

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедрою екології

доц. _____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« _____ » грудня 2025р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «магістр»

на тему: **«Ефективність очищення стічних вод на лівобережних очисних спорудах каналізації м. Кам'янське»**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгЕ-1-24 спеціальності
101 «Екологія»

_____ Лілія КУЗЬМІНА

Керівник _____ ст. викл. Олена КАРАСЬ

Рецензент _____

Дніпро 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Водогосподарської інженерії та екології

Кафедра: Екології

Освітньо-професійна програма: «Екологія»

Спеціальність: 101 «Екологія»

Ступінь вищої освіти: Магістр

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою екології

_____ Вікторія КАЦЕВИЧ

« _____ » _____ 2025р.

З А В Д А Н Н Я

на підготовку кваліфікаційної роботи

Кузьміній Лілії Ігорівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Ефективність очищення стічних вод на лівобережних очисних спорудах каналізації м. Кам'янське

Науковий керівник: Карась О.Г., к.б.н., ст. викладачка

затверджена наказом по ДДАЕУ від «15» жовтня 2025 р. № 3074

2. Термін подання здобувачем роботи: 16.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технологічний регламент лівобережних очисних споруд каналізації Кам'янського водопровідно-каналізаційного господарства комунального підприємства Дніпропетровської обласної ради «Аульський водовід», нормативна документація у сфері стічних вод

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): дослідити теоретичні основи очищення стічних вод та сучасні технології їхнього оброблення; охарактеризувати лівобережні очисні споруди м. Кам'янське; проаналізувати склад і властивості вхідних та очищених стічних вод; дослідити ефективність роботи механічних, біологічних та допоміжних споруд; проаналізувати якість очищення за основними показниками; охарактеризувати утворені відходи та способи їх утилізації; обґрунтувати напрями підвищення ефективності очищення стічних вод

5. **Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): креслень Презентація в Power Point (актуальність, мета, об'єкт, предмет та задачі досліджень, отримані результати, висновки)**

6. **Дата видачі завдання:** « ___ » _____ 20 ____ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичні основи очищення стічних вод	30.09.2025	Виконано
2	Характеристика лівобережних очисних споруд каналізації м. Кам'янське	06.10.2025	Виконано
3	Характеристика якості очищених стічних вод	15.10.2025	Виконано
4	Характеристика відходів підприємства	25.10.2025	Виконано
5	Аналіз ефективності очищення	07.11.2025	Виконано
6	Напрями підвищення ефективності очищення стічних вод	24.11.2025	Виконано
7	Основні правила охорони праці	01.12.2025	Виконано
8	Висновки. Оформлення пояснювальної записки	08.12.2025	Виконано

Здобувач(ка)

_____ (підпис)

Лілія КУЗЬМІНА

_____ (Ім'я та прізвище)

Керівник роботи

Олена КАРАСЬ

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 7 розділів, в яких розкрита проблема очистки стічних вод, містить 93 сторінок тексту, 19 таблиць, 3 рисунків, 26 літературних джерел.

Мета роботи – аналіз ефективності очищення стічних вод на лівобережних очисних спорудах м. Кам'янське, оцінка відповідності якісних показників вимогам природоохоронного законодавства та обґрунтування напрямів підвищення ефективності роботи очисних споруд.

Завдання роботи: провести огляд теоретичних основ очищення стічних вод та існуючих технологій; охарактеризувати лівобережні очисні споруди, їх технологічну схему, обладнання та принцип роботи; проаналізувати якість вхідних та очищених стічних вод на основі даних технічного регламенту та лабораторного контролю; оцінити ефективність окремих стадій очищення: механічної, біологічної, доочищення та знезараження; визначити основні проблеми та недоліки у технологічному процесі біологічного очищення; розробити рекомендації щодо вдосконалення роботи очисних споруд і підвищення глибини очищення стічних вод; обґрунтувати можливість та доцільність застосування сучасних технологій дефосфатації й оптимізації аерації.

Об'єкт дослідження: процес очищення господарсько-побутових і виробничих стічних вод на лівобережних очисних спорудах м. Кам'янське, а також технічний стан і робота їхніх механічних, біологічних та допоміжних споруд.

Предмет дослідження: ефективність технологічних процесів механічного та біологічного очищення стічних вод, показники якості очищеної води, а також технологічні та організаційні чинники, що впливають на досягнення нормативів скиду.

Перелік ключових слів: стічні води, очисні споруди, очищення, відходи, характеристика вод, показники якості очищення.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	9
1.1 Види та класифікація стічних вод.....	9
1.2 Джерела утворення побутових і виробничих стічних вод.....	11
1.3 Основні методи очищення стічних вод.....	15
1.4 Екологічні наслідки неякісного очищення стічних вод.....	18
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІВОБЕРЕЖНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД КАНАЛІЗАЦІЇ М. КАМ'ЯНСЬКЕ	20
2.1 Перелік та загальна характеристика очисних споруд централізованого водовідведення	20
2.2 Характеристика якості стічних вод, які поступають на очисні споруди	21
2.3 Загальна технологічна схема очищення стічних вод та обробки осадів, опис технологічного процесу по стадіях	26
РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	36
3.1 Зворотні води.....	38
3.2 Характеристика реагентів і матеріалів та розрахунки їх витрат.....	41
3.3 Водний баланс очисних споруд.....	44
3.4 Порядок організації технологічного контролю за роботою очисних споруд централізованого водовідведення.....	47
РОЗДІЛ 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВА.....	53
4.1 Відходи підприємства, їх якісна та кількісна характеристики.....	53
4.2 Способи збирання, зберігання, утилізації, видалення та оброблення відходів підприємства.....	60
4.3 Викиди в атмосферу.....	65
РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ЛІВОБЕРЕЖНИХ ОЧИСНИХ СПОРУДАХ М. КАМ'ЯНСЬКЕ	68
РОЗДІЛ 6 НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	72
РОЗДІЛ 7 ОСНОВНІ ПРАВИЛА ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	78
ВИСНОВКИ.....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
ДОДАТОК А Фактичні концентрації стічних вод за 2023 рік	90
ДОДАТОК Б Технологічна схема очисних споруд	91
ДОДАТОК В Фактична концентрація забруднюючих речовин за 2023 рік..	92

ВСТУП

Стічні води є невід'ємним компонентом техногенного навантаження на навколишнє природне середовище та одним із ключових факторів, що впливають на стан водних ресурсів. Розвиток промислового виробництва, зростання урбанізованих територій та збільшення обсягів комунально-побутових стоків призводять до постійного підвищення кількості та концентрації забруднюючих речовин у водних об'єктах. За таких умов особливої актуальності набуває забезпечення ефективної роботи очисних споруд каналізації, оскільки саме вони виконують функцію бар'єра між техногенними навантаженнями та природними водними екосистемами.

Проблематика очищення стічних вод є однією з пріоритетних у сфері екологічної безпеки та раціонального природокористування. Якість очищення безпосередньо впливає на екологічний стан річок, водойм та ґрунтів, а також на здоров'я населення і сталий розвиток регіонів. Крім того, сучасні вимоги природоохоронного законодавства та гармонізація українських норм із європейськими стандартами потребують не лише підтримання належного рівня очищення, а й постійної модернізації технологічних процесів. Особливо гостро ці питання постають у промислових містах, де навантаження на систему водовідведення є підвищеним.

Лівобережні очисні споруди м. Кам'янське є важливою частиною міської системи водовідведення, забезпечуючи очищення значних обсягів господарсько-побутових та виробничих стічних вод. Незважаючи на те, що технологічна схема споруд включає повний комплекс механічного та біологічного очищення, результати аналізу свідчать про наявність певних недоліків у роботі окремих стадій. Зокрема, актуальними залишаються питання недостатнього видалення біогенних елементів — передусім фосфатів, а також оптимізації процесів нітрифікації-денітрифікації. Це може

зумовлювати перевищення допустимих концентрацій у скидах та створювати ризики вторинного забруднення водних об'єктів.

У сучасних умовах важливо не лише підтримувати стабільність функціонування існуючих споруд, але й шукати шляхи підвищення їхньої ефективності та зменшення негативного впливу на довкілля. Комплексний аналіз роботи очисних споруд дозволяє визначити слабкі місця, оцінити відповідність якісних показників очищеної води встановленим нормативам та обґрунтувати доцільність впровадження заходів модернізації. Саме тому дослідження, що проводиться у межах цієї дипломної роботи, має важливе практичне й наукове значення.

Метою дипломної роботи є аналіз ефективності очищення стічних вод на лівобережних очисних спорудах м. Кам'янське, оцінка відповідності якісних показників вимогам природоохоронного законодавства та обґрунтування напрямів підвищення ефективності роботи очисних споруд.

Для досягнення поставленої мети були сформовані такі завдання:

- провести огляд теоретичних основ очищення стічних вод та існуючих технологій;
- охарактеризувати лівобережні очисні споруди, їх технологічну схему, обладнання та принцип роботи;
- проаналізувати якість вхідних та очищених стічних вод на основі даних технічного регламенту та лабораторного контролю;
- оцінити ефективність окремих стадій очищення: механічної, біологічної, доочищення та знезараження;
- визначити основні проблеми та недоліки у технологічному процесі біологічного очищення;
- розробити рекомендації щодо вдосконалення роботи очисних споруд і підвищення глибини очищення стічних вод;
- обґрунтувати можливість та доцільність застосування сучасних технологій дефосфатації й оптимізації аерації.

Об'єктом дослідження є процес очищення стічних вод на лівобережних очисних спорудах каналізації м. Кам'янське.

Предмет дослідження — ефективність технологічних процесів механічного та біологічного очищення стічних вод, а також показники якості очищеної води.

Наукова новизна роботи полягає в комплексному підході до оцінки роботи очисних споруд у контексті сучасних екологічних вимог та у визначенні найбільш ефективних напрямів модернізації, що можуть бути впроваджені на реальних виробничих об'єктах.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для вдосконалення системи очищення стічних вод у м. Кам'янське та підвищення екологічної безпеки водних об'єктів регіону. Запропоновані рекомендації можуть бути застосовані підприємствами водоканального господарства та іншими організаціями, які здійснюють очищення стічних вод.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Дослідження процесів очищення стічних вод є актуальними в Україні вже понад кілька десятиліть, оскільки якість водних ресурсів безпосередньо впливає на екологічний стан довкілля та здоров'я населення. Значний внесок у розвиток теорії та технологій очистки вод здійснили українські вчені, зокрема Л. А. Кульський, який заклав основи класифікації домішок за фазово-дисперсним станом, В. Ф. Накорчевська, яка займалася проблемами фізико-хімічної очистки вод, а також А. М. Когановський, відомий своїми працями з промислового водопостачання та повторного використання стічних вод. Сучасні українські дослідники продовжують ці напрацювання, зосереджуючи увагу на біологічних методах очищення, зменшенні концентрації фосфатів та оптимізації аеробно-анаеробних процесів [1; 2].

1.1. Види та класифікація стічних вод

У практиці водовідведення та водоочищення стічні води поділяють на три основні групи: побутові, промислові та злизові [3]. Така класифікація визначається джерелами їх утворення, а також характером і складом забруднюючих речовин, що в них містяться.

Побутові стічні води, які також називають санітарними, формуються в житлових будинках, громадських установах, навчальних закладах і на об'єктах комерційного призначення. До їх складу входять води, що надходять із санітарно-технічних приладів, зокрема туалетів, душових, кухонь і пралень. Цей вид стоків характеризується підвищеним вмістом органічних сполук, біогенних елементів (азоту та фосфору), а також наявністю патогенних мікроорганізмів.

Промислові стічні води утворюються в результаті діяльності виробничих і переробних підприємств. Їхній склад є надзвичайно різноманітним і залежить від галузевої специфіки, використовуваної сировини та технологічних процесів. Такі стоки можуть містити важкі метали, токсичні хімічні речовини, нафтопродукти, органічні розчинники та інші шкідливі компоненти. Наприклад, у стічних водах підприємств легкої промисловості часто присутні барвники й мікропластик, тоді як відходи харчової промисловості характеризуються значною концентрацією органічних завислих речовин і жирів.

Зливові стічні води утворюються внаслідок стікання атмосферних опадів із поверхонь забудованих територій, автомобільних доріг, дахів будівель і відкритих майданчиків. У процесі переміщення вони акумулюють різноманітні забруднювачі, зокрема механічні домішки, нафтопродукти, мінеральні добрива та інші речовини, після чого нерідко без належного очищення надходять у системи водовідведення або безпосередньо у природні водойми.

Кожен із наведених типів стічних вод має специфічний склад і рівень забруднення, що зумовлює необхідність їх чіткої ідентифікації для вибору ефективних технологій очищення.

Крім того, стічні води класифікують за ступенем забруднення, виділяючи чорні та сірі води. Ефективність їх обробки визначається застосуванням послідовних стадій очищення, а саме попереднього, первинного, вторинного та третинного.

Чорні стічні води містять продукти життєдіяльності людини, що надходять переважно з санітарних вузлів, і характеризуються високою концентрацією органічних забруднень та патогенних мікроорганізмів, у зв'язку з чим потребують глибокого багатоступеневого очищення.

Сірі стічні води утворюються під час експлуатації раковин, душових установок і побутової техніки. Вони містять мийні засоби, жири та обмежену кількість мікроорганізмів, однак рівень їх забруднення є значно нижчим, що

дає можливість застосовувати спрощені методи очищення або повторне використання після відповідної обробки.

1.2. Джерела утворення побутових і виробничих стічних вод

Побутові стічні води являють собою складну, але відносно стабільну за складом систему, що формується як розбавлена суміш продуктів життєдіяльності людини (сечі та фекалій), кухонних стоків, які утворюються під час приготування їжі та миття посуду, а також банно-пральних вод, що надходять унаслідок гігієнічних процедур і прання білизни. Характерною особливістю господарсько-побутових стічних вод є відносна сталість їх якісного складу, що пояснюється однотипністю фізіологічних процесів у людини та подібністю побутової діяльності населення.

Виробничі стічні води утворюються в результаті функціонування промислових підприємств у процесі виготовлення продукції, матеріалів і напівфабрикатів. Вони відзначаються значною різноманітністю як за кількісними, так і за якісними показниками, які визначаються галузевою належністю підприємства, видом використовуваної сировини та особливостями технологічних процесів.

Забруднювальні речовини, характерні для виробничих стічних вод, умовно поділяють на п'ять основних груп [13]:

- 1) біологічно нестійкі органічні сполуки;
- 2) малотоксичні органічні солі;
- 3) нафтопродукти та біогенні елементи;
- 4) речовини зі специфічними токсичними властивостями, зокрема важкі метали;
- 5) стійкі синтетичні органічні сполуки, що практично не піддаються біологічному розкладу.

Виробничі стічні води, які містять органічні речовини разом із токсичними домішками, що пригнічують процеси біохімічного окиснення, підлягають попередньому локальному очищенню. Метою такої обробки є видалення або зниження концентрації токсичних компонентів перед їх скиданням у міські системи каналізації.

Стічні води багатьох галузей промисловості, крім розчинених органічних і неорганічних речовин, містять колоїдні домішки, а також завислі грубо- та дрібнодисперсні частинки, щільність яких може перевищувати або бути меншою за щільність води. Скидання виробничих стічних вод у міські каналізаційні мережі здійснюється відповідно до чинних нормативних вимог і правил прийому стічних вод у системи водовідведення населених пунктів. За характером надходження виробничі стоки можуть бути рівномірними або нерівномірними, безперервними чи залповими, сезонними або цілорічними.

Склад стічних вод відзначається значною різноманітністю, що зумовлює відповідні відмінності у їх фізико-хімічних та санітарних властивостях. Визначення якісного та кількісного складу забруднювальних речовин є необхідною умовою для обґрунтованого вибору методів очищення та розроблення оптимальної технологічної схеми очисних споруд. Забруднення, присутні у стічних водах, класифікують за різними ознаками, серед яких провідними є походження та фазово-дисперсний стан.

Перед відведенням стічних вод у поверхневі водні об'єкти вони підлягають обов'язковому очищенню на спеціалізованих очисних спорудах. Ефективність цього процесу визначається з урахуванням хімічного складу стоків та основних показників їх якості. Залежно від походження забруднювальні речовини, що містяться у стічних водах, класифікують на мінеральні, органічні, біологічні та бактеріальні.

До мінеральних домішок належать пісок, глинисті частинки, шлаки, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, а також мінеральні масла. Органічні забруднення поділяють на такі, що мають рослинне та тваринне

походження. До першої групи відносять залишки рослинної сировини, паперу, злаків, овочів і фруктів, основним хімічним елементом яких є вуглець. Забруднення тваринного походження включають фізіологічні виділення людини й тварин, залишки м'язових і жирових тканин, клейові речовини та характеризуються підвищеним вмістом азоту.

За хімічним складом органічні домішки поділяють на безазотисті та азотовмісні. Основну частку безазотистих органічних сполук у господарсько-побутових стічних водах складають вуглеводи й жири. Серед вуглеводів найчастіше зустрічаються моносахариди, зокрема глюкоза й лактоза, а також дисахарид сахароза [13]. До складу побутових стічних вод входять також полісахариди, такі як целюлоза й крохмаль, які практично не розчиняються у воді. Целюлоза зазвичай перебуває у завислому стані й формує значну частину твердої фази стічних вод.

Забруднювальні речовини мінерального й органічного походження у побутових стічних водах можуть знаходитися в розчиненому, нерозчиненому або колоїдному стані. Частину нерозчинених домішок, що затримуються під час фільтрування, відносять до завислих речовин.

Найбільш значущу санітарно-епідеміологічну загрозу створюють забруднювальні речовини органічного походження. Рівень їх вмісту в розчиненій формі визначають за значеннями біохімічної потреби в кисні (БПК) та хімічної потреби в кисні (ХПК). Для побутових стічних вод характерні значення БПК у межах 100–400 мг/л і ХПК 150–600 мг/л, що свідчить про високий рівень забруднення. За температури близько 20 °С такі води здатні до загнивання вже через 12–24 години.

У міських стічних водах частка органічних домішок становить приблизно 45–58 %, тоді як мінеральні речовини складають 42–55 %. Наявність органічних речовин створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів і бактерій, які формують біологічне та бактеріальне забруднення і зумовлюють епідемічну небезпеку стічних вод. Серед них розрізняють сапрофітні мікроорганізми (найпростіші, водорості, дріжджі,

плісняві грибки), що не становлять загрози для людини, та патогенні бактерії— збудники черевного тифу, паратифу й дизентерії.

Відповідно до класифікації домішок за фазово-дисперсним станом, запропонованої академіком Л. А. Кульським, усі забруднення стічних вод поділяють на чотири групи залежно від розмірів частинок. До першої групи належать нерозчинні домішки у вигляді крупних завислих частинок, суспензій, емульсій і піни. Другу групу складають колоїдні частинки розміром від 0,1 до 0,001 мк. Третя група представлена молекулярно-дисперсними речовинами, що утворюють істинні розчини. До четвертої групи належать іонно-дисперсні домішки, зокрема кислоти, луги та їх солі, частина яких (амонійні сполуки, фосфати) частково вилучається в процесі біологічного очищення.

Питома витрата побутових стічних вод з одного гектара міської забудови зазвичай становить 0,3–2 л/с або 10 000–60 000 м³ на рік. Надходження стоків у водовідвідну мережу є нерівномірним протягом доби: у денний час витрати значно перевищують нічні, а коливання можуть сягати 2–5 разів [9].

Виробничі стічні води різних галузей промисловості істотно відрізняються за складом і концентраціями забруднювальних речовин. Їх характеристики визначаються типом виробництва, видом сировини, режимом технологічних процесів і рівнем технічного оснащення підприємств. Так, стоки металообробних підприємств переважно містять мінеральні домішки, тоді як харчова промисловість формує стічні води з високим вмістом органічних речовин. У більшості випадків виробничі стічні води мають змішаний характер забруднення.

Концентрації домішок у виробничих стоках можуть значно змінюватися як протягом доби, так і в межах окремих технологічних циклів, що негативно впливає на ефективність роботи очисних споруд і ускладнює їх експлуатацію.

Для прикладу, у стічних водах підприємств чорної металургії вміст завислих неорганічних речовин становить 0,2–5 г/л, окалини — 0,3–2 г/л, фенолів — 0,7–1 г/л, смол і масел — 0,2–1,8 г/л. У стічних водах целюлозно-паперових підприємств концентрація завислих речовин досягає 400–2000 мг/л і представлена переважно деревним волокном та целюлозою. Для текстильних підприємств характерний вміст завислих речовин 250–400 мг/л, мийних засобів 50–120 мг/л, а значення БПК сягає 300–350 мг/л. У дощових стічних водах виявляється значна кількість нерозчинених мінеральних і органічних домішок, при цьому БПК може становити 50–60 мг/л [14].

Дослідження показують, що дощові води також можуть бути джерелом забруднення поверхневих водойм. Річний об'єм дощових стоків з одного гектара території становить 1500–2000 м³, що у 5–30 разів менше за обсяг побутових стічних вод. Водночас їх надходження є вкрай нерівномірним: від повної відсутності у суху погоду до пікових витрат до 300 л/с під час інтенсивних злив.

1.3 Основні методи очищення стічних вод

Існує 4 різні методи очищення стічних вод, і кожен з цих методів має різний процес очищення. Однак кожен процес очищення повинен починатися з оцінки та аналізу [3].

Фізична очистка води передбачає використання фізичних методів очищення стічних вод. Цей метод включає такі процеси, як седиментація, просіювання та зняття пени, що використовуються для видалення твердих речовин зі стічних вод. Під час цього процесу хімікати взагалі не використовуються.

Седиментація – це процес очищення стічних вод, під час якого важкі або нерозчинні частинки збираються та відокремлюються від стічних вод.

Вода відокремлюється від нерозчинного матеріалу, коли нерозчинний матеріал осідає на дні води.

Аерація. У цьому процесі стічні води очищуються шляхом насичення їх киснем через циркуляцію повітря. Кисень або повітря додаються до стічних вод кількома способами, включаючи поверхневу, розпилювальну та дифузну аерацію. Процес аерації починається одразу після контакту кисню з водою.

Механічні методи очищення стічних вод [4]. Механічна фільтрація для очищення та утилізації стічних вод є одним із традиційних методів очищення стічних вод, і її можна досягти одним із таких способів:

Технологія керамічних мембран. Механічна фільтрація для очищення та утилізації стічних вод є одним із традиційних методів очищення стічних вод, і її можна досягти одним із таких способів:

Технологія керамічних мембран. Процес фільтрації керамічними мембранами являє собою використання керамічних мембран, встановлених у корпусах, для фільтрації стічних вод. Процес фільтрації розпочинається, коли стічні води починають проходити через мембрани. Живильний насос відповідає за забезпечення тиску, необхідного для руху води через керамічну мембрану.

Технологія піщаного фільтра. Ця технологія існує вже понад 200 років тому. Вона більше застосовується там, де рідини рухаються вниз під дією сили тяжіння або тиску. Одним з недоліків цієї технології є те, що вона може не забезпечити належної дезінфекції. Піщані фільтри складаються з великої кількості піску спеціального сорту у великому резервуарі.

Біологічний метод очищення стічних вод. Це використання біологічних процесів для очищення стічних вод [17]. На цьому етапі органічні речовини, такі як олії, відходи життєдіяльності людини, мило та їжа, що містяться у стічних водах, розщеплюються. Біологічний метод очищення стічних вод поділяється на три категорії:

Аеробний процес. Тут органічна речовина у стічних водах розкладається бактеріями та перетворюється на вуглекислий газ. Для

розкладання органічної речовини у стічних водах необхідний кисень та використання аеробних мікроорганізмів (грибків та бактерій). Аеробний процес відбувається в реакторі з активним мулом, де стічні води змішуються з великою кількістю аеробних організмів.

Анаеробний процес. На цьому етапі для розкладання органічної речовини у стічних водах замість кисню використовується ферментація. Мікроорганізми (анаеробні бактерії), що використовуються для цього процесу, не потребують кисню для розщеплення органічної речовини. Відходи ферментуються при певній температурі за допомогою ферментації.

Компостування. На цьому етапі очищення здійснюється шляхом змішування стічних вод з тирсою або будь-якими іншими джерелами вуглецю. Компостування є одним із поширених методів обробки осаду та перетворення його на корисний продукт, який можна використовувати для збагачення ґрунту поживними речовинами [15].

Хімічні методи очищення стічних вод. Існують різні процеси хімічної обробки, але найпоширенішими є хімічна нейтралізація, адсорбція, осадження, дезінфекція та іонний обмін. Хоча перелічені вище процеси хімічної обробки відрізняються, одна спільна риса полягає в тому, що на речовину впливають змінні сторонні фактори.

Нейтралізація. Це використання кислотних або лужних розчинів для контролю та підтримки рівня рН стічних вод близько 7. Якщо воді бракує достатньої кислотності, то для досягнення необхідного рівня рН додається кислота. Також, якщо воді бракує достатньої лужності, до води додається основа, щоб досягти необхідного рівня рН.

Адсорбція. Цей метод хімічного очищення промислових стічних вод являє собою процес, за допомогою якого адсорбенти використовуються для видалення розчинних молекул зі стічних вод. Різні органічні матеріали, такі як токсичні сполуки та миючі засоби, можна видалити за допомогою адсорбції. Для ефективного результату адсорбент необхідно активувати перед використанням.

Опади. Процес хімічного осадження включає використання кислоти або луку для видалення розчинених неорганічних речовин зі стічних вод. Цей метод досягається шляхом зміни температури або введення хімікатів. Осад потім можна видалити флотацією або седиментацією.

Дезінфекція. Це процес хімічного очищення, в якому стічні води обробляються за допомогою вибраної дезінфекції для перевірки або інактивації патогенів (вірусів, мікробів та найпростіших) у стічних водах. Основною метою цього процесу є захист мікробної якості стічних вод.

Іонний обмін. Основною метою процесу хімічної обробки є пом'якшення. Цей процес відомий як оборотна реакція, оскільки заряджений іон заміщується іншим аналогічно зарядженим іоном. Іншими словами, полівалентні катіони заміщуються натрієм [4].

1.4 Екологічні наслідки неякісного очищення стічних вод

Забруднення природних водойм виникає через неочищені стічні води. Хімічні речовини та поживні речовини руйнують водну екосистему. Через цей надлишок поживних речовин утворюється цвітіння водоростей, знижується рівень кисню та вбиваються водні види. Забруднення промисловими відходами та важкими металами потрапляє в ланцюг дикої природи. Забруднена вода змінює природне середовище яке призводить до руйнування середовища існування. Недостатнє очищення негативно впливає на біорізноманіття та загрожує природному балансу [18].

Промислові очисні споруди відіграють вирішальну роль у пом'якшенні цих наслідків. Чиста вода необхідна для виживання та відтворення здорових екосистем. Забруднена вода порушує природний харчовий ланцюг та екосистему [4]. Токсичні скиди та виснаження кисню шкодять риbam і водним рослинам. Забруднена вода також впливає на якість ґрунту та ріст

трав. Втрата біорізноманіття впливає на функціонування екосистеми та основні послуги, які вона надає. Правильне очищення стічних вод значною мірою сприяє екологічній цілісності.

Хвороби, що передаються через воду, можуть загрожувати здоров'ю людини через неочищені стічні води [24]. Патогени, бактерії та віруси швидко поширюють хвороби. Забруднене джерело води збільшує ризик холери, дизентерії та інших інфекцій. Однак шкідливі забруднювачі поширюються від забруднених морепродуктів та сільськогосподарських культур до людей. Погане очищення стічних вод підвищує ймовірність розвитку стійкості до антибіотиків. Забруднені джерела води становлять серйозну загрозу для громад, що проживають поблизу.

Контакт з неочищеною водою шкодить людям та громадам [5]. Він створює розсадники комах, що переносять хвороби, таких як комарі. Витоки з погано очищених систем стічних вод забруднюють ґрунтові води. Погана санітарія в регіонах, що розвиваються, особливо впливає на вразливі групи населення. Громадське здоров'я значно покращується завдяки належним системам управління стічними водами. Очищення води з наших стічних вод захищає здоров'я та зменшує спалахи захворювань.

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІВОБЕРЕЖНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД КАНАЛІЗАЦІЇ М. КАМ'ЯНСЬКЕ

2.1 Перелік та загальна характеристика очисних споруд централізованого водовідведення

Найменування: Лівобережні очисні споруди каналізації (вул. Індустріальна, 30) [1].

Проектна потужність - 40 тис. м³/добу.

Фактична потужність (за 2023р) – 8,2 тис. м³/добу.

Режим роботи – цілодобовий.

Очисні споруди будувались у дві черги:

- споруди механічної очистки - у 1972-76 рр.,
- споруди біологічної очистки - у 1980 р.

Загальна площа під об'єктом складає 42,7567 га.

Генеральний проектувальник, розроблювач креслень: Державний Республіканський Інститут по проектуванню комунальних споруд міст України «УКРГІППРОКОМУНБУД» м. Харків-1971р.

Проектом передбачено глибоку біологічну очистку господарчо-побутових та виробничих стічних вод лівобережної частини міста.

Технологічний процес складається з наступних етапів:

- механічна очистка господарчо-побутових та промислових стічних вод лівобережної частини міста (механічні ґрати, пісколовки, первинні радіальні відстійники).

- біологічна очистка (двосекційний аеротенк, вторинні радіальні відстійники);

- доочищення на біоставках;

- знезараження очищених стічних вод.

В процесі очистки утворюються осади:

- затримане на ґратах сміття;
- осад з пісколовок, який видаляється на піскові майданчики;
- сирий осад з первинних відстійників, який видаляється на мулові майданчики;
- плаваючі речовини, які видаляються на мулові майданчики;
- ущільнений надлишковий активний мул, який видаляється на мулові майданчики.

2.2 Характеристика якості стічних вод, які поступають на очисні споруди

До системи каналізації м. Кам'янське стічні води приймають згідно «Правил приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення міста Кам'янське» (далі – Правила), які затверджені рішенням виконавчого комітету Кам'янської міської ради №118 від 23.04.2018 р. Згідно Глави III цих Правил [7]:

«До систем централізованого водовідведення приймаються стічні води споживачів, які не призводять до порушення роботи каналізаційних мереж та очисних споруд, безпеки їх експлуатації та можуть бути очищені на КОС виробників» відповідно до вимог Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 року № 465.

Стічні води, що надходять до систем централізованого водовідведення, повинні відповідати встановленим технічним і санітарним вимогам та не допускаються до приймання, якщо вони:

1. містять легкозаймисті домішки або розчинені гази, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші в мережах водовідведення;

2. включають компоненти, що можуть спричиняти засмічення трубопроводів, оглядових колодязів, решіток або утворювати відкладення на їх поверхнях, зокрема побутове сміття, ґрунт, абразивні матеріали, грубодисперсні зависі, гіпс, вапно, пісок, металеву та полімерну стружку, жири, смоли, мазут, відходи харчового виробництва (пивну дробину, дріжджі тощо);

3. складаються виключно з неорганічних сполук або містять речовини, які не піддаються біологічному розкладанню в процесі очищення;

4. містять забруднювальні речовини, для яких відсутні встановлені гранично допустимі концентрації для водних об'єктів, а також токсичні компоненти, що інгібують процеси біологічного очищення або не підлягають аналітичному контролю через відсутність відповідних методик;

5. характеризуються наявністю небезпечних бактеріальних, вірусних, токсичних або радіоактивних агентів;

6. містять синтетичні поверхнево-активні речовини з низькою здатністю до біологічного розкладу, якщо рівень їх первинної біодеструкції є меншим за 80 %;

7. мають температуру, що перевищує 40 °С;

8. характеризуються значенням водневого показника (рН), нижчим за 6,5 або вищим за 9,0;

9. мають співвідношення хімічного споживання кисню до біохімічного споживання кисню за п'ять діб (ХСК/БСК₅), яке перевищує 2,5;

10. створюють потенційну загрозу для здоров'я та безпеки персоналу, що експлуатує системи централізованого водовідведення;

11. унеможливають подальшу утилізацію або знешкодження осадів стічних вод методами, безпечними для навколишнього природного середовища;

12. містять забруднювальні речовини у концентраціях, що перевищують допустимі нормативи, встановлені чинними правилами приймання стічних вод.

Скидання стічних вод до систем централізованого водовідведення, у складі яких присутні заборонені забруднювальні компоненти, не допускається без попереднього знешкодження та знезараження на локальних очисних установках. Осади, що утворюються в результаті такої обробки, підлягають обов'язковій утилізації або захороненню з дотриманням вимог екологічної безпеки. Перелік забруднювальних речовин, заборонених до скидання, встановлюється чинними нормативно-правовими актами [23].

До заборонених для скидання у системи централізованого водовідведення належать:

1. Речовини та суміші, здатні в умовах каналізаційних мереж утворювати вибухонебезпечні, токсичні або горючі гази, а також органічні розчинники, легкозаймисті й вибухонебезпечні сполуки (зокрема нафта, бензин, гас, ацетон тощо) у концентраціях, що перевищують гранично допустимі значення для стічних вод. До цієї групи також відносяться синтетичні та природні смоли, мастила, лакофарбові матеріали, продукти та відходи нафтопереробки й органічного синтезу, мастильно-охолоджувальні рідини, а також вміст засобів пожежогасіння (за винятком випадків їх застосування за прямим призначенням).

2. Водні розчини кислот із показником рН менше 5,0 та лужні розчини з рН понад 10,0.

3. Речовини з різким неприємним запахом або інші леткі сполуки в кількостях, що можуть спричинити перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони каналізаційних насосних станцій, виробничих приміщень систем водовідведення та на території очисних споруд.

4. Радіоактивні речовини з рівнем активності, що перевищує встановлені нормативи безпечного вмісту в навколишньому середовищі, а також високотоксичні сполуки, які не можуть бути ефективно вилучені в процесі очищення стічних вод. До них належать речовини, здатні накопичуватися в організмі людини, проявляти віддалені біологічні ефекти

або утворювати небезпечні продукти трансформації у водному середовищі та живих організмах, зокрема моно- та поліциклічні хлорорганічні, фосфорорганічні, азото- та сірковмісні сполуки, біологічно стійкі поверхнево-активні речовини, пестициди, сильнодіючі отруйні речовини у концентраціях, що перевищують більш ніж у чотири рази мінімально допустимі нормативи для водних об'єктів. До цієї категорії також відносяться медичні відходи класів Б, В і Г, а також епідеміологічно небезпечні бактеріальні та вірусні забруднення (за винятком речовин, скидання яких дозволене санітарно-епідеміологічними нормами).

5. Концентровані технологічні розчини та кубові залишки, первинні й відпрацьовані гальванічні електроліти, осадові відходи локальних очисних установок, відстійників, уловлювачів і фільтрувальних елементів, відходи систем пило-газоочищення, осади, що утворюються на установках технічної водопідготовки (у тому числі котельних та теплоенергетичних об'єктів), іонообмінні матеріали, активоване вугілля, висококонцентровані регенераційні розчини водоочисних систем, концентрати, отримані в процесі експлуатації мембранних технологій (зокрема установок зворотного осмосу), а також різноманітні хімічні реагенти та лабораторні реактиви.

6. Будь-які тверді відходи, що утворюються під час забою тварин та переробки м'яса, включаючи канигу, цільну кров, відходи шкіряної сировини, а також відходи тваринництва й птахівництва, у тому числі фекальні маси.

7. Тверді побутові відходи різного походження, сміттєві маси, що утворюються в процесі сухого прибирання житлових і виробничих приміщень, залишки будівельних матеріалів та конструкцій, відпрацьований ґрунт і транспортуючі розчини, що виникають під час виконання підземних прохідницьких робіт, а також мінеральні компоненти, зокрема ґрунт, зола, шлак, окалина, вапно, цемент та інші в'язучі речовини. До цієї ж категорії належать металеві відходи у вигляді стружки, скляні матеріали, пилоподібні фракції, що формуються внаслідок механічної обробки металів, скла та

каменю, а також відходи рослинного походження — листя, трава, деревинні рештки, плодоовочеві залишки. Виняток становлять лише побутові плодоовочеві відходи, які попередньо піддані гомогенізації. Волокнисті матеріали природного, штучного або синтетичного походження (у тому числі волосся та вовну), тару, пакувальні матеріали і їх складові, тирсу, металеву стружку, окалину, а також синтетичні матеріали — полімерні плівки, гранули, пилоподібні фракції та інші подібні включення.

8. Біомасу, що утворюється у процесах харчового, фармацевтичного та іншого біотехнологічного виробництва, у разі перевищення нормативів за показниками хімічного споживання кисню, а також харчову продукцію (придатну або непридатну до споживання), сировину для її виготовлення, сироватку, спиртову та дріжджову барду, пивну дробину й інші подібні відходи.

Вимоги щодо вмісту забруднюючих речовин в стічних водах наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Вимоги до вмісту забруднюючих речовин в стічних водах, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на КОС

№ з/п	Інгредієнти	Одиниця виміру	Максимально допустиме значення показника та (або) концентрація в пробі стічних вод
			Лівобережні очисні споруди каналізації
1	pH	од рН	6,5 – 9,0
2	Температура	°C	не більше 40
3	Азот амонійний	мг/дм ³	35,0
4	Фосфати	мг/дм ³	10,0
5	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	200,0
6	ХСК	мгО ₂ /дм ³	500,0
7	Хлориди	мг/дм ³	100,0
8	Сульфати	мг/дм ³	70,0
9	Нафтопродукти	мг/дм ³	2,5
10	АПАР	мг/дм ³	3,4

Продовження таблиці 2.1

11	Залізо загальне	мг/дм ³	1,0
12	Завислі речовини	мг/дм ³	156,0
13	Карбамід	мг/дм ³	-
14	Нітрити	мг/дм ³	3,3
15	Нітрати	мг/дм ³	45,0
16	Жири рослинні та тваринні	мг/дм ³	50,0

Фактичні концентрації забруднюючих речовин за 2023 рік наведено у Додатку А.

2.3 Загальна технологічна схема очищення стічних вод та обробки осадів, опис технологічного процесу по стадіях

Стічні води господарсько-побутової каналізації житлового масиву лівобережної частини надходять на очисні споруди по двох напірних трубопроводах діаметром 700 мм кожен і подаються до камери гасіння, розташованої перед будівлею решіток. У цю ж камеру по двох трубопроводах Ду 500 мм надходять стоки від промислових підприємств: ТОВ «КЛАЙМ», ТОВ «Перша ливарня», ПП «УКРПТАХОСЕРВІС», ТОВ «Хлібозавод №3 ТМ», ТОВ «Тепличний комбінат «Дніпровський». По двох трубопроводах Ду 250 мм надходять стічні води ПАТ «Оріль-Лідер», по двох трубопроводах Ду 100 мм — стоки з ТОВ ЖЕО «Город на озері», а по трубопроводу Ду 100 мм — стічні води з Обслуговуючого кооперативу «Садівницьке товариство «Грін Парк» і КП КМР «Кам'янська теплопостачальна компанія». Окрім того, до камери гасіння потрапляють стоки, що утворюються безпосередньо на майданчику очисних споруд. У камері гасіння забезпечується зменшення швидкості потоків та їх інтенсивне змішування.

Далі стічні води спрямовуються на механічні решітки. Видалення затриманих на решітках домішок здійснюється механізованими граблями. Із будівлі решіток стічна вода по залізобетонних каналах подається до розподільчої камери горизонтальних пісколовок, а після цього через водовимірювальний лоток надходить на розподільчу чашу первинних відстійників. Осад, що накопичується на дні первинного відстійника, переміщується мулошкребом у муловий приямок, розташований у центральній частині споруди. Плаваючі домішки, що концентруються на поверхні, вилучаються спеціальним пристроєм та відводяться в резервуар-жирозбірник. Осад і вилучені плаваючі речовини перекачуються на мулові майданчики [1].

Після завершення механічного етапу стоки надходять у двосекційний аеротенк, де відбувається повне біологічне очищення за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів, що формують активний мул. Після аеротенка мулова суміш по трубопроводу подається у вторинні радіальні відстійники, у яких здійснюється розділення очищеної води та активного мулу [10]. Осілий активний мул видаляється мулососом у мулову камеру, звідки направляється в резервуар активного мулу. Основна частина мулу насосним обладнанням повертається в аеротенк у вигляді циркуляційного активного мулу. Надлишковий активний мул відбирається з потоку циркуляційного мулу та спрямовується до мулоущільнювача.

Освітлена вода з мулоущільнювача відводиться в каналізаційну систему майданчика споруд і через насосну станцію господарсько-побутових стоків повертається в камеру гасіння. Ущільнений мул надходить у резервуар ущільненого мулу і далі насосами подається на мулові майданчики. Біологічно очищені стоки після вторинних відстійників надходять у каскад біологічних ставків № 1–4, де проходять стадію доочищення. Вода, що пройшла каскад біоставків, подається у скидний колектор довжиною 8,2 км і надалі скидається в р. Дніпро в межах м. Кам'янське (район острова Корчеватий). Знезараження очищених стічних вод здійснюється шляхом

введення хлорної води у скидний колектор після біологічних ставків. Технологічна схема очищення наведена в Додатку Б.

Стічні води з лівобережного житлового масиву подаються у камеру гасіння по двох напірних трубопроводах діаметром 700 мм. Разом із ними до камери надходять промислові стоки зазначених підприємств по трубопроводах Ду 500, Ду 250 та Ду 100 мм, а також стоки, що утворюються на території очисних споруд. У камері гасіння відбувається вирівнювання швидкостей потоків та їх змішування.

Після камери гасіння стічна вода спрямовується на механічні решітки, призначені для вилучення грубодисперсних домішок. Конструктивно решітка являє собою металеву раму з паралельними стрижнями, встановленими перпендикулярно напрямку руху потоку. Швидкість руху води у просвітах між стрижнями не повинна перевищувати 0,7–1,0 м/с. Очищення решіток здійснюється механічними граблями у міру накопичення домішок; вилучені відходи надходять на стрічковий транспортер. Затримані предмети (метал, каміння, фрагменти цегли, пластик тощо) збираються у контейнер, обробляються хлорним вапном і вивозяться автотранспортом на міський майданчик ТПВ [6].

Із будівлі решіток стічна вода по залізобетонних каналах надходить у розподільчу камеру, а звідти — у дві горизонтальні пісколовки, призначені для видалення піску та інших мінеральних домішок із гідравлічною крупністю 18–24 мм. До кожної пісколовки підведено по два канали, що плавно розширюються. На каналах встановлюються щитові затвори розміром 1000×1600 мм. Робоча швидкість руху води в пісколовках повинна підтримуватися в межах 0,15–0,3 м/с; для цього передбачена можливість встановлення водозливу з тонкою стінкою. Час перебування стоків становить 30–50 с.

Пісок із днища пісколовок збирається ланцюговим скребковим механізмом і переміщується у приямок глибиною 1,84 м (місткість 5,3 м³). Ширина щілини приямка регулюється в межах 0,2–1,2 м. Видалення піску

здійснюється гідроелеваторами, встановленими в кожному приямку, з подачею пульпи на піскові майданчики.

Принцип роботи гідроелеватора полягає в подачі технічної води з КП-2 по трубопроводу №27 на всмоктування насоса, після чого вода під тиском 3,5–4,5 атм подається у приямок і розмиває злежаний осад протягом 3–4 хв. На цьому етапі засувки на пульпопроводі мають бути закриті. Після відкриття засувки у зоні сопла утворюється розрідження, що забезпечує всмоктування піскової пульпи та її транспортування на пісковий майданчик.

Після пісколовок потік через водовимірювальний лоток надходить на розподільчу чашу первинних відстійників, де забезпечується освітлення стічних вод і вилучення осаду. Радіальні первинні відстійники діаметром 30 м призначені для відділення завислих і плаваючих домішок шляхом відстоювання тривалістю не менше 1,5 год.

Стічна вода подається до центральної частини споруди знизу догори та рухається радіально до периферії. Гідравлічна особливість полягає у зменшенні швидкості потоку від центру до зовнішньої зони. Осад, що осідає на дно, мулошкребом транспортується у центральний приямок. Відкачування сирого осаду здійснюється насосами насосної станції сирого осаду (два насоси типу ФГ та один вихровий типу ВН), після чого осад по трубопроводу №13 подається на мулові майданчики [1].

Плаваючі домішки видаляються пристроєм, до складу якого входить напівзанурена дошка та металевий бункер-жироловлувач. Плаваючі речовини разом із частиною води надходять у резервуар-жирозбірник, звідки відкачуються відцентровими насосами. Для зменшення виносу завислих речовин необхідно підтримувати гідравлічне навантаження на 1 пог. м водозливу не більше 10–12 л/с. Періодичність видалення осаду визначається умовами експлуатації, однак має здійснюватися щонайменше один раз на добу. Орієнтовний обсяг осаду становить 50–150 м³/добу; процес контролюють за прозорістю відкачуваної рідини.

Споруди біологічного очищення

Аеротенк

Після механічного очищення стоки надходять у двосекційний аеротенк, у якому відбуваються процеси біологічного окиснення та мінералізації органічних домішок. Основним “робочим агентом” є активний мул — біоценоз аеробних мікроорганізмів, здатний адсорбувати та окиснювати органічні речовини за наявності кисню.

Процес у аеротенку описують як три послідовні стадії:

початкова адсорбція забруднень на поверхні пластівців активного мулу та окиснення легкозасвоюваних сполук із майже повним витрачанням розчиненого кисню;

окиснення більш стійких компонентів і регенерація активного мулу з накопиченням кисню в муловій суміші;

нітрифікація, що супроводжується повторним зростанням інтенсивності споживання кисню.

Мулова суміш рухається вздовж коридорів аеротенка, при цьому інтенсивність окиснення є більшою на початку споруди та зменшується ближче до кінця. Для забезпечення сталого контакту мулу зі стічною водою застосовують безперервне перемішування стисненим повітрям. Подавання кисню повинно бути постійним, а концентрація розчиненого кисню на виході з аеротенка має становити не менше 4 мг/дм³.

Якість активного мулу оцінюють за морфологічними ознаками та складом найпростіших. Стабільний активний мул утворює компактні пластівці середніх розмірів; ознаками погіршення є розвиток нитчастих бактерій, зникнення коловіток і поява дрібних амеб. Важливими експлуатаційними показниками є вік мулу (у теплий період — 6–7 діб, у холодний — за потреби до 14–15 діб) та муловий індекс, який у нормальних умовах має бути 70–150 см³/г сухої речовини. На ефективність очищення впливають тривалість аерації, концентрація активного мулу, ступінь його регенерації та витрата повітря.

Робота аеротенка можлива у двох режимах:

режим аеротенка;

режим з регенерацією (50 % регенераційного циркуляційного мулу).

Рециркуляційний активний мул транспортується трубопроводом №15, обладнаним засувкою Ду 325 мм, і подається на вхідну ділянку першого коридору кожної секції аеротенка. Мулова суміш із вихідної частини другого коридору через водозлив потрапляє до нижнього каналу, звідки по залізобетонному трубопроводу спрямовується у розподільчу чашу вторинних відстійників. Стиснене повітря подається магістральним повітроводом №23 (Ду 1000 мм) і розподіляється по секціях; на початку кожної секції встановлена відключаюча засувка Ду 400 мм. Подачу повітря регулюють за показниками якості мулової суміші, концентрації розчиненого кисню та вмісту активного мулу [1].

Вторинні радіальні відстійники

Після аеротенка мулова суміш надходить у вторинні радіальні відстійники, де забезпечується відокремлення очищеної води від активного мулу. По залізобетонному трубопроводу Ду 1500 мм суміш подається у розподільчу чашу з водозливами, які ділять потік на дві частини. Далі кожна частина надходить у центральний розподільчий пристрій відстійника, виконаний у вигляді труби з розтрубом, що розширюється і завершується нижче рівня води.

Після виходу суміш надходить у зону, обмежену направляючим циліндром висотою 1,3 м, що забезпечує заглиблений випуск у відстійну частину. Освітлена вода збирається через зубчасті водозливи в кільцевий лоток на периферії відстійника і далі відводиться у випускну камеру та по трубопроводу №5 надходить у КП-3. Із КП-3 по трубопроводу №6 вода подається на розподільчу чашу біоставків.

Осілий активний мул видаляється мулососом у мулову камеру, звідки спрямовується у резервуар активного мулу. Регулювання відбору мулу здійснюється щитовим затвором з рухомим водозливом, що дозволяє змінювати гідростатичний тиск у межах 0–1,05 м. Прийнята кількість

зворотного мулу становить 40–50 % від середньої витрати стічної води [7]. Далі активний мул насосами повітродувно-насосної станції повертається по трубопроводу №15 в аеротенк.

Мулоущільнювачі

Надлишковий активний мул відбирається з трубопроводу №15 і по трубопроводу №17 подається на розподільчу чашу мулоущільнювачів. Звідти по трубопроводу №42 він надходить до мулоущільнювачів, де забезпечується підвищення концентрації твердої фази. Мул подається знизу до центрального розподільчого пристрою; направляючий металевий циліндр висотою 1,1 м забезпечує заглиблене введення у відстійну зону.

Освітлена вода відводиться через водозлив у кільцевий лоток і по трубопроводу №24 спрямовується в каналізаційну мережу (трубопровід №30). Ущільнений мул скребками з рухомої ферми переміщується у приямок і самопливом надходить по трубопроводу №18 до резервуара ущільненого мулу. Далі мул насосом по трубопроводу №20 подається в трубопровід сирого осаду №13 і транспортується на мулові майданчики. Обертання ферми забезпечується цілодобово; скребки виконують також функцію перемішування.

Біологічні ставки

Біологічні ставки використовують як споруди доочищення після біологічного етапу. Регульована глибина (0,5–1,2 м) забезпечує інтенсивний контакт води з повітрям, прогрів і перемішування водної товщі, що створює умови для розвитку водних організмів, які засвоюють біогенні елементи та збагачують воду киснем. У результаті зростає ефективність природного бактеріального самоочищення: зменшується кількість кишкової палички, а вміст яєць гельмінтів у очищеній воді є мінімальним.

Очищені та освітлені стоки з КП-3 по трубопроводу №6 Ду 1500 мм надходять у розподільчу чашу біологічних ставків, де потік за допомогою водозливів поділяється на чотири частини. Кожна частина по окремому трубопроводу Ду 1200 мм спрямовується в каскад біоставків №1–4. Рух води

відбувається послідовно по ступенях: з першого — через перепускні споруди 850×800 мм — на другий, а потім на третій ступінь, що забезпечує поетапне підвищення якості очищення. Кожен ступінь має по п'ять перепускних споруд із затворами на основі шандорних дощок (виняток — ставок 1б, де передбачено два перепуски).

Споруди знезараження очищених стічних вод

Хлораторна

Після проходження каскаду біологічних ставків очищені стічні води надходять у скидний колектор довжиною 8,2 км, де здійснюється їх знезараження. Для приготування дезінфекційного реагенту використовується рідкий хлор. Хлорування є ефективним методом, дія якого пов'язана з окисненням та інактивацією ферментних систем клітин мікроорганізмів, що призводить до їх загибелі. Ефективність процесу визначається дозою хлору та тривалістю контакту з водою.

У хлораторній готується хлорна вода з подальшим дозуванням у скидний колектор. Технологічний цикл включає: доставку й зважування рідкого хлору; його випаровування та регулювання тиску; очищення від домішок; дозування; розчинення у воді; транспортування хлорної води; контроль залишкового хлору та підтримання його на заданому рівні.

Рідкий хлор доставляється в контейнерах місткістю 800–1000 л автотранспортом і розвантажується електротельфером. Контейнер встановлюється на ваги в складі хлору, після чого нижній вентиль приєднується до стаціонарного трубопроводу, яким хлор надходить у хлораторну, безпосередньо у випарник. У спорожненому контейнері залишковий тиск повинен бути не нижчим за 0,05 МПа (0,5 кгс/см²).

Випарник є теплообмінним апаратом змієвикового типу: по змійовику рухається хлор, а в міжтрубному просторі циркулює вода з температурою до +50 °С. Після переходу в газоподібний стан хлор проходить очищення в грязьовику і фільтрі та подається у хлоратор ЛОНІІ-100КМН. Переміщення хлор-газу забезпечується розрідженням, яке створюється ежекторами.

Хлоратор (вакуумний апарат) виконує функції фільтрації газу, автоматичного відсікання подачі при відсутності розрідження, регулювання продуктивності, захисту від потрапляння води та змішування хлору з потоком робочої води.

Ежектор забезпечує вакуум у системі, змішує всмоктуваний хлор з водою і формує хлорну воду. Для стабільної роботи ежекторів необхідний тиск води 3–5 атм. Далі хлорна вода вводиться у скидний колектор після біоставків і змішується з очищеною стічною водою. Контроль параметрів передбачає вимірювання тиску рідкого й газоподібного хлору, витрати газу на кожен хлоратор, температури у випарниках, а також контроль спорожнення контейнерів. Концентрацію хлору в приміщеннях складу та хлораторної контролюють сигналізатори типу «Дозор-С-2-хлор». У разі аварій передбачено дегазаційний прийом із подачею 10% розчину гіпосульфїту натрію та кальцинованої соди.

Після знезараження очищені стічні води скидаються у р. Дніпро (Випуск №4).

Споруди складування та тимчасового зберігання осадів

Піскові майданчики

Піскові майданчики виконані у вигляді залізобетонних прямокутних резервуарів розміром 30×10 м з відкритою поверхнею та ухилом днища 0,01 м. Пульпа подається по трубопроводах №28 діаметром 200 мм. На майданчиках відбувається зневоднення і підсушування піску, а дренажна вода через колодязі надходить у госпфекальну каналізацію (трубопровід №30) та через насосну станцію повертається у “голову” споруд.

Мулові майданчики

Мулові майданчики є окремим елементом загальної технологічної схеми та виконують функцію зневоднення осадів з метою зменшення їх об’єму. На ці майданчики подаються всі види осадів, що утворюються на очисних спорудах: сирий осад, плаваючі речовини, надлишковий ущільнений мул. Осади складаються з твердої фази й води, тому в процесі зневоднення зменшуються їх об’єм і об’ємна маса. Конструктивно майданчики являють

собою сплановані дренаючі ділянки з водонепроникним дном, огорожувальними стінками та під'їзними шляхами.

Тривалість циклу роботи майданчиків визначається висотою разового напуску осаду: як правило, вона становить близько 0,3 м, у виняткових випадках допускається збільшення до 0,5 м. Узимку рекомендовано здійснювати наморожування осаду тонкими шарами з повним промерзанням кожного шару; у період весняного танення необхідно оперативно відводити воду, що утворюється при відтаванні.

Осади подаються до мулопроводу зі сталевих труб Ду 200, що проходить між майданчиками, а напуск здійснюється через двосторонню споруду. Уздовж мулопроводу розміщено вісім колодязів для випуску мулу; на кожні два майданчики симетрично припадають два колодязі. Для відведення відстояної води кожен майданчик обладнаний двома приймальними спорудами (колодязями з отвором і шандорними дошками). Далі вода надходить у трубопровід №26 Ду 300 мм і повертається на очисні споруди. Сирий осад і ущільнений надлишковий мул з вологістю 90–99,5% наливаються тонким шаром і висушуються до вологості 75–80%. За відсутності резерву для тимчасового зберігання компосту його вивозять на мулові ставки Правобережних очисних споруд каналізації.

РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Характеристика процесу скидання очищених вод до водних об'єктів.

Стічні води, що надходять на Лівобережні очисні споруди каналізації проходять повну біологічну очистку та скидаються у р. Дніпро [22]. Кількість та якість очищених стічних вод регламентується документами: «Дозвіл на спеціальне водокористування», виданий Державним агентством водних ресурсів України на строк з 26.05.2022р по 26.05.2025р. та «Нормативи гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водний об'єкт із зворотними водами каналізаційних очисних споруд КП ДОР «АУЛЬСЬКИЙ ВОДОВІД»», а саме:

1. Найменування водокористувача: КП ДОР «АУЛЬСЬКИЙ ВОДОВІД»

2. Назва та тип водного об'єкта (приймача зворотних вод), місце скиду у межах/за межами населеного пункту: р. Дніпро в межах м. Кам'янське Дніпропетровської обл.

3. Випуск зворотних вод № 4.

GPS-координати: 48°32'15.0"ПнШ; 34°39'28.0" СД;

відстань випуску зворотних вод від гирла річки: 446 км

4. Категорія зворотних вод: виробничі, господарсько-побутові та поверхневі (дощові та талі) стічні води після споруд біологічного очищення

5. Вид водокористування: господарсько-побутовий

6. Фактичний обсяг скиду зворотних вод: 2734,2 тис. м³/рік; 468,185 м³/годину (K_н=1,5)

7. Допустимий обсяг скиду зворотних вод : 3861,448 тис. м³/рік; максимальна годинна витрата 662,592 м³/годину (K_н=1,5)

Перелік забруднюючих речовин у зворотних водах, їх показники скидання та концентрації наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Перелік забруднюючих речовин у зворотних водах, їх показники скидання та концентрації [2]

№ з/п	Перелік забруднюючих речовин	Фактична концентрація	Фактичний скид	Гранично допустимі	Гранично допустимі	ГДС перераховані у т/рік
		$C_{\text{факт}}$		$C_{\text{гдс}}$	ГДС	
		мг/дм ³	г/годину	мг/дм ³	г/год	т/рік
1	2	3	4	5	6	7
1	Азот амонійний	1,39	650,78	1,39	921,00	5,367
2	БСК ₅	5,68	2659,29	15,00	9938,88	57,922
3	ХСК	72,29	33845,09	80,00	53007,36	308,916
4	Завислі речовини	12,30	5758,68	15,00	9938,88	57,922
5	Нафтопродукти	0,28	131,09	0,28	185,53	1,081
6	Нітрати	44,03	20614,19	45,00	29816,64	173,765
7	Нітрити	0,86	402,64	0,86	569,83	3,321
8	Сульфати	68,20	31930,22	68,20	45188,77	263,351
9	Фосфати	7,24	3389,66	3,50	2319,07	13,515
10	Хлориди	85,50	40029,82	85,50	56651,62	330,154
11	Алюміній	0,26	121,73	0,26	172,27	1,004
12	Залізо загальне	0,24	112,36	0,24	159,02	0,927
13	Минералізація	513,10	240225,72	513,10	339975,96	1981,309
14	СПАР(аніонні)	0,14	65,55	0,14	92,76	0,541
15	Цинк	0,013	6,09	0,013	8,61	0,050
16	Мідь	0,028	13,11	0,028	18,55	0,108
17	Нікель	0,016	7,49	0,016	10,60	0,062
18	Хром(III)	0,018	8,43	0,018	11,93	0,070

Показники та характеристики зворотних вод (обов'язкові):

- розчинений кисень: не повинен бути менше 4 мг/дм³ в будь-який період року в пробі, відібраній до 12 години дня;
- водневий показник (рН): не повинен виходити за межі 6.5÷8.5;
- температура: природна температура води не повинна підвищуватися більш ніж на 3°C в літній період;

Показники та характеристики зворотних вод (в залежності від особливостей технології виробництва водокористувача):

бактеріологічне забруднення:

- лактозопозитивні кишкові палички (індекс ЛКП): не більше 5000 КУО/1 дм³;
 - коліфаги (в бляшкоутворюючих одиницях): не більше 100 БУО/1 дм³;
 - вміст залишкового хлору в очищеній зворотній воді після контакту: не більше 1,5 мг/дм³;
- рівень токсичності води (на основі біотестування): зворотна вода не повинна мати гострої летальної токсичності для водних організмів;
- радіоактивність води (сумарна радіоактивність): не повинна перевищувати природного фону.

Фактична концентрація забруднюючих речовин, що скидаються у водний об'єкт з Лівобережних очисних споруд каналізації за 2023 рік надана у Додатку В.

3.1 Зворотні води

Скид виробничих, господарсько побутових та поверхневих стічних води після лівобережних споруд каналізації здійснюється у р. Дніпро через Випуск № 4.

Фактична витрата зворотних вод по випуску № 4 за 2023 р. становила 2936,342 тис. м³/рік.

Контрольні точки для випуску № 4 встановлені в місці випусків зворотних вод в р. Дніпро та в контрольних створах, розташованих на 500 м вище та нижче за течією річки.

Зведена характеристика випуску зворотних вод №4 приведена у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристика випуску зворотних вод [7]

Водоприймач	Найменування, код найближчого створу	р. Дніпро
	Відстань за течією від випуску до створ	0,500 км
	Відстань за течією від випуску до гирла	446,0 км
Характеристика випуску зворотних вод	Берег впадіння або стрижень	лівий
Розташування місця випуску		в межах м. Кам'янське
Категорія зворотних вод		Виробничі, господарсько побутові та поверхневі (дощові та талі) стічні води після лівобережних споруд каналізації
Витрата зворотних вод	фактична (2023 р.)	2936,342 тис. м ³
	максимально допустима в період дії ГДС	3861,449 тис. м ³
		10579,312 м ³ /добу
		662,592 м ³ /годину

Показники властивостей зворотних вод № 4 наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Показники властивостей зворотних вод

№ з/п	Властивості зворотних вод	Значення властивостей зворотних вод
1	Реакція (рН)	6,5-8,5
2	Кисень розчинений	> 4 мг/дм ³
3	Збудники захворювань	відсутні
4	Коліфаги (в бляшкоутворюючих одиницях)	< 100 БОУ в 1 дм ³
5	Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП)	< 5000 КУО/дм ³
6	Сумарна α та β активність	не перевищує природного фону
7	Рівень токсичності	не виявляє токсичності

Показники складу зворотних вод № 4 наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Показники складу зворотних вод

№ з/п	Показники складу зворотних вод	Характеристика показників складу зворотних вод		
		вихідна концентрація, мг/дм ³	лімітуюча ознака шкідливості (ЛОШ)	клас небезпечності
1	Азот амонійний	1,39	сан.-токс.	3
2	БСК ₅	15,00	-	-
3	ХСК	80,0	-	-
4	Завислі речовини	15,0	-	-
5	Нафтопродукти	0,28	орган. (плівка)	4
6	Нітрати	45,00	сан.-токс.	3
7	Нітрити	0,86	сан.-токс.	2
8	Сульфати	68,20	орган. (присмак)	4
9	Фосфати	3,50	заг.-сан.	4
10	Хлориди	85,50	орган. (присмак)	4
11	Залізо загальне	0,24	орган. (колір)	3
12	Алюміній	0,26	сан.-токс.	2
13	Мінералізація	513,10	заг.-сан.	-
14	СПАР (аніон)	0,14	сан.-токс.	3
15	Мідь	0,028	токс.	3
16	Нікель	0,016	токс.	3
17	Цинк	0,013	токс.	3
18	Хром (III)	0,018	токс.	3

Карта-схема розташування випуску №4 зворотних вод та контрольних створів КП ДОР «Аульський водовід» наведено на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 Карта-схема розташування випуску №4 зворотних вод та контрольних створів КП ДОР «Аульський водовід»

3.2 Характеристика реагентів і матеріалів та розрахунки їх витрат

На технологічному комплексі для знезараження очищених стічних вод перед їх скиданням у водний об'єкт застосовують рідкий хлор. Використовується реагент «хлор рідкий» відповідно до вимог ГОСТ 6718-93. Поставка хлору здійснюється від підприємства-постачальника у сталевих контейнерах, у рідкому агрегатному стані [24].

За нормальних умов хлор є газоподібною речовиною зеленувато-жовтого забарвлення з різко вираженим подразнювальним запахом. За густиною він приблизно у 2,5 раза перевищує повітря; маса 1 л хлору за нормальних умов становить 3,21 г. За підвищеного тиску (порядку 6 кг/см²) при звичайній температурі хлор переходить у рідку фазу.

Хлор належить до сильних окисників і характеризується підвищеною хімічною активністю: він реагує з більшістю органічних сполук, а також може становити пожежо- та вибухонебезпеку. Зокрема, суміш хлору з воднем під дією світла здатна вибухати. За впливом на організм людини хлор має подразнювальну та задушливу дію, що потребує дотримання посиленних вимог безпеки під час його транспортування, зберігання та дозування.

Густина рідкого хлору при температурі кипіння ($-34\text{ }^{\circ}\text{C}$) становить 1560 кг/м^3 . За хімічною класифікацією хлор належить до групи галогенів, а його молекулярна маса дорівнює 70,9.

Фізико-хімічні показники рідкого хлору повинні відповідати нормам, зазначеним у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Фізико-хімічні показники рідкого хлору [12]

№	Найменування показників	Вимоги
1	Об'ємна частка хлору, % не більше	99,8
2	Масова частка води, % не більше	0,01
3	Масова частка трьоххлористого	0,002
4	Масова частка нелетучого залишку,	0,015

Зберігається та транспортується хлор у посудинах, які витримують надлишковий тиск. Тиск насичених парів хлору в посудині залежить від температури та з її підвищенням збільшується. Залежність тиску насичених парів хлору над рідиною в закритій посудині залежно від температури (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

Тиск насичених парів хлору над рідиною

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Тиск, МПа
-40	0,08
-34	0,101
-30	0,125
-20	0,178
-10	0,271

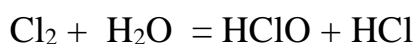
Продовження таблиці 3.6

0	0,381
10	0,521
20	0,695
30	0,909
40	1,167
50	1,474
60	1,835
70	2,256

«Кількість рідкого хлору, що одночасно перебуває на території підприємства, повинна бути мінімальною і обґрунтовуватися проектом. Допустима кількість рідкого хлору для організацій-споживачів - не більше 15-добової потреби» – правила охорони праці при виробництві, зберіганні, транспортуванні та застосуванні хлору.

Хлор має різну корозійну дію на конструкційні матеріали в залежності від того, «вологий» він чи «сухий». У присутності вологи проходить оборотна реакція гідролізу хлору [5; 12].

При змішуванні хлорної води з очищеними стічними водами відбувається реакція хлору з водою з утворенням хлорнуватистої і соляної кислот:



Хлорнуватиста кислота (HClO)⁻ — сполука не стійка, вона дисоціює у воді з утворенням гіпохлорит-іона:



Гіпохлорит-іон поряд з недисоційованими молекулами хлорнуватистої кислоти має бактерицидні властивості. Володіючи великою окислювальною силою та малими розмірами молекул, він проникає всередину клітини, викликаючи порушення життєдіяльності і загибель бактеріальної клітини.

«У процесі дезінфекції очищених стічних вод контролюють дози і витрату хлору, тривалість контакту, залишковий хлор і хлоропоглинання. Концентрацію залишкового активного хлору визначають кожну годину, а хлоропоглинання (з бактеріологічним контролем за ефектом знезараження) для уточнення дози хлору і ефективної концентрації залишкового хлору — один раз на тиждень» – правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України п. 13.6.7.

Кількість хлору, що вводиться при дезінфекції на одиницю об'єму стічних вод, називають дозою хлору (мг/л). Для попередніх розрахунків можна приймати: дозу активного хлору після глибокого очищення - 3,0 мг/дм³ [6]. Фактична доза хлору встановлюється за даними бактеріологічних аналізів за показником хлоропоглинання.

Розрахунок потреби рідкого хлору проводиться за наступною формулою:

$$M_{Cl} = Q * D * 10^{-6},$$

де M_{Cl} - кількість рідкого хлору, т

Q - кількість очищених стічних вод, які підлягають знезараженню, м³

D – розрахункова доза хлору, мг/дм³.

Однією з головних умов безпечної роботи у хлораторній є суворе дотримання технологічного режиму, виконання вимог «Правил охорони праці при виробництві, зберіганні, транспортуванні та застосуванні хлору», Правил технічної експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених пунктів України, ПЛЛНА, інструкцій з охорони праці.

3.3 Водний баланс очисних споруд

Прийом стічних вод на лівобережні очисні споруди централізованого водовідведення здійснюється від: абонентів лівобережної частини м.

Кам'янське; власних потреб Кам'янського ВКГ КП ДОР «Аульський водовід»; нереалізованих стоків (додатковий прийом стічних вод у каналізаційні мережі).

Стічні води від абонентів лівобережної частини м. Кам'янське надходять на очисні споруди від КНС № 13 та від наступних підприємств: ТОВ «КЛАЙМ», КП КМР «Кам'янська теплопостачальна компанія», ПП «УКРПТАХОСЕРВІС», ТОВ «Хлібозавод №3 ТМ», ТОВ «Тепличний комбінат «Дніпровський», ПрАТ «Оріль-Лідер», ТОВ ЖЕО «Місто на озері».

Стічні води від власних потреб Кам'янського ВКГ КП ДОР «Аульський водовід» утворюються після використання питної води для господарсько-питних та виробничих потреб.Dodatkowy прийом стічних вод утворюється в результаті нереалізованих стоків, які надійшли до каналізаційних мереж [1].

Обсяги прийнятих стічних вод на лівобережні очисні споруди централізованого водовідведення наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Обсяги прийнятих стічних вод [25]

№ з/п	Назва джерела надходження стічних вод на очисні споруди	Обсяг прийнятих стічних вод, тис. м ³
1	КНС №13, у т.ч.:	2720,31
1.1	- реалізація стоків від житлового масиву лівого берега м. Кам'янське	2607,610
1.2	- нереалізовані стічні води (додатковий прийом стічних вод у каналізаційні мережі)	112,700
2	ТОВ «КЛАЙМ»	3,000
3	КП КМР "Камянська теплопостачальна компанія"	5,570
4	ПП «УКРПТАХОСЕРВІС»	4,960
5	ТОВ «Хлібозавод №3 ТМ»	8,020
6	ТОВ «Тепличний комбінат «Дніпровський»	2,040
7	ПрАТ «Оріль-Лідер»	218,880

Продовження таблиці 3.6

8	ТОВ ЖЕО «Місто на озері»	8,090
9	Стічні води від власних потреб Кам'янського ВКГ КП ДОР «Аульський водовід»	32,800
10	РАЗОМ прийнято стічних вод на лівобережні очисні споруди централізованого водовідведення, у т.ч.:	3003,670
10.1	- реалізація стоків абонентів лівобережної частини м. Кам'янське	2858,170
10.2	- стічні води від власних потреб Кам'янського ВКГ КП ДОР «Аульський водовід»	32,800
10.3	- додатковий прийом стічних вод у каналізаційні мережі лівобережної частини м. Кам'янське	112,700

У результаті очищення стічних вод на очисних спорудах утворюються очищені стічні води, пісок з пісколовок, сирий осад з відстійників, плаваючі речовини та ущільнений мул. Очищені стічні води скидаються у якості зворотних вод у р. Дніпро через Випуск № 4. Пісок з пісколовок скидається на піскові майданчики. Сирий осад, плаваючі речовини та ущільнений мул скидаються на мулові майданчики. Схема водного балансу наведена на рисунку 3.2.

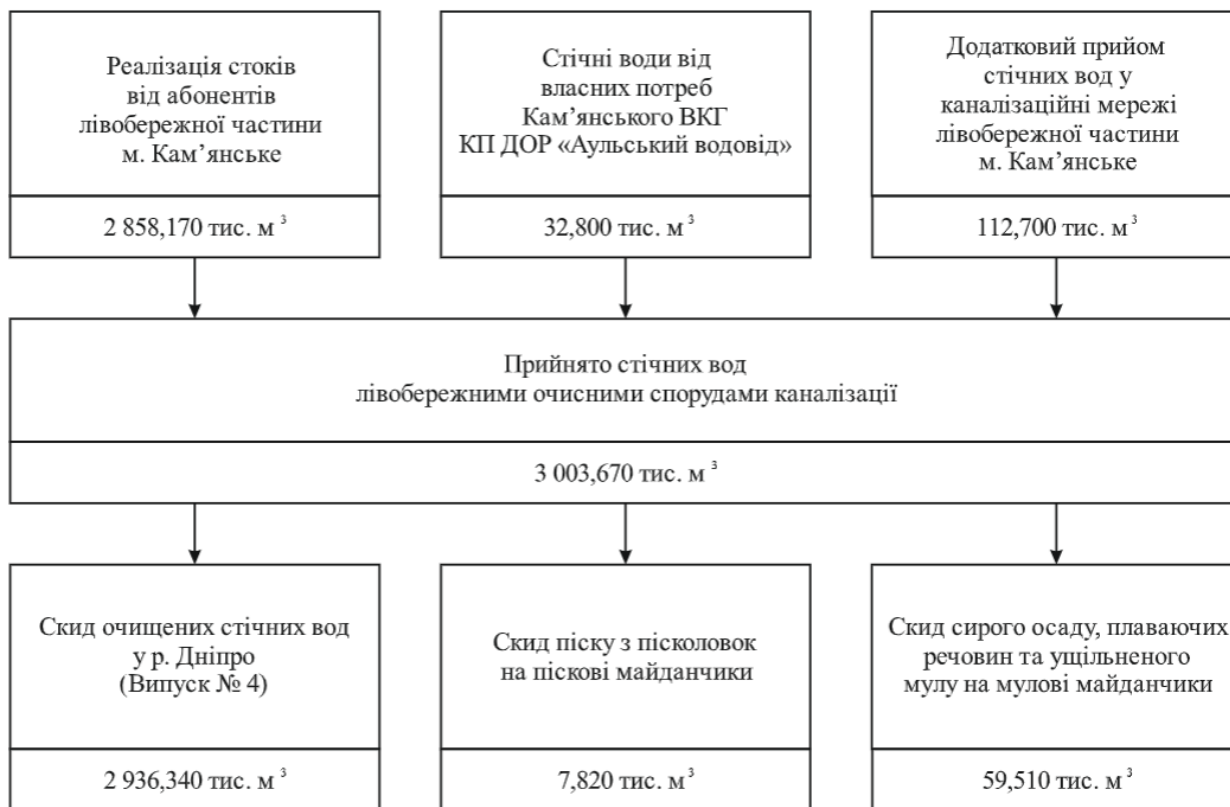


Рисунок 3.2 Схема водного балансу

3.4 Порядок організації технологічного контролю за роботою очисних споруд централізованого водовідведення

Контроль функціонування каналізаційних очисних споруд здійснюється безперервно на всіх етапах і стадіях обробки стічних вод з метою оцінювання ефективності роботи споруд за кількісними та якісними показниками [1]. У процесі експлуатації постійно проводиться аналіз даних лабораторно-виробничих досліджень, що дає змогу забезпечити оптимальні техніко-економічні параметри роботи очисних споруд, удосконалювати технологічні режими та коригувати витрати реагентів.

Регулярне опрацювання результатів лабораторно-виробничого контролю спрямоване на своєчасне виявлення відхилень у технологічному процесі та запобігання відведенню стічних вод, які не відповідають установленим нормативним вимогам.

Лабораторно-виробничі дослідження виконуються фахівцями лабораторії контролю якості питної та стічної води, а також оперативним черговим персоналом очисних споруд. Уся інформація, отримана в ході технологічного контролю, фіксується в спеціалізованих журналах на кожному технологічному об'єкті, тоді як результати лабораторних аналізів реєструються у відповідній лабораторній документації встановленого зразка.

Лабораторія з контролю якості питної води стічних вод здійснює аналітичний контроль згідно «Плану графіку відомчого аналітичного контролю стічних вод лівобережних очисних споруд каналізації Кам'янського ВКГ КП ДОР «Аульський водовід» на 2024 рік » та «Плану графіку відомчого технологічного контролю стічних вод лівобережних очисних споруд каналізації Кам'янського ВКГ КП ДОР «Аульський водовід» на 2024 рік».

Контроль стану активного мулу проводиться згідно «Методики гідробіологічного контролю активного мулу та біоплівки на каналізаційних очисних споруд».

Основні параметри технологічного контролю, що здійснює черговий персонал наведено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Основні параметри технологічного контролю

Найменування стадії процесу, місця виміру параметрів	Контрольовані параметри	Частота й спосіб контролю	Норми й технічні показники	Засоби контролю	Хто контролює
--	-------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------	---------------

Продовження таблиці 3.7

Подача стоків насосної № 13 та підприємств	Витрата	Постійний контроль на приладі та реєстрація через GSM канал	0-1000 м ³ /годину	Витратомір «Эргомера-125» № 5709	Оператор на решітці
Подача повітря в секції №№1,2 аеротенку	Витрата	Постійна реєстрація на приладах	До 4800 м ³ /годину	Витратоміри перемінного тиску зі стандартним звужуючим пристроєм, дифманометр сильфонний самописний типу ДСС-711, (діафрагма з фланцевим засобом добору перепаду тиску)	Оператор на аеротенках
Резервуар активного мулу	Рівень	Сигналізація на щиті КВП	1 рівень - 25 м ³ 2 рівень - 150 м ³ 3 рівень - 167 м ³	Релейна схема по сигналізації: звукова і світлова (релейний сигналізатор рівня РСУ)	Машиніст компресорних установок

Продовження таблиці 3.7

Резервуар насосної ХБС	Рівень	Сигналізація на щиті КВП	1рівень - 3,5 м ³ 2рівень - 5,4 м ³ 3рівень - 6,0 м ³	Релейна схема по сигналізації: звукова і світлова (релейний сигналізатор рівня РСУ)	Машиніст насосних установок
Повітря в приміщенні хлораторної установки	Масова концентрація хлору	Постійний контроль на щиті КВП	Не більш 0,001 мг/дм ³	Сигналізатор Дозор-С-2-хлор	Оператор хлораторної
Стічна вода на нагнітанні насосних агрегатів гідроелеваторів у будівлі решіток	Тиск	Періодичний контроль на місці	2-6 кгс/см ²	Манометр - загальнопромислового призначення ОБМ-І60, МПУ-У, шкала (0-6 кгс/см ²) клас точності 1,5	Оператор на решітці
Сирий осад на нагнітанні насосних агрегатів у насосній станції сирого осаду	Тиск	Періодичний контроль на місці	2-6 кгс/см ²	Манометр – загальнопромислового призначення МПЗ-У, МТП-100, МПУ-У шкала (0-10 кгс/см) клас точності 1,5	Машиніст насосних установок

Продовження таблиці 3.7

Мулова суміш на нагнітанні насосних агрегатів у повітрядувно-насосній станції	Тиск	Періодичний контроль на місці	1 -2 кгс/см ²	Манометри: МВП У (0-15 кгс/см ²) ОБМ 1-100 (0-16 кгс/см ²) МТП-160 (0-16 кгс/см ²) МТП-100 (0-10 кгс/см ²) ОБМВ 1-160(1-1,5 кгс/см ²) Клас точності 1,5-2,5	Машиніст компресорних установок
Повітря на нагнітанні повітродувних машин	Тиск	Періодичний контроль на місці	0,6-0,8 кгс/см ²	Манометри: ОБММ 1-160 (1-1,5 кгс/см ²) МТП- 160 (0-6 кгс/см ²) МТП-100 (0-1 кгс/см ²) МТЧ-V (0-10 кгс/см ²) ЗКМ-I V (0-1,6 кгс/см ²) Клас точності 1,5	Машиніст компресорних установок

Продовження таблиці 3.7

Хлор у трубопроводі газоподібного хлору, що надходить на ЛОНІИ-100	Тиск	Періодичний контроль на місці	2-5 кгс/см ² 2-5 кгс/см ² 2-5 кгс/см ²	ЗКМУ-Іу (0-2,5) 1,5 МТП-160 (0-4) 1,5 ОБМ 1-100 (0-2,5)2,5 МВПЗ- V (-1-1,5) 1,5	Оператор хлораторної установки
Дозаторне відділення; випарники хлору	Температура	Постійний контроль	до +50°С	Термометр технічний ртутний зі шкалою (0-100°С)	Оператор хлораторної установки

РОЗДІЛ 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ВІДХОДІВ ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Відходи підприємства, їх якісна та кількісна характеристики

У ході технологічного процесу Лівобережних очисних споруд каналізації Кам'янського ВКГ КП ДОР «Аульський водовід» утворюються 29 видів відходів.

Перелік відходів, найменування сировини та матеріалів, від яких утворюються відходи, технологічний процес або технологічна операція від якого/якої утворюються відходи наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Перелік відходів [1; 13]

№ з/п	Найменування відходу	Найменування сировини та матеріалів, від яких утворюються відходи	Технологічний процес або технологічна операція
1	Лампи люмінесцентні відпрацьовані	Лампи люмінесцентні	Освітлення приміщень та території
2	Лампи світлодіодні відпрацьовані	Лампи світлодіодні	
3	Лампи накаливання відпрацьовані	Лампи накаливання	
4	Батарейки відпрацьовані	Батарейки	Експлуатація виробничого обладнання
5	Сальникова набивка відпрацьована	Сальникова набивка	Технічне обслуговування та ремонт запірної арматури
6	Матеріали обтиральні забруднені	Обтиральні матеріали	
7	Пісок промаслений	Пісок	Ліквідація проливів нафтопродуктів
8	Тара металева використана	Матеріали та сировина у металевій тарі	Використання матеріалів та сировини у металевій тарі

Продовження таблиці 4.1

9	Стружка токарна чорних металів	Чорний металопрокат	Механічна обробки чорних металів на токарних станках
10	Брухт чорних металів	Транспортні засоби, технологічне обладнання, трубопровідні мережі	Ремонт та реконструкція обладнання, мереж. Технічне обслуговування транспортних засобів
11	Брухт кольорових металів	Електропроводи та кабелі. Технологічне обладнання	Обслуговування та ремонт електричного та технологічного обладнання
12	Відходи зварювальних електродів	Зварювальні електроди	Зварювальні роботи
13	Абразивні круги відпрацьовані	Абразивні круги	Механічна обробка металів на заточувальних верстатах
14	Шлам абразивно-металевий	Абразивні круги, металопрокат	Механічна обробка металів на заточувальних верстатах
15	Відходи гумові	Вироби гумотехнічні для техобладнання відпрацьовані, ЗІЗ зношені	Заміна відпрацьованих гумових деталей та елементів допоміжного обладнання, зношені ЗІЗ
16	Матеріали пакувальні полімерні відпрацьовані	Пакувальні матеріали	Використання сировини та матеріалів у полімерній тарі
17	Тара пластикова використана	Ємності пластикові використані	Використання сировини та матеріалів у пластиковій тарі
18	Вироби пластмас відпрацьовані	Відпрацьовані пластикові вироби	Використання виробів з пластмас
19	Пароніт відпрацьований	Пароніт	Технічне обслуговування транспортних засобів
20	Спецодяг зношений	Спецодяг зношений	Використання спецодяг
21	Спецвзуття зношене	Спецвзуття зношене	Використання спецвзуття
22	Фільтруючі коробки для протигазів використані	Фільтруючі коробки для протигазів	Використання протигазів
23	Відходи комп'ютерної техніки	Комп'ютерна техніка	Заміна обладнання
24	Макулатура	Папір, пакувальні матеріали	Діловодство, розпаковування сировини та матеріалів у паперовій/картонній тарі
25	Будівельні відходи	Виконання ремонтно-будівельних робіт	Виконання ремонтно-будівельних робіт
26	Тверді побутові відходи	Матеріали та сировина побутової приналежності	Побутова діяльність працівників, прибирання території
27	Відходи комунальні з решіток	Стічна вода	Водовідведення та очищення стоків

Небезпечні властивості відходів підприємства визначаються відповідно до фізико-хімічного складу та наявності небезпечних складових відходу.

Результати визначення небезпечних властивостей відходів підприємства наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Результати визначення небезпечних властивостей відходів підприємства [1]

№ з/п	Код	Найменування виду відходу за Національним переліком	Найменування відходу підприємства	Фізичний, агрегатний стан відходу	Фізико-хімічний склад відходу	Небезпечна складова
1	20 01 21*	Люмінесцентні лампи та інші ртутьвмісні відходи	Лампи люмінесцентні відпрацьовані	Нерозібране обладнання, твердий, негорючий	Скло - 80%, електричні контактні - 17%, люмінофор - 2,9%, ртуть металева - 0,1	Ртуть
2	20 01 36	Відходи електричного та електронного обладнання інші, ніж зазначені за кодами 20 01 21, 20 01 23 і 20 01 35	Лампи світлодіодні відпрацьовані	Нерозібране устаткування	A1 - 5%, пластик - 85%, люмінофор - 8%, інші складники - 2%	Відсутня
3			Лампи накаливання відпрацьовані	Нерозібране устаткування	A1 - 5%, скло - 85%, люмінофор - 8%, інші складники - 2%	
4			Відходи комп'ютерної техніки	Нерозібране устаткування	Пластик - 95%, інші складники - 5%	

Продовження таблиці 4.2

5	20 01 33*	Батареї та акумулятори, віднесені до кодів 16 06 01, 16 06 02, 16 06 03, та невідсортовані батареї і акумулятори, що містять ці батареї	Батарейки відпрацьовані	Нерозібране обладнання, твердий, негорючий	Нікель металевий - 30,0%, кадмій та його неорганічні сполуки - 20,0%, пластмаса (корпус)- 17,0%, луги мінеральні - 33,0%	Нікель, кадмій, луги
6	20 01 99	Інші відходи цієї підгрупи	Сальникова набивка відпрацьована	Твердий	Целюлоза - 85%, вуглеводні - 15%	Відсутня
7			Пароніт відпрацьований	Твердий	Азбест - 60%, каучук - 20%, наповнювач - 20%	Відсутня
8		Абсорбенти, фільтрувальні матеріали (включаючи оливні фільтри інакше не зазначені), обтиральне ганчір'я та захисний одяг, забруднені небезпечними речовинами	Матеріали обтиральні забруднені (дрантя промаслене)	Твердий	Текстиль - 80%, Вуглеводні (масла) - 15%, мех. домішки - 5%	Нафто-продукти
9	15 02 02*	Фільтри інакше не зазначені), обтиральне ганчір'я та захисний одяг, забруднені небезпечними речовинами	Пісок промаслений	Твердий	Пісок - 75%, вуглеводні - 25%	Нафто-продукти
10	15 01 10*	Упаковка, що містить залишки або забруднена небезпечними речовинами	Тара металева використана	Твердий	Жерсть пакувальна - 97,0%, залишки сировини - 3,0%	Нафто-продукти
11	12 01 01	Ошурки, обрізки та стружка чорних металів	Стружка токарна чорних металів	Твердий	Сплави заліза - 98%, мех. домішки - 2%	Відсутня

Продовження таблиці 4.2

12	19 10 01	Відходи чорних металів	Брухт чорних металів	Твердий	Сплави заліза - 98%, мех. домішки - 2%	Відсутня
13	19 10 02	Відходи кольорових металів	Брухт кольорових металів	Твердий	Кольорові метали та їх сплави (латунь, бронза) - 98%, мех. домішки - 2%	Відсутня
14	12 01 13	Відходи процесів зварювання	Відходи зварювальних електродів	Твердий	Сплави заліза - 95%, сполуки Mn - 3%, інші складники - 2%	Відсутня
15	12 01 15	Шлами від механічного оброблення інші, ніж зазначені за кодом 12 01 14	Шлам абразивно-металевий	Твердий	Корунд - 10%, карборунд - 10%, сплави заліза - 70%, інші складники - 10%	Відсутня
16	12 01 21	Відпрацьовані шліфувальні тіла та шліфувальні матеріали інші, ніж зазначені за кодом 12 01 20	Абразивні круги відпрацьовані	Твердий	Корунд - 10%, карборунд - 10%, залізо та його сплави - 25%, зв'язуюче - 10%, інші складники - 45%	Відсутня
17	20 01 39	Пластмаса	Відходи гумові	Твердий	Каучук - 100%,	Відсутня
18			Відходи пластмас	Твердий	Поліетилен - 100%	
19	15 01 02	Пластмасова упаковка	Тара пластикова використана	Твердий	Поліетилен - 100%	Відсутня
20	15 01 06	Змішана упаковка	Матеріали пакувальні полімерні відпрацьовані	Твердий	Поліетилен - 100%	Відсутня

Продовження таблиці 4.2

21	17 01 07	Суміші або окремі фракції бетону, цегли, облицювальної плитки та кераміки інші, ніж зазначені за кодом 17 01 06	Будівельні відходи	Твердий	Бетон - 10%, цегла - 10%, асфальт - 10%, пластик - 10%, плитка керамічна - 10%, покрівельні матеріали - 10%, інші складники - 40%	Відсутня
22	20 01 01	Папір і картон	Макулатура	Твердий	Целюлоза - 100%	Відсутня
23	15 02 03	Абсорбенти, фільтрувальні матеріали (включаючи оливні фільтри інакше не зазначені), обтиральні матеріали та захисний одяг інші, ніж зазначені за кодом 15 02 02	Спецодяг зношений	Твердий горючий	Бавовна - 32,0%, льон - 24,0%, синтетичні та напівсинтетичні тканини - 42,0%, пил специфічний виробничий переробки рослинних продуктів - 3,0%	Відсутня
24			Спецвзуття зношене	Твердий, горючий	Полімерні матеріали (двошаровий поліуретан) - 49,0%, шкіра натуральна - 11,0%, жири тваринні - 8,0%; гума - 28,0%, бавовна - 3,0%, специфічні виробничі забруднення - 1,0%	Відсутня
25			Фільтруючі коробки для протигазів використані	Нерозібране устаткування	Алюміній - 15%, вугілля активоване - 20%, інші складники - 65%	Відсутня

Продовження таблиці 4.2

26	20 03 01	Змішані побутові відходи	Тверді побутові відходи	Твердий	Пилові фракції сміття виробничих приміщень - 15%, пилові фракції сміття ґрунту - 10%, харч. відходи - 10%, залишки побутового сміття - 30%, волога - 35%	Відсутня
27	19 08 01	Відсів (грубі фракції)	Відходи комунальні з решіток	Твердий, негорючий	Тверді речовини - 85%, вода - 15%	Відсутня
28	19 08 05	Шлами від оброблення міських стічних вод	Компост з осаду відстійників	Шламо- або пасто- подібний, негорючий	Вода – 70,0 мас. %, колоїди органічні – 21,75 мас. %, N – 2,45 мас. %, оксид Ca – 2,8 мас. %, оксид K – 0,45 мас. %, оксид P – 0,9 мас. %, оксид Mg – 0,10 мас. %, кислоти органічні – 1,7 мас. %, оксиди Fe та Al – 0,05 мас. %, токсичні речовини (в т.ч. важкі метали) – <0,1 мас. %	Відсутня
29	19 08 02	Відходи від знепісочування	Компост з осаду пісколовок	Шламо- або пасто- подібний, негорючий	Пісок, ґрунт – 75,0 мас. %, органічні колоїди – 2,3 мас. %, вода – 22,5 мас. %, токсичні речовини (в т.ч. важкі метали) - <0,3 мас. %	Відсутня

Обсяги утворення, передачі та зберігання відходів за 2023 рік зазначені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Обсяги утворення, передачі та зберігання відходів за 2023 рік

№ з/п	Назва відходів	Наявність відходів на 01.01.2023 р., т	Утворено, т	Передано на сторону, т	Наявність відходів на 01.01.2024 р., т
1	Сальникова набивка відпрацьована	0,003	0,004	-	0,007
2	Тара металева використана	0,018	0,015	-	0,033
3	Стружка токарна чорних металів	0,022	0,123	-	0,145
4	Брухт чорних металів	1,127	0,914	1,842	0,199
5	Брухт кольорових металів	0,005	0,001	0,001	0,005
6	Відходи зварювальних електродів	0,007	0,006	-	0,013
7	Відходи гумові	0,034	0,008	-	0,042
8	Спецодяг зношений	0,108	0,171	-	0,279
9	Спецвзуття зношене	0,066	0,067	-	0,133
10	Компост з осаду відстійників	5947,310	302,340	-	6249,650
11	Компост з осаду пісколовок	1322,320	66,070	-	1388,390

4.2 Способи збирання, зберігання, утилізації, видалення та оброблення відходів підприємства

Місця накопичення та тимчасового зберігання відходів на території підприємства облаштовані відповідно до вимог чинного законодавства, які

визначають умови тимчасового зберігання та оброблення відходів в залежності від їх агрегатного стану і класу небезпеки (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Характеристика тари та місць тимчасового зберігання відходів та опис способу утилізації, видалення та оброблення відходів

№ з/п	Найменування відходу	Клас небезпеки відходу	Характеристика тари для збору та тимчасового зберігання відходу	Характеристика місця тимчасового зберігання відходу	Місце утилізації, видалення та оброблення
1	Лампи люмінесцентні відпрацьовані	Небезпечні відходи	Герметичний металевий контейнер	Окреме приміщення, з обмеженим доступом персоналу	
2	Лампи світлодіодні відпрацьовані	Відходи, що не є небезпечними	Впорядковане складування		
3	Лампи накаливання відпрацьовані	Відходи, що не є небезпечними	Впорядковане складування		
4	Батарейки відпрацьовані	Небезпечні відходи	Металевий контейнер	У приміщенні на поверхні з твердим покриттям	
5	Сальникова набивка відпрацьована	Відходи, що не є небезпечними	Металева ємність з кришкою	На поверхні з твердим покриттям	
6	Матеріали обтиральні забруднені	Відходи, що не є небезпечними	Металева ємність з кришкою		
7	Пісок промаслений	Небезпечні відходи	Металева ємність з кришкою		
8	Тара металева використана	Небезпечні відходи	Металевий контейнер		

Продовження таблиці 4.4

9	Стружка токарна чорних металів	Відходи, що не є небезпечними	Металевий контейнер	Майданчик з твердим покриттям	Передача іншим юридичним особам
10	Брухт чорних металів	Відходи, що не є небезпечними	Навалом		
11	Брухт кольорових металів	Відходи, що не є небезпечними	Металевий контейнер		
12	Відходи зварювальних електродів	Відходи, що не є небезпечними	Металевий контейнер	Майданчик з твердим покриттям	Передача іншим юридичним особам, що мають ліцензію на даний вид діяльності
13	Абразивні круги відпрацьовані	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер	На поверхні з твердим покриттям	
14	Шлам абразивно- металевий	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер		
15	Відходи гумові	Відходи, що не є небезпечними	Металева ємність	У приміщенні на поверхні з твердим покриттям	
16	Матеріали пакувальні полімерні відпрацьовані	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер	На поверхні з твердим покриттям	
17	Тара пластикова використана	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер		
18	Вироби пластмас відпрацьовані	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер		

Продовження таблиці 4.4

19	Пароніт відпрацьований	Відходи, що не є небезпечними	Металева ємність	У приміщенні на поверхні з твердим покриттям	
20	Спецодяг зношений	Відходи, що не є небезпечними	Впорядковане складування	Окреме приміщення, з обмеженим доступом персоналу	
21	Спецвзуття зношене	Відходи, що не є небезпечними	Впорядковане складування відходу		
22	Фільтруючі коробки для протигазів використані	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер	На поверхні з твердим покриттям	
23	Відходи комп'ютерної техніки	Відходи, що не є небезпечними	Впорядковане складування	Окреме приміщення з обмеженим доступом персоналу	
24	Макулатура	Відходи, що не є небезпечними	Впорядковане складування	Окреме приміщення з обмеженим доступом персоналу	Передача іншим юридичним особам, що мають ліцензію на даний вид діяльності
25	Будівельні відходи	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер	Відведений майданчик з твердим покриттям	
26	Тверді побутові відходи	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер		
27	Відходи комунальні з решіток	Відходи, що не є небезпечними	Контейнер		

Продовження таблиці 4.4

28	Шлами від оброблення міських стічних вод (Компост з осаду відстійників)	Відходи, що не є небезпечними	Мулові майданчики для підсушки і компостування осадів – 2 шт, площею 1 га на Лівобережних очисних спорудах каналізації	Зберігання згідно вимог чинного законодавства	Оброблення відходів
29	Відходи від знепісочування (Компост з осаду пісколовок)	Відходи, що не є небезпечними	Піскові площадки розміром 30,0x10,0 м в кількості – 2 шт, з дренажем на Лівобережних очисних спорудах каналізації	Зберігання на бетонній основі, що виключає забруднення земель та ґрунтових вод	Оброблення відходів

На виконання вимог Закону України «Про управління відходами» підприємством розроблено План управління відходами КП ДОР «Аульський водовід» на 2024-2028 роки та проходить процес отримання дозволу на здійснення операцій з оброблення відходів.

Мулові майданчики являються самостійною одиницею в загальній технологічній схемі очисних споруд. Вони виконують роль зневоднюючих пристроїв, призначених для скорочення об'ємів осадів. Обезводненню на мулових майданчиках підлягають осади, які відкачують зі всіх об'єктів очисних споруд - це сирий осад, плаваючі речовини, надлишковий ущільнений мул.

Тривалість циклу роботи мулових майданчиків обумовлена висотою разового напуску осаду.

Видалення компостів з осадів пісколовок (відходів від знепісочування) та компостів з осадів відстійників (шламів від оброблення міських стічних вод) лівобережних очисних споруд каналізації відбувається на мулові ставки правобережних очисних споруд за допомогою власного транспортного засобу великої вантажопідйомності.

4.3 Викиди в атмосферу

Виробничий майданчик № 5 має 6 джерел викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря:

Джерело № 34 (неорганізоване) – для виконання зварювальних робіт при ремонті очисних споруджень і устаткування ділянка забезпечена постами РЕДЗ, газозварювання і газорізки.

Викиди шкідливих речовин на підприємстві наведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Викиди шкідливих речовин

Код речовини	Найменування речовини	Викиди	
		г/с	т/рік
123	Оксид заліза	0,004	0,003
143	Манган та його сполуки	0,0002	0,0003
301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту)	0,005	0,0005
337	Оксид вуглецю	0,002	0,0009
344	Фториди погано розчинні	0,0003	0,0001
343	Фториди легко розчинні	0,0005	0,0002
342	Фтористий водень	0,0002	0,00006
323	Оксид кремнію	0,0001	0,00005

Джерело неорганізоване – для заточки інструменту в слюсарній майстерні встановлений заточувальний верстат та настільний свердлильно–різьбонарізний верстат.

Викиди шкідливих речовин у слюсарній майстерні наведені у табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Викиди шкідливих речовин у слюсарній майстерні

Код речовини	Найменування речовини	Викиди	
		г/с	т/рік
2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,041	0,042

Джерело неорганізоване – для механічної обробки металів в токарній майстері розташований токарний верстат.

Викиди шкідливих речовин в токарній майстері наведені у табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Викиди шкідливих речовин в токарній майстері

Код речовини	Найменування речовини	Викиди	
		г/с	т/рік
2902	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,003	0,009

Джерело неорганізоване – на майданчику базується автотранспорт у кількості 3 одиниць, які працюють на дизельному паливі.

Викиди шкідливих речовин автотранспорту наведені у табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Викиди шкідливих речовин автотранспорту

Код речовини	Найменування речовини	Викиди	
		г/с	т/рік
337	Оксид вуглецю	0,009	0,025
2754	Вуглеводні граничні C12-C19	0,005	0,015
301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту)	0,003	0,008

Джерело організоване – лабораторія по контролю стічних вод обладнана двома витяжними шафами, які оснащені вентиляційною установкою В-1. Призначення установки - витяжка місцева.

Режим роботи - періодичний. Середньорічна кількість проведених аналізів - 35177. Загальна витрата летучих речовин становить: соляна кислота - 0,57 дм³, сірчана кислота - 27,8 дм³.

Викиди шкідливих речовин лабораторії по контролю стічних вод наведені у табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Лабораторія по контролю стічних вод (2 шафи лабораторні)

Код речовини	Найменування речовини	Викиди	
		г/с	т/рік
316	Соляна кислота	0,00004	0,0001
322	Сірчана кислота	0,000001	0,000004

Джерело організоване – склад кислот, розташований в приміщенні лабораторії по контролю стічних вод. Кислоти зберігаються в герметичних пластикових ємностях, об'єм яких складає 1 л. Річне використання кислот складає: соляна кислота - 0,57 дм³, сірчана кислота – 27,8 дм³. Режим роботи вентиляційної установки періодичний. Загальний час роботи витяжної вентиляційної установки складає 6 годин на рік (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Склад кислот

Код речовини	Найменування речовини	Викиди	
		г/с	т/рік
316	Соляна кислота	0,000001	0,0000002
322	Сірчана кислота	0,0001	0,000002

РОЗДІЛ 5 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ЛІВОБЕРЕЖНИХ ОЧИСНИХ СПОРУДАХ М. КАМ'ЯНСЬКЕ

Лівобережні очисні споруди м. Кам'янське забезпечують повний цикл механічного та біологічного очищення стічних вод із подальшим їх доочищенням та знезараженням перед скидом у річку Дніпро. Проектна потужність комплексу становить 40 тис. м³/добу, а фактична за 2023 рік — близько 8,2 тис. м³/добу, що вказує на значний резерв потужності та дозволяє підтримувати технологічні процеси у стабільному, малонавантаженому режимі. Зниження фактичного гідравлічного навантаження позитивно впливає на якість очищення, оскільки збільшує тривалість перебування стоків у спорудах та забезпечує глибше біологічне окиснення [1].

Технологічний процес Лівобережних очисних споруд включає механічне очищення на решітках та в пісколовках, первинне відстоювання, повне біологічне очищення в аеротенках, освітлення у вторинних відстійниках, природне доочищення у біологічних ставках та знезараження хлоруванням. У процесі очищення утворюються пісок, сирий осад та надлишковий активний мул, які видаляються на спеціальні піскові та мулові майданчики. Характеристики вод наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Характеристика вхідних стічних вод

Показник	Одиниці вимірювання	Значення
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	200–350
ХСК	мгО ₂ /дм ³	400–650
Завислі речовини	мг/дм ³	200–350
Азот амонійний	мг/дм ³	20–35
Фосфати	мг/дм ³	6–12
Нафтопродукти	мг/дм ³	0,4–0,9
Залізо загальне	мг/дм ³	0,2–0,5

Для аналізу ефективності роботи споруд використано фактичні дані за 2023 рік, а також показники вхідних стічних вод згідно з результатами відомчого лабораторного контролю [8]. Вхідні стоки характеризуються підвищеним вмістом органічних речовин та завислих часток. Так, середні значення БСК₅ становили 200–350 мгО₂/дм³, ХСК — 400–650 мгО₂/дм³, завислі речовини — 200–350 мг/дм³. Також у стічних водах спостерігалися підвищені концентрації біогенних елементів: амонійного азоту — 20–35 мг/дм³ і фосфатів — 6–12 мг/дм³, що характерно для побутових стоків з домішками промислових які наведені у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Порівняння фактичних значень та нормативів

Показник	Норма	Факт 2023 р.	Висновок
БСК ₅	≤ 15	15,0	в нормі
ХСК	≤ 80	80,0	в нормі
Амонійний азот	≤ 1,5	1,39	в нормі
Нітрити	≤ 0,5	0,86	перевищення
Фосфати	≤ 1,0	3,50	перевищення
Завислі речовини	≤ 20	15	в нормі

Порівняння фактичних показників якості очищених стічних вод (рис. 5.1) із нормативами ГДС для випуску №4 свідчить, що за більшістю основних інгредієнтів вода відповідає встановленим вимогам. Концентрація БСК₅ після повного циклу очищення становить 15 мг/дм³, що відповідає нормативному значенню та підтверджує високу ефективність біологічного окиснення. Показник ХСК дорівнює 80 мг/дм³ і також не перевищує встановлений норматив, що відображає значне зниження частки органічних речовин, які повільно окиснюються. Вміст амонійного азоту становить 1,39 мг/дм³, що відповідає ГДС та свідчить про ефективну роботу нітрифікаційного процесу в аеротенках. Концентрації завислих речовин 15 мг/дм³, нафтопродуктів 0,28 мг/дм³ та загального заліза 0,24 мг/дм³ також не перевищують нормативів, що свідчить про стабільну роботу як механічних, так і біологічних споруд [9].

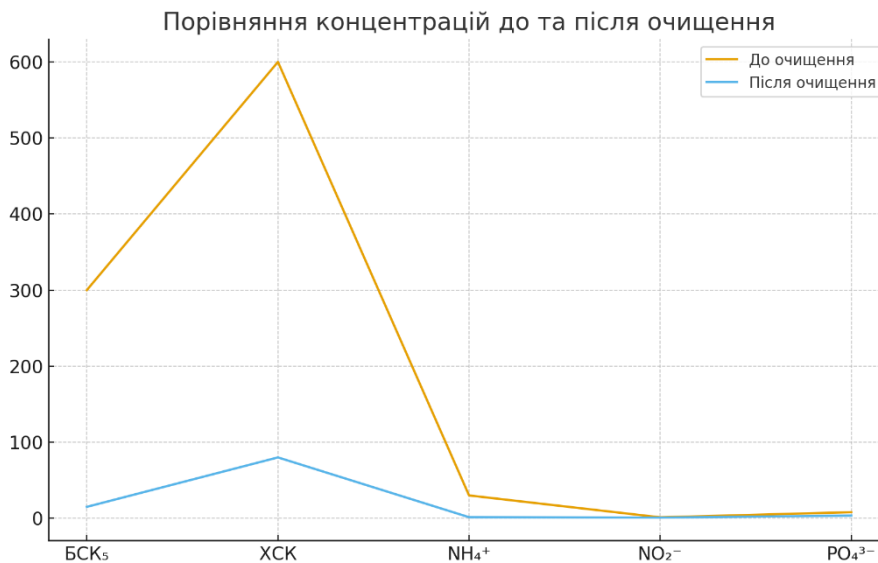


Рисунок 5.1 Зміна концентрацій забруднюючих речовин

Проблемними компонентами залишаються нітрити та фосфати. Нітрити в концентрації $0,86 \text{ мг/дм}^3$ перевищують рекомендовані значення, що свідчить про неповне завершення процесів денітрифікації. Найбільш критичним є показник фосфатів — $3,50 \text{ мг/дм}^3$, що у 3,5 рази вище нормованої величини. Це пояснюється тим, що існуюча технологічна схема не передбачає спеціальних анаеробних зон, необхідних для біологічного видалення фосфору, а також відсутністю реагентного осадження фосфатів, яке є обов'язковим для досягнення сучасних екологічних вимог.

Оцінюючи окремі етапи очищення, можна зазначити, що механічна стадія працює ефективно: решітки забезпечують вилучення крупнодисперсних домішок та сміття, а пісколовки — видалення піску й мінеральних включень за рахунок підтримання оптимальної швидкості потоку. Первинні відстійники забезпечують зниження завислих речовин на 50–60 % і БСК₅ на 25–35 %, що узгоджується з паспортними характеристиками та вимогами нормативної документації. Біологічна стадія, представлена двосекційним аеротенком, демонструє високу ефективність щодо окиснення органічних речовин. Концентрація активного мулу та рівень розчиненого кисню підтримуються в оптимальних межах, що дозволяє

досягати 97–99 % видалення БСК₅ та амонійного азоту, а також 85–90 % зниження ХСК. Незважаючи на це, процеси денітрифікації й біологічного видалення фосфору є недостатньо вираженими, що пов'язано з відсутністю спеціалізованих зон низького або нульового вмісту кисню [22].

У вторинних відстійниках відбувається ефективно відокремлення активного мулу та формування освітленої води. Концентрація завислих речовин на виході становить у середньому 15 мг/дм³, що відповідає гранично допустимим значенням. Подальше доочищення відбувається у каскаді біологічних ставків, де під дією сонячного випромінювання, водної рослинності та природних мікробіологічних процесів додатково знижується бактеріальне забруднення та стабілізуються залишкові органічні речовини. Знезараження стічних вод здійснюється хлором, що гарантує відсутність патогенних бактерій та відповідність встановленим бактеріологічним вимогам.

Узагальнюючи результати аналізу, можна стверджувати, що лівобережні очисні споруди ефективно видаляють органічні речовини, завислі частки, амонійний азот, нафтопродукти та інші типові забруднення побутового та виробничого походження. Загальна ефективність роботи біологічного етапу є високою — до 99 % для БСК₅ та амонійного азоту і понад 90 % для завислих речовин. Основний недолік технологічної схеми полягає в недостатній здатності споруд до видалення фосфатовмісних сполук і частковому накопиченні нітритів. Саме ці недоліки формують необхідність модернізації схеми очищення, зокрема впровадження реагентного осадження фосфору або створення нових технологічних зон для підсилення процесів денітрифікації та дефосфатації.

РОЗДІЛ 6 НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Аналіз роботи лівобережних очисних споруд, виконаний у попередньому розділі, показав, що технологічна схема забезпечує ефективне очищення стічних вод щодо більшості забруднюючих речовин. Значне навантаження на споруди відсутнє, оскільки фактичний обсяг надходження стоків становить лише близько 20 % від проєктної потужності. Це дозволяє підтримувати стабільний гідравлічний режим та забезпечує сприятливі умови для біологічного очищення. Незважаючи на це, деякі показники якості очищеної води свідчать про необхідність модернізації окремих етапів технологічного процесу. Найбільш критичним є перевищення нормативів за фосфатами, а також неповне завершення процесу денітрифікації, яке проявляється в підвищених концентраціях нітритів. Ці фактори потребують уваги та впровадження додаткових технічних і технологічних рішень.

Проблема надлишкового вмісту фосфатів у скиді є характерною для споруд, технологічна схема яких не включає спеціалізовані стадії біологічного видалення фосфору. На лівобережних очисних спорудах відсутні анаеробні зони, у яких могли б активізуватися поліфосфатакумулюючі бактерії, відповідальні за біологічну дефосфатацію. Відсутність таких умов призводить до того, що фосфати практично не видаляються біологічним шляхом і залишаються в очищеній воді. Це є основною причиною перевищення нормативів за фосфором у 3–4 рази. Розв'язати цю проблему можливо двома шляхами: біологічним та хімічним. Біологічний шлях передбачає реконструкцію аеротенків із впровадженням анаеробних та аноксичних зон, що дозволить створити умови для активності специфічних бактерій, які здатні поглинати та депонувати фосфор у формі поліфосфатів. Така схема є більш складною у впровадженні, але забезпечує довгостроковий ефект та зменшує витрати на реагенти. Хімічний шлях полягає у введенні в технологічний процес коагулянтів — солей заліза або

алюмінію, які утворюють нерозчинні фосфатні сполуки. Реагентне очищення може бути реалізоване на декількох етапах, зокрема безпосередньо перед вторинними відстійниками або на виході з аеротенків. Такий підхід дозволяє швидко досягти нормативних показників, хоча й потребує регулярних витрат на реагенти та збільшує обсяг утворення осадів [9].

Окрім проблеми фосфатів, окремої уваги потребують процеси нітрифікації та денітрифікації. Попри те, що концентрація амонійного азоту після очищення відповідає нормативам, у воді спостерігається підвищений вміст нітритів, що свідчить про неповне завершення процесу відновлення нітратів. Це може бути результатом недостатнього об'єму або тривалості перебування стоків в умовах низького вмісту кисню. У чинній схемі аеротенка такі умови практично не реалізовані. Впровадження зон аноксії дозволить сформувати середовище, у якому анаеробні денітрифікуючі бактерії зможуть активно перетворювати нітрати та нітрити на газоподібний азот. Збільшення тривалості рециркуляції активного мулу та оптимізація подачі повітря також сприятимуть більш ефективному перебігу нітрифікаційно-денітрифікаційних процесів. Таким чином, створення комбінованих схем біологічного очищення за типом A²/O або UCT дозволить одночасно вирішити проблему надлишку фосфору та покращити показники азотного циклу.

Покращення процесів аерації є ще одним перспективним напрямом підвищення ефективності очищення. Хоча за даними регламенту фактичний рівень розчиненого кисню в аеротенках задовільний і становить 4 мг/дм³ і більше, сучасні технології передбачають використання систем автоматичного керування подачею повітря залежно від реального навантаження на аеротенк. Такий підхід дозволяє підтримувати оптимальні умови для нітрифікації, уникати надмірної аерації в періоди низьких навантажень і водночас значно економити електроенергію. Враховуючи те, що аерація є одним із найбільш енергоємних процесів на очисних спорудах, впровадження систем

автоматичного регулювання може забезпечити економію до 20–30% енергоресурсів [11].

Окремої уваги потребує система рециркуляції активного мулу. Нині рециркуляція здійснюється постійно, але не передбачає гнучкого регулювання. За наявності проблем із високими нітритами та фосфатами доцільним є впровадження режимів змінного повернення мулу, коли частина його направляється в анаеробні та аноксичні зони для більш повної стабілізації. Підвищення рециркуляційного коефіцієнта дасть змогу зменшити навантаження на мул та підвищити його біохімічну активність. Додатково рекомендується модернізувати насосне обладнання, що дозволить підтримувати стабільні гідравлічні умови та уникнути надмірних коливань у роботі споруд.

Перспективним напрямом також є удосконалення процесу оброблення утворених осадів. Наразі осади з лівобережних очисних споруд вивозяться на мулові майданчики, де зневоднюються природним шляхом. Це тривалий процес, який займає значні площі й потребує регулярного обслуговування. Технології передбачають використання механічних методів зневоднення, зокрема стрічкових прес-фільтрів або центрифуг. Впровадження таких установок дозволить зменшити обсяг осаду, скоротити площу його складування та покращити санітарні умови експлуатації [21].

Фосфатні сполуки є основною причиною погіршення екологічного стану водойм через їхню роль у розвитку евтрофікації. Відсутність анаеробних зон у схемі біологічного очищення на лівобережних ОС призводить до того, що поліфосфатакумулюючі бактерії не можуть проходити повний цикл метаболізму фосфору, а отже, фосфор майже не видаляється з води. Одним із ключових напрямів підвищення ефективності очищення є створення умов, необхідних для біологічної дефосфатації.

У разі, якщо реконструкція є технічно складною або потребує значних капіталовкладень, можливим є застосування хімічного осадження фосфатів. Використання солей заліза або алюмінію дозволяє забезпечити швидке

утворення нерозчинних фосфатних комплексів, які осідають у вторинних відстійниках. Така технологія є поширеною у світовій практиці, оскільки дозволяє оперативного досягти нормативів за фосфатами. Реагентне очищення може бути інтегроване до існуючої схеми або як аварійний захід, або як постійний елемент технологічного процесу.

Ще однією проблемою, виявленою під час аналізу, є підвищений вміст нітритів у очищеній воді. Це свідчить про порушення балансу між етапами нітрифікації та денітрифікації. Наявна схема аерування забезпечує достатнє насичення киснем, однак відсутність аноксичних зон не дозволяє завершити цикл перетворення нітратів у газоподібний азот.

Для стабілізації азотного циклу пропонується впровадження аноксичних зон перед аеробною частиною аеротенка. Це дозволить активізувати денітрифікуючі бактерії, які завершують азотний цикл без утворення проміжних токсичних форм, таких як нітрити. Додатково, збільшення коефіцієнта рециркуляції активного мулу сприятиме переносу нітратів у зони з низьким вмістом кисню, що покращить ефективність денітрифікації.

Застосування автоматизованої системи керування аерацією також дозволить підтримувати оптимальні умови для нітрифікації та денітрифікації. Сучасні системи контролю кисню можуть зменшувати або збільшувати подачу повітря залежно від моментального навантаження, що підвищує ефективність роботи та зменшує енергоспоживання.

Модернізація рециркуляції активного мулу Рециркуляція активного мулу є важливою складовою стабільної роботи аеротенків. Наявні проблеми з нітритами та фосфатами частково можуть бути наслідком недостатнього повернення активного мулу чи нерівномірності його подачі. Модернізація насосного обладнання та оптимізація режимів рециркуляції забезпечать формування і стабілізацію необхідних біоценозів у різних зонах аеротенка. Зокрема, направлення частини мулу до анаеробних зон дозволить досягти більш повної дефосфатації.

Окрім того, покращення системи рециркуляції забезпечить рівномірний розподіл біомаси та попередить надмірне навантаження на окремі технологічні стадії. Це особливо важливо за умов змінних витрат стічних вод, що характерно для міських очисних споруд.

У процесі очищення стічних вод утворюється значна кількість мулових відходів, які потребують належної утилізації. Наразі осаді переважно зневоднюються природним шляхом, що є тривалим процесом і вимагає значних площ. Це створює додаткове навантаження на очисні споруди та не відповідає сучасним екологічним вимогам.

Перспективними напрямками є впровадження механічного зневоднення осадів за допомогою центрифуг, стрічкових або камерних фільтр-пресів. Такі технології забезпечують значне зменшення об'єму осадів, підвищення ступеня зневоднення та зниження витрат на подальше складування й транспортування. Крім того, осад, зневоднений механічним шляхом, може бути використаний як вторинна сировина — наприклад, у виробництві ґрунтових сумішей або як компонент для рекультивації земель.

Експлуатація аераційних систем є однією з найбільш енергоємних складових роботи очисних споруд. Впровадження частотних перетворювачів, систем контролю рівня розчиненого кисню та сучасних аераційних дифузорів дозволить знизити енергоспоживання на 20–30 %. Це є важливим не тільки з економічної точки зору, але й для підвищення екологічної сталості роботи споруд.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що модернізація лівобережних очисних споруд має зосереджуватися на підвищенні ефективності біологічного очищення, зокрема на забезпеченні повного видалення фосфатів і оптимізації процесів азотного циклу. Найбільш доцільними заходами є впровадження анаеробних та аноксичних зон у складі аеротенків, використання реагентного осадження фосфатів, автоматизація системи аерації, модернізація рециркуляції мулу та покращення системи обробки осадів. Реалізація цих заходів дасть змогу досягти відповідності очищеної

стічної води сучасним екологічним стандартам, зменшити антропогенне навантаження на річку Дніпро та забезпечити стабільну роботу очисних споруд у довгостроковій перспективі.

РОЗДІЛ 7 ОСНОВНІ ПРАВИЛА ОХОРОНИ ПРАЦІ

При виконанні робіт на лівобережних очисних спорудах каналізації [22], для запобігання можливості виникнення загрози життю і здоров'ю обслуговуючого персоналу та забруднення довкілля необхідно додержуватись правил (табл. 7.1)

Таблиця 7.1

Правила безпеки на підприємстві

п/п	Позначення нормативного акта	Назва нормативного акта	Затвердження	
			Дата/ документ/ №	Організація
1	НПАОП 0.00-1.04-07	Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання Зареєстровано:	28.12.2007 наказ № 331 04.04.2008 № 285/14976	Держгірпромн агляд Мін'юст України
2	НПАОП 0.00-1.15-07	Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті Зареєстровано:	27.03.2007 наказ № 62 04.06.2007 № 573/13840	Держгірпромнаг ляд Мін'юст України
3	НПАОП 0.00-1.23-10	Правила охорони праці при виробництві, зберіганні, транспортуванні та застосуванні хлору Зареєстровано:	12.03.2010 наказ № 56 01.04.2010 № 264/17559	Держгірпромна гляд Мін'юст України
4	НПАОП 0.00-1.71-13	Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями Зареєстровано: Дата введення в дію:	19.12.2013 наказ № 966 25.02.2014 № 327/25104 28.03.2014	Міненерговугі ля України Мін'юст України
5	НПАОП 0.00-1.73-14	Правила охорони праці та безпечної експлуатації технологічних трубопроводів Зареєстровано: Дата введення в дію:	24.10.2014 наказ № 755 12.11.2014 за № 1438/26215 09.12.2014	Міненерговугі ля України Мін'юст
6	НПАОП 0.00-1.75-15	Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт Зареєстровано: Дата введення в дію:	19.01.2015 наказ № 21 03.02.2015 за № 124/26569 03.03.2015	Міненерговугі ля України Мін'юст

Продовження таблиці 7.1

7	НПАОП 0.00-1.80-18	Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання Зареєстровано:	19.01.2018 наказ № 62 27.02.2018 за № 244/31696	Мінсоцполітики Мін'юст
8	НПАОП 0.00-1.81-18	Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском Зареєстровано:	05.03.2018 наказ № 333 10.04.2018 за № 433/31885	Мінсоцполітики Мін'юст
9	НПАОП 0.00-3.07-09	Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам загальних професій різних галузей промисловості Зареєстровано:	16.04.2009 наказ № 62 12.05.2009 № 424/16440	Держгірпромнаг ляд Мін'юст України
10	НПАОП 0.00-3.17-12	Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам окремих виробництв Зареєстровано: Дата введення в дію:	06.11.2012 наказ № 1308 23.11.2012 № 1968/22280 17.12.2012	МНС України Мін'юст України
11	НПАОП 0.00-3.18-13	Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам житлово-комунального господарства Зареєстровано: Дата введення в дію:	10.12.2012 наказ № 1389 28.12.2012 № 2217/22529 22.01.2013	МНС України Мін'юст України
12	НПАОП 0.00-5.11-85	Типова інструкція з організації безпечного ведення газонебезпечних робіт	20.02.1985	Держгіртехнагля д СРСР
13	НПАОП 40.1-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів Зареєстровано:	09.01.1998 наказ № 4 10.02.1998 № 93/2533	Держнаглядохор онпраці України Мін'юст України

Продовження таблиці 7.1

14	НПАОП 41.0-1.01-79	Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць	04.10.1977 наказ № 407	Мінжитлоком унгосп РРФСР
15	НПАОП 40.1-1.32-01	Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок	21.06.2001 наказ № 272	Мінпраці України

Класифікація приміщень наведена в табл. 7.2 [25].

Таблиця 7.2

Класифікація приміщень

Назва цеху, приміщення, відділення, обладнання	Категорія приміщень або будівель відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 "Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою"	Клас зон приміщень за правилами упорядження електрообладнання ПУЕ	Порогові маси небезпечних речовин за індивідуальними назвами відповідно до Порядку ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та ведення їх обліку, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 13 вересня 2022 року N 1030
Камера гасіння	Д		
Будівля решіток	Д		
Пісколовки горизонтальні	Д		
Розпод. чаша I-відстійників, первинні радіальні відстійники	Д		
Жирозбірник	Д		
Аеротенк двосекційний	Д		
Вторинні радіальні відстійники	Д		
Розпод. чаша II відстійників	Д		
Метантенки	Д	Не введені в експлуатацію	

Продовження таблиці 7.2

Насосна станція метантенків	Д	Не введена в експлуатацію	
РП-24	Г		
Мулоущільнювачі	Д		
Склад паливно-мастильних матеріалів	А	В – 1а	
Блок повітродувно-насосної станції	Д		
Резервуар активного мулу	Д		
Резервуар технічної води	Д		
Резервуар ущільненого мулу	Д		
Мулові камери при вторинних відстійниках	Д		
Хлораторні зі складами хлору	Д		
Насосна станція господарчо-побутових стоків	Д		
АПК	Д		
Матеріальний склад	В	П ІА	
Насосна станція сирого осаду	Д		
Гараж	В	П-11	

Примітка: вибухонебезпечних сумішей в умовах споруд немає. Склад паливно-мастильних матеріалів не має електричного обладнання

Перелік хімічних речовин, що використовуються в технологічних процесах наведений у табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Перелік хімічних речовин, що використовуються в технологічних процесах

Назва речовини (реагенту)	Характеристика згідно з Паспортом безпеки*		
	Класифікація	Засоби індивідуального захисту	Заходи домедичної допомоги
Рідкий хлор	<p>Окислюючі гази – може викликати чи посилити займання; окисник.</p> <p>Стислий газ – містить газ під тиском; при нагріванні може вибухнути.</p> <p>Подразнення шкіри – викликає подразнення шкіри.</p> <p>Гостра токсичність – токсичний при вдиханні.</p> <p>Вражаюча дія на органи (при разовій дії) – може викликати подразнення верхніх дихальних шляхів.</p> <p>Небезпека для водного середовища - високотоксичний для водної флори</p>	<p>Застосовуються фільтрувальні протигази з фільтруючими коробками для захисту від хлору. В умовах надзвичайної ситуації – ізолюючий протигаз ПП-4М.</p> <p>Захист рук – захисні рукавички – стійкі до хімічної дії хлору.</p> <p>Робітники пов'язані з обслуговуванням хлорного обладнання захисні окуляри, комбінезон, фартух/взуття прорезиновий.</p>	<p>Подразнює очі, слизову та дихальну систему. Смертельно-небезпечно при вдиханні. Обов'язкова негайна медична допомога у разі випадкового контакту з цим продуктом професійного лікаря.</p> <p>Зняти забруднений одяг.</p> <p>При випадковому вдиханню – постраждалого евакуювати від зараженої ділянки до провітрюваного місця.</p> <p>Надавати першу медичну допомогу та викликати лікаря – швидко. У разі контакту зі шкірою – зняти забруднений одяг та взуття і промити великою кількістю води.</p> <p>Викликати лікаря.</p> <p>Забруднений одяг випрати перед повторним використанням.</p> <p>При контакті з очима – негайно промити великою кількістю води не менше 15 хвилин, одночасно рухаючи очними яблуками в різних напрямках, щоб усунути залишки продукту. Викликати лікаря.</p>

Перелік та характеристика небезпеки, яка може виникнути на даному виробництві; особливі вимоги з техніки безпеки до цих об'єктів, загальні

вимоги з охорони праці та техніки безпеки, а також порядок дій у разі аварійних ситуацій на закріпленому обладнанні визначені в інструкціях з охорони праці лівобережних очисних споруд каналізації.

Правила приймання технологічного обладнання, будівельних конструкцій, обладнання тощо та пуску їх в експлуатацію після зупинки або ремонту визначені в інструкціях з експлуатації лівобережних очисних споруд каналізації.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було проведено комплексне дослідження процесів очищення господарсько-побутових та виробничих стічних вод на лівобережних очисних спорудах м. Кам'янське.

Проаналізовано теоретичні підходи до класифікації стічних вод та методів їхнього очищення. Визначено особливості формування господарсько-побутових та виробничих стоків, наведено характеристику основних груп забруднюючих речовин та їхній вплив на довкілля. Аналіз літературних джерел показав, що сучасні технології очищення передбачають використання механічних, біологічних та фізико-хімічних методів, комплексне поєднання яких дозволяє досягати високого ступеня зниження вмісту органічних та біогенних забруднень. Висвітлено екологічні ризики, пов'язані з надходженням недостатньо очищених стоків у водні об'єкти, а також тенденції розвитку сучасних технологій водоочищення.

Детально охарактеризовано лівобережні очисні споруди, їхні технологічні схеми та виробничі можливості. На основі технічного регламенту та фактичних даних проаналізовано конструктивні особливості споруд механічного очищення, аеротенків, вторинних відстійників, біоставків та споруд для знезараження стоків. Встановлено, що лівобережні очисні споруди працюють із значним резервом пропускної здатності — фактичні витрати становлять лише близько 20 % від проектного навантаження. Така нерівномірність експлуатації має як позитивні, так і негативні наслідки: з одного боку, збільшується тривалість перебування стоків у спорудах, а з іншого — ускладнюється стабільність роботи біологічної стадії очищення.

На основі лабораторних даних проведено аналіз якості очищених стічних вод за 2023 рік, встановлено відповідність показників властивостей очищеної води вимогам ГДС. Дослідження показали, що за такими

показниками, як БСК₅, ХСК, завислі речовини, азот амонійний, залізо загальне та нафтопродукти, концентрації забруднюючих речовин після очищення не перевищують встановлених норм. Це свідчить про стабільну роботу механічних та біологічних споруд. Водночас було виявлено перевищення за фосфатами та нітритами, що свідчить про недостатньо ефективне видалення біогенних елементів.

Досліджено формування відходів, що виникають у процесі очищення стічних вод: гранулометричний склад піску, кількість та властивості сирого та активного мулу, а також методи їхньої утилізації. Виявлено, що система поводження з осадами потребує вдосконалення, оскільки наявні мулові майданчики обмежують можливість ефективного тривалого зберігання значних обсягів осаду.

Аналіз ефективності очищення на основі отриманих даних встановив, що механічна та перша стадія біологічного очищення працюють з високими техніко-експлуатаційними показниками: видалення завислих речовин досягає 90–95 %, видалення органічних речовин (за БСК₅) — 97–99 %, ефективність нітрифікації — понад 95 %. Однак вивчаючи роботу біологічної стадії більш детально, було визначено низку проблем, що знижують ефективність отриманих результатів. Наявна схема аеротенків не передбачає достатнього розвитку процесів денітрифікації та дефосфатації, що є причиною підвищеної концентрації фосфатів та нітритів у кінцевій очищеній воді.

Розроблено рекомендації щодо вдосконалення роботи очисних споруд і підвищення глибини очищення стічних вод на лівобережних очисних спорудах. Запропоновано такі ключові рішення: створення анаеробних та аноксичних зон у складі аеротенків для забезпечення повноцінного перебігу процесів денітрифікації та біологічного видалення фосфору; впровадження реагентного осадження фосфатів як оперативного способу нормалізації показників; оптимізація роботи системи аерації, включаючи встановлення сучасних енергоефективних дифузорів та автоматизованих систем контролю кисню; удосконалення рециркуляції активного мулу для забезпечення

рівномірного навантаження на біологічні зони; модернізація обладнання для обробки осадів, зокрема застосування механічного зневоднення для зменшення обсягів відходів.

Таким чином, відповідно до поставленої мети, у дипломній роботі було проведено комплексний аналіз роботи очисних споруд, визначено ефективність кожної стадії технологічного процесу та обґрунтовано конкретні технічні рекомендації щодо вдосконалення роботи очисних споруд. Результати дослідження мають важливе практичне значення, оскільки дають можливість визначити пріоритетні напрями модернізації технологічної схеми очищення стічних вод та можуть бути використані підприємствами водовідведення для поліпшення екологічної ситуації в регіоні та досягнення кращих показників якості очищеної води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічний регламент лівобережних очисних споруд каналізації Кам'янського водопровідно-каналізаційного господарства комунального підприємства Дніпропетровської обласної ради «Аульський водовід». Кам'янське : КП ДОР «Аульський водовід», б. р.
2. Порядок очищення стічних вод перед скиданням в уразливих зонах: постанова Кабінету Міністрів України від 02.04.2024 р. № 378. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/378-2024-%D0%BF> (дата звернення: 05.11.2024).
3. Степова О. В. Технології захисту довкілля. Модуль 2: Очищення стічних вод: навч. посіб. Полтава : Нац. ун-т «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. 205 с.
4. Кульський Л. А., Накорчевська В. Ф. Хімія води: фізико-хімічні процеси обробки природних та стічних вод. Київ : Вища школа, 1983. 240 с.
5. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : затв. наказом МОЗ України від 12.05.2010 р. № 400. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10> (дата звернення: 05.11.2024).
6. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ : Мінрегіон України, 2013.
7. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами : постанова Кабінету Міністрів України від 25.03.1999 р. № 465. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF> (дата звернення: 12.10.2024).
8. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення : Закон України від 10.01.2002 р. № 2918-III. Відомості Верховної Ради України.

2002. № 16. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14> (дата звернення: 18.10.2024).

9. Гивлюд А. М., Петрушка І. М., Руда М. В., Шибанова А. М. Технологія очищення природних та стічних вод : навч. посіб. Київ : ГО «Міжнародна наукова гільдія», 2022. 169 с.

10. Кирієнко П. Г., Бетін О. В., Сидоренко С. М., Берешко І. М., Хоменко І. Є. Автономні системи очищення побутових стічних вод : навч. посіб. Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2019. 82 с.

11. Айрапетян Т. С. Технологія очистки стічних вод : конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 120 с.

12. Технологія та обладнання очищення стічних вод : лабораторний практикум. Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», б. р. 73 с. Електрон. навч. вид. URL: <https://ela.kpi.ua> (дата звернення: 22.09.2024).

13. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 20.10.2024).

14. Когановський А. М. Очищення та використання стічних вод у промисловому водопостачанні. Москва : Хімія, 1983. 288 с.

15. Методи фізико-хімічної очистки стічних вод. Водопостачання і водовідведення : електрон. підручник. URL: <https://pidruchniki.com> (дата звернення: 30.09.2024).

16. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України : наказ Держжитлокомунгоспу України від 05.07.1995 р. № 30. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-95> (дата звернення: 08.10.2024).

17. ДСанПіН 2.2.7.029-99. Гігієнічні вимоги до очищення стічних вод населених пунктів і відведення їх у водні об'єкти. МОЗ України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 02.11.2024).

18. ISO 5667-10:2001. Water quality — Sampling — Part 10: Guidance on sampling of waste waters. URL: <https://www.iso.org/standard/36693.html> (дата звернення: 18.09.2024).

19. ДСТУ 4808:2007. Якість води. Терміни та визначення понять. Київ : Держспоживстандарт України, 2007.

20. ДБН В.1.2-1-2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівель і споруд. Основні вимоги.

21. ДСТУ-Н Б В.2.5-75:2014. Настанова з проектування каналізаційних мереж і споруд.

22. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 р. № 213/95-ВР. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 15.10.2024).

23. Про затвердження правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення : постанова Кабінету Міністрів України від 27.06.2018 р. № 560. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/560-2018-%D0%BF> (дата звернення: 10.10.2024).

24. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.1994 р. № 4004-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12> (дата звернення: 28.10.2024).

25. ДСТУ 3017-95. Ресурсозбереження. Ефективність використання водних ресурсів. Терміни та визначення.

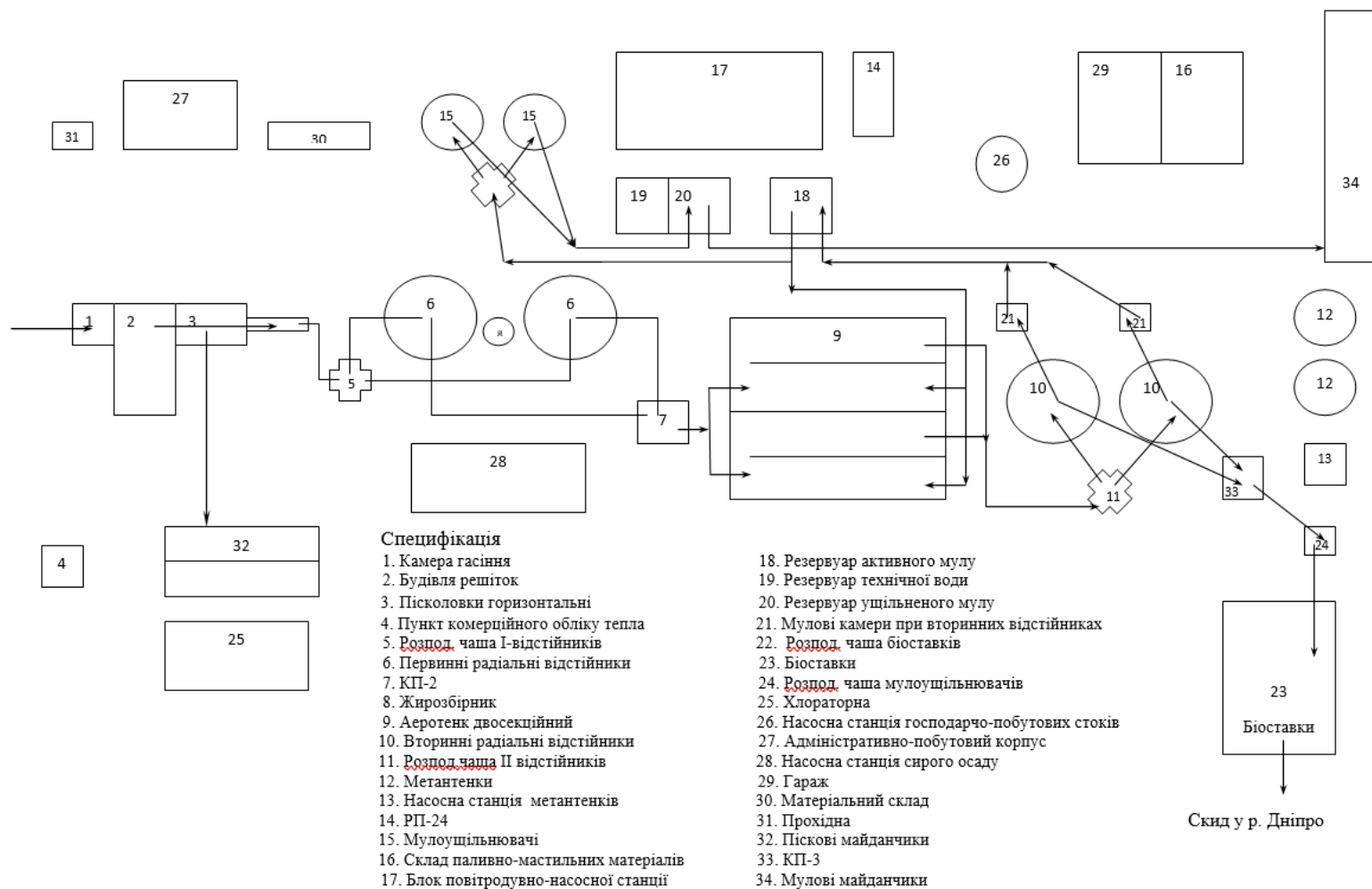
26. Про затвердження правил технічної експлуатації об'єктів водопровідно-каналізаційного господарства : наказ Мінрегіону України від 01.12.2017 р. № 316. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0123-18> (дата звернення: 14.11.2024).

Додаток А

Фактичні концентрації стічних вод, що надходять на очисні споруди за 2023 рік

№ з/п	Показники якості стічних вод	Одиниця виміру	Концентрація			
			Допустима, мг/дм ³	Фактична за 2021 рік		
				Середня	Мінімальна	Максимальна
1	Завислі речовини	мг/дм ³	156	236,9	80,0	621,2
2	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	200	248,4	165,0	310,0
3	Сухий залишок	мг/дм ³	-	592,4	689,1	593,63
4	Хлориди	мг/дм ³	100,0	118,0	92,6	150,0
5	Сульфати	мг/дм ³	70,0	66,9	56,1	78,2
6	Фосфати	мг/дм ³	10,0	13,84	10,10	17,84
7	Нафтопродукти	мг/дм ³	2,5	3,3	2,4	4,2
8	Азот амонійний	мг/дм ³	35	47,99	31,74	64,56
9	ХСК	мг/дм ³	500	536,6	376,2	640,0
10	АПАР	мг/дм ³	3,4	5,03	3,16	6,58
11	Залізо загальне	мг/дм ³	1,0	1,39	0,80	2,92
13	Температура	°С	Не більше 40 ⁰ С	18,1	10,2	25,5
14	рН		6,5-9,0	7,36	7,00	7,92
15	Карбамід	мг/дм ³	-	-	-	-
16	Нітрити	мг/дм ³	3,3	0,06	0,04	0,09
17	Нітрати	мг/дм ³	45	1,28	1,16	1,86
18	Жири рослинні та тваринні	мг/дм ³	50	-	-	-

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОЧИСНИХ СПОРУД КАНАЛІЗАЦІЇ ЛІВОГО БЕРЕГА



Додаток В

Фактична концентрація забруднюючих речовин, що скидаються у водний об'єкт з очисних споруд за 2023 рік

	Найменування інгредієнта	Допустима концентрація, мг/дм ³	Фактична концентрація, мг/дм ³
	Завислі речовини	15,00	8,5
	БСК ₅	15,00	5,63
	Сухий залишок	513,10	499,00
	Хлориди	85,50	76,5
	Сульфати	68,2	64,3
	Азот амонійний	1,39	1,05
	Нітрити	0,86	0,59
	Нітрати	45,0	43,9
	Фосфати	3,50	6,63
0	ХСК	80,0	73,7
1	Розчинений кисень	н. м. 4,0	9,56
2	Нафтопродукти	0,28	0,22
3	АПАР	0,14	0,13
4	Залізо загальне	0,24	0,10
5	Хром (III)	0,018	0,017
6	Цинк	0,013	0,012
7	Нікель	0,016	0,014
8	Алюміній	0,26	0,23
9	Мідь	0,028	0,027
	Хлор активний (вільний)	відсутність	відс
	Хлор активний (зв'язаний)	1,50	1,50
	Температура	Літня температура води у результаті спуску стічних вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3 ⁰ С в порівнянні з середньомісячною температурою самого жаркого місяця року за останні 10 років	13,2
	Водневий показник рН	Не повинен виходити за межі 6,5-8,5	7,02
	Лактозопозитивні кишкові палички (ЛПК)	Не більш 5000 в 1 дм ³	<500
	Коліфаги (в бляшкоутворюючих одиницях)	не більш 100 БОЕ/1 дм ³	0
	Життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, власоглав, токсокар, фасціол, онкосфери тенід та життєздатні цисти патогенних кишкових	Не повинні міститися в 1 дм ³	відс

	найпростіших)		
	Сумарна радіоактивність	Не повинна перевищувати природного фону	Альфа активність 0,024 Бета активність 0,25
	Рівень токсичності	Не повинна чинити хронічної токсичної дії на тест-об'єкти.	Не токсичні