

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студентки Качалової Владислави Євгенівни
(ПІБ)
академічної групи 101-18з-1
(шифр)
спеціальності 101 «Екологія»
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою – «Екологія»
(офіційна назва)

на тему Удосконалення технології очистки стічних вод на Лівобережній
станції аерації м. Дніпро

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Ковров О.С.		
розділів:			
Теоретичного	Ковров О.С.		
Технологічного	Ковров О.С.		
Охорона праці	Чеберячко Ю.І.		
Рецензент	Дерев'ягіна Н.І.		
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Завідувачка кафедри екології та
технологій захисту навколишнього
середовища

Борисовська О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«02» травня 2022 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студентці Качаловій В.Є. академічної групи 101 – 183 – 1
(прізвище та ініціали) (шифр групи)
спеціальності 101 «Екологія»
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою – «Екологія»
(офіційна назва)

на тему «Удосконалення технології очистки стічних вод на Лівобережній станції аерації м. Дніпро», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.2022 р. №233-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Зібрати та систематизувати наявний матеріал щодо технології очистки стічних вод на Лівобережній станції аерації та проаналізувати основні засоби очистки води.	02.05.2022 15.05.2022
Технологічний	Оцінити ефективність використання аеротенків та запропонувати удосконалення в технологічну схему очистки стічних вод на Лівобережній станції аерації м. Дніпро.	16.05.2022 05.06.2022
Охорона праці	Розробити заходи з охорони праці в технології повної біологічної очистки стічних вод.	06.06.2022 19.06.2022

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Ковров О.С.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 02.05.2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: 20 червня 2022 р.

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Качалова В.Є.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 85 с., 16 рис., 9 табл., 1 додаток, 40 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: ефективність очищення господарсько–побутових стічних вод на Лівобережній станції аерації м. Дніпро.

Мета роботи: Оцінити ефективність використання аеротенків та запропонувати удосконалення в технологічну схему очистки стічних вод на Лівобережній станції аерації м. Дніпро.

У вступі обґрунтовано актуальність вивчення та оптимізації технологічних схем очищення стічних вод.

У загальному розділі наведено загальну характеристику підприємства та основні технологічні операції з очищення господарсько–побутових стічних вод, якісно–кількісну характеристику води.

У технологічному розділі пропонується вдосконалена схема очищення води з використанням усереднювача для нормування навантаження за завислими речовинами та БСК на первинні відстійники та аеротенки. Також запропоновано використовувати фільтри для глибокого очищення стічної води.

У розділі «Охорона праці» проаналізовано шкідливі виробничі фактори пов'язані з процесом біологічної очистки води та запропоновані заходи щодо дотримання техніки безпеки та норм охорони праці в умовах Лівобережної станції аерації м. Дніпро.

Практичне значення роботи полягає в оптимізації роботи окремих елементів очисних споруд, зокрема відстійників та аеротенків, внаслідок чого значно покращуються показники якості очищеної води.

ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД, ВІДСТІЙНИК, АЕРОТЕНК

ЗМІСТ

	Стор
	.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ М. ДНІПРОА	7
1.1. Загальна характеристика підприємства	7
1.2. Характеристика технологічних операцій	10
1.3. Технологічний режим роботи очисних споруд	22
1.4. Технологічна схема руху стічних вод	24
1.5. Характеристика вихідних та очищених стічних вод	25
1.6. Знезараження очищених вод	28
1.7. Оцінка впливу на довкілля	29
РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ УСТАНОВНИКІВ НА ЛІВОБЕРЕЖНІЙ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ М. ДНІПРО	31
2.1. Вимоги до умов випуску виробничих стічних вод у міську каналізацію	31
2.2. Класифікація домішок природних та стічних вод та методів їх видалення	33
2.2.1. Класифікація домішок за походженням	33
2.2.2. Класифікація домішок води за їх фазово–дисперсним станом	34
2.3. Характеристика домішок за групами	35
2.4. Вибір методів очищення води	38
2.5. Умови випуску виробничих стічних вод у водоймища	42
2.6. Механічна очистка виробничих стічних вод	47
2.7. Біологічне очищення виробничих стічних вод	51
2.8 Вплив різних факторів на ефективність біологічного очищення	
2.9. Технологічний розрахунок посередників	59
2.10. Розрахунок навантаження за завислими речовинами та БСК	66

2.11. Розрахунок усереднення стічних вод для Лівобережної станції аерації	69
2.12. Розрахунок аеротенків	74
2.12. Заходи щодо ліквідації чи зменшення скидання забруднюючих речовин	80
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	82
3.1. Аналіз шкідливих виробничих факторів на ЛСА	82
3.2. Вимоги безпечного ведення процесу очищення стічних вод	83
3.3 Вимоги санітарних норм	87
3.4 Вентиляція виробничих приміщень	88
3.5 Освітлення	89
3.6 Пожежна безпека	89
3.7 Охорона праці на технологічних об'єктах ЛСА	90
3.8 Охорона праці при знезараженні стічних вод	91
3.9. Техніка безпеки під час спорудження усреднителя	92
3.10.Вимоги до використання засобів індивідуального захисту	95
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИРОДООХОРОНИХ ЗАХОДІВ	96
4.1. Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності природоохоронних заходів	96
4.2. Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат на будівництво усреднителя	96
4.3. Розрахунок економічної ефективності водоохоронних заходів	99
4.4. Еколого – економічний ефект	102
ВИСНОВКИ	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛОВ	104
ДОДАТКИ	108

ВСТУП

У складі інженерних комунікацій кожного промислового підприємства є комплекс каналізаційних мереж та споруд, за допомогою яких здійснюється відведення з території підприємства відпрацьованих вод (подальше використання яких або неможливо за технічними умовами, або недоцільно за техніко – економічними показниками), а також споруд за попередньою обробкою стічних вод та вилучення з них цінних речовин та домішок [1].

Витрата та концентрація забруднень виробничих стічних вод можуть коливатися протягом доби в широких межах. Тому доцільно передбачати регулюючі ємності – усереднювачі, які забезпечують можливість рівномірної подачі стічних вод із усередненою концентрацією на очисні споруди [2].

Надходження на очисні споруди виробничих стічних вод з постійною витратою та усередненою концентрацією забруднень створює низку переваг. До них відносяться: підвищення ефективності як механічної, так і наступних фізико – хімічної та біологічної очистки стічних вод. Внаслідок цього досягаються вищі якісні показники очищеної води. Економічний ефект виходить у зв'язку з вирівнюванням пікових витрат стічних вод, що надходять очищення. Введення в комплекс очисних споруд резервуарів – усереднювачів надлишкової кількості стічних вод дозволить продовжити термін служби очисних споруд, які могли б періодично перевантажуватися і виходити з ладу [3].

Актуальність використання усереднювачів на станціях повної біологічної очистки стічних вод зумовлено насамперед необхідністю оптимального використання потенціалу очисних споруд та підвищення ефективності очищення загалом. Тому метою дипломної роботи є обґрунтування доцільності застосування посередників у технологічній схемі очищення стічних вод на Лівобережній станції аерації м. Дніпра.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІВОБЕРЕЖНОЇ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ М. ДНІПРО

1.1 Загальна характеристика підприємства

Лівобережна станція аерації (ЛСА) м. Дніпро – це комплекс муніципальних очисних споруд, що призначені для повного біологічного очищення господарсько – побутових стічних вод від об'єктів комунальної сфери та промислових підприємств, розташованих у лівобережній частині міста [4].

ЛСА розташована за адресою: м. Дніпро, вул. Байкальська, 3.

Перша черга Лівобережної станції аерації продуктивністю 12 тис. м³ на добу була введена в експлуатацію лише у 1963 році. До 1983 потужність очисних споруд збільшилася в 35 разів, що дозволило припинити скидання неочищених стічних вод у річку Дніпро.

Для реалізації цього завдання в даний час експлуатується 31 насосна станція водовідведення із встановленою потужністю 35 тис. кВт, три комплекси очисних споруд продуктивністю 535 тис. м³ на добу та 900,6 км каналізаційних колекторів та мереж (ЛСА, ЮСА та ЦСА) [4].

У 2005р. фактична пропускна спроможність очисних споруд становила 121,9 тис. м³/добу за проектної потужності 160,0 тис. м³/добу.

Ефективність роботи очисних споруд Лівобережної станції аерації склала у 2020 р.: за завислими речовинами 90,3%; за БСК – 80,2%; за нафтопродуктами – 52,2% [5].

Комплекс очисних споруд ЛСА призначений для повного біологічного очищення господарсько – побутових стічних вод та стічних вод низки промпідприємств (рис. 1.1).

На сьогоднішній день експлуатуються 2 – а та 3 – та черги ЛСА. 1 – ша черга ЛСА, введена в експлуатацію в 1961 р., ліквідовано.



Рисунок 1.1 – Комплекс очисних споруд ЛСА

Проект 2 – ої черги було розроблено інститутом «Укрдіпрокомунбуд» м. Одеса. Проект 3 – ї черги здійснив Дніпроу філію інституту «УкркомуніНДІпроект» м. Харкова. Проектна продуктивність другої черги – 60 тис. м³/добу. Проектна продуктивність 3 – ї черги – 100 тис. м³/добу. 3 – я черга введена в експлуатацію за кількома пусковими комплексами: 1 – й пусковий комплекс продуктивністю 28 тис. м³/добу введений у 1987 р; 2 – й пусковий комплекс продуктивністю 25 тис. м³/добу введений у 1988 р; 3 – й пусковий комплекс продуктивністю 47 тис. м³/добу запроваджено 1996г. Разом, продуктивність всього комплексу ЛСА становить 160 тис. м³/добу [6].

Склад споруд 2 – ї черги:

- Преаератори;
- первинні радіальні відстійники: із насосною станцією сирого осаду;
- аеротенки: 3 – х коридорні;
- Вторинні радіальні відстійники;

- компресорна: з повітродувною муловою насосною станцією;
- мулоущільнювачі вертикального типу;
- цех механічного зневоднення осаду;
- резервуар промивної води;
- піскові майданчики;
- мулові майданчики;
- мулоущільнювачі радіального типу;
- мулонасосна дренажних вод.

Мулоущільнювачі вертикального типу не задіяні у технологічній схемі, оскільки метантенки зупинені на капремонт у 1992 р. Мулоущільнювачі радіального типу та резервуар промивної води також не задіяні у технологічній схемі, т.к. цех механічного зневоднення осаду зупинено реконструкцію в 1992 р.

Склад споруд 3 – і черги:

- приймальна камера;
- будівля ґраток;
- пісколовка горизонтальна аерована;
- водовимірювальний лоток Вентурі;
- первинні радіальні відстійники із насосною станцією сирого осаду;
- аеротенки – змішувачі 2 – х коридорні з розосередженим впуском;
- флотатори;
- флотаційна насосна станція;
- аеробні стабілізатори;
- цех механічного зневоднення осаду із центрифугами;
- мулова насосна станція господарсько – побутових стоків;
- мулові майданчики;
- насосна станція активного мулу;
- вторинні радіальні відстійники;
- цех доочищення з гравійними фільтрами;
- хлораторна;

- компресорна;
- градирня;
- насосна станція очищених стоків;
- поля компостування зневоднених осадів;

На даний момент, через неефективну роботу не задіяні в технології очищення стічних вод флотатори з флотаційною насосною станцією та аеробні стабілізатори [6].

Цех доочищення перебуває у стадії будівництва. У кварталі 1998 р. здійснено переобладнання аеротенків 2 – ї черги – заміна аераційної системи з фільтросних пластин на систему із фільтрів трубчастих АФТ [7].

1.2. Характеристика технологічних операцій

1. Основними завданнями правильної експлуатації очисних споруд

Лівобережної станції аерації є:

- забезпечення очищення стічних вод та обробка осаду, їх знезараження та відведення від очисних споруд з дотриманням умов, що відповідають вимогам «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами», а також вимогам місцевих органів з регулювання використання та охорони вод, Державного санітарного нагляду рибних запасів;
- організація раціональних режимів експлуатації споруд, максимальне використання резервів, запровадження прогресивної технології;
- забезпечення надійної та безперебійної роботи споруд з розрахунковою продуктивністю;
- організація своєчасного та якісного виконання робіт з профілактичного огляду та планово – попереджувального ремонту споруд та обладнання;
- поліпшення якості очищення стічних вод, економія реагентів, електроенергії, тепла, витрати води на власні потреби;

- усунення в найкоротші терміни аварій та ретельне вивчення причин їхнього прояву з метою попередження в майбутньому;
- своєчасне та якісне проведення поточного та капітального ремонтів у порядку та строки, встановлені графіком ППР [4].

1. Приймальна камера. Приймальна камера призначена для приєднання підвідних напірних трубопроводів від насосних станцій водовідведення і для розподілу стічних вод, що надходять, по очисних спорудах або в аварійний обвідний колектор.

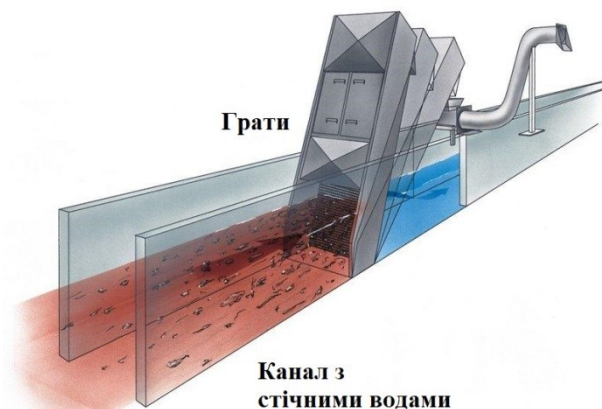
Камера – споруда зі збірного залізобетону (стіни) і монолітного з/б (днище) – складається з 2 – х секцій загальним розміром 25, 85x3x3, 05м, і блоковано з будинком ґрат. З приймальної камери стічні води по 9 – ти самопливних трубопроводів Ø900 мм надходять до будівлі ґраток.

2. Будівля ґраток (решіток). У будівлі решіток (блочному) розміром 30x12 встановлені ручні ґрати (5 шт.) та механізовані експериментальні решітки (4 шт.), стрічковий транспортер, бункери для накопичення відходів (2шт.) ємністю 1 м³ кожен (рис. 1.2).

а)



б)



а – загальний вигляд ґраток; б – схема роботи ґраток

Рисунок 1.2 – Ґрати для грубої очистки стічних вод

Призначення ґрат – затримання великих забруднень у стічних водах. Ґрати встановлені на шляху руху стоків під кутом 60 – 70° до обрію. Канали, в яких встановлені ґрати, перекриваються до ґрат за допомогою щитових

затворів з електричним приводом. Канали виводяться з будівлі решіток назовні на пісковловлювачі і мають затоплене перекриття – пастку для попередження попадання холоду в зимовий час у приміщення. Зняті з ґрат забруднення скидаються в бункери для накопичення покидьків, де пересипаються хлорним вапном з метою дезінфекції, а потім вивозяться, у міру накопичення, на поля компостування.

3. Пісколовки. Пісколовка призначена для затримання важких мінеральних домішок, піску та шлаку. Тип пісколовки – горизонтальна аерована з гідрозмивом піску. Пісковловлювач обладнаний щілинним пристроєм для накопичення піску, гідроелеваторами Ø150 мм, що працюють на освітленій стічній воді, та аераторами (кожна секція пісколовки).

Пісковловлювач – споруда зі збірного залізобетону (стіни) та монолітного з/б (днище) – складається з 3 – х секцій загальним розміром 18х9х3 м. Глибина приямка (приймальна частина гідроелеватора) – 3м. Подача стічних вод на пісколовку регулюється за допомогою щитових затворів з електричними приводами.

Очищення пісковловлювача від піску проводиться періодично, по мірі накопичення (1 раз утричі доби). Щодня видаляється пісок з однієї секції пісколовки – пульпа за допомогою гідроелеваторів по піскопроводу скидається на піскомайданчики. Робота гідроелеваторів здійснюється від насосів, встановлених у насосній станції очищених стоків.

Перед початком спорожнення пісковловлювача від піску гідроелеватора проводиться обов'язковий відмив піску за допомогою пристрою, що працює з насоса, встановленого в насосній станції очищених стоків. Відмив піску проводиться при відкритій засувці на трубопроводі робочої води, при відкритій засувці пристрою і закритій засувці на трубопроводі пульпи. Тривалість відмивання щонайменше 30 хвилин. У процесі відмивання всі легкі органічні речовини змучуються і піднімаються струменями води вгору, виносяться на проточну частину пісколовки. Тяжкі домішки (пісок, шлак) залишається в приямці і після відкриття засувки на

пульпопроводі виносяться на піскомайданчики; тривалість спорожнення пісковловлювачів контролюється візуально за каламутністю пульпи.

4. Піскоплощини. Піскові майданчики призначені для підсушування піску, що надходить з бункерів пісковловлювачів. Кількість піскомайданчиків – 4 шт. Площа кожної – $20 \times 20 = 400 \text{ м}^2$.

Днище майданчиків бетонне з дренажною системою. По дну каналів укладено азбоцементні перфоровані труби; канали заповнені двошаровим фільтром: щебінь фракцій 40...60мм та 20...30мм.

Є зливні та лампові колодязі. Зливні колодязі (ченці) застосовуються для зливу в господарську каналізацію води, що відстоялася. Монахи обладнані рухомим водозливом. Лампові колодязі служать для промивання дренажної системи.

Розподіл пульпи по піскомайданчику проводиться за допомогою ручних засувок на пульпопроводі. Після заповнення піскомайданчика її витримують до досягнення вологості піску 60...70%, після чого пісок вивозиться автотранспортом.

5. Водомірний лоток Вентурі. Стічні води з пісковловлювачів надходять у преаератор (частково) і в первинний радіальний відстійник $\varnothing 40 \text{ м}$ через водовимірвальний лоток Вентурі. Лоток виконаний із монолітного залізобетону. Розмір лотка – 10,4 x 204 x 102 см.

6. Преаератори. Преаератори призначені для попередньої аерації стічних вод киснем повітря з додаванням активного мулу, що сприяє підвищенню ефективності первинних відстійників. Преаератори у кількості 2 шт. виконані зі збірного залізобетону (стіни) та монолітного з/б (днище).

Розмір одного преаератора – 15x9x4м. У преаераторі 30 – 40% відведено регенератори для регенерації активного мулу. Тривалість регенерації становить 20 – 40 хвилин, а аерації – 10 – 20 хвилин. Кількість активного мулу, що подається, становить не більше 25% від загальної кількості надлишкового мулу. Преаератори обладнані аераційною системою

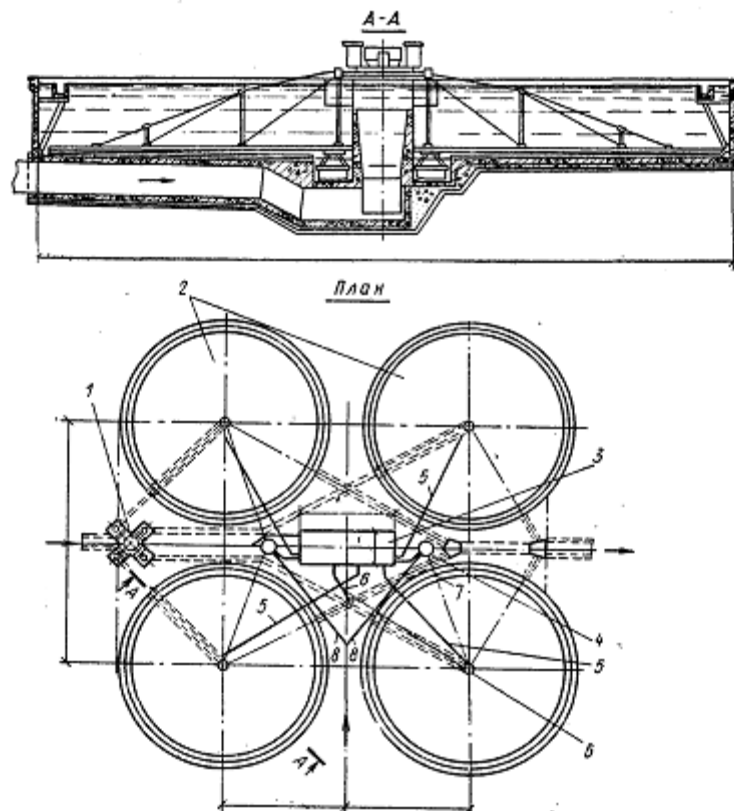
із трубчастих аераторів. Кількість повітря, що подається через систему аераторів становить $0,5\text{ м}^3$ на 1 м^3 стічних вод [4].

Управління роботою преаераторів здійснюється за допомогою щитових затворів. Розподіл повітря проводиться за допомогою ручних засувок та вентилів на трубчастих аераторах. Подача активного мулу в преаератори регулюється за допомогою засувок, встановлених на трубопроводах напуску активного мулу в колодязях.

Для контролю та регулювання кількості подачі повітря визначають вміст розчиненого кисню в преаераторі та стічних водах після первинних відстійників.

7. *Первинні відстійники.* Призначення первинних відстійників – виділення зі стічних вод нерозчинних, переважно органічного походження речовин, що осідають і спливають у процесі відстоювання.

Тип відстійників – радіальний (рис. 1.3).



1 – розподільна чаша; 2 – відстійники; 3 – насосна станція перекачування сирого осаду; 4 – жирозбірник. Трубопроводи: 5 – сирого осаду; 6 – промивних вод; 7 – жиропровід; 8 – повітроводи

Рисунок 1.3 – Група первинних радіальних відстійників діаметром 30 м³ з центральним впуском

У роботі знаходяться відстійники Ø28м (*3шт.), Ø30м (1шт.), Ø40м (1шт.). Подача стічних вод здійснюється у центр відстійників знизу нагору. Освітлені стічні води збираються через водозливи до збірних кільцевих лотків. До комплексу первинних відстійників входять розподільні чаші, жироловки, мережа технологічних трубопроводів.

Осад, що випав на дно відстійників, мулоскребами згрібається до центру і накопичується в приямці, звідки наносами, встановленими в насосних станціях 2 – ї та 3 – ї черг, перекачується в розподільний бак центрифуг цеху механічного зневоднення осаду 3 – ї черги на зневоднення. Подача стічних вод у відстійники регулюється з допомогою шиберів, встановлених на розподільчих чашах.

Відкачування осаду з відстійників проводиться залежно від кількості. Протягом доби здійснюється 2 цикли відкачування: з кожного відстійника по 1,5 години. Видалення осаду з первинних відстійників здійснюється у наступній послідовності:

- перед початком відкачування мулоскреб включається з такою умовою, щоб було зроблено мінімум 2 обороти ферми;
- відкривається засувка на всмоктувальному трубопроводі, включається робочий насос та навантажується засувка на напірному трубопроводі;
- відкачування продовжується до повного видалення осаду з відстійників.

Зняття жирової плівки з поверхні відстійника проводиться за допомогою спеціального пристрою – жирозбірника. Скидання жирової плівки здійснюється у жироловку, звідки за допомогою насосів вона перекачується на мулові майданчики.

8. *Насосні станції сирого осаду (2 – а та 3 – та черги).* Насосні станції призначені для відкачування сирого осаду з первинних відстійників у цех механічного зневоднення осаду на центрифуг.

Будівля насосної станції 2 – ї черги одноповерхова, цегляна, кругла в плані. Будівля насосної станції 3 – ї черги виконана зі збірного залізобетону (стіни) та монолітного залізобетону (днище). Розмір будівлі – 18х6х4, 2м [6].

9. *Аеротенки.* Аеротенки призначені для забезпечення біологічного очищення стічних вод від забруднюючих речовин, в основному органічного походження, що знаходяться у зваженому, колоїдному та розчиненому станах. Аеротенки – споруди, виконані з монолітного (днище) та збірного (стіни) залізобетону. В експлуатації знаходяться аеротенки – витиснювачі 2 – ї черги (3шт.) та аеротенки – змішувачі 3 – ї черги (3шт.):

– аеротенки – витиснювачі 3 – х коридорні із шириною коридору 5м; загальний розмір аеротенків 120х45х5м;

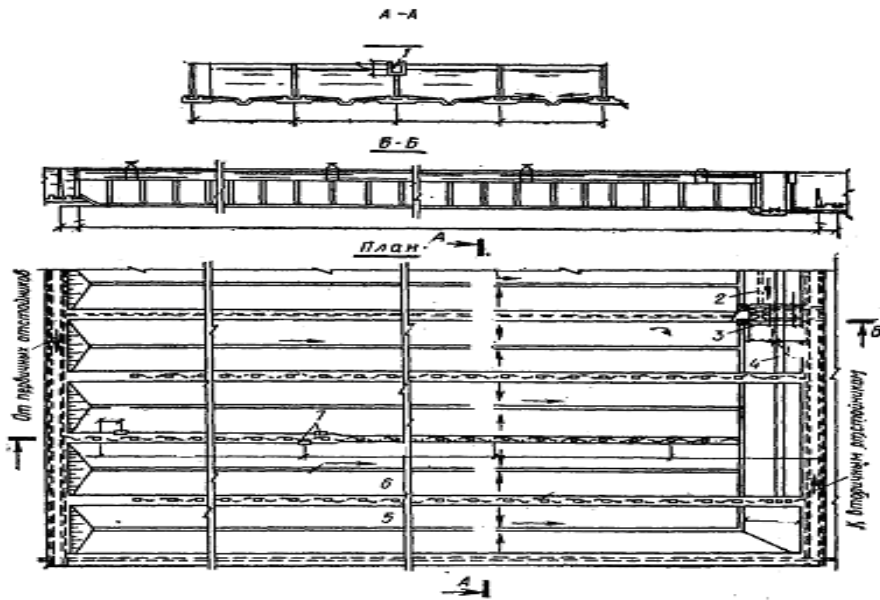
– аеротенки – змішувачі 2 – х коридорні з шириною коридору 9м; загальний розмір аеротенків становить 72х54х5, 1м (рис. 1.4, 1.5).

В аеротенках повільно рухається суміш активного мулу та освітлених стічних вод, для кращого та безперервного контакту яких подається повітря через трубчасті фільтри (2 – а черга аеротенків) та через фільтросні пластини (3 – я черга аеротенків). Подача повітря здійснюється від компресорної станції. Питома витрата повітря в аеротенках визначається згідно зі СНіПом 2.04.03 – 85 [7].

Управління секціями аеротенків здійснюється за допомогою щитових затворів, встановлених на каналах активного мулу та освітлених стічних вод.

Активний мул є біоценозом мікроорганізмів – мінералізаторів, здатних сорбувати на своїй поверхні і окислювати в присутності кисню повітря органічні речовини стічних вод. Показник якості активного мулу – його здатність до осідання. Ця здатність оцінюється величиною мулового індексу, що є вагою активного мулу в мг після 30 – ти хвилинного відстоювання 100мг мулової суміші, віднесеної до 1г сухої речовини мулу. Якість

активного мулу залежить від співвідношення між масою забруднень у стічних водах. Це співвідношення характеризує навантаження на мул. Виражається вона кількістю вилучених стічних вод забруднень по БСК – 5, що припадають на 1г беззольного речовини активного мулу [3].



- 1 – розподільний лоток; 2 – трубопровід спорожнення аеротенків та вторинних відстійників; 3 – камера засувок спорожнення; 4 – лоток активного мулу;
5 – регенератори; 6 – коридори аеротенків; 7 – щитові затвори

Рисунок 1.4 – Аеротенк – змішувач



Рисунок 1.5 – Аеротенк – змішувач на Лівобережній станції аерації

Процес біохімічного очищення стічних вод залежить від часу перебування в аеротенках; чим триваліший процес аерації, чим більше повітря та активного мулу, тим краще очищаються стічні води.

10. Вторинні відстійники. Після аеротенків мулова суміш надходить у вторинні відстійники. Основне призначення вторинних відстійників – виділення зі стічних вод, що пройшли біологічне очищення, активного мулу за допомогою відстоювання. Тип відстійників – радіальний.

В експлуатації знаходяться вторинні відстійники $\varnothing 28\text{м}$ у кількості (3шт.) (2 – а черга) та відстійники $\varnothing 28\text{м}$ (1шт.), $\varnothing 40\text{м}$ (3шт.) (3 – я черга).

До комплексу вторинних відстійників входять мережа технологічних трубопроводів, розподільчі чаші, камери випуску мулу з рухомими водозливами. Вторинні відстійники обладнані мулонасосами, які постійно рухаються навколо радіального відстійника.

У відстійниках осаджується активного мулу більше, ніж потрібно повернення його в аеротенки. Цей надлишок вважається надмірним активним мулом і спрямовується (перекачується) насосами, розташованими в

повітродувній муловій насосній станції, в розподільчу чашу первинних відстійників. Кількість зворотного активного мулу, що перекачується, а аеротенки, за даними експлуатації становить 30 – 50% від кількості вод, що очищаються.

При експлуатації вторинних відстійників необхідно:

- забезпечувати рівномірний розподіл мулової суміші після аеротенків між вторинними відстійниками;
- забезпечувати своєчасне та рівномірне видалення мулу з відстійників;
- запобігати утворенню покладів та ущільнень активного мулу;
- періодично очищати илососи від засмічення [5, 7].

11. Насосна станція очищених стоків із приймальними резервуарами.

Насосна станція призначена для перекачування очищених стічних вод.

Після вторинних відстійників очищені стічні води надходять у приймальні резервуари насосної станції очищених стоків, звідки і перекачуються за допомогою насосів трубопроводами $\varnothing 900\text{мм}$ та $\varnothing 1000\text{мм}$ і скидаються в затоку через розсіюючі глибоководні випуски.

Приймальні резервуари (2 секції) виконані з монолітного (днище) та збірного (стіни) залізобетону. Загальний розмір – 30x12x6м.

Будівля насосної станції очищених стоків виконана із силікатної цегли. Розмір будівлі в плані – 54x12м. Висота будівлі – Нзд=6,7м. Насосна станція заглиблена на Нзагл = 2,65м.

У насосній станції встановлено 5 насосів для перекачування очищених стічних вод, з них 22 ПДВ (1шт.) та Д – 3200 (1шт.) робітники, а решта знаходяться в резервуарі.

12. Хлораторна. Хлораторна призначена для стабільного хлорування очищених стічних вод, а також знезараження.

Будівля хлораторної складається зі складу хлору, хлордозаторної, вентиляційної камери, насосної та кімнати чергового персоналу. Склад хлору ізолюваний від решти будівлі. Будівля виконана з цегли, крім складу хлору

виконана зі збірного залізобетону. Хлораторна обладнана системами водопостачання, каналізації, опалення та електропостачання. Розмір хлораторної в плані – 45х12м. Висота будівлі НЗД = 5,4м.

Устаткування складу хлору:

- ресивери ВЕР – 2,0 у кількості 2 шт. (1 робітник та 1 резервний);
- пенал ВЕЕ – 3,5;
- ваги у кількості 2 шт. вантажопідйомністю 2т кожні;
- резервуар із розчином кальцинованої соди;
- Дегазаційний резервуар;
- скрубери в кількості 2шт.;
- електротельфер вантажопідйомністю 3т.

Склад хлору розрахований на зберігання хлору до 30 тонн.

Устаткування хлордозаторне:

- випарники хлору ІХ – 100 та 2ІХ – 30 (1 робочий та 1 резервний);
- балони – грязевики в кількості 2шт. (1 робітник та 1 резервний);
- фільтри грубої очистки в кількості 2шт. (1 робітник та 1 резервний);
- хлоратори ЛОНІІ – СТО у кількості 7шт. (4робітників та 3 резервних).

По периметру хлораторної будівлі змонтована система локалізації хлорної хвилі. Технологічний процес хлорування здійснюється за наступною схемою:

- з контейнера, встановленого на терезах у складі хлору, рідкий хлор надходить на випарник, в якому здійснюється його випаровування;
- з випарника хлор – газ надходить на грязь, де відбувається очищення хлор – газу від механічних домішок та вологих частинок хлорного заліза;
- із грязевика очищений хлор – газ надходить на фільтр, де здійснюється доочищення хлор – газу від дрібнодисперсних домішок;
- з фільтра доочищений хлор – газ надходить у ресивер, що служить для гасіння надлишкового тиску хлор – газу;

- з ресиверу хлор – газ надходить у хлоратор – дозатор, де віддозований хлор засмоктується ежектором та змішується з робочою (технічною) водою;

- технічна вода на ежектор хлоратора подається насосом, встановленим у насосній станції очищених стоків;

- після ежектора хлоратора хлорна вода подається до камери змішування, де змішується з очищеними стічними водами.

Порядок технологічного контролю роботи хлораторної:

- Концентрація залишкового хлору для очищених стічних вод регламентується СНиП 2.04.03 – 85 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди» та має становити не менше 1,5 мг/дм³ на виході з очисних споруд;

- залишковий тиск у контейнері, звільненому від хлору, контролюється за манометром і повинен становити не менше 0,5 МПа та не більше 0,6 Мпа;

- після виробітку хлору з контейнера повинна бути визначена повнота його спорожнення методом зважування, наявність залишків хлору не допускається;

- об'ємна витрата хлор – газу контролюється за ротаметром;

- наявність або відсутність загазованості в хлорній контролюється газоаналізатором;

- Тиск у системі хлоратора (розрядження, створюване ежектором) контролюється за мановакууметром [8].

14. Компресорна. Компресорна станція призначена для подачі стисненого повітря об'єктами очисних споруд, необхідного для наступних технологічних цілей:

- для барботажу каналів та покращення очищення стічних вод;

- для преаерації та інтенсифікації роботи первинних відстійників;

- для забезпечення нормального перебігу процесу біологічного окиснення в аеротенках.

Будівля компресорної (2 – га черга) виконана з цегли; елементи перекриттів залізобетонні. Прибудова до компресорної (3 – я черга) із збірною залізобетону.

У компресорній встановлені 3 нагнітачі марки 360 – 22 – 2 та 6 нагнітачів марки 360 – 21 – 1.

Напірні колектори всіх нагнітачів у районі компресорної з'єднані перемичкою $\varnothing 800$ мм, звідки і відбувається розподіл повітря на всі споруди.

У компресорній розташована мулова повітродувна насосна станція з насосами для відкачування надлишкового мулу з вторинних відстійників.

15. Ілова насосна станція дренажних вод. Усі господарсько – побутові стічні води, фугат сирого осаду та надлишкового активного мулу з центрифуг цеху механічного зневоднення осаду, дренажні води піскових та мулових майданчиків збираються у дворову мережу каналізації та трубопроводами прямують до мулонасосної станції дренажних вод. За допомогою насосів, встановлених у приміщенні насосної, стічні води перекачуються в «голову» очисних споруд для подальшого очищення.

Будівля насосної станції виконана із цегли залізобетонними елементами, кругла у плані діаметром 10 м. Основне технологічне обладнання: насоси 4НФ (1 робочий та 1 резервний).

16. Мулова насосна станція господарсько – побутових стоків. Мулонасосна господарсько – побутових стоків призначена для тих же цілей, що й мулонасосна дренажних вод.

Будівля мулонасосної господарсько – побутових стоків виконана із збірною залізобетону. Розмір будівлі в плані – 12х12м. Висота будівлі НЗД = 5,5м. Станція (машинна зала) заглиблена на $H_{загл}=7,8$ м. Основне технологічне обладнання: насоси 3ФГ – 144/46 (2 робочі та 1 резервний).

17. Насосна станція активного мулу. У насосній станції активного мулу встановлені насоси:

– Д – 2000 – 21 (1 робочий та 2 резервних) – для подачі активного циркуляційного мулу в аеротенки;

– СМ – 250 – 200 (1робочий та 1 резервний) – для повного відкачування мулу з мулових камер та вторинних відстійників.

Будівля насосної станції виконана зі збірного залізобетону, одноповерхова, із заглибленим машинним залом.

Розмір будівлі у плані – 31х9м. Висота будівлі Нзд = 5м [6].

18. *Цех механічного зневоднення осаду (ЦМ00).* ЦМ00 2 – ї черги зупинено на реконструкцію. В експлуатації знаходяться ЦМ003 черги.

Сирий осад та надлишковий активний мул за допомогою насосів перекачується в ЦМ00 3 – ї черги на центрифуги, де зневоднюється до вологості 64 – 67%. Зневоднений осад надходить у бункер, звідки автотранспортом вивозиться на поля компостування.

Фугат зневодненого осаду прямує в самопливну каналізацію та насосами мулової насосної станції господарсько – побутових стоків перекачується в «голову» очисних споруд. Будівля ЦМ00 3 – ї черги виконана із збірного залізобетону з бункерною з цегли. Розмір будівлі у плані – 120х12м; висота будівлі Нзд=8,5м. У цеху механічного зневоднення встановлені центрифуги марки ОГШ – 630 з дистанційним керуванням [5, 6].

1.3. Технологічний режим роботи очисних споруд

1. *Грати.* Основні технологічні характеристики:

- прозори між лозинами у ґратах становлять 16мм;
- пропускна спроможність – 160 тис. м³/добу.;
- кількість знімань (за даними експлуатації) становить 900 л/добу (0,9м³/добу.);
- щільність покидьків – 750кг/м³;
- вологість покидьків – 60%;
- швидкість зниження стічних вод у прозорах ґрат – 0,8 – 1,0 м/с.

2. *Пісколовка.* Основні технологічні характеристики:

- періодичність видалення піску з пісколовки – 1секція на день;
- пропускна здатність – 160тис.м³/добу.;
- швидкість руху стічних вод – 0,15 – 0,3 м/с;
- обсяг пульпу, що видаляється з бункерів пісколовки – 2,0м³/добу.;
- тиск води перед гідроелеватором на гідрозмив – 6 атм.;

3. *Преаератори.* Основні технологічні характеристики:

- пропускна спроможність преаераторів – 60тис.м³/добу.;
- максимальна кількість надлишкового активного мулу, що надходить у преаератори становить 25% від загальної кількості;
- тривалість аерації стічних вод – 10 – 20хв.;
- тривалість регенерації активного мулу – 20 – 40хв.;
- Витрата повітря на аерацію стічних вод – 0,5 м³ на 1м³ стічних вод.

4. *Первинні відстійники.* Основні технологічні характеристики:

- пропускна здатність відстійників – 160 тис.м³/добу.;
- тривалість відстоювання стічних вод – 2 години;
- ефект освітлення стічних вод – 60 – 65%;
- цикл відкачування – 2 рази на добу з кожного відстійника по 1,5 години;
- частота обертання мулоскребу – 3 об/годину;

- вологість осаду, що відкачується 95 – 97%;
- зольність осаду – 28 – 32%;
- максимальна швидкість стічних вод у відстійнику – 7мм/с.

5. Аеротенки 2 – і черги. Основні технологічні характеристики:

- пропускна здатність – 60тис.м³/добу.;
- Об'єм, відведений під регенерацію, становить 33% від загального обсягу аеротенків;
- час обробки стічних вод в аеротенку – 2,6 години [5, 6].

1.4. Технологічна схема руху стічних вод

Стічні води надходять у приймальну камеру із збірного залізобетону на дві секції від:

- КНС – 51 по 2 напірним трубопроводам $D=600\text{мм}$;
- КНС – 19 по 2 напірним трубопроводам $D = 1200\text{мм}$;
- ж/д вузла по напірних трубопроводах $D=400$ та $D=300\text{мм}$;
- радіозаводу по напірному трубопроводу $D = 1000\text{мм}$;
- НС ККД по 2 напірним трубопроводам $D=300\text{мм}$;
- променерговузла по 2 напірним трубопроводам $D=300\text{мм}$;
- заводу стінових матеріалів по напірному трубопроводу $D=250\text{мм}$.

З приймальної камери стоки по 9 самопливних трубопроводах $D = 900$ мм надходять у будівлю ґрат, де встановлені 4 експериментальні ґрати та 5 ручних ґрат. Після проходження через ґрати, стоки надходять на горизонтальні аеровані пісковловлювачі.

Після водовимірювального лотка Вентурі частина стоків надходить у преаератори, частина на первинний відстійник $D=40\text{м}$.

З преаераторів по дюкерам стічні води прямують у первинні радіальні відстійники $D = 28\text{м}$ та $D = 30\text{м}$. Подача стоків здійснюється до центру відстійників знизу вгору. Освітлена стічна вода збирається через водозлив у збірний кільцевий лоток.

Після споруджень механічної очистки стічні води надходять в аеротенки, де перемішуються з активним мулом і аеруються.

Потім з аеротенків мулова суміш надходить у вторинні відстійники, де відбувається поділ мулової суміші на активний зворотний мул і очищені стічні води.

Після вторинних відстійників стічні води надходять у приймальні резервуари насосної станції очищених стоків і насосами перекачуються трубопроводами $D=900$ мм і $D=1000$ мм в затоку р. Самара через розсіювальні глибоководні випуски (перед надходженням у приймальні резервуари очищені СВ змішуються з хлорною водою в камері).

Схема руху піску:

Видалення піску з бункерів пісколовок механізоване за допомогою гідроелеваторів. Пісок транспортується піскопроводом $D=200$ мм на піскові майданчики в кількості 4 шт. Розмір кожного майданчика 20×20 .

Схема руху повітря:

У повітродувній (компресорній) 2 – й та 3 – й черг встановлені відповідно 3 нагнітачі 360 – 22 – 2 та 6 нагнітачів 360 – 21 – 1.

Напірні колектори всіх нагнітачів у районі компресорної з'єднані перемичкою $D = 800$ мм, звідки відбувається розподіл повітря по всіх спорудах.

Схема обробки осаду та надлишкового мулу:

Сирий осад з первинних відстійників насосами, розташованими в станції насосної сирого осаду, подається в розподільний бак центрифуг на зневоднення. Надлишковий активний мул з вторинних відстійників насосами, розташованими в повітродувній муловій насосній станції, відкачується в розподільчу чашу первинних відстійників.

Фугат сирого осаду та надлишкового мулу, а також переливи осаду з розподільного бака самопливом прямують у місцеву каналізацію, а потім перекачуються насосами в «голову» споруд та на поля компостування [6].

1.5. Характеристика вихідних та очищених стічних вод

У табл. 1.1. представлені результати хімічного аналізу якості стічних вод ЛСА за 2020 р.

1. Категорія очищених стічних вод – промислові та господарсько – побутові, що пройшли повне біологічне очищення.
2. Очищені стічні води скидаються у р. Дніпро у межах міста.
3. Категорія водокористування – рибогосподарські.
4. Очищені стічні води повинні відповідати таким властивостям:
 - Індекс ЛКП не більше 1000в 1л;
 - колі – фаги не більше 100 в 1л.;
 - Патогенна флора відсутня;
 - плаваючі домішки відсутні;
 - запахи присмаки інтенсивністю більше 1 бала відсутні;
 - забарвлення відсутнє у стовпчику 10см.;
 - Температура 5 – 280 С;
 - реакція рН 6,5 – 8,5;
 - розчинений кисень трохи більше 4мг/дм³ у пробі, відібраної до 12 годин дня.

5.Вимоги до осаду:

- осад не повинен утримувати яйця гельмінтів;
- осад не повинен загнивати;
- вологість сирого осаду 94 – 95%;
- вологість зневодненого осаду 64 – 67%;
- вологість фугату зневодненого осаду 97 – 98% [5].

Виробничі стічні води, що підлягають спільному відведенню та очищенню з побутовими стічними водами населеного пункту, повинні відповідати наступному:

- не порушувати роботу мереж та споруд;
- не містити більше 270мг/дм³ зважених та спливаючих речовин;

Таблиця 1.1 – Якість стічних вод ЛСА за 2020 р.

Місце відбору проб		Темп – ра	колір	запах	Прозорість	Взв. реч.	БСК 5	ГПК	pH	Азот ам.	Нітриги	Нітраги	Хлориди	Сульфати	фосфати	Сухий ост	СПАВ	залізо	Нафти	Раст.кисл	Ост.хлор	Інд ЛКП	Ч. коліф	Яйц.гельм
Стічні води до очищення	Max	27	Фе до	сир	4,0	255,0	240,0	336,6	8,0	34,1	2,80	4,61	126,8	119,4 3	13,22	600,0	0,87	4,13	3,45			>238		
	Min	12	Фе до	сир	1,5	98,5	96,0	200,0	7,66	11,1	0,023	0,15	55,0	51,9	6,3	438,0	0,25	0,93	2,0			23x106		
	Порівн.	20,77	Фе до	сир	3,03	156,1 9	136,5 3	263,8 6	7,58	19,55	0,29	1,22	102,8 9	83,21	9,21	525,4 3	0,56	1,45	2,87			96x106		
Кількість аналізів		2	255	255	255	255	56	255	255	255	255	255	56	56	113	56	56	56	56			366		
Стічні води після очищення	Max	29	б/з	б/к	23,0	21,4	34,5	66,3	7,81	6,01	3,15	26,69	113,0	97,88	4,6	588,0	0,083	0,7	1,6	9,0	0,5	24000	130 0	
	Min	12	б/з	б/к	10,0	6,7	9,2	19,7	6,8	1,51	0,2	4,09	53,3	45,24	1,0	390,0	0,025	0,15	0,5	4,0	0,3	<500	200	
	Порівн.	22,02	б/з	б/к	16,94	10,49	19,59	40,73	7,37	3,11	0,73	14,03	75,73	72,48	2,35	465,5 8	0,059	0,31	0,87	6,95	0,36	600	614	н/ о
Кількість аналізів		255	255	255	255	255	56	56	255	255	255	255	56	56	113	56	56	56	56	255	510	366	50	12
Кількість відхилень		0			233	22	44	22	0	249	0	0	15	25	9	37	0	15	53	0	130	44	1	0
Ефект очищення, %						93,3	74,7	84,5		84							89,5	78,6	69,7					
нар. Дніпро 500м вище скидання			б/з	б/к	21,6	10,52	11,53	26,47	8,0	0,47	0,17	1,16	258,4 9	412,5 4	0,44	2000, 17	0,051	0,13	0,39	5,85		21000	112 0	
Кількість аналізів			53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	12	12	53	12	53	12	5	5		12	12	
нар. Дніпро 500м нижче скидання			б/з	б/к	20,9	11,14	13,41	27,63	8,06	0,49	0,19	1,16	269,4	429,8 3	0,47	2040, 33	0,043	0,13	0,42	5,95		21000	120 0	
Кількість аналізів			53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	12	12	53	12	53	12	4	4		12	1	
Первинний.		20,72	Фе до	сир	3,87	125	14	107	61		7,35	14,99	0,21	0,81			7,41							

- не містити більше 275мг/дм³ БСКпов.;
- не містити речовин, здатних засмічувати каналізаційні мережі або відкладатися на стиках труб;
- не чинити руйнівного впливу на матеріали труб та елементи споруд;
- не містити горючі домішки та розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші в каналізаційних мережах та спорудах;
- не містити шкідливі речовини в концентраціях, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод;
- мати температуру 6 – 40°С;
- не містити лише мінеральні забруднення;
- не містити речовини, для яких не встановлено ГДК у воді водойм;
- не утримувати небезпечні бактеріальні забруднення;
- не містити нерозчинні олії, смоли, мазути;
- не утримувати біологічно жорсткі ПАР;

Забороняється скидати в міську каналізацію промислові стоки, у яких ГПК перевищує БСК_{повн} більш ніж у 1,5 рази [5, 6].

1.6. Знезараження очищених вод

На ЛСА для знезараження очищених стічних вод застосовується рідкий хлор, що постачається у стандартних металевих контейнерах під тиском машиною Аульської хлоропереливної станції. Завезення хлору здійснюється за графіком та договором. У товарно – транспортних накладних вказується маса вантажу нетто та маса вантажу брутто, а також номери контейнерів.

Питома доза хлору встановлюється відділом головного технолога на підставі СанПіН Охорона поверхневих вод від забруднень №4630 – 88, а також даних бактеріологічних аналізів [9].

РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ УСТАНОВНИКІВ НА ЛІВОБЕРЕЖНІЙ СТАНЦІЇ АЕРАЦІЇ М. ДНІПРА

2.1. Вимоги до умов випуску виробничих стічних вод у міську каналізацію

Очищення суміші побутових та виробничих стічних вод у цьому випадку здійснюється на єдиних очисних спорудах. У зв'язку з тим, що у стічних водах промислових підприємств можуть утримуватися специфічні забруднення, їх спуск у міську каналізацію обмежений комплексом вимог.

Виробничі стічні води, що випускаються в каналізацію, не повинні: порушувати роботу мереж і споруд;

містити більше 500 мг/л зважених та спливаючих речовин;

містити речовини, які можуть засмічувати труби каналізаційних мереж або відкладатися на стінках труб;

надавати руйнівну дію на матеріал труб та елементи споруд каналізації;

містити горючі домішки та розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші в каналізаційних мережах та спорудах;

містити шкідливі речовини в концентраціях, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод або скидання їх у водойму (з урахуванням ефективності очищення);

мати температуру вище 40 °С [3].

Виробничі стічні води, що не задовольняють зазначеним вимогам, повинні піддаватися попередньому очищенню. Ступінь цього очищення має бути погоджений з виконкомом Рад народних депутатів та організаціями, що проектують очисні споруди населеного пункту. Об'єднання стічних вод, здатних вступати в хімічні реакції з виділенням отруйних або вибухонебезпечних газів та утворювати емульсії, а також мають велику кількість нерозчинених речовин, не допускається. Забороняються залпові

скидання сильноконцентрованих виробничих стічних вод. При значних коливаннях їхнього складу протягом доби необхідно передбачати ємності – усереднителі, які забезпечують рівномірний випуск води.

Стічні води, в яких можуть утримуватися радіоактивні, токсичні та бактеріальні забруднення, перед випуском у міську каналізацію мають бути знешкоджені та знезаражені. Випуск концентрованих маткових та кубових розчинів безпосередньо в каналізацію забороняється. Незабруднені стічні води приймають у міську каналізацію у випадках, коли необхідно розведення сильноконцентрованих забруднених стоків. Обмеження прийому незабруднених стічних вод зумовлено недоцільністю перевантаження міської каналізації водою, яка вимагає очищення і може бути використана з виробництва чи спущена у водостісну мережу. За наявності у виробничих стічних водах лише мінеральних забруднень випуск цих вод у міську каналізаційну мережу також недоцільний,

Щоб уникнути корозії каналізаційних колекторів та споруд або порушення процесів біологічного очищення кислі та лужні виробничі стічні води при спуску в каналізацію слід або нейтралізувати, або усереднювати.

Для забезпечення нормальної роботи очисних споруд міської каналізації при сумісному очищенні виробничих та побутових стічних вод необхідно дотримуватися низки умов. Суміш цих стічних вод, що очищається, у будь – який час доби не повинна мати:

температуру нижче 6 та вище 30 °С;

активну реакцію рН нижче 6,5 та вище 8,5;

загальну концентрацію розчинених солей понад 10 г/л;

БСКповн понад 500 мг/л при надходженні на біологічні фільтри та аеротенки – витіснювачі та більше 1000 мг/л при надходженні в аеротенки з розосередженою подачею стічної води; нерозчинених масел, а також смол та мазуту; біологічно жорстких синтетичних ПАР (які практично не окислюються на спорудах біологічного очищення);

концентрацію шкідливих речовин, трохи більше ГДК [3, 12].

2.2. Класифікація домішок природних та стічних вод та методів їх видалення

Різноманітність домішок у воді ускладнює їхню класифікацію. Донедавна домішки систематизували за такими ознаками. За своєю природою домішки води поділяються на мінеральні, органічні, бактеріальні та біологічні [13].

Мінеральні – частинки піску, глини, руд, шлаків, мінеральні олії, солі, кислоти, основи тощо. Органічні забруднення бувають рослинного, тваринного та штучного походження. Рослинні – залишки рослин, овочів, водоростей та продукти їх розкладання, папір (целюлоза) тощо. До забруднень тваринного походження відносяться фізіологічні виділення людини та тварин, залишки тканин тварин, клейові речовини тощо. Штучне походження мають домішки із продукції підприємств органічної хімії. Бактеріальні домішки представлені бактеріями та вірусами, біологічні – мікроорганізмами. Останні у свою чергу поділяються на мікрофлору (водорості, гриби) та мікрофауну (інфузорії, джгутикові, черв'яки, рачки).

За ступенем розчинності домішки поділяються на нерозчинні та розчинні. Нерозчинні називаються також завислими, до них відносяться частинки піску, глини, мулу.

Розчинні домішки можуть бути у вигляді колоїдів (займають проміжне положення між завислими та розчиненими речовинами) або істинно розчинних молекул та іонів.

За фазовим станом домішки можуть бути твердими (наприклад, глинисті частинки, водорості), рідкими (емульсії, нафтопродукти, жири), газоподібними (гази в нерозчиненому стані).

Можна також класифікувати домішки води за їх походженням (природні та штучні), за щільністю щодо води (плаваючі, тонучі та зависаючі), іншими ознаками.

Особливий вид забруднень є тепловим, що характеризується

підвищеною температурою після відведення води від охолодженого обладнання. Підвищену температуру мають також природні термальні води (до 50°С вище) [14].

Різноманітність домішок і ознак їх класифікації ускладнюють цілісне сприйняття і вибір способів видалення забруднень з води.

Академік Академії наук України Л.О. Кульський створив свою таблицю – класифікацію, побачивши за різноманіттям порядок та логіку.

В основу своєї класифікації домішок води він поклав два головні фактори: дисперсність та їх фазовий стан. Мірою дисперсності (подрібненості) частинок домішок служить їх розмір d або ступінь дисперсності $D = 1/d$. У міру дроблення частинок зменшується їх розмір, збільшується ступінь дисперсності та питома поверхня (сумарна поверхня частинок певного обсягу) – див. табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики дисперсності частинок домішок

Розмір одиничної частки, d , м	0,01	0,001	0,0001	10 – 7
Ступінь дисперсності, D , м – 1	100	1000	10000	10 ⁷
Кількість частинок 1 см ³	1	1000	10 ⁶	10 ¹⁵
Питома поверхня частинок 1 см ³ , см ²	6	60	600	6·10 ⁵

Питому поверхню частинок можна визначити із формули:

$$S_{уд} = K \cdot D \quad (2.1)$$

де K – коефіцієнт, що залежить від форми частинок.

Вода з домішками є фізико – хімічною системою (ФГС). Дисперсійним середовищем у ній є вода, а домішки становлять дисперсну фазу – окрему складову частину ФГС, відокремлену з інших частинок системи поверхнею розділу. ФГС, що складаються з двох і більше фаз, називаються гетерофазіями (різнофазними). Якщо середовище та домішка представлені однією фазою, ФГС називається гомофазною (однофазною, однорідною).

Гетерофазні ФХС на основі води називаються суспензії (якщо домішка – тверде тіло), емульсії (домішка – рідина) та піни (домішка – газ).

Л.А. Кульський розділив усі домішки води на два класи: гетерогенні (відповідні гетерофазним ФГС) та гомогенні (в гомофазних ФГС), кожен з яких за більшістю частинок поділяється на дві групи.

2.2. Класифікація і характеристика домішок стічних вод

Відповідно до класифікації Л.А. Кульського усі домішки, присутні у стічних водах, поділяються на 4 групи.

До *I групи* відносяться суспензії (завислі речовини, грубодисперсні домішки). До них відносяться дрібний пісок, мул, глинисті речовини, зола, окалина, харчові залишки, гідроокиси металів і т.п., тобто такі домішки, що утримуються в зваженому стані динамічними силами потоків води; у стані спокою вони осідають (якщо щільність більше щільності води) чи спливають на поверхню (при щільності менше одиниці).

До природних вод суспензії потрапляють внаслідок розмивання порід русла, змиву ґрунтів зливовими водами. У стічні води – з санітарних приладів (залишки їжі, частки ґрунту) чи з технологічних процесів (наприклад, окалина при охолодженні валків прокатних станів, частки вугілля в шахтних водах). Суспензії антропогенного походження мають підвищену стійкість до осідання. До I групи домішок відносяться також планктон і бактерії. Бактерії можуть бути нешкідливими для організму людини і хвороботворними.

Більш загальна назва *II групи* домішок (колоїдів) – золі. Розрізняють гідрофобні і гідрофільні колоїди. Гідрофобні колоїди не розчиняються у воді, не взаємодіють з молекулами води і є типовими колоїдними системами. Вони нестійкі і поступово руйнуються, виділяючи дисперсну фазу при збільшенні часток під дією міжмолекулярних сил зчеплення, і переходять у I групу домішок. Гідрофільні колоїди взаємодіють з дисперсним середовищем і

здатні в ньому розчинятися. Фактично вони являють собою стійкі розчини високомолекулярних сполук. Колоїди містяться також у більшості стічних вод, особливо в стоках нафтохімічних і целюлозно-паперових виробництв.

III групу домішок представляють органічні сполуки біологічного й антропогенного походження – жири, білки, вуглеводи, продукти життєдіяльності бактерій, водоростей, людини і тварин, феноли, спирти, альдегіди тощо. Ці сполуки практично недисоційовані і являють собою неелектроліти. До цієї групи відносяться також мінеральні сполуки – розчинені гази. У природних водах, як правило, присутні кисень, азот, вуглекислий газ. Ці гази присутні також у водах, де протікають процеси гниття (господарчо-побутові, фекальні, болотні води тощо).

Домішки *IV групи* являють собою розчини солей, кислот і лугів і є електролітами. Утворюються в результаті дисоціації молекул речовин з іонними чи сильно полярними зв'язками під впливом полярної структури молекул води. Іонний склад стічних вод на 95-98% представлений катіонами кальцію, магнію, заліза, натрію, калію, марганцю, а також аніонами гідрокарбонатів (HCO_3^-), карбонатів (CO_3^{2-}), сульфатів (SO_4^{2-}), хлоридів (Cl^-), фтору (F^-), фосфатів (PO_4^{3-}), нітратів (NO_3^-), нітритів (NO_2^-), гідроксильних груп OH^- [15].

При виборі та обґрунтуванні схем очистки та обробки виробничих стічних вод керуються такими показниками, як економічна доцільність впровадження очисних споруд, загальні витрати стічних вод, їх хімічний склад та напрямки подальшого використання. Відповідно до фазово-дисперсного стану домішок води за класифікацією Л.А.Кульського обирають методи очистки стічних вод.

Очистка води від домішок I групи.

Процеси: освітлення (видалення завислих речовин), знезаражування і дезінфекція (припинення життєдіяльності бактерій). Способи, що використовуються:

1) Механічна очистка – видалення суспензій під дією сил ваги.

а) *Відстоювання (седиментація)* – видалення суспензій у гравітаційному полі (під дією сил тяжіння). Цим методом видаляються грубодисперсні суспензії.

б) *Центрифугування* - видалення суспензій у полі центробіжних сил, що виникають внаслідок обертання води в гідроциклонах чи центрифугах. При цьому вилучається груба і середня суспензія.

в) *Флотація* – прикріплення часток до бульбашок газу з наступним сплиттям агрегатів, що утворилися, на поверхні води і видаленням піни. Спосіб застосовується для видалення гідрофобних завислих часток, планктону, частіше – нафтопродуктів, олій, жирів, поверхнево-активних речовин (ПАР).

г) *Фільтрування* – пропущення води через пористий шар для вилучення з води планктону, великої і дрібної суспензії.

2) Фізико-хімічна очистка – агрегація (укрупнення) домішок шляхом коагуляції чи флокуляції з наступним відстоюванням, флотацією чи фільтруванням. Цим методом видаляються тонкодисперсні суспензії.

3) Бактерицидна очистка. Методи призначені для порушення обмінних процесів у клітинах мікроорганізмів, що викликає їх загибель.

а) *Обробка води окислювачами* (хлором, озоном).

б) *Обробка води іонами важких металів* (срібло, мідь, свинець та ін.).

в) *Опромінення води ультрафіолетовими променями, ультразвуком, іонізуючими випромінюваннями.*

г) *Термообробка* (кип'ятіння).

Очистка води від домішок II групи.

Процеси: знебарвлення, окислення органіки, знезаражування. Способи, що використовуються:

1) Фізико-хімічні.

а) *Агрегація колоїдних домішок* агрегацією або флокуляцією з наступним відстоюванням, флотацією, фільтруванням.

б) *Адсорбція.*

в) *Обробка сильними окислювачами* (хлором, озоном, перманганатом калію), що руйнують органічні колоїдні сполуки.

2) Біохімічна очистка – окислювання органічних домішок з перетворенням їх у мінеральні сполуки в процесі життєдіяльності спеціально культивованих мікроорганізмів.

Очистка води від домішок III групи.

Процеси: окислювання органіки, дезодорація (усунення запахів), дегазація (видалення газів). Способи, що використовуються:

1) Фізико-хімічні.

а) *Окислювання органічних домішок.*

б) *Адсорбція молекулярних домішок* на активованому вугіллі, силікагелях та інших сорбентах.

в) *Екстракція домішок за допомогою різних екстрагентів.*

г) *Евапорація* – відгін летких домішок «гострим» (високотемпературним) паром.

д) *Ультрафільтрація* через мембрани з порами, що пропускають молекули води і затримують більші молекули домішок.

2) Аерування – створення великої поверхні контакту води з повітрям за рахунок:

а) *Барботажу* (продувки шару води повітрям);

б) *Розбрикування* води в атмосфері.

Аерування застосовується в основному для видалення розчинених газів.

3) Біохімічна очистка.

Очистка води від домішок IV групи.

Процеси: демінералізація (видалення розчинених солей), опріснення (неглибока очистка від солей до стану прісної води), знесолення (глибока очистка від солей), пом'якшення (усунення жорсткості), підлуження і підкислення, нейтралізація та ін. Способи, що використовуються:

1) Фізико-хімічні.

а) *Обробка реагентами* з перетворенням іонів у слабодисоційовані сполуки;

б) *Іонний обмін* за допомогою іонітів, що вилучають з води іони розчинених солей.

в) *Електродіаліз* – розподіл катіонів і аніонів у постійному електричному полі;

г) *Гіперфільтрація (зворотний осмос)* – проходження води з іонними домішками через напівпроникні мембрани, що пропускають воду і затримують іони солей.

2) Фізичні методи:

а) *Термічний* – нагрівання води для виділення солей карбонатної жорсткості.

б) *Зміна фазового стану води* з метою її знесолення:

- перехід у газоподібний стан з подальшою конденсацією (дистиляція).

- перехід у тверду фазу виморожуванням з подальшим відтаюванням і розподілом на лід і розсіл.

в) *Магнітна обробка*

3) Біохімічна очистка води від іонів заліза, сульфатів, хроматів і нітратів специфічними бактеріями [15].

2.3. Умови випуску виробничих стічних вод у водоймища

Загальні умови випуску стічних вод будь-якої категорії в поверхневі водоймища визначаються народногосподарською їх значимістю та характером водокористування. Після випуску стічних вод допускається деяке погіршення якості води у водоймищах, проте це не повинно помітно відбиватися на його житті та на можливості подальшого використання водоймища як джерела водопостачання, для культурних та спортивних заходів, рибогосподарських цілей [16].

В Україні прийнято систему нормування на основі гранично

допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих забруднень. ГДК, що визначаються на основі гідрологічних та гідродинамічних особливостей водойми, дозволяють намітити комплекс технологічних та санітарно – технічних заходів для попередження його забруднення та виснаження при проектуванні та реконструкції промислових підприємств, а також за зміни технології виробництва.

Умови випуску виробничих стічних вод у водойми регламентуються «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами», що містять вказівки щодо попередження та усунення забруднення виробничими стічними водами поверхневих водойм — річок, озер, штучних каналів, водосховищ та морів [9].

Спостереження за виконанням умов спуску виробничих стічних вод у водойми здійснюється санітарно – епідеміологічними станціями та басейновими управліннями.

Нормативи якості води водойм господарсько–питного та культурно– побутового водокористування. Правила встановлюють нормативи якості води для водойм за двома видами водокористування: до першого виду належать ділянки водойм, які використовуються як джерело для централізованого або нецентралізованого господарсько–питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості; до другого виду — ділянки водойм, використувані для купання, спорту та відпочинку населення, і навіть що у межах населених пунктів.

Віднесення водойм до того чи іншого виду водокористування провадиться органами Державного санітарного нагляду з урахуванням перспектив використання водойм.

Наведені в правилах нормативи якості води водойм відносяться до створ, розташованих на проточних водоймах 1 км вище найближчого за течією пункту водокористування (водозабір для господарсько–питного водопостачання, місця купання та організованого відпочинку, територія

населеного пункту тощо), а на непроточних водоймах та водосховищах на 1 км в обидва боки від пункту водокористування.

Для кожного з двох видів водокористування правилами встановлено наведені нижче показники складу та властивостей води водойми у пунктах господарсько–питного та культурно–побутового водокористування.

Розчинений кисень. У воді водоймища (після змішування з нею стічних вод) кількість розчиненого кисню має бути менше 4 мг/л у період року у пробі, відібраної до 12 год дня.

Біохімічна потреба у кисні. Повна потреба води в кисні при температурі 20 °С не повинна перевищувати 3 і 6 мг/л для водойм відповідно першого і другого виду, а також морів.

Зважені речовини. Вміст зважених речовин у воді водоймища після спуску стічних вод не повинен збільшуватися більш ніж на 0,25 і 0,75 мг/л для водойм відповідно першого і другого виду. Для водойм, що містять межу більше 30 мг/л природних мінеральних речовин, допускається збільшення концентрації завислих речовин у воді до 5%. Стічні води, що містять зважені речовини зі швидкістю осадження більше 0,4 мм/с для проточних водойм та понад 0,2 мм/с для водоймищ, спускати забороняється.

Запахи та присмаки. Вода не повинна набувати запахів і присмаків інтенсивністю більше 3 балів для морів і 2 балів, що виявляються для водойм першого виду безпосередньо або при подальшому хлоруванні і для водойм другого виду безпосередньо. Вода не повинна повідомляти сторонніх запахів та присмаків м'яса риби.

Забарвлення не повинна виявлятися у стовпчику води заввишки 20 см для водойм першого виду та 10 см для водойм другого виду і морів.

Реакція води водоймища після змішування її зі стічними водами повинна бути $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$.

Отруйні речовини не повинні утримуватися в концентраціях, які можуть мати прямо чи опосередковано шкідливий вплив на здоров'я населення.

Плаваючі домішки. Стічні води не повинні містити мінеральних масел та інших плаваючих речовин у таких кількостях, які здатні утворити на поверхні водоймища плівки, плями та скупчення.

Збудники захворювань не повинні утримуватися у воді. Стічні води, що містять збудників захворювань, повинні бути знезаражені після попереднього очищення. Методи знезараження біологічно очищених стічних вод повинні забезпечувати коли – індекс не більше 1000 при вмісті залишкового хлору не менше 1,5 мг / л. Коли – індекс для морської води має бути погоджений з органами Державного санітарного нагляду.

Мінеральний склад для водойм першого виду не повинен перевищувати по щільному залишку 1000 мг/л, у тому числі хлоридів 350 мг/л і сульфатів 500 мг/л, а для водойм другого виду нормується за наведеним вище показником «Присмаки».

Температура води водоймища в результаті спуску з нього стічних вод не повинна підвищуватися влітку більш ніж на 3°C порівняно із середньомісячною температурою води спекотного місяця року за останні 10 років.

Нормативи якості води водойм, що використовуються в рибогосподарських цілях, встановлені стосовно двох видів водокористування: до першого виду належать водойми, що використовуються для відтворення та збереження цінних сортів риби; до другого – водойми, використовувані всім іншим рибогосподарським цілям. Вид рибогосподарського використання водойми визначається органами Рибоохорони з урахуванням перспективного розвитку рибного господарства та промислу.

Нормативи складу та властивостей води водойм, що використовуються для рибогосподарських цілей, в залежності від місцевих умов можуть належати до району випуску стічних вод при швидкому змішуванні їх з водою водойми або до району нижче випуску стічних вод з урахуванням можливого ступеня їх змішування та розведення на ділянці від

місця випуску до найближчого кордону рибогосподарського ділянки водойми. На ділянках масового нересту та нагулу риб випуск стічних вод не дозволяється. При випуску стічних вод у рибогосподарські водойми пред'являються вищі вимоги, ніж із випуску стічних вод у водойми, використовувані питних і культурно – побутових потреб населення.

Розчинений кисень. У зимовий період кількість розчиненого кисню має бути нижче 6 і 4 мг/л для водойм відповідно першого і другого виду, у літній період — не нижче 6 мг/л у пробі, відібраної до 12 год дня, всім водойм.

Біохімічна потреба у кисні. Розмір БСК_{повн} при температурі 20°C не має перевищувати 3 мг/л у водоймах обох видів. Якщо в зимовий період вміст розчиненого кисню у воді водойм першого і другого виду водокористування знижується відповідно до 6 і 4 мг/л, то можна допустити скидання в них тільки тих стічних вод, які не змінюють БСК води.

Отруйні речовини не повинні утримуватися в концентраціях, які можуть мати прямо або опосередковано шкідливу дію на риби та водні організми, що служать кормом для риби.

Температура води в результаті скиду стічних вод не повинна підвищуватись у літній період більш ніж на 3°C, а в зимовий період більш ніж на 5°C. Слід враховувати, що з підвищенням температури сприйнятливість організмів до токсичних речовин збільшується.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) радіоактивних речовин у воді водойм регламентуються «Санітарними правилами роботи з радіоактивними речовинами та джерелами іонізуючих випромінювань».

Проф. С. Н. Черкінським було запропоновано методику розрахунку умов спуску виробничих стічних вод за спільної присутності у яких кількох шкідливих речовин. Відповідно до цієї методики сума концентрацій всіх речовин, виражених у частках від відповідних ГДК для кожної речовини окремо, не повинна перевищувати одиниці. Сумарний ефект на санітарний стан водойми декількох шкідливих речовин визначається за формулою

$$\frac{C_1}{C_{1n.д.}} + \frac{C_2}{C_{2n.д.}} + \dots + \frac{C_i}{C_{in.д.}} \leq 1 \quad (2.2)$$

або

$$\sum_1^i \left(\frac{C_i}{C_{in.д.}} \right) \leq 1 \quad (2.3)$$

де C_1, C_2, \dots, C_i – концентрації шкідливих речовин у воді водойми (виявлені або розрахункові); $C_{1п.д.}, C_{2п.д.}, \dots, C_{iп.д.}$ – ГДК, встановлені для відповідних шкідливих речовин у воді джерела [3].

Якщо при розрахунку умова формули (2.3) не дотримується, то санітарний стан водоймища не задовольняє нормативним вимогам і необхідно здійснити заходи щодо підвищення ефективності очищення виробничих стічних вод перед їх спуском у водойму.

Всі розрахунки щодо визначення умов спуску стічних вод у водойму слід проводити для найбільш не вигідних гідрологічних умов:

для незарегульованих річок – на середню витрату маловодного місяця гідрологічного року 95% забезпеченості;

для нижніх б'єфів зарегульованих рік – на мінімальний гарантований пропуск гідровузла;

для озер та водосховищ – при найменших рівнях води у них;

для морів, озер, водоймищ – при найбільш несприятливому напрямку течій до найближчого пункту водокористування.

Умови спуску стічних вод у водойми, викладені у правилах, поширюються попри всі об'єкти каналізування незалежно від своїх відомчої підпорядкованості [2, 3].

2.6. Механічна очистка виробничих стічних вод

Механічна очистка застосовується виділення зі стічної води нерозчинених мінеральних і органічних домішок.

Призначення механічного очищення полягає у підготовці виробничих стічних вод за необхідності до біологічного, фізико – хімічного або іншого методу глибшого очищення. Механічна очистка на сучасних очисних станціях складається з проціджування через ґрати, пісковловлювання, відстоювання і фільтрування. Типи та розміри цих споруд залежать в основному від складу, властивостей та витрати виробничих стічних вод, а також від методів їх подальшої обробки.

Як правило, механічне очищення є попереднім, рідше остаточним етапом для очищення виробничих стічних вод. Вона забезпечує виділення завислих речовин із цих вод до 90 – 95% і зниження органічних забруднень (за показником БСКпов) до 20 – 25%.

Високий ефект очищення стічних вод досягається різними способами інтенсифікації гравітаційного, відстоювання – преаерацією, біокоагуляцією, освітленням у завислому шарі (відстійники – освітлювачі) або в тонкому шарі (тонкошарові відстійники), а також за допомогою гідроциклонів.

Процес більш повного освітлення стічних вод здійснюється фільтруванням – пропуском води через шар різного зернистого матеріалу (кварцового піску, гранітного щебеню, подрібненого антрациту та керамзиту, горілих порід, чавуноливарного шлаку та інших матеріалів) або через сітчасті барабанні фільтри та мікрофільтри, через високо фільтри з плаваючим завантаженням – пінополіуретанової або пінополістирольної. Перевага зазначених процесів полягає у можливості їх застосування без додавання хімічних реагентів [3].

Вибір методу очищення стічних вод від завислих частинок здійснюється з урахуванням кінетики процесу. Розміри зважених частинок, що містяться у виробничих стічних водах можуть коливатися в дуже широких межах (можливі діаметри частинок становлять від $5 \cdot 10^{-9}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ м), для частинок розміром до 10 мкм кінцева швидкість осадження не перевищує 10 – 2 см/с. Якщо частки досить великі (діаметром понад 30 – 50 мкм), то відповідно до закону Стокса вони можуть легко виділятися

відстоюванням (при великій концентрації) або проціджуванням, наприклад, через мікрофільтри (при малій концентрації). Колоїдальні частинки (діаметром 0,1 – 1 мкм) можуть бути видалені фільтруванням, проте через обмежену смість фільтруючого шару більш підходящим методом при концентраціях зважених частинок більше 50 мг/л є ортокінетична коагуляція з подальшим осадженням або освітленням у завис.

Підвищення технологічної ефективності споруд механічної очистки дуже важливо під час створення замкнених систем водного господарства промислових підприємств. Цій вимозі задовольняють різні нові конструкції багатополічних відстійників, сітчастих фільтрів, фільтрів з новими видами зернистих та синтетичних завантажень, гідроциклонів (напірних, безнапірних, багатоярусних). Застосування цих споруд дозволить скоротити в 3 – 5 разів капітальні витрати та на 20 – 40% експлуатаційні витрати, зменшити у 3 – 7 разів необхідні площі для будівництва порівняно із застосуванням звичайних відстійників.

З метою забезпечення надійної роботи споруд механічного очищення виробничих стічних вод, як правило, рекомендується застосовувати не менше двох робочих одиниць основного технологічного призначення – грат, пісковловлювачів, усереднювачів, відстійників або фільтрів. При виборі максимальної кількості споруд передбачається їх секціонування за уніфікованими групами, що складаються з одиниць з найбільшими габаритами [18].

Підвищення ефекту механічного очищення стічних вод, особливо роботи споруд з первинного відстоювання, дозволяє скоротити обсяги споруд для подальших процесів очищення і тим самим знизити витрати на будівництво та витрати на експлуатацію більш дорогих та складних споруд фізико – хімічної та біологічної очистки, а також обробки осаду .

Очисні споруди розраховуються за максимальною витратою стічних вод або ж за якоюсь середньою їхньою витратою, наприклад аеротенки за середньогодинною витратою за період аерації [3, 19].

Розрахункові витрати виробничих стічних вод від окремих промислових підприємств визначаються за балансом води для конкретного підприємства відповідно до технологічних даних. Орієнтовно витрати стічних вод промислових підприємств можуть бути визначені за даними, наведеними у книзі «Укрупнені норми водоспоживання та водовідведення для різних галузей промисловості».

У ряді випадків механічне очищення є єдиним та достатнім способом для вилучення з виробничих стічних вод механічних забруднень та підготовки їх до повторного використання в системах оборотного водопостачання.

Однак для деяких виробництв потрібна вода з меншим вмістом завислих речовин, ніж вміст, що забезпечується механічним очищенням, тому необхідна додаткова фізико – хімічна та біологічна очистка, а також ще більш глибоке очищення виробничих стічних вод. При повторному використанні біологічно очищеної стічної води відповідно до санітарних норм потрібно застосовувати хлорування [3].

2.7. Біологічне очищення виробничих стічних вод

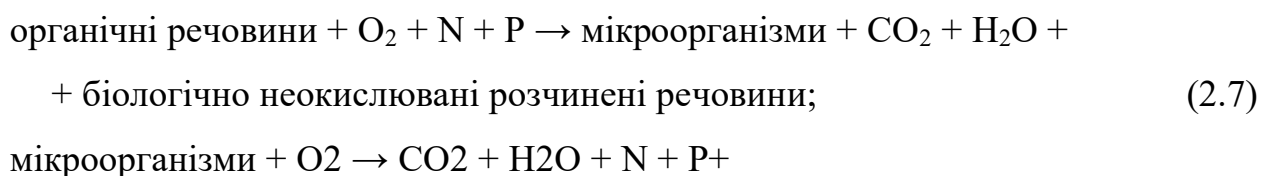
Біологічне окиснення – широко застосовуваний практично метод очищення виробничих стічних вод, що дозволяє очистити від багатьох органічних домішок. Процес цей, за своєю сутністю, природний, і його характер однаковий для процесів, що протікають у водоймі, очисній споруді, склянці для визначення БСК, респірометрі тощо. ряд більш високоорганізованих організмів – водоростей, грибів і т. д., пов'язаних між собою в єдиний комплекс складними взаєминами (метабіозу, симбіозу та антагонізму). Чільну роль у цьому співтоваристві належить бактеріям, кількість яких варіює від 10^6 до 10^9 клітин.1 г сухої біологічної маси (біомаси). Число пологів бактерій може досягати 5 – 10, число видів – кілька десятків і навіть сотень.

Така різноманітність видів бактерій обумовлена наявністю в воді, що очищається, органічних речовин різних класів. Якщо ж у складі стічних вод є лише один або кілька близьких за складом джерел органічного вуглецю, тобто один або кілька близьких гомологів органічного з'єднання, то можливий розвиток монокультури бактерій.

Спільнота мікроорганізмів представлена одними бактеріями в тому випадку, якщо очищення проводять в анаеробних умовах (без розчиненого у воді кисню) або при занадто несприятливому рівні харчування, який є відношенням кількості органічних речовин до мікроорганізмів. Несприятливим рівнем харчування може виявитися, наприклад, занадто високе співвідношення кількостей забруднень і біомаси мікроорганізмів, що подаються на очищення. Якщо очищення проводять в анаеробних умовах (у присутності розчиненого кисню), то при сприятливій обстановці у суспільстві мікроорганізмів розвиваються найпростіші, представлені числом видів від 1 до 15 – 30.

Серед бактерій в очисних спорудах співіснують гетеротрофи та автотрофи, причому переважний розвиток та чи інша група отримує залежно від умов роботи системи. Ці дві групи бактерій розрізняються щодо джерела вуглецевого харчування. Гетеротрофи використовують як джерело вуглецю готові органічні речовини і переробляють їх для отримання енергії та біосинтезу клітини. Автотрофні організми споживають для синтезу клітини неорганічний вуглець, а енергію отримують за рахунок фотосинтезу, використовуючи енергію світла, або хемосинтезу шляхом окислення деяких неорганічних сполук (наприклад, аміаку, нітритів, солей двовалентного заліза, сірководню, елементарної сірки та ін.)

Механізм біологічного окислення в аеробних умовах гетеротрофними бактеріями може бути представлений наступною схемою:



+ Біологічно неруйнівна частина клітинної речовини. (2.8)

Реакція (2.7) символізує окислення вихідних органічних забруднень стічних вод та утворення нової біомаси. У очищених стічних водах залишаються біологічно неокислювані речовини, переважно в розчиненому стані, оскільки колоїдні та нерозчинені речовини видаляються зі стічної води методом сорбції.

Якщо у суспільстві мікроорганізмів є найпростіші, їх роль дуже багатопланова і полягає насамперед у регулюванні кількості бактерій у суспільстві мікроорганізмів й у безпосередньому вилученні зі стічної води великих частинок вихідних домішок [21].

2.8 Вплив різних факторів на ефективність біологічного очищення

Ефективність процесів біологічного очищення залежить від низки факторів, одні з яких піддаються зміні та регулюванню в широких діапазонах у межах біологічної системи, регулювання інших, таких, наприклад, як склад вступників на очищення стічних вод, практично виключено. Дія основних факторів, що визначають пропускну здатність системи та ступінь очищення стічної води, розглянуто нижче [22].

Температура. Оптимальною температурою для аеробних процесів, що відбуваються в очисних спорудах, вважається 20 – 30 ° С, при цьому біоценоз за інших сприятливих умов представлений найрізноманітнішими і добре розвиненими мікроорганізмами. У той самий час температурний оптимум бактерій різних груп варіює у межах: для психрофілів 10 – 15°C, мезофілів 25 – 37°C, термофілів 50 – 60°C. Мікроорганізми добре розвиваються за оптимальних температур і зберігають свою життєздатність при коливаннях температур у значних діапазонах. Так, психрофіли можуть існувати в межах температур від –8 до +30 °С, мезофіли – від –5 до +50 °С, термофіли – від +30 до +85 °С.

Якщо температурний режим відповідає оптимальному, то зростання культури, і навіть швидкість обмінних процесів у клітині помітно нижче максимальних значень. Найбільш несприятливий вплив в розвитку культури надає різке зміна температури. При аеробному очищенні стічних вод вплив температури посилюється ще внаслідок відповідної зміни розчинності кисню. Дуже чутливі до температури бактерії тарифікатори; їхня найбільша активність спостерігається при температурі не нижче 25 °С [3, 22].

Тривалість аерації, обчислену за формулою СНиП II – 32 – 74 для розрахунку аераційних систем, слід помножити на відношення 15/Т (де Т – середньорічна температура стічних вод, що надходять на очищення). Відносна тривалість окиснення t змінюється в залежності від коливань температури стічної води:

$T, ^\circ\text{C}$	10	15	20	25	30
t	0,67	1	1,33	1,67	2

При розрахунку високонавантажуваних біофільтрів вплив температури враховується рівнянням Стриттера:

$$k_T = k_{20} \cdot 1,047^{T-20} \quad (2.9)$$

де k_T і k_{20} – Константи процесу відповідно при розрахункових температурах стічних вод T і 20 °С [3, 8].

Якщо умовно прийняти $k_{20} = 1$, відносна зміна величини константи процесу в залежності від температури виявляється:

$T, ^\circ\text{C}$	10	15	20	25	30
k_T	0,63	0,79	1	1,26	1,58

В остаточному розрахунку біофільтра вплив температури, однак, не настільки помітно, як це показано вище, оскільки в розрахунковій формулі значення k_T вуалюється, одночасним урахуванням впливу ще ряду інших параметрів.

У зарубіжній практиці, наприклад у США, при розрахунку аеротенків також застосовується рівняння Стриттера, але робиться застереження, що межі його застосування охоплюють значення температур, від 4 до 30°C.

Активна реакція середовища. Концентрація водневих іонів суттєво впливає на розвиток мікроорганізмів. Значна частина бактерій розвивається найкраще в середовищі нейтральній або близькій до неї, проте є види, що добре розвиваються в кислому середовищі з $\text{pH} = 4 \div 6$ (гриби, дріжджі) або, навпаки, в слаболужному середовищі (актиноміцети).

Біологічна очистка найефективніша, якщо значення pH не виходить за межі 5 – 9, оптимальним вважається середовище з $\text{pH} = 6,5 \div 7,5$. Відхилення pH межі 5 – 9 тягне у себе зменшення швидкості окиснення внаслідок уповільнення обмінних процесів у клітині, порушення проникності її цитоплазматичної мембрани та ін.

Ряд бактерій у процесі життєдіяльності змінює реакцію середовища. Так, при розкладанні сечовини аміак, що виділяється, підлужує середовище. Дуже важливо, що мікроорганізми самі здатні регулювати величину pH середовища, хоч і в обмежених межах.

Якщо значення температури і pH виходять межі як оптимальних, а й допустимих величин, необхідно коригувати ці параметри в стічних водах, які надходять на біологічну очистку [22].

Біогенні елементи. Для нормального процесу синтезу клітинної речовини, а отже, і для ефективного процесу очищення стічної води в середовищі має бути достатньо концентрація всіх основних елементів живлення – органічного вуглецю (БСК), азоту, фосфору.

Крім основних елементів складу клітини (С, N, Про, Н) для її побудови необхідні в незначній кількості та інші компоненти. Так, потреба клітини в марганці становить $10 \cdot 10^{-5}$ – 5 мг на 1 мг знятої БСК5, міді – $14,6 \cdot 10^{-5}$, цинку – $16 \cdot 10^{-5}$, молібдені – $43 \cdot 10^{-5}$, селені – $14 \cdot 10^{-10}$, магнії – $30 \cdot 10^{-4}$, кобальті – $13 \cdot 10^{-5}$, кальції $62 \cdot 10^{-4}$, натрії – $5 \cdot 10^{-5}$, калії – $45 \cdot 10^{-4}$, залозі – $12 \cdot 10^{-3}$, карбонат – іоні – $27 \cdot 10^{-4}$. Зміст

зазначених елементів у природних водах, у тому числі утворюються стічні, зазвичай достатньо, щоб повністю задовольнити вимогам бактеріального метаболізму. Часто не вистачає азоту та фосфору та їх додають штучно у вигляді суперфосфату, ортофосфорної кислоти, амофосу, сульфату, нітрату або хлориду амонію, сечовини тощо.

Достатність елементів живлення для бактерій у стічних водах визначається співвідношенням БСК: N: P (азот амонійних солей або білковий та фосфор у вигляді розчинених фосфатів). Відповідно до рекомендацій СНиП II – 32 – 74, при обробці міських стічних вод співвідношення БСКпов:М:Р має бути не менше 100:5:1 (табл. 2.2). Можна підрахувати, що у побутових стічних водах, що надходять після механічного очищення на біологічну, це співвідношення становить приблизно 100:20:2,5. Як видно, тут вміст азоту та фосфору набагато вищий, ніж це потрібно за нормами проектування, внаслідок чого доцільним є спільне очищення побутових та виробничих стічних вод, якщо останні не містять зазначених біогенів. Для деяких видів виробничих стічних вод потреба в біогенних елементах визначена на підставі даних експлуатації, наведених нижче.

Таблиця 2.2 – Співвідношення БСК: N: P

Виробництво	Співвідношення БСК: N: P у стічній воді
Синтетичних жирних кислот	100:3:0,8
Нафтопереробний завод	100:5:1
Нафтохімічний завод	100:5:1,3
Синтетичного гліцерину	100:5:1,2
Нафтомаслозавод	100:7:1,5
Фенолу, дихлорфенолу та нітробензолу	100:5: 1,3
Целюлозно – паперове	100:5:1
Хіміко – фармацевтичне	100:3,5:0,9

За даними Еккенфельдера (США), потреба в біогенних елементах підраховують з умови, що активна біомаса мулів містить приблизно 12,3% азоту та 2,6% фосфору, а залишок після біогенного метаболізму має

відповідно 7% азоту та 1% фосфору. Необхідні мінімальні кількості азоту та фосфору підраховуються на беззольну частину приросту мулу.

Рівень живлення. У технічній літературі за міру рівня харчування приймають величину добового навантаження із забруднень у перерахунку на 1 м³ зочисної споруди, на 1 г сухої біомаси або на 1 г беззольної частини біомаси. Найчастіше оперують значеннями навантаження по БСК, проте часом підраховують і величину навантаження по індивідуальному виду забруднень.

Для аераційних споруд величина навантаження на активний мул разом з іншими характеристиками дає можливість передбачити ефективність процесу очищення і, зокрема, седиментаційні властивості мулу. Загальний взаємозв'язок деяких величин, що характеризують роботу аеротенків, показано на рис. 2.3.

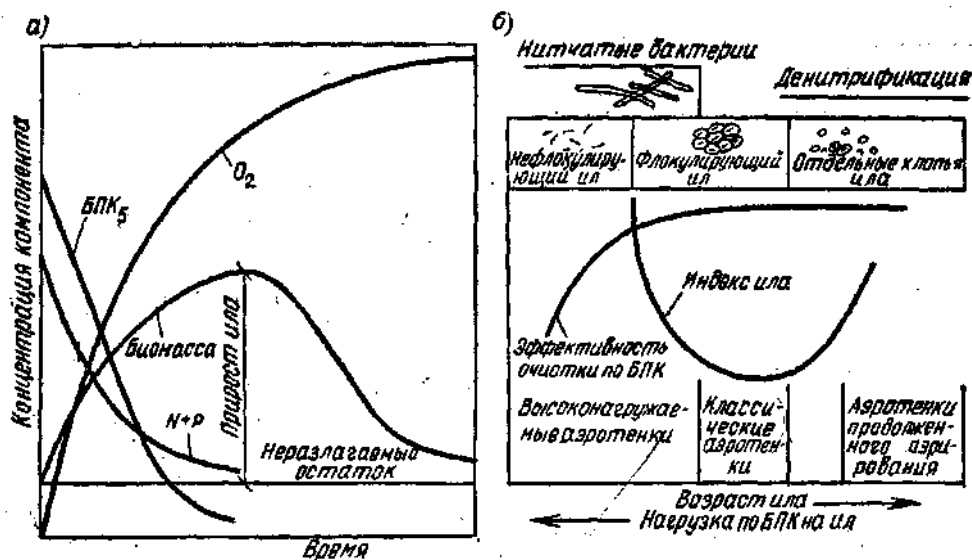


Рисунок 2.3. Взаємозв'язок основних параметрів процесу біологічного окиснення

а – зміна основних компонентів біологічної системи у процесі аерування; б – вплив навантаження на седиментаційні властивості мулу

За ступенем навантаженості аераційні системи поділяє на високонавантажувані, класичні та низьконавантажувані. У високонавантажуваних системах (з навантаженням більше 400 мг БСК

повної гбеззольного речовини мулу на добу) порівняно з іншими системами приріст мулу найбільший, ступінь очищення найменша, мул містить незначну кількість видів найпростіших. Класичні системи (з навантаженням 150 – 400 мг БСК повної гбеззольного речовини мулу на добу) забезпечують дуже високий ступінь очищення по БСК, іноді часткову нітрифікацію, мають добре флокулірований мул, населений великою кількістю мікроорганізмів різних груп. Приріст мулу в класичних системах менше максимального у зв'язку з досить глибоко проходять процесами ендogenous окиснення мулу. В аеротенках низьконавантажуваних (з навантаженням нижче 150 мг БСК повної гбеззольного речовини мула на добу) ступінь очищення по БСК коливається, але найчастіше висока глибоко розвинений процес нітрифікації, приріст мулу мінімальний, мікробіологічне його населення дуже різноманітне.

Кисневий режим. В аеробних біологічних системах подача повітря (а також чистого кисню або повітря, збагаченого киснем) має забезпечувати постійну наявність у суміші розчиненого кисню не нижче 2 мг/л. Власне аераційна система може працювати при нижчому рівні кисню (до 1 мг/л), що доведено багатьма дослідниками. При цьому не спостерігається зниження швидкостей утилізації органічних речовин та процесів нітрифікації. Однак у зв'язку з тим, що при відділенні мулу від води у вторинних відстійниках втрачається розчиненого кисню від 1 до 2 мг/л, мінімальний його рівень встановлений у 2 мг/л, щоб виключити тривалість перебування мулу в анаеробних умовах.

Система аерації забезпечує також постійне підтримання мулу у зваженому стані.

Токсичні речовини. Токсичною дією на біологічні процеси можуть мати органічні та неорганічні речовини. Токсична дія може бути і мікробостатичною, якщо затримується зростання та розвиток мікроорганізмів, і вбиваючим (мікробоцидним). Більшість речовин виявляє ту чи іншу дію залежно від концентрації їх в суміші, що очищається.

За величину ГДК приймають максимальну концентрацію токсичної речовини, що знаходиться у воді і не має помітно негативного впливу на роботу біологічних очисних споруд (ПДКб.о.с). У той же час, деяка мікробостатична дія може проявлятися вже при значних менших концентраціях, ніж ПДКб.о.с. Тому крім величини ПДКб.о.с іноді вказується величина ПДКб – концентрація речовини, при перевищенні якої може бути відзначено будь – яку негативну дію на процеси біоокислення та на процеси життєдіяльності клітини [3].

2.12. Розрахунок аеротенків

Завдання технологічного розрахунку аеротенків — визначення основних параметрів системи (тривалість аерації, витрата повітря та приріст мулу), за якими встановлюються розміри, конструкції та обладнання споруд. Для розрахунку аеротенків, призначених для очищення виробничих стічних вод, можуть бути використані формули, запропоновані для тієї ж мети стосовно побутових стічних вод і внесені в діючі норми проектування СНиП 11 – 32 – 74 [3, 22].

Період аерації в аеротенках t , год, що працюють за принципом змішувачів, визначається за такою формулою:

$$t = \frac{L_a - L_t}{a(1 - S)\rho} \quad (2.24)$$

де S – зольність мулу, частки одиниці;

ρ – швидкість окислення забруднень, мг БСКповн на 1 гбеззольного речовини мулу в 1 год.

Формула записана у загальному вигляді та визначає тривалість процесу окислення як відношення кількості забруднень, яку потрібно видалити з води, до сумарної швидкості, з якою відбувається цей процес.

Величину ρ мг/(г – ч), знаходять за такою формулою:

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_i C_o}{L_i C_o + K_i C_o + K_o L_i} \cdot \left(\frac{1}{1 + \varphi_a} \right) \quad (2.25)$$

де ρ_{\max} – максимальна швидкість окиснення, мг/(г·ч), рівна господарсько – побутових виробничих стічних вод 85;

Z – концентрація розчиненого кисню, мг/л;

K_o – константа, що характеризує вплив кисню, мг O₂/л, що дорівнює для виробничих стічних вод 0,625;

K_i – константа, що характеризує властивості органічних забруднень, мг БСКпов/л, рівна для виробничих стічних вод лісохімічного комбінату 33;

– коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, г/л, рівний для виробничих стічних вод, дорівнює 0,07;

a – доза мулу, г/л.

Швидкість окислення залежить від багатьох факторів, визначальними з яких є: склад оброблюваної стічної води, ступінь адаптації біоценозу мулу, температура, рН, наявність біогенних елементів, рівень навантаження, концентрація розчиненого кисню та інгібуючого фактора.

Період аерації t_{av} , год, в аеротенках – витісняльниках слід розраховувати за формулою:

$$t_{av} \frac{1 + \varphi a_i}{P_{\max} C_o a_i (1 - s)} \left[(C_o + K_o)(L_{mix} - L_{tx}) + K_i C_o \ln \frac{L_{en}}{L_{ex}} \right] K_p \quad (2.26)$$

Де K_p – коефіцієнт, що враховує вплив поздовжнього переміщення:

$K_p=1,5$ при біологічному очищенні до $L_{ex}=15$ мг/л; $K_p=1.25$ у $L_{ex}>30$ мг/л;

L_{mix} – БСК підлога, яка визначається з урахуванням розведення рециркуляційною витратою:

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} * R_i}{1 + R_i} \quad (2.27)$$

R_i – ступінь рециркуляції активного мулу, що визначається за формулою:

$$R_i = \frac{ai}{1000/I - ai} \quad (2.28)$$

de_i – концентрація мулу, г/л;

I – муловий індекс, см³/л.

При цьому формула справедлива при значенні $I = 175$ см³/л та ≤ 5 г/л.

Навантаження на іл q , мг/БСКповна1 гбеззольного речовини мулу на добу, слід розраховувати за такою формулою:

$$q = \frac{24(L_a - L_t)}{a(1 - S)t_{at}} \quad (2.29)$$

де t_{at} – період аерації, год.

При проектуванні аеротенків з регенераторами тривалість окиснення органічних речовин t_0 , год слід визначати за формулою:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_i (1 - s) p} \quad (2.30)$$

a_r – доза мулу в регенераторі, г/л, визначається за формулою:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{2R_i} + 1 \right) \quad (2.31)$$

p – питома швидкість окислення для аеротенків – змішувачів та витіснячів.

Тривалість обробки води в аеротенці t_{at} , год, необхідно визначати за формулою:

$$t_{at} = \frac{2.5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}} \quad (2.32)$$

Тривалість регенерації t_r , год слід визначати за формулою:

$$t_r = t_0 - t_{at} \quad (2.33)$$

Місткість аеротенку W_{at} , м³ слід визначати за формулою:

$$W_{at} = t_{at}(1 + R_i)q_w \quad (2.34)$$

де q_w – розрахункова витрата стічних вод, м³/год.

Місткість регенераторів W_r , м³ слід визначати за формулою:

$$W_r = t_r R_i q_w \quad (2.35)$$

Приріст активного мулу P_i , мг/л, в аеротенках слід визначати за такою формулою:

$$P_i = 0.8C_{cdr} + K_g L_{en} \quad (2.36)$$

де C_{cdr} – концентрація завислих речовин у стічній воді, що надходить в аеротенк, мг/л; K_g – коефіцієнт приросту; для міських та близьких до них за складом виробничих стічних вод $K_g=0,3$; при очищенні стічних вод у окситенках величина K_g знижується до 0,25.

Питома витрата повітря D , м³/м³ при очищенні виробничих стічних вод в аеротенках з пневматичною системою аерації визначають так само, як і для побутових стічних вод. Розрахункова формула (ВНИИ ВОДГЕО) є відношенням кількості кисню, необхідного для обробки 1 м³води, до кількості кисню, використовуваного з 1 м³повітря, що подається, і розраховується за формулою:

$$q_{air} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})}{k_1 k_2 k_T k_3 (C_a - C_0)} \quad (2.37)$$

де q_0 – питома витрата кисню, мг на 1 мг знятої БСКполн, що приймається при очищенні до БСКполн 15 – 20мг/л – 1.1, при очищенні до БСКполн понад 20мг/л – 0,9; k_1 – коефіцієнт, що враховує тип аератора (за розміром бульбашки) і для дрібнопухирчастої аерації залежно від співвідношення площ аерованої зони та аеротенка f_{az}/f_{at} для середньопухирчастої та низьконапірної $k_1=0.75$; k_2 – коефіцієнт, що враховує глибину занурення аератора; k_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод; k_3 – коефіцієнт якості стічної води, який приймається для міських стічних вод 0,85; C_a – розчинність кисню повітря у воді, мг/л; C_0 – середня концентрація

кисню в аеротенці, мг/л; C_0 допускається приймати 2 мг/л.

Коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, розраховується за формулою:

$$K_T = 1 + 0.02(T_w - 20) \quad (2.38)$$

де T_w – середньомісячна температура води за літній період, 0С.

Розчинність кисню повітря у воді, мг/л визначається за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20.6}\right) C_T \quad (2.39)$$

де C_T – розчинність кисню у воді залежно від температури та атмосферного тиску; h_a – глибина занурення аератора, м – коду.

Інтенсивність аерації j_a , м³ слід визначати за формулою:

$$j_a = \frac{q_{air} H_{at}}{t_{at}} \quad (2.40)$$

де H_{at} – робоча глибина аеротенка, м; t_{at} – період аерації, год [23, 24].

Хід виконання розрахунку:

1. Для визначення періоду аерації в аеротенках знаходимо швидкість окислення забруднень:

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_{ex} C_o}{L_{ex} C_o + K_i C_o + K_o L_{ex}} \cdot \left(\frac{1}{1 + \phi_i} \right) = 9.44 \text{ мгБПКполн / лг / ед.вр.}$$

$$t = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i (1 - S) \rho} = \frac{136.53 - 19.59}{5(1 - 0.3) * 22.64} = \frac{116.94}{79.24} = 4.6 \text{ ч}$$

Ri – ступінь рециркуляції активного мулу, що визначається за формулою:

$$Ri = \frac{ai}{1000 / I - ai} = \frac{5}{\frac{1000}{108.66} - 5} = 1.31$$

2. Навантаження на мул складе:

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_i (1 - S) t_{at}} = 226.58 \text{ мгБПКполн / лг / ед.вр.}$$

3. Окислення органічних забруднюючих речовин:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1-s)p} = 2,55 \text{ ч}$$

4. Доза мулу визначається за формулою:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{2R_i} + 1 \right) = 6,92 / \text{л}$$

5. Тривалість обробки води визначаємо за такою формулою:

$$t_{at} = \frac{2.5}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}} = 2,23 \text{ ч}$$

6. Визначаємо тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{at} = 0,32 \text{ ч}$$

7. Визначаємо місткість аеротенку:

$$W_{at} = t_{at} (1 + R_i) q_w = 12878,25 \text{ м}^3$$

8. Визначаємо місткість регенератора:

$$W_r = t_r R_i q_w = 1048 \text{ м}^3$$

9. Приріст мулу визначається за формулою:

$$P_i = 0.8 C_{cdp} + K_g L_{en} = 171,4 \text{ мг} / \text{л}$$

10. Питому витрату повітря визначаємо за формулою:

$$q_{air} = \frac{q_0 (L_{en} - L_{ex})}{k_1 k_2 k_T k_3 (C_a - C_0)} = 10,58 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

11. Розрахуємо коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод:

$$K_T = 1 + 0.02(T_w - 20) = 3,06$$

12. Розчинність кисню у повітрі визначаємо за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20.6} \right) C_T = 6,44 \text{ мг} / \text{л}$$

13. Визначаємо інтенсивність аерації:

$$j_a = \frac{q_{air} H_{at}}{t_{at}} = 9,15 \text{ м}^3 / \text{м}^3 - \text{ч}$$

2.12. Заходи щодо зменшення скидання забруднюючих речовин

Відповідно до Інструкції з розробки ПДС забруднюючих речовин, підприємства, що скидають зворотні води з перевищенням встановлених ПДС, зобов'язані забезпечити розробку та реалізацію плану заходів щодо досягнення ПДР, який є невід'ємною частиною планів соціально – економічного розвитку цього підприємства.

Порівняння результатів фактичного та гранично – допустимого скидання забруднюючих речовин з випуску в р. Дніпро біологічно очищених вод Лівобережної станції аерації виявило необхідність досягнення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин за показниками азот амонійних, фосфати та нафтопродукти.

Аналіз роботи ЛСА показує, що у очисних спорудах забезпечуються процеси повної біологічної очистки з нітрифікацією азоту амонійних солей. Основні показники біологічного очищення відповідають проекту, а також вимогам до якості очищення комунальних стічних вод. Разом з тим, аналіз якісного складу вхідного потоку стічних вод за такими показниками як фосфати та нафтопродукти свідчать про недотримання підприємствами, що скидають виробничі стічні води до комунальної системи каналізації м. Дніпроа, «Правил прийому стічних вод...», які розроблені та затверджені в 2003 р. З метою зниження скидання специфічних забруднювачів: нафтопродукти, фосфати, важкі метали та ін здійснюється безперервний контроль якості стічних вод, що надходять у комунальну систему каналізації.

Складне фінансове становище підприємства у зв'язку з неплатежами промислових підприємств та населення міста ускладнюють проблему фінансування робіт із капітальних ремонтів споруд та придбання сучасного технічного обладнання. Найголовнішою проблемою станції є технічний стан споруд та обладнання, основна частина яких відпрацювали свої нормативні

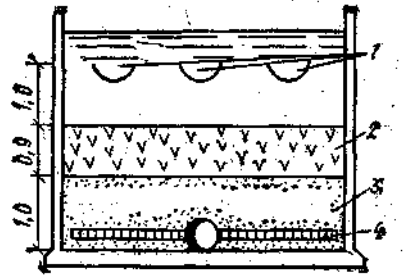
терміни експлуатації. Основний елемент аераційної системи аеротенків – аератори – застаріли морально та фізично, потрібна їхня повна заміна.

За період 2005 – 2008рр. на ЛСА силами міськводоканалу виконані такі роботи:

- проведена заміна аераційних систем у преаераторах;
- здійснено чищення преаераторів від осаду;
- проведено чищення мулових майданчиків та встановлення шиберів;
- Ремонт водозабірних лотків вторинних відстійників [6, 25].

2.13 Розрахунок фільтру із зернистим завантаженням для глибокого доочищення стічних вод

Процес глибокого очищення стічних вод на фільтрах з зернистим завантаженням після біологічного очищення визначається двома явищами, що паралельно протікають: 1), затриманням у завантаженні суспендованих частинок, винесених з вторинних відстійників; 2) мінералізацією розчинених у воді органічних речовин за допомогою накопичених у завантаженні фільтрів мікроорганізмів активного мулу в присутності кисню. Відновлення фільтруючої здатності піщаного завантаження здійснюється водоповітряним промиванням. Для промивання барабанних сіток та завантаження фільтрів використовується очищена вода після фільтрів. Промивна вода подається насосами, що забирають воду із резервуару профільтрованої води. Забруднена вода після промивання барабанних сіток та фільтрів відводиться в резервуар, звідки насосами перекачується в головні очисні споруди. У підземній частині будівлі фільтрів технологічні ємності розташовані паралельними блоками (фільтри та резервуари), об'єднаними між собою галереєю обслуговування; між ємностями розташовані насосне відділення та відділення барабанних сіток. У надземному павільйоні розміщені: щити сигналізації та управління, операторська, вентиляційна камера та санітарний вузол [23].



- 1 – жолоби для розподілу води, що фільтрується, і відведення промивної;
 2, 3 – завантаження відповідно з антрациту та кварцового піску $d^{эке} = 1,5$ мм;
 4 – дренажна система.

Рисунок 5.1.1 – Швидкий двошаровий фільтр

Гряземісткість завантаження двошарових фільтрів при концентрації завислих речовин у воді, що надходить на фільтр, 20 – 40 мг/л і ефективності освітлення 86 – 90% становить 4,4 – 7,7 кг/м³ фільтруючого матеріалу, а тривалість фільтроциклу 15 – 34 ч. Збільшення тривалості фільтроциклу більше 34 год не рекомендується через складність відмивання залишкових забруднень. Двошарові фільтри можна промивати водопровідною водою або фільтратом з інтенсивністю не вище 12 л/(с – м²)(рис. 5.1.1). Великі фракції завантаження фільтрів (гранітний щебінь з діаметром частинок 1,5—3 мм) менш чутлива до замулювання, що позначилося збільшення пропускної спроможності фільтра і тривалості фільтроциклу (проти фільтрами з дрібнозернистим завантаженням – піском) [30]. Застосування завантаження фільтрів з гранітного щебеню замість піску дозволяє збільшити пропускну здатність фільтрів у 1,6 рази та підвищити їхню брудоемність у 1,5–2 рази. Фільтруюча завантаження з матеріалів з розвиненою поверхнею і великою пористістю має кращі фільтраційні параметри порівняно з кварцовим піском, це збільшує швидкість фільтрування при однаковій висоті та крупності зерен шару, що фільтрує. Втрати напору у завантаженні цих матеріалів зростають повільніше, ніж у піщаному шарі. Застосування таких матеріалів, що фільтрують, дозволяє збільшити пропускну здатність фільтрувальних споруд

в 1,5 рази. Керамзит та деякі види вулканічних шлаків, завдяки меншій щільності порівняно з піском, можуть бути використані у багат шарових фільтрах [31].

Розрахунок фільтрів з зернистим завантаженням. Сумарну площу фільтрів F , м² визначаємо за формулою:

$$F = \frac{(Q_p - Q_u)}{24 \cdot v_p - n \cdot v_p \cdot t} = \frac{(121.9 * 24 \text{ м}^3/\text{сут} - 0.12 * 24 \text{ м}^3/\text{сут})}{24 * 9.62 \text{ м}/\text{ч} - 1 * 9.62 \text{ м}/\text{ч} * 0.8 \text{ ч}} = 13.096 \text{ м}^2 \quad (2.13)$$

де Q_p – розрахункова витрата на споруди глибокого очищення стічних вод, м³/добу;

Q_u – загальна циркуляційна витрата, м³/добу (для орієнтованих розрахунків приймається $Q_u = 0,025 \cdot Q_p$ (при $n = 1$) та $Q_u = 0,05 \cdot Q_p$ (при $n = 2$));

n – кількість промивок одного фільтру на добу;

t – тривалість простою одного фільтру за час промивки, год;

v_p – розрахункова швидкість фільтрування, м/год, що визначається за формулою:

$$v_p = \frac{v_\phi \cdot (N - m)}{N} = \frac{11 * (16 - 2)}{16} = 9.62 \text{ м/год}, \quad (2.14)$$

де N – загальна кількість фільтрів; m – кількість фільтрів, що знаходяться на ремонті (при $N > 20$, $m = 3$; при $N < 20$, $m = 2$); v_ϕ – швидкість фільтрування при форсованому режимі, тобто при максимальному припливі води та вимкненні частини фільтрів на ремонт, м/год. Приймаємо переріз каркасно – засипних фільтрів $L = 7$ м, ширина $B = 0,8$ м:

$$S = L * B = 7 * 0.8 = 5.6 \text{ м}^2 \quad (5.2.3)$$

Знаходимо кількість фільтрів, достатніх для очищення:

$$n = \frac{F}{S} = \frac{13.09}{5.6} = 3 \text{ фільтри.}$$

ВИСНОВКИ

Порівняння результатів фактичного та гранично – допустимого скидання забруднюючих речовин з випуску в р. Дніпро біологічно очищених вод Лівобережної станції аерації виявило необхідність досягнення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин за показниками азот амонійних, фосфати та нафтопродукти.

Аналіз роботи ЛСА показує, що у очисних спорудах забезпечуються процеси повної біологічної очистки з нітрифікацією азоту амонійних солей. Основні показники біологічного очищення відповідають проекту, а також вимогам до якості очищення комунальних стічних вод. Водночас аналіз якісного складу вхідного потоку стічних вод за такими показниками як фосфати та нафтопродукти свідчать про недотримання підприємствами, що скидають виробничі стічні води до комунальної системи каналізації м. Дніпроа, «Правил прийому стічних вод».

В результаті виконання дипломної роботи з питання очищення стічних вод на Лівобережній станції аерації можна зробити висновок, що існуюча схема очищення стічних вод не забезпечує необхідної якості води з виважених речовин і БСК.

При впровадженні усереднителя механічне та біологічне очищення буде більш ефективним. Усереднення стічних вод призведе до зменшення навантаження інші споруди, що дозволить у цілому оптимізувати технологію очищення води. Застосування усереднювачів для вирівнювання коливань витрати при біологічному очищенні дає економію капітальних і експлуатаційних витрат поруч із ефективнішою експлуатацією. У усереднювачі відбувається змішання стічних вод різної концентрації, що надійшли протягом періоду коливання концентрацій. При цьому концентрації забруднень будуть вирівнюватися тим повніше, чим краще стічна вода, що надходить, буде перемішуватися в усереднителе.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛОВ

1. Абрамов Н.М. Каналізація: Підручник для вузів – 2 – ге вид., перероб. і доп. – М.: Будвидав, 1988. – 480 с.
2. Кульський Л. А., Строгач П. П. Технологія очищення природних вод. – Київ: 1986.
3. Очищення виробничих стічних вод: Навчальний посібник для вузів/Под ред. С.В. Яковлева. – 2 – ге вид., Перероб. та дод. – М.: Будвидав, 1985. – 335 с., іл.
4. Оцінка впливу на довкілля (ОВНС) Дніпроого Міськводоканалу. – Дніпро: Дніпрогромадянпроект. 2004. – 145с.
5. Нормативи гранично допустимих скидів речовин, що надходять у водний об'єкт із зворотними водами Лівобережної станції аерації м. Дніпроа. – 2004р.
6. Проект експлуатації 2 – ї черги очисних споруд повного біологічного очищення стічних вод Лівобережної станції аерації м. Дніпроа. – Одеса: НДІ «Укрдіпрокомунбуд», 1985. – 128с.
7. Акт перевірки виконання вимог природоохоронного законодавства на Лівобережній станції аерації м. Дніпроа. – 2003р.
8. БНіП 2.04.03 – 85 "Каналізація. Зовнішні мережі та споруди" / Затверджено постановою Державного комітету СРСР у справах будівництва від 21 травня 1985 року № 71.
9. СанПіН "Охорона поверхневих вод від забруднень" №4630 – 88.
10. Паспорт накопичувачів виробничих відходів Лівобережної станції аерації. – 2004р.
11. Водовідведення та очищення стічних вод. Частина 1. Водовідвідні мережі та споруди / Під загальною редакцією Мацнева А.І.: Навчальний посібник. – Рівне: РДГУ, 1999. – 203 с.: Іл.
12. Карюхіна Т.А., Чурбанова І.М. "Контроль якості води". – М.: Будвидав, 1986г

13. Карюхіна Т.А., Чурбанова І.М. "Хімія води та мікробіологія". – М: Будвидав, 1983р.
14. Охорона навколишнього середовища. Підручник для вишів. За ред. Белова З. У. М.: Вища школа, 1991. – 319 з.
15. Кульський Л.Л. Теоретичні основи та технологія кондиціонування води (Процеси та апарати). – Київ: Наукова думка. – 1971р. – 499с.
16. Методика технологічного контролю за роботою очисних споруд міської каналізації. – М: Будвидав, 1977р.
17. Охорона виробничих стічних вод та утилізація опадів. За редакцією В.М. Соколова. – М: Будвидав, 1992р.
18. Кургаєв Б.Ф. Освітлювачі води. – М.: Будвидав, 1997. – 192с.
19. Проскураков В.А., Шмідт Л.І. – Л.: Хімія, 1997. – 464с.
20. Мішустін Є.М., Ємцев В.Т. Мікробіологія. М: "Колос", 1970. – 320с.
21. Данилович ТАК. Нові досягнення в галузі анаеробної біологічної очистки концентрованих стічних вод. Оглядова інформація – М: Інститут економіки житлово – комунального господарства АКХ ім. К.Д. Памфілова. 1991 – 70с.
22. Яковлев С.В., Карюхіна ТА. Біологічні процеси при очищенні стічних вод. – М.: Будвидав, 1980. – 200с.
23. Куликов Н.І. Очищення стічних вод спільнотами вільноплаваючих та прикріплених мікроорганізмів та гідробіонтів. Докторська дисертація. – М., ВНДІ ВОДГЕО, 1988.
24. Довідник проектувальника. Каналізація населених місць та промислових підприємств. / За ред. Самохіна Н. В. – Москва: 1981.
25. Яковлев С. В., Карелін Я. А., Жуков А. І., Колобанов С. К. Каналізація Вид 5 – е. М., Будвидав, 1976. 632 с.
26. Кобєвник В.Ф. Охорона праці. Підручник для вузів. – До, 1990. – 287с.
27. Законодавство України щодо охорони праці. – Т. 1,2,3,4. – Київ, 1995.

28. Білецький Б.Ф. Конструкції водопровідно – каналізаційних споруд – М.: Будвидав, 1989. – 447 с.
29. Денисенко Г.Ф. Охорона праці/Навч. Посібник для вузів. – М: Вища шк., 1985.
30. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини: Навчальний посібник. – Львів, 1999.
31. Ласков Ю. М., Воронов Ю. В., Каліцун В. І. Приклади розрахунків каналізаційних споруд. М., Вища школа, 1981, 232 с.
32. Безпека людини у життєвому середовищі. За редакцією В.І. Голінька. Навчальний посібник для студентів/ Авт.: В.І. Голінько, М.В. Шибка, Г.О. Мірошник та ін. – Діпропетровськ: НДА України. 1997 – 165с.
33. Розрахунок споруд для очищення стічних вод. Методичні вказівки для курсового та дипломного проектування. Н.М. Павлова, В.Г. Іванов; Ленінград, 1978 р.
34. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та курсу "Теоретичні основи очищення води". Частина 1. – Макіївка: МакІСП. 1991 – 81с.
35. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України (з змінами, внесеними згідно з Наказом Державного комітету з питань житлово – комунального господарства N 2 ([z0077 – 05](#)) від 04.01.2005. – затверджено наказом Держжитлокомунгоспу України від 05.07.95 N 30.
36. Проектування споруд для очищення стічних вод: Довідковий посібник до СНП. – М: Будвидав, 1990.
37. Гідравлічний розрахунок каналізаційних мереж. Н.Ф. Федоров, Л.Є. Волков; Ленінград, Будвидав, 1998 р.
38. Євілович А.З. "Утилізація опадів стічних вод" М: Будвидав, 1989р.
39. Туровський І.С. "Обробка опадів стічних вод" М: Будвидав, 1984р.
40. Попкович Г.С., Ропін Б.Л. Системи аерації стічних вод. – М.: Будвидав, 1986. – 133с.

