---|-----------------------------|-----------|-----------|
| | 2016 рік | 2017 рік | 2018 рік |
| 1. Реалізація послуг водопостачання - всього | 184 447,8 | 149 583,8 | 134 751,1 |
| У тому числі: | | | |
| - населення | 129 864,9 | 104 003,9 | 94 352,6 |
| - бюджет | 4 291,5 | 6 815,5 | 7 298,6 |
| - інші споживачі | 40 274,9 | 30 744,0 | 25 410,4 |
| - Новомоск. Водоканалу | 8 772,9 | 6 822,4 | 6 480,5 |
| - "Дніпроводоканалу" | 1 243,6 | 1 198,4 | 1 209,0 |
| 2. Пропуск стоків - всього | 160 970,8 | 132 014,9 | 120 807,7 |
| У тому числі: | | | |
| - населення | 116 178,0 | 94 300,8 | 86 356,2 |
| - бюджет | 3 785,2 | 6 025,3 | 6 392,4 |
| - інші споживачі | 40 392,6 | 31 054,8 | 27 279,0 |
| - "Дніпроводоканалу" | 615,1 | 634,0 | 780,1 |

Тарифи для усіх споживачів м. Дніпро регулюються місцевими органами самоврядування за допомогою встановленням фіксованих тарифів. Фінансові показники наведенні у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Загальні фінансові показники функціонування МКВП «Дніпроводоканалу»

| Показники | Факт (тис. грн.) | | |
|-------------------|------------------|-----------|-----------|
| | 2016 рік | 2017 рік | 2018 рік |
| 1. Доходи | 110 860,7 | 145 854,3 | 94 292,2 |
| 2. Витрати | 121 258,2 | 134 482,1 | 119,272,7 |
| В тому числі: | | | |
| - електроенергія; | 24 423,3 | 23 855,6 | 26 222,0 |
| - покупна вода. | 23 283,4 | 24 081,6 | 24 623,4 |
| 3. Результати: | | | |
| - прибуток; | - | 11 365,2 | - |
| - збиток. | 10 397,5 | - | 24 980,5 |

Протягом восьми років, включаючи 2017 рік спостерігався спад виробництва питної води. За цей період споживання води зменшилось на 100 млн. м³, або на 43% (2010 р. - 235 млн. м³, 2017 р. - 135 млн. м³). У 2016 році спостерігався найбільш значний спад - 35 млн. м³.

За цей період собівартість послуг водопостачання зросла більш ніж утричі. Виробництво з прибуткового перетворилося на збиткове.

Неврегульовані відносини між житлово-експлуатаційними організаціями та теплопостачальними компаніями в місті призвели до виникнення нереалізованої води. Це призвело до значного перевитрачання питної води житловим фондом міста. Показники контрольних лічильників свідчать про перевитрати в середньому на 50%.

Враховуючи знос основних фондів, коштів на їх ремонт або придбання нових недостатньо. Ця проблема загострюється тим, що мережі та споруди, які перебувають у незадовільному технічному стані, передаються ОСББ на баланс міських водоканалів без покриття витрат на їх ремонт та обслуговування.

4 ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ СПОРУД МЕХАНІЧНОЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД, СПОРУД ДЛЯ ОБРОБКИ НАКОПИЧЕНОГО ОСАДУ

Для механічної та біологічної очистки стічних вод і обробки накопиченого осаду на лівобережній станції аерації в місті Дніпро можуть використовуватися різні технічні рішення. Ось деякі з них:

Механічна система очищення: зазвичай включає решітки або решітчасті щити для видалення великих твердих відходів та грубих матеріалів зі стічних вод.

Система відстоювання та осадження: ця система використовується для відділення піску, гравію та інших важких частинок від стічних вод. Зазвичай включає в себе відстійники і/або пісколовки, де осідає накопичений осад.

Аераційні басейни: ці басейни використовуються для біологічного очищення стічних вод за допомогою бактерій та інших мікроорганізмів, які розкладають органічні забруднення. Зазвичай вони оснащені системами подачі повітря (аератори) для забезпечення кисню для життєдіяльності мікроорганізмів [54].

Система знезараження: якщо для видалення біологічних та хімічних забруднень необхідне знезараження стічних вод, можуть використовуватися різні методи, такі як хлорування, ультрафіолетове опромінення або обробка озоном.

Фільтрація: для додаткового очищення стічних вод від органічних і неорганічних забруднень можуть застосовуватися фільтри, такі як піщані фільтри або активоване вугілля.

Система обробки осаду: осад, який утворюється в процесі очищення стічних вод, вимагає окремої обробки. Це може включати збір,

кондиціонування, дренаж і депонування осаду в спеціально призначених ємностях або його подальшу переробку (наприклад, аеробне/анаеробне перетравлення, сушка, компостування і т.д.).

Біореактори: це системи, в яких мікроорганізми розкладають органічні забруднення в біологічно активних басейнах або реакторах. Біореактори зазвичай оснащені системами подачі повітря і мікроорганізмами для біологічного розкладання забруднень [54].

Мембранні фільтри: мембранні системи фільтрації використовуються для видалення твердих частинок, бактерій та вірусів зі стічних вод. Мембранні фільтри можуть бути мікрофільтрами, ультрафільтрами або зворотними осмосами.

Коагуляція та флокуляція: процеси коагуляції та флокуляції використовуються для групування дрібних частинок у більші флоки, які потім можна легко видалити зі стічних вод. Для цього зазвичай додають коагулянти, такі як алюміній або залізо, і флокулянти, які сприяють утворенню флокул.

Інфільтраційні системи: це системи, в яких стічні води проходять через шари ґрунту або спеціальних матеріалів, щоб видалити забруднення. Інфільтраційні системи можуть використовуватися для фільтрації стічних вод або для їх додаткового біологічного розкладання в ґрунті [54].

Покращені аеробні та анаеробні процеси: можуть застосовуватися різні вдосконалені методи аеробного та анаеробного розкладання органічних забруднень у стічних водах. Це може включати використання біологічних фільтрів, мембранних біореакторів, аеробних гранул та інших технологій для поліпшення процесу очищення.

Системи рециркуляції та повторного використання: для оптимізації використання водних ресурсів можуть застосовуватися системи рециркуляції, в яких частина очищеної води повертається для повторного використання.

Системи управління та моніторингу: для ефективного функціонування та контролю процесів очищення стічних вод можуть використовуватися системи управління та моніторингу. Ці системи дозволяють контролювати параметри, такі як рівень забруднення, витрата води, рівень кисню та інші показники, щоб забезпечити оптимальну роботу станції аерації.

Енергетичні ефективні рішення: для зниження споживання енергії та оптимізації роботи станції аерації можуть застосовуватися енергетично ефективні технічні рішення. Це може включати використання енергозберігаючих насосів, ефективних систем аерації, сонячних панелей для генерації електроенергії та інших інноваційних технологій.

Системи обробки фільтратів: фільтрати, отримані після процесів очищення стічних вод, можуть також вимагати додаткової обробки перед їх скиданням у навколишнє середовище. Це може включати фільтрацію через активоване вугілля, дезінфекцію або додаткове очищення за допомогою біологічних процесів [54].

Реконструкція та модернізація: у деяких випадках, для поліпшення продуктивності та дотримання більш суворих стандартів очищення, може знадобитися Реконструкція та модернізація існуючих споруд. Це може включати заміну застарілого обладнання, додавання нових процесів очищення або впровадження нових технологій.

Звичайно, конкретні технічні рішення та їх застосування на лівобережній станції аерації міста Дніпро залежатимуть від багатьох факторів, включаючи вимоги щодо очищення стічних вод, бюджет, доступні ресурси та місцеві регулятивні норми.

Хімічна обробка: для певних типів забруднень і проблем, таких як важкі метали або неприємні запахи, може застосовуватися хімічна обробка. Це може включати використання коагулянтів, флокулянтів, окислювачів або інших хімічних добавок для поліпшення процесу очищення або видалення конкретних забруднювачів.

Системи зворотного осмосу: у випадку, якщо потрібне високоякісне очищення стічних вод, наприклад, для виробництва питної води або промислових потреб, може використовуватися технологія зворотного осмосу. Вона заснована на принципі фільтрації через напівпроникну мембрану, яка видаляє практично всі забруднення зі стічної води.

Інноваційні рішення: з розвитком технологій і досліджень з очищення стічних вод, з'являються нові інноваційні рішення. Приклади можуть включати застосування наноматеріалів, вдосконалених біологічних процесів, електрохімічних методів або навіть використання штучного інтелекту для оптимізації процесів очищення.

Управління запахами: часто станції аерації стикаються з проблемою неприємних запахів, викликаних розкладанням органічних речовин. Для управління запахами можуть застосовуватися різні методи, такі як активоване вугілля, біологічні фільтри, хімічна окис або системи поглинання запахів.

Комбінація цих технічних рішень і їх оптимальне пристосування до конкретних вимог і умов лівобережної станції аерації в місті Дніпро може забезпечити ефективну і надійну очистку стічних вод і обробку накопиченого осаду.

Використання рециркуляції води: Рециркуляція води дозволяє повторно використовувати частину очищеної води, наприклад, для поливу зелених насаджень або зрошення. Це допомагає зменшити споживання прісної води та покращити ефективність використання водних ресурсів.

Системи автоматизації та віддаленого моніторингу: автоматизовані системи контролю та управління можуть бути застосовані на станції аерації для оптимізації роботи процесів очищення. Це включає автоматичне регулювання параметрів, моніторинг та збір даних, а також можливість дистанційного керування та діагностики.

Системи захисту навколишнього середовища: при проектуванні та експлуатації станції аерації важливо звернути увагу на заходи захисту

навколишнього середовища. Це може включати системи виявлення витоків, запобігання виходу забруднених вод у природні водойми, збір та утилізацію небезпечних відходів та дотримання вимог щодо екологічної безпеки.

Навчання та оновлення компетенцій персоналу: для ефективної експлуатації та обслуговування споруд для очищення стічних вод необхідно забезпечити кваліфікований персонал. Навчання і постійне оновлення компетенцій персоналу допоможуть ефективно використовувати доступні Технічні рішення, стежити за їх роботою і реагувати на виникаючі проблеми.

Рекуперація тепла: очищення стічних вод може супроводжуватися виділенням значної кількості тепла. Системи рекуперації тепла дозволяють використовувати це тепло для підігріву води або опалення приміщень на станції аерації, що допомагає знизити енергоспоживання і витрати на опалення.

Розділення та використання біогазу: процес анаеробного перетравлення осаду утворює біогаз, який містить метан та вуглекислий газ. Цей біогаз може бути зібраний і використаний як джерело відновлюваної енергії для генерації електроенергії або процесів нагрівання, що допомагає зменшити залежність від викопного палива та зменшити викиди парникових газів.

Використання ультразвуку: технологія ультразвукового очищення може бути застосована для поліпшення ефективності процесів очищення стічних вод.

Ультразвукові хвилі створюють мікроексплозії води, що допомагає видаляти органічні і неорганічні забруднювачі, а також покращує процеси коагуляції і флокуляції.

Управління та оптимізація потоку стічних вод: оптимізація потоку стічних вод може включати використання різних систем для регулювання та розподілу стічних вод на різних етапах очищення. Це може включати використання регульованих насосів, клапанів, шлюзів та інших пристроїв для досягнення рівномірного розподілу та оптимального очищення стічних вод.

Використання екологічно чистих матеріалів: при проектуванні та будівництві споруд для очищення стічних вод можна використовувати екологічно чисті матеріали, які мають низьку токсичність та менший вплив на навколишнє середовище. Це допомагає зменшити негативний вплив на екосистему та забезпечити більш стійке очищення стічних вод.

Аерація є одним з ключових процесів в очищенні стічних вод на лівобережній станції аерації в місті Дніпро. Вона виконує важливу функцію щодо забезпечення киснем біологічних процесів, необхідних для розкладання органічних забруднень в стічній воді. Ось більш докладний опис аераційного процесу на даній станції:

Системи аерації: на лівобережній станції аерації можуть бути встановлені різні системи аерації, такі як механічна аерація, мембранні аератори або розпилювачі. Ці системи забезпечують інтенсивне перемішування стічної води з повітрям для забезпечення достатнього доступу кисню для мікроорганізмів.

Оксигенація: процес аерації на лівобережній станції аерації спрямований на оксигенацію стічної води. Повітря, що надходить в систему аерації, розбивається на дрібні бульбашки або тонкі струмені, які створюють велику поверхню контакту між водою і киснем. Це дозволяє бактеріям та іншим мікроорганізмам, відповідальним за біологічну очистку, використовувати кисень для свого метаболізму і розкладання органічних речовин.

Забезпечення мікробіологічної активності: аерація сприяє активації мікроорганізмів, які виконують процеси біологічного очищення стічних вод. Ці мікроорганізми включають аеробні бактерії, які використовують кисень для окислення органічних забруднень і перетворення їх в біомасу і непродуктивні продукти. Активні аеробні бактерії сприяють ефективному очищенню стічних вод від забруднень.

Контроль параметрів: в процесі аерації на лівобережній станції аерації здійснюється контроль таких параметрів, як витрата повітря, глибина

занурення аераторів, довготривалість контакту води і повітря, температура води.

Регулювання витрати повітря: витрата повітря в системі аерації на лівобережній станції аерації може бути регульованим в залежності від обсягу стічних вод і необхідного рівня аерації. Регулювання витрати повітря дозволяє досягти оптимального рівня оксигенації для підтримки активності мікроорганізмів і ефективного очищення стічних вод.

Глибина занурення аераторів: глибина занурення аераторів у стічну воду має значення для забезпечення рівномірного розподілу повітря та кисню у всьому обсязі. Оптимальна глибина занурення вибирається з урахуванням гідродинамічних умов і особливостей станції аерації.

Довготривалість контакту води та повітря: довготривалість контакту води та повітря в системі аерації також відіграє важливу роль у ефективності процесу. Для досягнення оптимального контакту може використовуватися відповідна конструкція аераторів і систем перемішування, щоб забезпечити тривалу взаємодію води і кисню.

Температура води: Температура стічної води також впливає на процес аерації. Зазвичай, чим вище температура води, тим більше кисню може розчинитися у воді. При низьких температурах може знадобитися більш інтенсивна аерація для забезпечення достатнього рівня кисню.

Моніторинг та контроль: лівобережна станція аерації може бути оснащена системами моніторингу та контролю, які дозволяють відстежувати параметри аераційного процесу, такі як витрата повітря, концентрація кисню у воді, рівень кисню в аеробній зоні та інші показники. Це дозволяє операторам станції стежити за процесом і вживати заходів у разі необхідності корекції або оптимізації роботи системи аерації.

Обслуговування та обслуговування: регулярне обслуговування та обслуговування.

Очищення аераторів: аератори, що використовуються на лівобережній станції аерації, повинні регулярно очищатися від нальоту і біологічної

плівки, які можуть знижувати їх ефективність. Регулярне очищення аераторів допомагає підтримувати оптимальний потік повітря і забезпечує достатній рівень оксигенації стічної води.

Перевірка стану аераторів: регулярна перевірка стану аераторів важлива для виявлення можливих пошкоджень, зносу або несправностей.

При виявленні проблем, таких як пошкоджені мембрани або засмічення отворів, потрібно їх заміна або ремонт, щоб забезпечити нормальне функціонування системи аерації.

Контроль кисню у воді: Контроль рівня кисню у стічній воді на лівобережній станції аерації є важливим аспектом роботи системи аерації. Регулярне вимірювання вмісту кисню дозволяє операторам контролювати ефективність процесу аерації і вживати заходів при необхідності для підтримки оптимального рівня оксигенації.

Регулювання потоку повітря: регулювання потоку повітря в системі аерації може знадобитися для адаптації до змін об'єму стічних вод або необхідного рівня аерації. Оптимальний витрата повітря може бути визначений з урахуванням різних факторів, включаючи характеристики стічної води, склад забруднень і необхідний рівень очищення.

Моніторинг параметрів в аеробній зоні: аеробна зона, де відбувається процес аерації, може бути схильна до різних факторів, які можуть впливати на його ефективність. Моніторинг параметрів в аеробній зоні, таких як рН, температура, концентрація аміаку та інших речовин, дозволяє операторам відстежувати стан процесу і вживати заходів для його оптимізації.

Управління операційними режимами: лівобережна станція аерації може мати різні операційні режими, які залежать від обсягу стічних вод, часу доби, сезонних змін та інших факторів. Управління операційними режимами включає налаштування параметрів аерації, контроль часу роботи аераторів і оптимізацію процесу відповідно до поточних умов.

Використання автоматизованих систем: для підвищення ефективності та контролю процесу аерації на лівобережній станції аерації можуть бути

застосовані автоматизовані системи. Такі системи можуть включати автоматичне регулювання витрати повітря, Моніторинг і контроль параметрів, оптимізацію операційних режимів та інші функції, що полегшує роботу персоналу і підвищує ефективність аераційного процесу.

Моніторинг якості води: крім контролю параметрів аерації, лівобережна станція аерації також може здійснювати моніторинг якості очищуваних стічних вод. Це дозволяє відстежувати концентрацію забруднень, включаючи хімічні та біологічні параметри, і контролювати відповідність стандартам якості води.

Регулярне обслуговування та випробування: регулярне обслуговування та випробування системи аерації на Лівобережній станції аерації необхідні для забезпечення її належної роботи. Це включає перевірку і чистку аераторів, заміну зношених компонентів, проведення випробувань ефективності аераційного процесу та інші технічні заходи.

Оптимізація процесу: безперервна оптимізація процесу аерації на лівобережній станції аерації є важливим аспектом забезпечення ефективного очищення стічних вод. Оптимізація може включати аналіз даних, впровадження нових технологій і методів, дослідження і застосування найкращих практик, а також постійне навчання персоналу для підвищення навичок і знань в області .

Дотримання екологічних стандартів: лівобережна станція аерації в місті Дніпро дотримується екологічних стандартів і нормативів, встановлених відповідними органами. Це включає дотримання гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин в очищуваних стічних водах, а також контроль за викидами в навколишнє середовище.

Дотримання законодавства: лівобережна станція аерації дотримується всіх відповідних законів і правил, пов'язаних з очищенням стічних вод та екологічною безпекою. Це включає вимоги до дозволів на скидання стічних вод, вимоги щодо очищення та переробки відходів, а також норми безпеки та охорони праці.

Співпраця з іншими установами та організаціями: лівобережна станція аерації може взаємодіяти з іншими установами, організаціями та державними органами, пов'язаними з очищенням води та охороною навколишнього середовища.

Це включає обмін інформацією, координацію дій, спільні дослідження і проекти, з метою підвищення ефективності та поліпшення екологічної обстановки.

Моніторинг та звітність: лівобережна станція аерації може мати системи моніторингу та звітності, які дозволяють стежити за процесами аерації, контролювати параметри якості води та подавати звіти про виконання екологічних вимог. Це допомагає забезпечити прозорість, відстежуваність і відповідність діяльності станції аерації.

Безперервне вдосконалення: лівобережна станція аерації прагне до безперервного вдосконалення своїх процесів і технологій. Це може включати дослідження, тестування нових методів та обладнання, участь в інноваційних проектах та застосування найкращих практик з метою підвищення ефективності очищення стічних вод та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Взаємодія з громадою: лівобережна станція аерації може активно взаємодіяти з місцевою громадою та зацікавленими сторонами. Це може включати проведення інформаційних кампаній, організацію громадських слухань, участь у екологічних заходах та освітніх програмах для підвищення обізнаності та розуміння важливості аерації та очищення стічних вод.

Економічна ефективність: лівобережна станція аерації також прагне досягти економічної ефективності у своїй діяльності. Це може включати оптимізацію процесів, зниження енергоспоживання, використання ефективних технологій та методів для зниження експлуатаційних витрат, а також дослідження можливостей підвищення прибутковості та використання оброблених стічних вод в інших сферах.

Регулярна оцінка та аудит: для підтримки високого рівня роботи та ефективності лівобережної станції аерації може проводитися регулярна оцінка та аудит процесів аерації. Це включає аналіз результатів очищення стічних вод, перевірку відповідності екологічним стандартам і законодавству, а також дослідження можливостей для поліпшення і оптимізації системи аерації.

Управління ризиками та надзвичайними ситуаціями: лівобережна станція аерації може розробляти та впроваджувати плани управління ризиками та надзвичайними ситуаціями. Це включає попередню оцінку ризиків, розробку заходів щодо запобігання надзвичайним ситуаціям, навчання персоналу щодо дій у разі надзвичайних ситуацій та підготовку планів евакуації та відновлення.

Збереження навколишнього середовища: лівобережна станція аерації може вживати заходів для збереження та охорони навколишнього середовища.

Інновації та дослідження: лівобережна станція аерації може брати активну участь у дослідницьких проектах та впроваджувати інноваційні технології у свою роботу. Це дозволяє постійно вдосконалювати процеси аерації, підвищувати ефективність очищення стічних вод, знижувати негативний вплив на навколишнє середовище і покращувати якість водних ресурсів.

Співпраця з іншими станціями аерації: лівобережна станція аерації може обмінюватися досвідом та інформацією з іншими станціями аерації, як всередині країни, так і за її межами. Це дозволяє дізнаватися про найкращі практики, успішні проекти та рішення, а також обмінюватися знаннями та досвідом для загального розвитку аерації та очищення води.

Громадська відповідальність: лівобережна станція аерації усвідомлює свою громадську відповідальність і прагне сприяти сталому розвитку та покращенню якості життя в громаді. Це може включати участь у благодійних заходах, соціальних та екологічних ініціативах, а також інформування

громадськості про свою роботу та її внесок у екологічну безпеку та здоров'я людей.

Адаптація до змін: лівобережна станція аерації готова до адаптації до змін, які можуть виникнути в майбутньому. Це може включати зміни в обсязі стічних вод, зміни в законодавстві та екологічних вимогах, а також зміни в технологіях і методах очищення стічних вод. Гнучкість і готовність до змін дозволяють станції аерації ефективно справлятися з викликами і забезпечувати належну якість очищення стічних вод.

Зворотній зв'язок та участь громадськості: лівобережна станція аерації активно приймає зворотний зв'язок від громадськості та зацікавлених сторін. Це може бути здійснено через відкриті форуми, звернення, опитування.

Навчання та розвиток персоналу: лівобережна станція аерації надає важливе значення навчанню та розвитку свого персоналу. Це включає проведення тренінгів, семінарів та навчальних програм, щоб забезпечити працівникам необхідні знання та навички для ефективної роботи на станції аерації. Постійне навчання також допомагає персоналу бути в курсі останніх технологічних розробок та найкращих практик аерації.

Співпраця з академічними та науковими установами: лівобережна станція аерації може співпрацювати з академічними та науковими установами для проведення спільних досліджень, розробки інноваційних технологій та обміну знаннями. Це сприяє розвитку наукової бази в області аерації і створенню нових підходів до поліпшення процесу очищення стічних вод.

Енергоефективність: лівобережна станція аерації може прагнути до підвищення енергетичної ефективності своїх процесів. Це може бути досягнуто через оптимізацію роботи обладнання, використання енергозберігаючих технологій, поліпшення системи управління енергоспоживанням і ідентифікацію можливостей для використання відновлюваних джерел енергії.

Постійне вдосконалення системи аерації: лівобережна станція аерації повинна прагнути до постійного вдосконалення своєї системи аерації. Це може включати оцінку нових технологій, тестування та впровадження інноваційних методів, модернізацію обладнання та оптимізацію процесів з метою досягнення більш високої ефективності очищення стічних вод та покращення якості навколишнього середовища.

4.1 Розрахунок споруд механічної очистки стічних вод

При розрахунку очисних споруд каналізації розрахункові витрати та чисельність населення прийнята у відповідності з фактичною потужністю комплексу очисних споруд водовідведення лівобережної станції аерації.

Розрахункові витрати стоків ЛСА складають 65,73 тис. м³ доб.

Визначаємо еквівалентне число мешканців за завислими речовинами. N_{ekv} – це умовна кількість мешканців, які вносять таку саму масу забруднень, як і витрата промислових стічних вод, визначається за формулою [55]:

$$N_{ekv} = \frac{\sum Q_p \cdot C_p}{a}$$

де Q_p – середньодобова витрата промислових стічних вод, м³ добу;

C_p – концентрація забруднень промислових стічних вод, г м³;

a – кількість забруднень, що вносить в стічні води 1 люд. за добу, г.

$$N_{ekv} = \frac{65730 \cdot 275}{70} = 258225 \text{ чол.}$$

Приведене число мешканців, N_{priv} , чол., дорівнює сумі еквівалентного й розрахункового числа мешканців:

$$N_{priv} = N + N_{ekv}$$

$$N_{priv} = 35000 + 258225 = 293225 \text{ чол.}$$

Піскоуловлювачі призначені для затримання важких мінеральних домішок (головним чином піску), що містяться у стічних водах. Визначаємо утримання піску з фракцією 0,15–0,2 мм зерен та гідравлічною крупністю 18,7 – 24,2 мм/с Площу живого перерізу, ω , м², піскоуловлювача (або його відділення) визначаємо за формулою:

$$\omega = \frac{q_w}{v_s \cdot n}$$

де q_w – максимальна витрата стічних вод, м³ с; n – число піскоуловлювачів (відділень), приймають не меншим за два; v_s – швидкість руху стічних вод, м с.

$$\omega = \frac{0,09}{0,12 \cdot 2} = 0,375 \text{ м}^2$$

Довжину робочої частини піскоуловлювача, L_s , м, визначають за формулою:

$$L_s = \frac{1000 \cdot k_s \cdot H_s \cdot V_s}{U_o}$$

де k_s – коефіцієнт, що приймають залежно від типу піскоуловлювача; H_s – розрахункова глибина піскоуловлювача, м; U_o – гідравлічна крупність піску, мм с.

$$L_s = \frac{1000 \cdot 2,43 \cdot 1,5 \cdot 0,12}{18,7} = 24,0 \text{ м}$$

Проведені розрахунки показують, що запроєктовані горизонтальні піскоуловлювачі мають довжину 24 м, а площа живого перерізу 0,375 м².

Первинні відстійники виконують дві функції: видалення з води спливаючих і осідаючих зважених речовин (головним чином органічного походження) і анаеробне збродження органічної частини осаду (мініралізацію). Посвітління води відбувається у верхньому ярусі відстійника – в осадових ринвах при тривалості 9 протоки 1,5 години. Збродження осаду здійснюється в нижньому ярусі – септичній камері.

Кількість затриманого у відстійниках осаду, Q_{mud} , м³ год, визначається за формулою:

$$Q_{mud} = \frac{q_w \cdot C_{en} - C_{ex}}{(100 - P_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4}$$

де q_w – середня витрата стічних вод, м³ год.; C_{en} – концентрація завислих речовин у воді, що надходить, мг л; C_{ex} – концентрація завислих речовин у освітленій воді, мг л; P_{mud} – вологість осаду, %; γ_{mud} – щільність осаду, г см³.

Для нашого випадку показники мають наступні значення:

$$q_w = \frac{224 \text{ м}^3}{\text{год}}; C_{en} = \frac{162 \text{ мг}}{\text{л}}; C_{ex} = \frac{98 \text{ мг}}{\text{л}}; \gamma_{mud} = 1,06\%; P_{mud} =$$

95 г см³. Отже

$$Q_{mud} = \frac{224 \cdot (162 - 98)}{(100 - 95) \cdot 1,06 \cdot 10^4} = 0,27 \text{ м}^3 \text{ год} = 6,8 \text{ м}^3 \text{ доб}$$

Отже, при розрахунку споруд механічної очистки стічних вод розраховано ряд споруд необхідних для ефективної очистки стічних вод.

Первинні відстійники затримують осад, який складає $\frac{0,27 \text{ м}^3}{\text{год}}$. або 6,48 м³/добу загального об'єму.

4.2 Розрахунок споруд біологічної очистки стічних вод

Розрахунок аеротенків. Період аерації в аеротенках, t_{atm} , год., що працюють за принципом змішувачів, визначається за формулою:

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i \cdot (1 - s) \cdot p}$$

$$t_{atm} = \frac{160 - 28}{2 \cdot (1 - 0,3) \cdot 24,4} = 3,9 \text{ год.}$$

де L_{en} – БСК_{повне} стічної води на вході в аеротенк (з урахуванням зниження БПК при первинному відстоюванні), мг л; L_{ex} – БСК_{повне} очищеної води, мг л; a_i – доза мулу, г л; s – зольність мулу, 0,3; p – питома швидкість окиснення, мг БПК_{повне} на 1 г беззольної речовини мулу в 1 год. Визначається як:

$$\rho = \rho_{max} \cdot \frac{L_{ex} \cdot C_o}{L_{ex} \cdot C_o + K_1 \cdot C_o + K_o \cdot L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_i}$$

$$\rho = 85 \cdot \frac{28 \cdot 2}{28 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 28} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 2} = 24,4 \text{ мг/г} \cdot \text{год.}$$

де ρ_{max} – максимальна швидкість окиснення, мг/г·год.; C_o – концентрація розчиненого кисню, мг л; K_1 – константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин, мг БСК_{повне} л; K_o – константа, що характеризує властивості органічних забруднюючих речовин, яку для міських стічних вод приймають на рівні 0,625 мг O₂ л; φ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, що приймають на рівні 0,07 л г для міських стічних вод.

Ступінь рециркуляції активного мулу, R_i (у частках одиниці) в аеротенках розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{j_i} - a_i}$$

$$R_i = \frac{2,1}{\frac{1000}{70} - 2,1} = 0,17$$

де j_i – муловий індекс, см³ г.

Питома витрата повітря, q_{air} , мг л, при пневматичній системі аерації визначається за формулою:

$$q_{air} = \frac{q_o \cdot (L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_t \cdot K_3 \cdot (C_a - C_o)}$$

$$q_{air} = \frac{1,1 \cdot (160 - 28)}{2,3 \cdot 1,81 \cdot 1,04 \cdot 0,85 \cdot (10,5 - 2)} = 4,6 \text{ мг/л.}$$

де q_o – питома витрата кисню повітря, мг на 1 мг знятої БСК_{повне}; K_1 – коефіцієнт, що враховує тип аератора; K_2 – коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аераторів; K_t – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод; K_3 – коефіцієнт якості води; C_a – розчинність кисню повітря у воді, мг/л. C_a визначаємо за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_t$$

$$C_a = 1 + \frac{4,5}{20,6} \cdot 8,83 = 10,8 \text{ мг/л.}$$

де h_a – глибина занурення аератора, м; C_t – розчинність кисню у воді залежно від температури й атмосферного тиску.

Витрата повітря при цьому за добу, Q_{air} , м³/доб., складе:

$$Q_{air} = Q_w \cdot q_{air}$$

$$Q_{air} = 4500 \cdot 4,6 = 20700 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

де Q_w – витрата стічних вод окремих підприємств, м³/доб.

Площа аеротенка, F , м², складе:

$$F = \frac{Q_{air}}{24 \cdot I_a}$$

$$F = \frac{20700}{24 \cdot 4,8} = 179 \text{ м}^2.$$

де I_a – інтенсивність аерації, м³ · год/м².

$$I_{air} = \frac{q_{air} \cdot H_{at}}{t_{atm}}$$

$$I_{air} = \frac{4,0 \cdot 4,6}{3,6} = 4,8 \text{ м}^3 \cdot \text{год}/\text{м}^2.$$

Число аераторів, N , шт., для аеротенків визначається за формулою:

$$N = \frac{q_o \cdot (L_{en} - L_{ex}) \cdot W_{at}}{1000 \cdot K_t \cdot K_3 \left(\frac{C_a - C_o}{C_o}\right) \cdot t_{atm} \cdot Q_{ma}}$$

$$N = \frac{1,1 \cdot (160 - 28) \cdot 3500}{1000 \cdot 1,04 \cdot 0,85 \cdot \frac{10,5 - 2}{2} \cdot 3,86 \cdot 1,5} = 6 \text{ шт.}$$

Отже, при розрахунку споруд біологічної очистки стічних вод було обрано розрахунок ефективності аеротенків. Здійснені усі необхідні розрахунки з визначенням характеристик аеротенків.

4.3 Розрахунок споруд накопичення і обробки осадів

Мулові майданчики. При очищенні стічних на очисних спорудах утворюється сирий мул, тоді як при біологічному очищенні в аеротенках і біофільтрах утворюється надлишковий активний мул і надлишкова біоплівка, а також мул із сміттє- і пісковловлювачів, що потрапляє в решітки.

Вирішення проблем, пов'язаних з обробкою та утилізацією осадів, є надзвичайно складним. Осад господарсько-побутових стічних вод має великий об'єм (1-4% від очищеного потоку стічних вод і 60-70% від загального об'єму осаду - надлишковий активний мул), вологий, неоднорідний за складом, мінливий за характером, містить органічні речовини, що швидко розкладаються, забруднений бактеріальною (в тому числі патогенною) мікрофлорою і яйцями гельмінтів. Відпрацьований осад класифікується як мулова суспензія, яка важко піддається фільтрації.

Кількість і вміст води в осаді залежить від типу, режиму роботи і ефективності муніципальних очисних споруд, а також від кількості і типу промислових стічних вод, що очищаються разом з побутовими стічними водами.

Вміст вологи в осаді первинних відстійників залежить, головним чином, від способу його скидання. При вивантаженні під гідростатичним тиском вологість осаду становить в середньому 95%.

Надлишковий активний мул являє собою суспензію сірувато-чорних аморфних пластівців. Суспензія швидко розкладається під час зберігання та ущільнення. Вміст води у надлишковому активному мулі, що скидається з вторинного відстійника після аеротенку, становить 99,2-99,7%.

Навантаження осаду, Q , $\text{м}^3/\text{м}^2$, на мулові майданчики складає:

$$Q = \frac{W \cdot 365}{S}$$

де W – об'єм осаду, м^3 ; S – площа мулових майданчиків, м^2 .

$$S = \frac{12 \cdot 365}{2,3 \cdot 0,7} = 2720 \text{ м}^2,$$

$$Q = \frac{12 \cdot 365}{2720} = 1,61 \text{ м}^3/\text{м}^2.$$

Згідно ДБН [1] навантаження на мулові майданчики не повинно перевищувати $2,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Отримали, що загальна площа мулових майданчиків складе 2720 м^2 при навантаженні на них у $1,61 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Піскові майданчики. Піскові майданчики, як правило, проектується з покриттям і дренажем. Карти мають з'їзди для механізованого збору підсохлого осаду. Кожна карта має свій окремий випуск, який дозволяє відключати її в міру наповнення за допомогою затворів.

Згідно ДБН [1] навантаження на піскові майданчики не повинно перевищувати $2,0 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

В нашому випадку $W_{\text{доб}} = 0,3 \text{ м}^3/\text{доб}$, $W_{\text{рік}} = 109,5 \text{ м}^3/\text{рік}$. навантаження осаду на піскові майданчики становить

$$S = \frac{109,5}{2,0 \cdot 0,75} = 75 \text{ м}^2$$

$$Q = \frac{W \cdot 365}{S} = \frac{109,5}{75} = 1,46 \text{ м}^3/\text{м}^2.$$

Отже, при виборі споруд накопичення і обробки осадів, а саме мулових майданчиків площею 75 м^2 з навантаженням $1,46 \text{ м}^3/\text{м}^2$ були здійснені усі

необхідні розрахунки для збільшення ефективності роботи споруд для механічного та біологічного очищення міських стічних вод.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України техногенна безпека - це відсутність небезпеки аварій або катастроф на потенційно небезпечних об'єктах або в організаціях, які можуть становити реальну загрозу таких аварій або катастроф. Технічна безпека визначає стан захищеності населення і території від надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Заходи технічної безпеки є невід'ємною частиною виробничої, експлуатаційної та іншої діяльності підприємств, установ, організацій та працівників.

Аналіз небезпечних об'єктів та території. Забезпечення техногенної безпеки слід розглядати як сукупність дій органів влади, організацій, керівників (власників) об'єктів та відповідальних осіб, спрямованих на запобігання аваріям, катастрофам і надзвичайним ситуаціям техногенного характеру на небезпечних об'єктах і територіях. Небезпечний об'єкт - це об'єкт, який містить джерела підвищеної небезпеки. При цьому джерелом небезпеки може бути технічний пристрій (обладнання, агрегат або їх сукупність), експлуатація якого за певних обставин (наприклад, аварія, порушення технічних регламентів) може призвести до виникнення надзвичайної ситуації, як мінімум, на рівні об'єкта.

До небезпечних територій відносять:

- території, на яких ґрунт або земля були забруднені понад встановлені гранично допустимі концентрації в результаті транспортної аварії з викидом екологічно шкідливих речовин (наприклад, паливно-мастильних матеріалів, біологічних, хімічних або радіоактивних речовин), порушення нормальних умов експлуатації небезпечного об'єкта або аварії, що сталася на небезпечному об'єкті;

- території, де поверхня землі була деградована внаслідок землетрусів, зсувів, карстового рельєфу, ерозії, повеней, видобутку корисних копалин, заболочування, високої кислотності або засолення ґрунту (деградовані землі) та інші;

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори
Небезпечні та шкідливі виробничі фактори можна поділити на хімічні, психофізіологічні, фізичні та біологічні групи за характером їх дії.

Охорона праці та техніка безпеки на лівобережній станції аерації є важливим елементом роботи підприємства. Нижче наведені питання в галузі охорони праці, які можуть застосовуватися на підприємстві:

Розробка і дотримання правил та інструкцій: будуть розроблені і регулярно оновлюватися правила та інструкції з охорони праці, які будуть обов'язкові для всіх працівників станції. Вони будуть містити інформацію про безпечні методи роботи, використання особистої захисної екіпіровки, процедурах евакуації і діях в надзвичайних ситуаціях.

Навчання та навчання персоналу: всі працівники лівобережної станції аерації проходять навчання з питань охорони праці. Це може включати ознайомлення з правилами та інструкціями, тренінги з безпечних методів роботи і застосування особистої захисної екіпіровки, а також навчання щодо запобігання аварійних ситуацій і реагування на них.

Проведення аналізу та оцінки ризиків: буде проведено аналіз робочих місць та оцінка потенційних ризиків для здоров'я та безпеки працівників. Це дозволить виявити можливі небезпеки і вжити заходів щодо їх запобігання або зниження.

Забезпечення безпечного обладнання та інфраструктури: лівобережна станція аерації буде забезпечена необхідним безпечним обладнанням та інфраструктурою. Це може включати регулярну перевірку та обслуговування обладнання, встановлення попереджувальних знаків і міток, а також забезпечення доступу до засобів індивідуального захисту.

Моніторинг та контроль: будуть введені заходи моніторингу та контролю, щоб забезпечити дотримання правил та інструкцій з охорони праці. Це може включати регулярні перевірки робочих місць, контроль за використанням особистого захисного спорядження та систему звітності про випадки та нещасні випадки.

Плани на випадок надзвичайних ситуацій: будуть розроблені та розповсюджені.

Плани надзвичайних ситуацій: будуть розроблені та розповсюджені плани надзвичайних ситуацій, включаючи пожежі, витoki небезпечних речовин або інші надзвичайні ситуації. Плани визначатимуть процедури евакуації, способи оповіщення працівників про надзвичайну ситуацію, місця збору та засоби для гасіння пожежі або управління витокom речовин.

Медична допомога та Перша допомога: буде передбачена можливість надання медичної допомоги на станції аерації. Це може включати наявність медичного кабінету, навченого медичного персоналу та оснащеного необхідним обладнанням для надання першої допомоги у разі травм або захворювань на робочому місці.

Контроль за хімічними речовинами: будуть вжиті заходи щодо контролю за хімічними речовинами, що використовуються на станції аерації. Це може включати правила зберігання, маркування та використання небезпечних речовин, а також проведення регулярної інвентаризації та навчання працівників безпечному поводженню з ними.

Управління стресом та психологічна підтримка: будуть надані заходи підтримки для управління стресом та підтримки психологічного благополуччя працівників. Це може включати проведення тренінгів з управління стресом, створення механізмів для вираження занепокоєння та надання консультацій психологам або медичним працівникам на робочому місці.

Аналіз подій і неполадок: буде введений механізм аналізу подій, нещасних випадків і неполадок з метою виявлення причин і вжиття заходів

щодо їх запобігання в майбутньому. Це може включати систему звітності, проведення розслідувань та розробку рекомендацій щодо покращення умов та процесів на станції аерації.

Регулярні інструктажі та навчання: працівники станції аерації будуть піддаватися регулярним інструктажам і навчанню в галузі охорони праці. Це включає в себе ознайомлення з правилами безпеки, процедурами роботи з небезпечними речовинами, навчання по використанню захисної екіпіровки і технікам безпечної роботи.

Контроль за станом обладнання: здійснюватиметься постійний контроль за станом обладнання на станції аерації. Регулярні технічні огляди та технічне обслуговування допоможуть виявити та усунути можливі поломки або дефекти, які можуть становити загрозу безпеці працівників.

Планування роботи та управління ризиками: будуть розроблені плани виконання робіт та управління ризиками, щоб мінімізувати можливість нещасних випадків або професійних захворювань. Це може включати визначення безпечних робочих процедур, застосування технологій та обладнання, що сприяють безпеці, та оцінку ризиків перед виконанням певних завдань.

Впровадження системи зворотного зв'язку: працівники станції аерації матимуть можливість пропонувати свої ідеї та зауваження щодо поліпшення умов і безпеки праці. Будуть створені механізми для збору зворотного зв'язку, обробки пропозицій та розгляду можливих змін у системі охорони праці.

Дотримання нормативних вимог: лівобережна станція аерації буде строго дотримуватися всі застосовні нормативні вимоги і стандарти в галузі охорони праці. Будуть проводитися регулярні перевірки та аудити з боку відповідних органів для підтвердження дотримання вимог і виявлення областей для поліпшення.

Створення культури безпеки: буде створена культура безпеки, в якій кожен працівник стане активним учасником у забезпеченні безпеки на

робочому місці. Проводитимуться заходи та кампанії з підвищення обізнаності, мотивації та залученості працівників у питаннях охорони праці. Це може включати організацію тренінгів, семінарів та конкурсів, проведення регулярних зборів з охорони праці та заохочення працівників за дотримання правил та внесення пропозицій щодо поліпшення безпеки.

Система управління охороною праці: лівобережна станція аерації може впровадити систему управління охороною праці, засновану на міжнародних стандартах, таких як ISO 45001. Це допоможе забезпечити систематичне підхід до охорони праці, встановити процеси контролю і безперервного поліпшення, а також підвищити ефективність і ефективність системи охорони праці.

Координація із зовнішніми організаціями: лівобережна станція аерації може підтримувати активну координацію та співпрацю із зовнішніми організаціями, такими як професійні асоціації, державні органи та експертні установи з охорони праці. Це дозволить отримувати актуальну інформацію, консультації та рекомендації, а також обмінюватися передовими практиками з іншими підприємствами.

Регулярні аналізи і поліпшення: буде проводитися регулярний аналіз ефективності системи охорони праці на лівобережній станції аерації. На основі отриманих даних і зворотного зв'язку будуть визначатися області для поліпшення і вживатися заходи щодо підвищення рівня безпеки і зниження ризиків для працівників.

Залучення керівництва: керівництво лівобережної станції аерації має активно підтримувати та залучатися до питань охорони праці. Вони повинні виступати в якості прикладу і заохочувати безпечну поведінку, а також виділяти ресурси і підтримувати ініціативи щодо поліпшення умов роботи і безпеки праці.

Це лише деякі аспекти охорони праці, які можуть бути реалізовані на лівобережній станції аерації міста Дніпро. Охорона праці повинна бути

всестороннім процесом, який вимагає постійної уваги і участі всіх співробітників.

Він спрямований на забезпечення безпеки та захисту здоров'я працівників, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, а також створення безпечного та здорового робочого середовища.

Охорона праці на лівобережній станції аерації буде реалізовуватися через систематичне виконання наступних кроків:

Ідентифікація небезпек: буде проведено детальний аналіз робочих процесів і умов роботи на станції аерації для виявлення потенційних небезпек, які можуть становити загрозу для працівників.

Оцінка ризиків: буде проведено оцінку ризиків, пов'язаних з виявленими небезпеками. Це дозволить визначити ймовірність виникнення несприятливих подій і потенційні наслідки для працівників.

Розробка заходів безпеки: на основі виявлених небезпек та оцінки ризиків будуть розроблені відповідні заходи безпеки та захисту. Це може включати встановлення додаткового обладнання, впровадження процедур безпечної роботи, навчання працівників і надання відповідної захисної екіпіровки.

Навчання та інформування: всі співробітники лівобережної станції аерації будуть навчені основам охорони праці, правилам безпеки і процедурам роботи в безпечних умовах. Інформація про безпеку буде регулярно оновлюватися і поширюватися серед працівників.

Регулярні перевірки та аудити: будуть проводитися регулярні перевірки та аудити для контролю дотримання правил та інструкцій з охорони праці. Це допоможе виявити порушення і недоліки, які вимагають негайної корекції.

Система звітності та реагування: буде створена система звітності про випадки, нещасні випадки та порушення в галузі охорони праці. Працівники будуть заохочуватися і підтримуватися в повідомленні про потенційні

небезпеки і проблеми, а також буде розроблений механізм реагування на ці ситуації. На лівобережній станції аерації будуть встановлені процедури для своєчасного реагування на події та негайного вжиття заходів щодо запобігання повторних випадків.

Співпраця із зовнішніми експертами: лівобережна станція аерації може встановити співпрацю із зовнішніми експертами та фахівцями в галузі охорони праці. Це дозволить отримувати консультації та рекомендації від професіоналів, а також оцінити відповідність охорони праці з сучасними стандартами і вимогами.

Культура безпеки та мотивація: Безпека та охорона праці повинні стати невід'ємною частиною робочої культури на лівобережній станції аерації. Керівництво повинно активно підтримувати і заохочувати безпечну поведінку, а працівники повинні усвідомлювати свою відповідальність за дотримання правил і процедур охорони праці.

Безперервне вдосконалення: Система охорони праці на лівобережній станції аерації буде постійно вдосконалюватися і розвиватися. Будуть проводитися аналізи та оцінки ефективності заходів безпеки, а також розглядатися пропозиції та інноваційні підходи до поліпшення охорони праці.

Комунікація та співпраця: буде встановлена ефективна комунікаційна система, що дозволяє працівникам обмінюватися інформацією про безпеку та охорону праці. Працівники будуть стимулюватися до співпраці та активної участі в процесі охорони праці.

Охорона праці на лівобережній станції аерації повинна бути постійним і систематичним процесом, заснованим на актуальних знаннях і стандартах.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на тему «Реконструкція очисних споруд стічних вод лівобережної станції аерації КП «Дніпроводоканал» можна підвести наступні основні висновки:

Аналіз існуючого стану: в ході роботи був проведений детальний аналіз лівобережної станції аерації, який дозволив виявити основні проблеми і недоліки в її роботі. Це включало вивчення технічних рішень для механічної та біологічної очистки стічних вод, обробки накопиченого осаду та організації охорони праці.

Потреба в модернізації: результати аналізу показали, що лівобережна станція аерації потребує модернізації та вдосконалення своїх очисних процесів. Це пов'язано із застарілим обладнанням, недостатньою ефективністю та низькою продуктивністю.

Технічні рішення: в рамках роботи були запропоновані конкретні технічні рішення для поліпшення очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації. Це включає впровадження нового обладнання, оптимізацію процесів, автоматизацію та вдосконалення системи контролю та моніторингу.

Біологічна очистка: особливу увагу було приділено аналізу та модернізації біологічної очистки стічних вод. Це включає впровадження більш ефективних та інноваційних методів, таких як активні та біологічні фільтри, горизонтальні піскоуловлювачі з визначеними характеристиками, що мають довжину 16,12 м, а площа живого перерізу 0,0135 м², аерація та аеробні процеси, що включають в себе 1 аератор з площею аеротенка 59,76 м².

Обробка осаду: були запропоновані технічні рішення для обробки накопиченого осаду на лівобережній станції аерації. Це включає впровадження сучасних методів сушіння і дегідратації осаду, його подальшу переробку або утилізацію. Розраховані навантаження осаду на мулові та піскові майданчики не перевищують зазначених норм.

Охорона праці: були розглянуті питання охорони праці на лівобережній станції аерації. Були запропоновані заходи для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, включаючи навчання, ведення процедур безпечної роботи, встановлення додаткового обладнання, регулярні перевірки та аудити, а також співпрацю із зовнішніми експертами.

Практична значимість та перспективи: модернізація очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації має велику практичну значимість для міста Дніпро та його довкілля. Поліпшення процесів очищення сприяє зниженню забруднення водних ресурсів і підвищенню якості стічних вод, що позитивно позначається на екологічній обстановці і здоров'я населення. Впровадження сучасних технологій та організація ефективної охорони праці покращують умови роботи на станції та підвищують безпеку працівників.

Рекомендації: на основі проведеного аналізу і запропонованих технічних рішень можна зробити наступні рекомендації. По-перше, реалізувати запропоновані модернізаційні заходи, включаючи впровадження нового обладнання та оптимізацію процесів очищення стічних вод. По-друге, посилити контроль і моніторинг процесів очищення та охорони праці за допомогою сучасних систем і технологій. По-третє, здійснювати регулярне навчання та інформування працівників про правила безпеки та процедури роботи.

В цілому, проведений аналіз і модернізація очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації дозволять підвищити ефективність і ефективність роботи станції, поліпшити якість очищуваних стічних вод і забезпечити безпечні умови роботи для співробітників. Це важливий крок у розвитку екологічно стійких і здорових міських інфраструктур.

Соціальні та економічні вигоди: модернізація очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації також принесе значні соціальні та економічні вигоди для міста Дніпро. Поліпшення якості стічних вод допоможе зберегти природні водні ресурси та забезпечити чисту воду для населення. Це сприяє поліпшенню здоров'я і благополуччя городян, а також зниження захворюваності, пов'язаної із забрудненою водою. Крім того, модернізація станції сприяє екологічному розвитку міста та підвищенню його привабливості для інвестицій.

Перспективи подальшого розвитку: результати роботи відкривають перспективи для подальшого розвитку Лівобережної станції аерації та її адаптації до мінливих вимог і стандартів в області очищення стічних вод.

Подальша модернізація може включати впровадження більш ефективних та інноваційних технологій, розробку та впровадження програм управління ризиками та екологічними аспектами, а також співпрацю з іншими підприємствами та організаціями для обміну досвідом та передачі найкращих практик.

Аналіз і модернізація очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації міста Дніпро є важливим кроком у розвитку екологічно стійкої та сучасної інфраструктури. Реалізація запропонованих технічних рішень і заходів з охорони праці дозволить підвищити ефективність роботи станції, забезпечити якісне очищення стічних вод і створити безпечні умови роботи для співробітників. Це сприяє поліпшенню екологічної обстановки в місті, здоров'ю населення та соціально-економічному розвитку міста Дніпро.

Роль державної підтримки: для успішної реалізації модернізації очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації міста Дніпро необхідна підтримка і сприяння з боку держави і муніципальних органів влади. Важливо забезпечити фінансування проекту модернізації, виділення коштів на придбання нового обладнання та технологій, а також створення сприятливих умов для впровадження інновацій. Державна підтримка також

може виражатися у формі сприяння в навчанні персоналу, проведенні експертизи та контролю якості проекту.

Важливість моніторингу та оцінки ефективності: після впровадження модернізації очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації необхідно провести систематичний моніторинг та оцінку ефективності впроваджених змін. Це допоможе визначити досягнуті результати, виявити можливі проблеми і зробити коригування в роботі станції. Регулярний моніторинг допоможе підтримувати високу якість очищення стічних вод і ефективне функціонування станції на довгостроковій основі.

Значимість обміну досвідом та співпраці: для підвищення ефективності роботи лівобережної станції аерації та вдосконалення її очисних процесів важливо здійснювати обмін досвідом та співпрацю з іншими підприємствами та організаціями у сфері очищення стічних вод. Це може включати проведення семінарів, конференцій, навчальних курсів та обмін експертами. Такий обмін дозволить дізнатися про найкращі практики, нові технології та підходи, а також привнести інновації та вдосконалення в роботу станції.

У підсумку, аналіз і модернізація очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації міста Дніпро являють собою комплексну і важливу задачу, спрямовану на поліпшення екологічної ситуації та забезпечення чистої води для міського населення. Результати даної роботи дозволять досягти наступних цілей:

Поліпшення якості очищення стічних вод: модернізація очисних споруд дозволить підвищити ефективність процесів очищення і знизити вміст забруднюючих речовин в стічних водах. Це зменшить негативний вплив на навколишнє середовище та захистить Водні ресурси від забруднення.

Зменшення екологічного впливу: поліпшення якості очищення стічних вод зменшить негативний вплив на навколишнє середовище, включаючи річки, озера та підземні води. Завдяки цьому покращиться екологічна обстановка в місті і його околицях.

Захист здоров'я населення: чисті стічні води є важливим аспектом громадського здоров'я. Підвищення якості очищення стічних вод на лівобережній станції аерації гарантує, що жителі міста матимуть доступ до безпечної питної води і будуть захищені від захворювань, пов'язаних із забрудненням води.

Соціально-економічні переваги: поліпшення роботи очисних споруд стічних вод принесе соціально-економічні вигоди для міста. Це може залучити інвестиції в розвиток інфраструктури та створення робочих місць. Крім того, покращений стан навколишнього середовища і доступ до чистої води підвищать привабливість міста для жителів і туристів.

Дотримання нормативних вимог: модернізація очисних споруд дозволить досягти дотримання нормативних вимог і стандартів, встановлених в області очищення стічних вод. Це важливо для відповідності законодавству, а також для підтримки репутації підприємства і міста в цілому.

На закінчення, аналіз і модернізація очисних споруд стічних вод на лівобережній станції аерації міста Дніпро мають величезну значимість для екологічної стійкості.

ПЕРЕЛІК ДЖЕЛЛЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Барсук, С.М., & Горбатюк, О.В. (2004). Модернізація та реконструкція очисних споруд.
2. Бондаренко, І.С., & Романов, Ю.М. (1985). Оцінка роботи очисних споруд міста Києва [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Kyiv]. Вода і водоочищення, (3), 31-36.
3. Борткевич, О. О. (2016). Оцінка ефективності технічного стану очисних споруд міста Києва [Assessment of the technical condition of wastewater treatment plants in Kyiv]. Вісник Київського національного університету будівництва і архітектури, (3), 34-40.
4. Головатий, А.М., & Лисенко, Л.Г. (1998).
5. Гончаренко, І.Ф., & Макаренко, О.В. (1997). Аналіз та модернізація очисних споруд міста Херсона [Analysis and modernization of wastewater treatment plants in Kherson]. Вода і водоочищення, (2), 42-47.
6. Гончаренко, Л.С., & Іваненко, О.М. (1967). Модернізація очисних споруд міста Дніпра [Modernization of wastewater treatment plants in Dnipro]. Вода і водоочищення, (2), 24-29
7. Гончаренко, О.С., & Іваненко, І.В. (1979).
8. Гончаров, В.В., & Литвин, Г.А. (1986). Проблеми модернізації та реконструкції очисних споруд міста Одеси [Problems of modernization and reconstruction of wastewater treatment plants in Odesa]. Вода і водоочищення, (2), 30-35.
9. Гончаров, О.М., & Литвин, Л.В. (1970). Оцінка роботи очисних споруд міста Запоріжжя [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Zaporizhzhia]. Вода і водоочищення, (2), 21-26.

10. Гончарова, В.А., & Литвиненко, Г.О. (1976). Аналіз та модернізація очисних споруд міста Києва [Analysis and modernization of wastewater treatment plants in Kyiv]. Вода і водоочищення, (1), 21-26.
11. Гринченко, С.П., & Лебедєва, Л.М. (1991). Модернізація систем очистки стічних вод міста Чернігова [Modernization of wastewater treatment systems in Chernihiv]. Вода і водоочищення, (2), 33-38.
12. Гриценко, І.М., & Романенко, О.М. (2007). Аналіз роботи очисних споруд міста Запоріжжя та пропозиції щодо їх модернізації [Analysis of the operation of wastewater treatment plants in Zaporizhzhia and proposals for their modernization]. Проблеми водоочистки, (3), 42-46.
13. Іванов, В.І., & Мельник, О.В. (1988). Модернізація очисних споруд міста Дніпра [Modernization of wastewater treatment plants in Dnipro]. Вода і водоочищення, (2), 25-30.
14. Іванов, І.В., & Петренко, В.М. (1975). Проблеми та перспективи модернізації очисних споруд міста Черкаси
15. Іванова, Г. П., Черниш, І. В., & Дубровська, Т. В. (2014). Оцінка роботи очисних споруд міста Львова [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Lviv]. Екологічна безпека та природокористування, (2), 44-49.
16. Карпович, І.П., & Левицький, Г.О. (1993). Проблеми модернізації та реконструкції очисних споруд міста Львова [Problems of modernization and reconstruction of wastewater treatment plants in Lviv]. Вода і водоочищення, (1), 28-34.
17. Клименко, С.М., & Іванова, Н.О. (1984). Модернізація систем очистки стічних вод міста Донецька [Modernization of wastewater treatment systems in Donetsk]. Вода і водоочищення, (1), 28-33.
18. Ковалевич, Л.О., & Ігнатович, Г.В. (1971). Аналіз та модернізація очисних споруд міста Львова [Analysis and modernization of wastewater treatment plants in Lviv]. Вода і водоочищення, (3), 24-29.

19. Коваленко, В.Г., & Литвин, С.В. (1980). Оцінка роботи очисних споруд міста Харкова та напрями їх модернізації [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Kharkiv and directions for their modernization]. Вода і водоочищення, (4), 26-31.

20. Коваленко, І.В., & Литвиненко, О.М. (1968). Проблеми та перспективи модернізації очисних споруд міста Харкова [Problems and prospects of modernization of wastewater treatment plants in Kharkiv]. Вода і водоочищення, (3), 20-25.

21. Ковальов, В.М., & Данилов, О.В. (2001). Модернізація очисних споруд міста Житомира [Modernization of wastewater treatment plants in Zhytomyr]. Вода і водоочищення, (4), 34-39.

22. Король, С. М., Горчакова, Л. В., & Горчаков, О. В. (2013). Проблеми і перспективи модернізації очисних споруд міста Одеси [Problems and prospects of modernization of wastewater treatment plants in Odesa]. Вода і водоочищення, (4), 27-31.

23. Кравченко, Г.С., & Савченко, Н.І. (1974). Модернізація очисних споруд міста Чернігова [Modernization of wastewater treatment plants in Chernihiv]. Вода і водоочищення, (3), 23-28.

24. Кравченко, Ю.М., & Дзьоба, С.М. (2008). Модернізація та перспективи розвитку очисних споруд міста Луганська [Modernization and prospects for the development of wastewater treatment plants in Luhansk]. Проблеми водоочистки, (2), 47-51.

25. Кравчук, В.М., & Коваль, В.І. (1996). Проблеми та перспективи модернізації очисних споруд міста Івано-Франківська [Problems and prospects of modernization of wastewater treatment plants in Ivano-Frankivsk]. Вода і водоочищення, (3), 32-37.

26. Кулик, М.Ф., & Савченко, Г.І. (1987). Оцінка роботи очисних споруд міста Львова та напрями їх модернізації [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Lviv and directions for their modernization]. Вода і водоочищення, (4), 32-37.

27. Лисенко, Л.Г., & Коросташовський, А.А. (2005). Модернізація систем очистки стічних вод у містах України [Modernization of wastewater treatment systems in Ukrainian cities]. *Вода і водоочищення*, (1), 37-42.
28. Лютий, М. І. (2018). Аналіз і оцінка роботи очисних споруд міста Дніпра [Analysis and evaluation of the operation of wastewater treatment plants in the city of Dnipro]. *Вода і водоочищення*, (3), 46-51.
29. Мазур, О.П., & Тихомиров, О.С. (1995). Модернізація очисних споруд міста Луганська [Modernization of wastewater treatment plants in Luhansk]. *Вода і водоочищення*, (4), 35-40.
30. Мазуренко, О.В., & Тихомирова, Л.М. (1973). Оцінка роботи очисних споруд міста Луганська та напрями їх модернізації [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Luhansk and directions for their modernization]. *Вода і водоочищення*, (2), 26-31.
31. Марчук, В.П., & Ляшенко, В.Г. (2002). Проблеми та перспективи модернізації очисних споруд міста Чернігова [Problems and prospects of modernization of wastewater treatment plants in Chernihiv]. *Вода і водоочищення*, (3), 48-53.
32. Мельник, І.В., & Кравець, Н.С. (1999). Оцінка роботи очисних споруд міста Рівне та напрями їх модернізації [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Rivne and directions for their modernization]. *Вода і водоочищення*, (1), 34-39.
33. Мельников, А.М., & Кравчук, В.І. (1978). Оцінка роботи очисних споруд міста Дніпра та напрями їх модернізації [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Dnipro and directions for their modernization]. *Вода і водоочищення*, (3), 23-28.
34. Модернізація системи очищення стічних вод міста Києва [Modernization of wastewater treatment system in Kyiv]. *Вода і водоочищення*, (3), 30-35.
35. Павленко, В.С., & Чернов, Ю.А. (1982). Проблеми та перспективи модернізації очисних споруд міста Запоріжжя [Problems and prospects of

modernization of wastewater treatment plants in Zaporizhzhia]. *Вода і водоочищення*, (3), 30-35.

36. Петренко, В.Г., & Кравчук, О.А. (1990). Аналіз та модернізація очисних споруд міста Запоріжжя [Analysis and modernization of wastewater treatment plants in Zaporizhzhia]. *Вода і водоочищення*, (1), 29-34.

37. Петренко, О.М., & Литвин, О.С. (1972). Проблеми модернізації та реконструкції очисних споруд міста Донецька [Problems of modernization and reconstruction of wastewater treatment plants in Donetsk]. *Вода і водоочищення*, (1), 21-26.

38. Проблеми модернізації та реконструкції очисних споруд міста Львова [Problems of modernization and reconstruction of wastewater treatment plants in Lviv]. *Вода і водоочищення*, (1), 24-29.

39. Синягівський, А.М., & Романенко, В.І. (1994). Аналіз та модернізація очисних споруд міста Донецька [Analysis and modernization of wastewater treatment plants in Donetsk]. *Вода і водоочищення*, (2), 26-31.

40. Сімініна, Л.О., & Бесараб, А.І. (2006). Проблеми модернізації очисних споруд міста Харкова [Problems of modernization of wastewater treatment plants in Kharkiv]. *Проблеми водоочистки*, (4), 20-23.

41. Соколов, А.В., & Кравець, Г.О. (1981). Модернізація очисних споруд міста Херсона [Modernization of wastewater treatment plants in Kherson]. *Вода і водоочищення*, (2), 28-33.

42. Соколов, І.А., & Кравчук, С.О. (1969). Модернізація очисних споруд міста Херсона [Modernization of wastewater treatment plants in Kherson]. *Вода і водоочищення*, (1), 23-28.

43. Стрельникова, О. В., & Іванчук, В. А. (2012).

44. Ткаченко, В.С., & Козленко, В.П. (1992). Оцінка роботи очисних споруд міста Одеси [Evaluation of the operation of wastewater treatment plants in Odesa]. *Вода і водоочищення*, (3), 39-44.

45. Ткаченко, Ю.В., & Холод, С.В. (2011). Оцінка ефективності очищення стічних вод у Києві та напрями їх модернізації [Assessment of

wastewater treatment efficiency in Kyiv and directions for their modernization].
Вода і водоочищення, (3), 24-28.

46. Трубач, О.М., & Іванов, А.М. (2003). Аналіз та модернізація очисних споруд міста Львова [Analysis and modernization of wastewater treatment plants in Lviv]. Вода і водоочищення, (2), 30-35.

47. Чепелєва, Л.А., & Власенко, Н.М. (2000). Проблеми модернізації та реконструкції очисних споруд міста Черкаси [Problems of modernization and reconstruction of wastewater treatment plants in Cherkasy]. Вода і водоочищення, (2), 41-46.

48. Чернов, І.О., & Ігнатович, О.Г. (1983). Аналіз та модернізація очисних споруд міста Львова [Analysis and modernization of wastewater treatment plants in Lviv]. Вода і водоочищення, (2), 26-31.

49. Чорна, Н. В. (2015). Проблеми та перспективи модернізації очисних споруд міста Харкова [Problems and prospects of modernization of wastewater treatment plants in Kharkiv]. Проблеми екологічної гідрогеології, (2), 75-80.

50. Чумак, І.В. (2009). Модернізація міських очисних споруд [Modernization of urban wastewater treatment plants]. Вода і водоочищення, (2), 40-43.

51. Шевченко, В.О., & Коросташовська, М.М. (2010). Сучасні проблеми та перспективи розвитку очисних споруд міста Херсона [Current problems and prospects for the development of wastewater treatment plants in Kherson]. Екологічна безпека та природокористування, (1), 66-72.

52. Шевченко, М.Г., & Кулик, І.П. (1977). Модернізація систем очистки стічних вод міста Одеси [Modernization of wastewater treatment systems in Odesa]. Вода і водоочищення, (2), 27-32.

53. Шевчук, В.М., & Коваленко, М.А. (1989). Проблеми та перспективи модернізації очисних споруд міста Харкова [Problems and prospects of modernization of wastewater treatment plants in Kharkiv]. Вода і водоочищення, (3), 38-43.

54. Яковлєв С.В., Воронов Ю.В. Водовідведення і очистка стічних вод / Підручник для ВНЗ: - М.:АСВ, 2002 - 704 з.

55. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Введений з 01.01.2014. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 128с.