

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природоохоронних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 101 «Екологія»

Тема: Екологічні аспекти використання біоставків для доочищення стоків

Завідувач кафедри

Пляцук Л.Д.

_____ (підпис)

Керівник роботи

Яхненко О.М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Консультант

з охорони праці

Васькін Р.А.

_____ (підпис)

Виконавець

студент групи

Стеценко Є.О.

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Суми 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій

Спеціальність 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____
“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Стеценко Єлизаветі Олександрівні Група ОС-81/1

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Екологічні аспекти використання біоставків для доочищення стоків
2. Вихідні дані до роботи: наукові статті, літературні джерела, інтернет-джерела
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:
 1. Проблема забруднення стічними водами
 2. Методи очищення стічних вод
 3. Біологічне очищення стоків
 4. Екологічні аспекти використання біоставків
4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Розділ 1	+					
2	Розділ 2		+				
3	Розділ 3			+			
4	Розділ 4				+		
5	Оформлення роботи					+	+

Дата видачі завдання 18 квітня 2022 року

Керівник _____
(підпис)

ст. викладач, к.т.н. Яхненко О. М.
(посада, прізвище)

Реферат

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи бакалавра

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 10 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 44 сторінки, у тому числі 2 таблиці, 5 рисунків, 1 графік, список використаних джерел 2 сторінки.

Метою дипломної роботи є дослідження особливостей використання біоставків для доочищення стоків.

Було поставлено завдання роботи, щоб досягти мету:

1. Визначити стан забруднення водних об'єктів
2. Провести аналіз методів очищення стічних вод;
3. Дослідити особливості методів біологічного очищення;
4. Дослідити особливості очищення стічних вод за допомогою біологічних ставків

Об'єкт дослідження – очищення стічних вод.

Предмет дослідження – процес біологічного очищення в біоставках.

У кваліфікаційній роботі було надано різноманітність методів очищення стічних вод. У роботі було проаналізовано ефективність біологічних ставків для очищення стічних вод. Надані рекомендації щодо впровадження біоставків з метою очищення стічних вод біологічним методом.

Ключові слова: СТІЧНІ ВОДИ, ОЧИЩЕННЯ, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, ЗАБРУДНЕННЯ, БІОСТОКИ, ВИКИДИ.

ЗМІСТ

Стор.

Вступ		4
Розділ 1	Проблема забруднення водою та необхідність очищення стоків	5
Розділ 2	Методи очищення стічних вод	11
	2.1 Фізичне очищення води	12
	2.2 Хімічне очищення води	13
	2.3 Механічне очищення води	18
	2.4 Біологічні методи очищення	19
Розділ 3	Екологічні аспекти використання біоствавків для доочищення стоків	20
	3.1 Будова біоствавків	24
	3.2 Механізм очищення стічних вод у біоствавках	29
	3.3 Біоочищення у біоствавках за допомогою водяних рослин	31
	3.4 Переваги та недоліки біоствавків	33
Розділ 4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	35
	4.1 Умови безпечної праці при роботі з технологічним обладнанням на водоочисних спорудах	37
	4.2 Вибір і обґрунтування заходів щодо нормалізації умов праці	38
	4.3 Безпека при надзвичайних ситуаціях	39
	Висновок	40
	Список джерел посилань	42

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	

ОС 18510152

Інв. № годл.	
--------------	--

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.				
		Розроб. Стеценко Є.О.			Екологічні аспекти використання біоствавків для доочищення стоків	Літ.	Аркуш	Аркушів
		Перев. Яхненко О.М.					3	42
		Н.Конт Васькін				СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
		Затв. Пляцук				гр. ОС-81/1		

РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ ТА НЕОБХІДНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ

Охорона та збереження навколишнього середовища, раціональне, економне використання природних ресурсів, поліпшення стану навколишнього природного середовища та зменшення антропогенного впливу на нього безперечно є актуальною екологічною задачею будь якої країни.

Одним із напрямків, в контексті охорони природи, є охорона та раціональне використання водних ресурсів, зокрема поверхневих вод.

Пріоритетною складовою – в охороні поверхневих вод є контроль за дотриманням вимог природоохоронного законодавства підприємствами, що здійснюють збір, очищення та відведення зворотних вод в поверхневі водні об'єкти Сумської області, зокрема підприємствами житлово-комунального господарства населених пунктів області.

На даний час на території Сумської області наявні 19 підприємств водогінно-каналізаційного господарства всіх форм власності, у т.ч. комунальні – 13, приватні – 6, а також 2 промислових підприємства які здійснюють водовідведення господарсько-побутових та виробничих стічних вод від населення та підприємств Сумської області. Загальна потужність 33 комплексів очисних споруд стічних вод становить близько 296,0 тис.м³/добу.

За результатами проведених Державною екологічною інспекцією у Сумській області заходів державного нагляду (контролю) та аналізу якості зворотних вод, які відводяться в поверхневі водні об'єкти, спостерігається тенденція до стійкого збільшення скидання забруднюючих речовин в поверхневі водні об'єкти з перевищенням допустимих нормативів майже всіма підприємствами житлово-комунального господарства, що призводить до забруднення поверхневих водних об'єктів та погіршення їх екологічного стану. Очисні споруди працюють, але їх ефективності недостатньо, а отже не

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

забезпечують належне очищення стічних вод внаслідок чого забруднені стоки скидаються в ріки, що в свою чергу призводить до їх забруднення [1] .

Водоочисні споруди призначені для прискорення звичайного процесу очищення води. Мільярдами людей всього світу і великою кількістю стічних вод цей процес перевантажений. Без чищення води кількість стічних вод призвела б до спустошення. У всьому світі більше вісімдесяти % всіх стічних вод скидається без чищення. У країнах, що мають водоочисні споруди, вони застосовують різні способи для очищення води з однією загальною метою: очистити воду якнайбільше і відправити її назад у навколишнє середовище, щоб зберегти людей і Землю безпечними та квітучими.

Хоча точних даних про утворення, збирання та очищення стічних вод по усім країнам світу обмежена кількість, очевидно, що в усьому світі переважна більшість стічних вод не збирається і не очищається. Крім того, збір стічних вод сам по собі не є синонімом очищення стічних вод. У багатьох випадках зібрані стічні води просто скидаються безпосередньо в навколишнє середовище без будь-якої обробки.

Сільськогосподарський стік майже ніколи не збирається і не очищається, тому метрики для цих типів стоків практично не існують. База даних AQUASTAT Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) оцінює глобальний забір прісної води в 3928 км³ на рік. За оцінками, 44% (1716 км³ на рік) цієї води споживається, в основному, сільським господарством шляхом випаровування на зрошуваних сільськогосподарських угіддях. Решта 56% (2212 км³ на рік) викидаються в навколишнє середовище у вигляді комунальних, промислових стоків і сільськогосподарських дренажних вод (рисунок 1.1).

Рівень очищення промислових і міських стічних вод у будь-якій країні, як правило, відображає її рівень доходу.

У середньому країни з високим рівнем доходу очищають близько 70% стічних вод, які вони утворюють, тоді як цей коефіцієнт падає до 38% у країнах із

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Арк
6

рівнем доходу вище середнього та до 28% у країнах з нижчим середнім рівнем доходу.

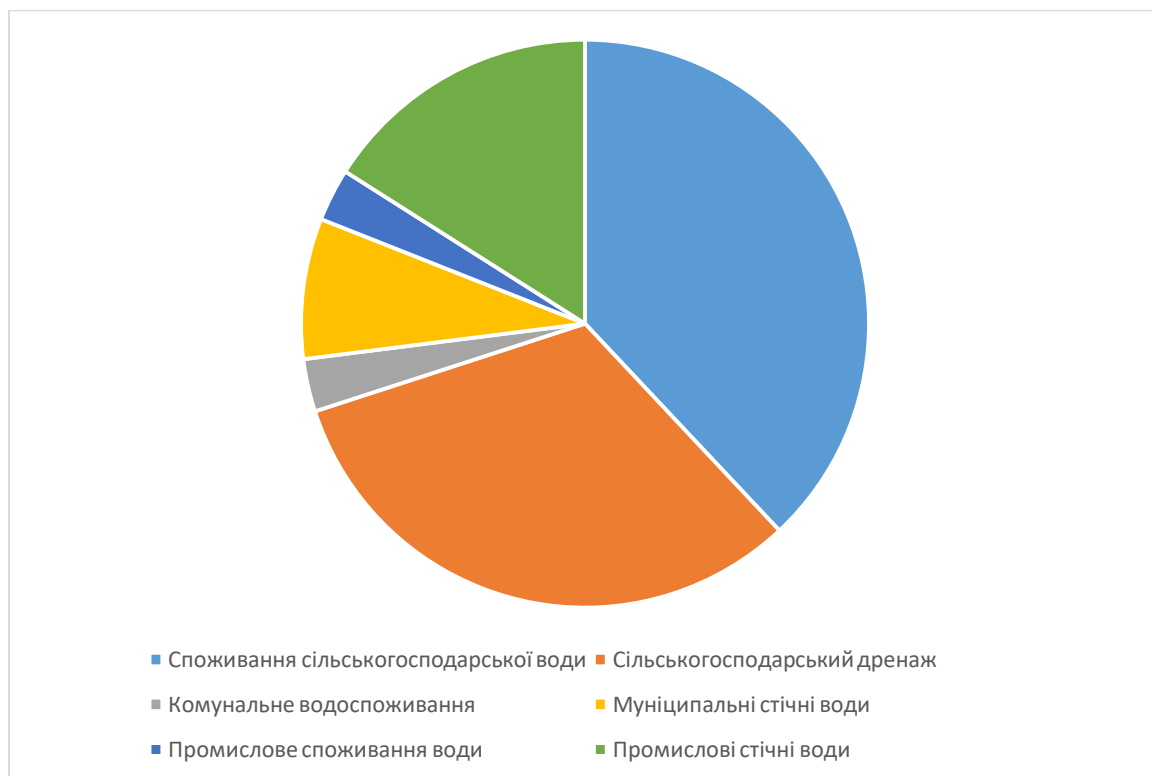


Рисунок 1.1 – Доля забору прісної води: глобальне споживання та виробництво стічних вод за основними секторами водокористування

У країнах з низьким рівнем доходу лише 8% промислових та міських стічних вод піддаються будь-якому виду очищення. Це погіршує ситуацію для бідних країн, які часто безпосередньо піддаються впливу стічних вод через брак водопостачання та санітарних послуг.

Водоочисні споруди призначені для прискорення природного процесу очищення води. З мільярдами людей і ще великою кількістю стічних вод простий процес перевантажений. Без чищення стічних вод кількість стоків призвела б до деградації водних екосистем, як це все ще відбувається сьогодні в країнах, що розвиваються. У всьому світі більше вісімдесяти % всіх стічних вод скидається без чищення. У країнах, що мають водоочисні споруди, застосовуються різні способи для очищення води з однією загальною метою: очистити воду

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

якнайбільше і відправити її назад у навколишнє середовище, щоб зберегти стан функціонуючих екосистем і їх складових.

У ЄС наприкінці 2000-х років забруднення води нітратами та іншими поживними речовинами в сільськогосподарському секторі становило 50-80 відсотків загального забруднення води. Щоб зменшити цю проблему, ЄС створив Директиву про нітрати, що включає дві ключові речі. Перше – це визначення, які ділянки вразливі до такого забруднення, що потребує системного моніторингу територій та розробки плану дій щодо вирішення проблеми. Друге – це правила використання більш екологічно чистих практик та спеціальних технологій у господарствах, а також допомога сільськогосподарським товаровиробникам у впровадженні та дотриманні екологічної практики.

У реальному часі сорок відсотків території ЄС мають ранг «вразливих територій». Використання добрив повільно скорочується, приблизно на десять відсотків із середини 2000-х років. Європейська зелена угода та тактика «відвилки довилки», щоб зробити Європу кліматично нейтральною та мінімізувати вплив на навколишнє середовище, зменшить використання добрив ще на 20 відсотків до 2030 року. Ступінь забруднення води в ЄС також стабілізувався а рівень нітратів почав знижуватися на 70% в водних об'єктах і на 66% підземних вод.

Проблема недопущення забруднення природних вод в Україні давно стала загальнодержавною. Шістдесят відсотків води в нашій державі екологи вважають непридатною для пиття. Найсумніша ситуація у Дніпропетровську, Донецьку, Запоріжжі, Києві, Херсоні, Одесі.

Загалом на карті можна побачити відхилення за регіонами. До найбільш брудних річок України належать Сіверський Донець, Сула, Дністер, Кальміус та Західний Буг. Так, в Західному Бугу насиченість азотом у п'ятнадцять, а важкими металами у вісім разів вище норми. У притоках Дністра рівень марганцю перевищує можливу норму в двадцять дев'ять разів.

Підп. і дата	
Інв. № доубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Арк
8

Результати досліджень Каховського, Київського, Кременчуцького та Дніпродзержинського водосховищ мають невтішні результати. Міді і марганцю у вісімдесят разів більше, ніж зазначено в стандартах. Навіть купання в такій воді може призвести до шкірних захворювань, а ця вода часто використовується і для водопостачання населенню. [2]

Слід зазначити, що Україна не входить до числа країн з високим рівнем водопостачання. А в плані використання відновлюваних джерел води знаходиться в кризі. Основним методом очищення питної води, що подається не з артезіанських джерел, було і залишається хлорування, яке призводить до утворення небезпечних хлорорганічних сполук.



Рисунок 1.2 – Екологічна ситуація та стан питних вод України

Фактично всі водойми близькі до 4-го і 5-го класів якості, тобто характеризуються як мінімум як забруднені. Практично в усіх регіонах країни якість води залишається низькою через відсутність повного комплексу очисних споруд та санітарно-захисних зон.

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ОС 18510152

Джерелами забруднювання природних вод можуть стати наступні джерела.

- Стічні води: відходи, бруд, миючі засоби, каналізаційні стоки..
 - Фермерське господарство: добрива, гербіциди, інсектициди та органічні відходи змиваються і потрапляють у поверхневі та підземні води.
 - Промислові відходи: ртуть, мідь, фтор, радіоактивні частинки..
Викиди бувають навмисними та випадковими (аварії, втрати). До «найзгубніших» галузей належать чорна металургія, нафтопереробка та целюлозно-паперові побутові комбінати.
 - Втрата нафти: нафтопродукти потрапляють у поверхні води, перекриваючи доступ світла і кисню, викликаючи загибель риб і птахів.
 - Тверді відходи: пластикові пляшки, пакети, змитий пил. В результаті водойми перетворюються на сміттєзвалища.
 - Теплове забруднення: загальна температура водойми підіймається коли в неї скидається тепла вода з атомних і теплових електростанцій. Це призводить процесів евтрофікації водойм, а також до прискореного розросту водоростей та ціанобактерій.
 - Забруднення атмосфери: попіл, зола, сажа, газоподібні кислотоутворюючі гази. Оксиди азоту і сірки, з'єднуючись з киснем і вологою, зазвичай викликають кислотні опади.
- Отже проблема забруднення природних джерел води існує, сучасна напружена екологічна ситуація лише посилює проблему.

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

Стичні води утворюються зі стічних вод побутових комунальних вод, промислових відходів, стоків з тваринних комплексів, дощового стоку та інфільтрації підземних вод. Вона складається на 99,9% з води, де 0,1% - це зважений або розчинений матеріал. Цей матеріал є сумішшю фекалій, залишків їжі, миючих засобів, жиру, олій, солей, важких металів, піску тощо.

Масло, жир, пісок та зважені речовини можуть погіршити транспортування та/або маніпуляцію через засмічення та знос. Тому профілактика та раннє видалення цих речовин є важливим для довговічності системи очищення.

Спеціальні технології попередньої обробки використовують фізичні механізми видалення, такі як просіювання, флотація, відстоювання та фільтрація. Поведінкові та технічні заходи контролю джерел на рівні домогосподарства або будівлі можуть зменшити навантаження на забруднення та зменшити вимоги до попередньої обробки. Наприклад, тверді відходи та рослинне масло слід збирати окремо, а не виливати в каналізацію. Відповідні екрани, фільтри та водяні ущільнювачі можуть запобігти потраплянню твердих речовин в систему. Каналізаційні люки завжди повинні бути закриті кришками люків, щоб уникнути потрапляння сторонніх матеріалів у каналізацію.

Гарна якість води має важливе значення для здоров'я людей, соціального та економічного розвитку та функціонування будь-якої екосистеми. Однак із зростанням населення та погіршенням природного середовища забезпечення достатніх і безпечних водних ресурсів для всіх стає все більш складним. Основна частина рішення полягає в тому, щоб зменшувати ступінь забруднення та покращити спосіб управління стічними водами.

Можливо очистити стічні води та зробити придатними до використання, використовуючи технології очищення стічних вод.

Є декілька методів очищення:

- Механічне;
- Хімічне;

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Арк
11

- Фізичне;
- Біологічне.

2.1 Фізичне очищення води

На цьому етапі очищення стічних вод використовує фізичні методи. Для видалення твердих речовин використовуються такі процеси, як просіювання, відстоювання та знежирення. У цьому процесі не беруть участь хімічні речовини.

Одним з основних методів фізичного очищення стічних вод є седиментація, тобто процес суспендування нерозчинних/важких частинок зі стічних вод. Як тільки нерозчинна речовина осяде на дно, можна відокремити чисту воду.

Для фізичного очищення застосовують:

- решітки (>5 мм грубі домішки);
- сита (>5 мм домішки);
- жиро-, масло-, нафто- та смоловловлювачі для видалення з виробничих стічних вод відповідних забруднень;
- відстійники, в яких відбувається осадження завислих речовин, а також спливання легких речовин на водну поверхню;
- спеціальні фільтри і центрифуги;
- пісковловлювачі для затримання мінеральних забруднень (рисунки 2.1).

Пісковловлювач працює так: улаштовується на дні споруди по всій довжині один чи декілька піскових лотків. Глибина лотка повина бути меншою двох діаметрів змивного трубопроводу у якого ширина складає 0,4-1,2 м, а ширина лотків у пісковловлювача 0,5 м. [3]

Ще одним ефективним методом фізичної обробки води є аерація. Цей процес передбачає циркуляцію повітря через воду для забезпечення киснем.

Фільтрація є третім методом і використовується для фільтрації всіх забруднень. Для цього використовуються спеціальні фільтри, щоб фільтрувати

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ОС 18510152

стічні води та відокремлювати забруднювачі та нерозчинні частинки, що присутні в воді. Піщані фільтри є найпоширенішими фільтрами. Цей метод також дозволяє легко видалити жир з деяких поверхонь стічних вод.

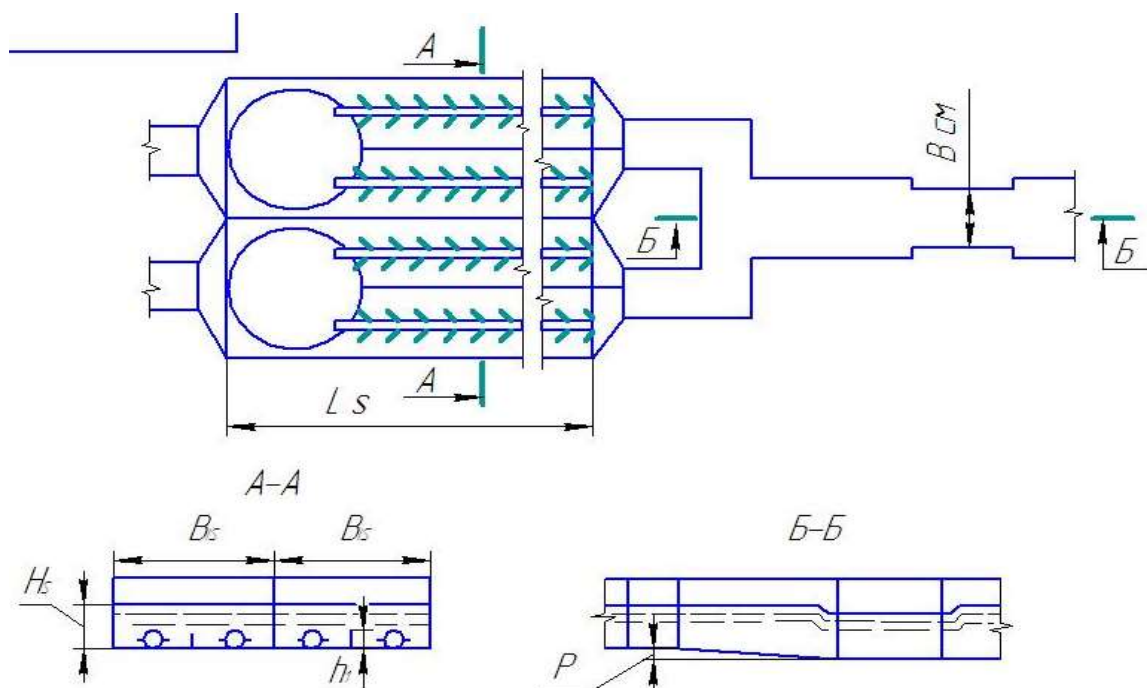


Рисунок 2.1 – Схема горизонтального пісковловлювача з гідромеханічним видаленням осаду.

2.2 Хімічне очищення води

Хімічне очищення передбачає додавання хімічних речовин до забрудненої води.

Особливі хімічні речовини, такі як хлор, перекис водню, хлорит натрію та гіпохлорит натрію (відбілювач), діють як агенти, які дезінфікують та допомагають у очищенні стічних вод на очисних спорудах.

Існує де-яка кількість окремих хімічних способів, що поділяються на:

- хімічну коагуляцію,
- хімічне осадження,
- хімічне окиснення та розширене окиснення,
- іонний обмін,
- хімічну нейтралізацію та стабілізацію.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

2.2.1 Нейтралізація

Нейтралізація – це техніка очищення, при якій кислоту або основу додають, щоб привести воду до природного рівня рН 7. Хімічні речовини запобігають розмноженню бактерій у воді, роблячи воду чистою.

2.2.2 Хімічний осад

Хімічний осад є особливо поширеним способом видалення розчинених металів з розчинів стічних вод, що містять токсичні метали. Для переведення розчинених металів у тверду форму суміші додають реагент для осадження. Хімічна реакція, що запускається реагентом, призводить до того, що розчинені метали утворюють тверді частки. Після цього можна застосовувати фільтрацію для видалення частинок із суміші. Наскільки якісно працює процес, залежить від виду присутнього металу, концентрації металу та типу використовуваного реагенту.

Так, при осадженні гідроксиду, зазвичай використовуваному процесі хімічного осадження, гідроксид кальцію чи натрію застосовується як реагент для твердих гідроксидів металів. Втім може бути складно утворити гідроксиди з розчинених частинок металів у стічних водах, тому що багато розчинів стічних вод містять змішані метали.

2.2.3 Хімічна коагуляція

Цей хімічний процес включає дестабілізацію частинок стічних вод, так що вони агрегують під час хімічної флокуляції. Дрібні тверді частинки, розсіяні в стічних водах, несуть негативний електричний поверхневий заряд (у їхньому типовому стабільному стані), що перешкоджає утворенню їх більших груп і осадженню. Хімічна коагуляція дестабілізує ці частинки шляхом збільшення позитивно заряджених коагулянтів, які після цього скорочують заряд негативних частинок. Як тільки заряд зменшується, частки вільно утворюють більші частинки. Далі в суміш вводять аніонний флокулянт. Від того, що флокулянт

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

взаємодіє з позитивно зарядженою сумішшю, він або нейтралізує групи частинок, або створює містки між ними, об'єднуючи частинки в більші групи. Після утворення більш великих груп часток можна використовувати седиментацію видалення частинок із суміші.

2.2.4 Хімічне окиснення/відновлення та прискорене окиснення

При додаванні окиснювача при хімічному окисненні електрони переходять від окиснювача до речовин, що є забруднювачами у стічних водах. Після цього забруднюючі речовини зазнають структурну модифікацію, стаючи менш руйнівними сполуками.

Так, лужне хлорування використовує хлор як окиснювач проти ціаніду. Втім, лужне хлорування як процес хімічного окислення може призвести до утворення токсичних хлорованих сполук, і можуть знадобитися додаткові етапи. Поліпшене окиснення може допомогти видалити будь-які органічні сполуки, що утворюються як побічний продукт хімічного окиснення, за допомогою таких процесів, як відгін паром, відгін повітрям або адсорбція активованим вугіллям.

Окисно-відновні реакції застосовуються для обробки питної води. Хлоровані вуглеводні та пестициди можна результативно видалити зі стічних вод за допомогою обробки озоном та перекисом водню. Процеси окиснення також застосовуються для розкладання лікарських речовин, таких як антибіотики або цитостатичні препарати, які можна знайти у воді. Відновлювальні процеси також можуть бути використані для перетворення важких металів на сульфіди.

2.2.5 Іонний обмін

Коли вода занадто жорстка, її складно застосовувати для чищення, і вона часто залишає сірий осад. Для пом'якшення води можна використовувати процес іонного обміну, подібний до процесу зворотного осмосу.

Кальцій та магній є поширеними іонами, що призводять до жорсткості води. Для пом'якшення води вводять позитивно заряджені іони натрію як розчиненої кухонної солі або розсолу. Іони кальцію та магнію замінюються іонами натрію, а

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

вільні іони натрію просто видаляються у воду. Проте після пом'якшення великої кількості води розчин для пом'якшення може заповнитися надлишком іонів кальцію і магнію, що буде потребувати додавання до розчину іонів натрію.

2.2.6 Адсорбція та хемосорбція

Адсорбція – це процес накопичення речовин на поверхні твердого тіла під дією сили Ван-дер-Ваальса. Цей процес є фізичним - коли те саме відбувається в результаті хімічного зв'язку, цей процес відомий як хемосорбція.

При очищенні стічних вод часто використовують активоване вугілля для зв'язування розчинних елементів у воді, які неможливо видалити на ранніх стадіях процесу очищення, таких як механічна або біологічна. Барвники від фарбування текстилю, залишки фармацевтичних препаратів, миш'як та важкі метали є прикладами речовин, які можна результативно видалити за допомогою цього процесу.

2.2.7 Осадження

Хімічний процес осадження включає додавання в стічні води відповідних реагентів, які можуть перетворювати розчинені речовини на погано розчинні. За такого реформування матеріал випадає осад і знижує концентрацію матеріалу. Важкі метали можуть осаджуватися як гідроксиди металів, а аніони можуть брати осаджені, наприклад, як солі кальцію, заліза чи алюмінію.

2.2.8 Флокуляція

При флокуляції флокулянти використовуються для видалення дуже дрібних частинок зі стічних вод, які зазвичай не накопичуються у вигляді більших агломератів внаслідок їх електричного відштовхування від ідентичного заряду. При додаванні спеціальних хімікатів утворюються крупніші групи частинок, які після цього осідають у процесі осадження.

Підп. і дата	
Інв. №дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

2.2.9 Хімічна стабілізація

Цей процес хімічного очищення стічних вод працює подібно до хімічного окислення. Шлам обробляють великою кількістю даного окислювача, наприклад хлору. Використання окислювача уповільнює швидкість біологічного зростання осаду, а також допомагає дезодорувати суміш. Після цього вода видаляється із шламу. Перекис водню також може застосовуватися як окислювач і може бути більш економічним вибором. (рис.2.2)

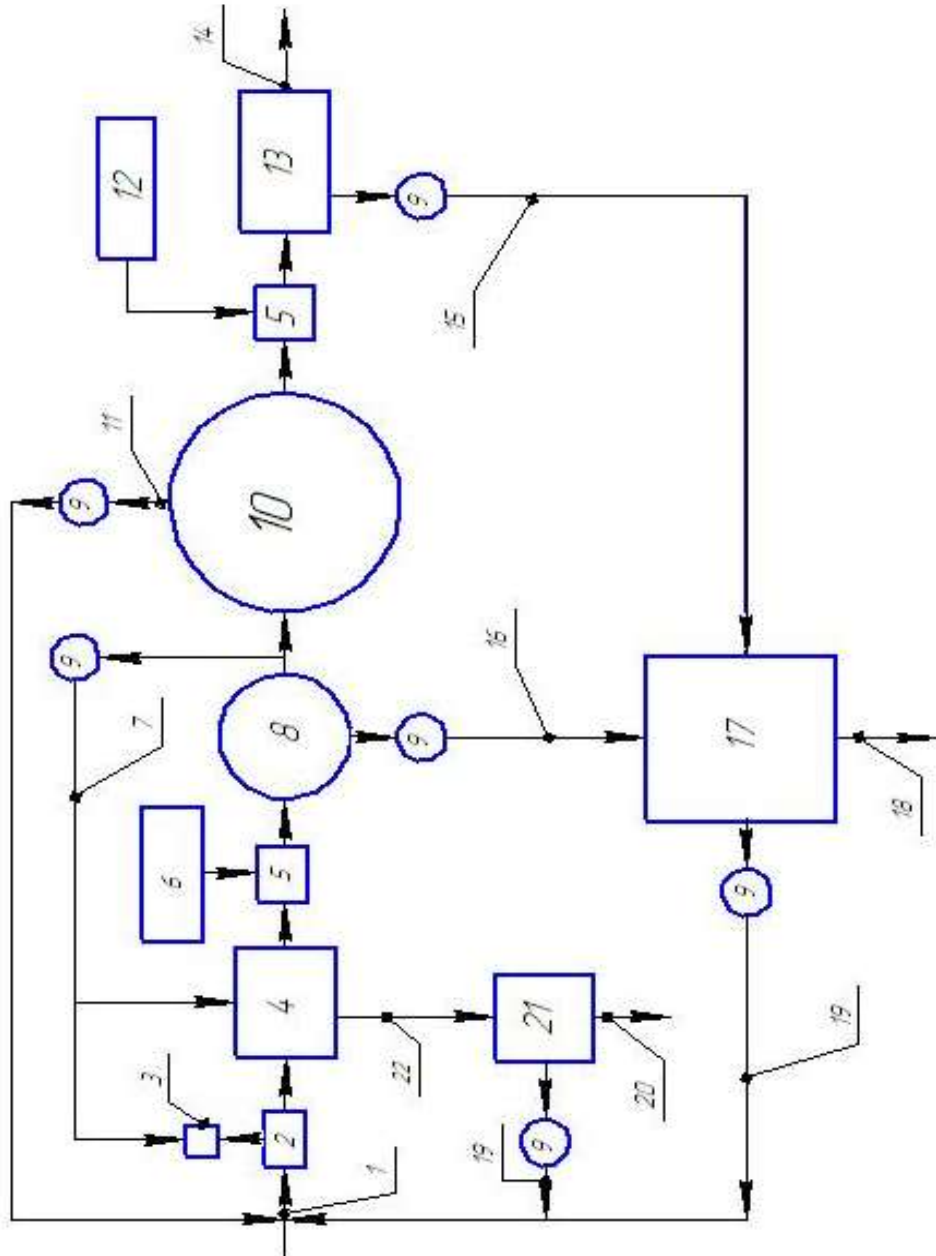


Рисунок 2.2 – Технологічна схема фізико-хімічної очистки стічних вод:

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

1 – стічні води, що очищуються, 2 – решітка, 3 – дробарка, 4 – пісковловлювач, 5 – змішувач, 6 – реагентне господарство, 7 – технучна вода, 8 – відстійник, 9 – насосна станція, 10 – фільтр, 11 – промивна вода, 12 – хлораторна, 13 – контактний резервуар, 14 – очищені стічні води, 15 – осад з контактного резервуару, 16 – реагентний осад, 17 – споруди для зневоднення осаду, 18 – зневоднений осад, 19 – дренажна вода, 20 зневоднений пісок, 21 – пісковий майданчик, 22 - піщана пульпа. [3]

2.3 Механічне очищення

Механічні системи очищення використовують комбінацію фізичних, біологічних та хімічних процесів для досягнення цілей обробки. Використовуючи природні процеси в штучному середовищі, технології механічного очищення використовують серію резервуарів, а також насоси, повітродувки, шліфувальні машини та інші механічні компоненти для очищення стічних вод. Потік стічних вод у системі контролюється різними типами контрольно-вимірювальних приладів. Реактори секвенування періодичної дії, окисні канали та системи розширеної аерації є варіаціями процесу активного мулу, який є системою з призупиненим зростанням. Процес контакту струмених фільтруючих твердих тіл, навпаки, є системою прикріпленого росту. Ці системи очищення ефективні там, де земля коштує дорого.

Факультативні лагуни є найпоширенішою формою технології водної очистки лагуни, що використовується в даний час. Шар води поблизу поверхні є аеробним, у той час як нижній шар, який включає мулові відкладення, є анаеробним. Проміжний шар є аеробним поблизу верхнього та анаеробним поблизу низу і становить факультативну зону. Аеровані лагуни менші і глибші, ніж факультативні лагуни. Ці системи розвинулися зі стабілізаційних ставків, коли були додані аераційні пристрої для протидії запахам, що виникають у септичних умовах. Аераційні пристрої можуть бути механічними чи дифузними повітряними системами. Головним недоліком лагун є високий вміст стічних вод,

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

який може перевищувати 100 мг/л. Щоб протидіяти цьому, гідрографічні лагуни із контрольованим вивільненням є нещодавньою інновацією. У цій системі стічні води скидаються лише в періоди, коли потік потоку достатній для запобігання погіршенню якості води. Коли умови потоку забороняють скидання, стічні води накопичуються у лагуни для зберігання.

2.4 Біологічні методи очищення

Для очищення побутових і промислових стічних вод від різних розчинених органічних і деяких неорганічних (сірководень, аміак та ін.) сполук застосовують біологічні методи. Процес біологічного очищення заснований на здатності мікроорганізмів використовувати забруднюючі речовини як поживні речовини протягом свого життя. Відомі аеробні та анаеробні методи біологічного очищення стічних вод.

Біологічне очищення стічних вод є, здавалося б, простим процесом, тому що воно використовує природні процеси для допомоги у розкладанні органічної речовини, але насправді це складний та повний інтерфейс між біологією та біохімією.

Біологічне очищення використовує бактерії, нематодів чи інші дрібні організми для руйнування органічних відходів з використанням нормальних клітинних процесів.

Стічні води зазвичай багаті на органічні речовини, можуть містити патогени, важкі метали та токсини.

Біологічна обробка може включати аеробні та анаеробні процеси.

- аеробні відносяться до процесу, в якому присутній кисень
- анаеробні відносяться до біологічного процесу, в якому немає кисню.

Є можливість контролювати та покращувати як аеробні, так і анаеробні біологічні процеси для оптимального видалення органічних речовин зі стічних вод.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Біологічне очищення стічних вод широко використовується як процес посточищення для видалення речовин, що залишилися після попереднього очищення. Первинне очищення води видалає зі стічних вод такі речовини, як відкладення та олії.

При виборі між аеробними та анаеробними процесами зазвичай перевага надається аеробним процесам, оскільки ці системи вважаються більш надійними, стабільними та більш простими для керування.

Однак анаеробний процес має кілька явних переваг, зокрема анаеробний процес утворює менше мулу, ніж аеробний процес. Аеробний процес виробляє більше біомаси (шламу) за кожен кілограм випущеного БПК. Анаеробні процеси є джерелом утворення біогазу, який можна використовувати як паливо та енергію. Енергетичні потреби аерації в аеробному процесі перевищують потреби в перемішуванні в анаеробному процесі.

Обидва ці природні принципи очищення стічних вод породжують фундаментальні відмінності у пов'язаних з цим техніко-економічних процесах (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Порівняння анаеробного і аеробного очищення

Анаеробне очищення	Аеробне очищення
Невелика кількість надлишкового мулу	Велика кількість надлишкового мулу
Виробництво енергії за допомогою біогазу	Висока потреба в енергії
Низький необхідний простір	Високий необхідний простір
Немає повної біологічної деградації	Повна біологічна деградація
Чутливий до високої концентрації сульфату та кальцію	

Підп. і дата
Інв. №дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

2.4.1 Анаеробне очищення

Анаеробні процеси використовуються для очищення більш забруднених стічних вод. Анаеробні мікроорганізми проводять свій метаболізм лише за відсутності кисню. Анаеробні процеси характеризуються невеликою кількістю надлишкового мулу, що утворюється, і низькими енергетичними вимогами. Оскільки біогаз утворюється у процесі деградації, анаеробні процеси виробляють надлишок енергії. Біогаз є сумішшю його основних компонентів, метану і вуглекислого газу, зі слідами сірководню, азоту і кисню. Біогаз енергетично використовується в основному у двигунах внутрішнього згоряння або котлах. У своїй функції регенеративного енергоносія біогаз замінює викопне паливо у виробництві технологічної пари, тепла та електроенергії. Склад та якість біогазу залежать як від властивостей стічних вод, так і від умов процесу, таких як температура, час утримання та об'ємне навантаження.

2.4.2 Аеробна процедура

Аеробні мікроорганізми потребують кисню для підтримки своєї метаболічної активності. При очищенні стічних вод кисень подається у стічні води у вигляді повітря спеціальним аераційним обладнанням. Бактерії використовують розчинений кисень для перетворення органічних компонентів у вуглекислий газ та біомасу. Крім того, аеробні мікроорганізми перетворюють амонізовані органічні сполуки азоту та окислюють амоній та нітрит з утворенням нітрату (нітрифікації).

Ключовими факторами успіху аеробного процесу є достатня кількість поживних речовин по відношенню до кількості біомаси, певна температура та режим рН, а також відсутність токсичних речовин. Аеробні процеси характеризуються великими обсягами надлишкового мулу та вищими енергетичними вимогами порівняно з анаеробними процесами. Крім того, ці реактори зазвичай мають великі вимоги до простору.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

РОЗДІЛ 3 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БІОСТАВКІВ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТОКІВ

У випадку недостатньої ефективності очищення стічних вод на біологічних очисних спорудах застосовується глибоке доочищення таких вод від органічних зважених речовин, від біогенних складових і поверхнево-активних речовин.

На сьогодні біоставки є розповсюдженими методами очищення води у США, Канаді, Данії, Швеції, Австралії, Японії, Великобританії, Франції, Іспанії, Чехії, Словаччині, Німеччині, Ізраїлі, Китаї, Індії, Польщі та ін. Вони споруджуються в різних варіантах проточності та з різним терміном перебування в них забруднених стічних вод (від 5 до 60 діб).

На території України, де є сприятливі метеоумови, біоставки використовуються, але не так поширено, як це теоретично можливо в практиці доочищення та знезараження стоків. Найчастіше їх використовують в умовах необхідності доочищення стоків на підприємствах, агрокомплексах у віддаленій місцевості при неможливості під'єднання стоків до загальної каналізаційної системи очищення стоків. Тоді для відносно малих об'ємів стоків, що потребують доочищення, можуть застосовуватися природні методи доочистки завдяки біологічним ставкам. Але саме невисока інтенсивність природних біохімічних процесів невелика площа споруд і кліматичні умови обмежують процес застосування методів біоочищення стічних вод у біоставках.

Біологічні (біоінженерні) ставки є природно або штучно побудованими мілководними водоймами або послідовно з'єднаною системою водойм для біологічного очищення стічних вод, що працюють самостійно, і базуються на процесах самоочищення водойм, а саме на процесах мікробної трансформації та фітореMediaції забруднень. Але в біологічних ставках, на відміну від природних водойм, всі процеси очищення протікають не спонтанно, а контролюються і регулюються людським фактором.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Біологічні ставки можуть бути використані як самостійна очисна споруда або як очисні ставки для доочищення стоків, що пройшли стадію біоочищення в біофільтрі або аеротенку. Завдяки біоставкам є можливість видаляти органічні забруднення, завислі речовини, патогенні мікроорганізми та найпоширеніші біогенні елементи з забруднених стічних вод.

Якщо очисні ставки функціонують як самостійні системи водоочистки, то забруднені стічні води перед надходженням до біоставка розбавляються трьох-чи п'ятикратними об'ємами технічної або господарсько-питної води. В таких водоймах для проходження процесів очищення середньорічну температуру підтримують в межах +10 °С і вище.

Серед біоінженерних споруд можна вирізняти різні їх варіанти.

1 В залежності від призначення: існують біоставки для біологічного очищення попередньо відстояних стічних вод та біоставки для біологічного доочищення та знезараження стічних вод. Для відстояних стоків, але без розбавлення, навантаження на біотехнічні ставки складає до 250 м³/га/на добу; для біологічно очищених вод до 500 м³/га/на добу.

2 В залежності від технічного вирішення варянту подічі води : контактні та проточні, що в свою чергу поділяються на одно- та багатоступеневі);

3 В залежності від концентрації води, що подається на очищення (розбавлені стічними водами та без розбавлення);

4 За часом перебування стічних вод та за глибиною ставків;

5 За особливостями характеру біотичного кругообігу та механізмом очищення.

6 За характером процесів, що відбуваються в залежності від наявності кисню виділяють:

– аеробні, де проходить біоокислення органічних речовин аеробними бактеріями, гідробіонтами при перемішуванні чи аерації, масовому рості самостійних або штучноінокульованих водоростей, які додатково виділяють атомарний кисень. що залежить від температури та швидкості руху води);

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

- анаеробні, що відбуваються в безкисневому середовищі за допомогою мікроорганізмів - анаеробів з виділенням газів CH₄, CO₂, H₂, N₂, H₂S, сульфідів, гумінів, гуматів тощо);
- факультативно аеробні процеси, що проходять на межі заеробної на анаеробної зон водойми.

3.1 Будова біоставків

Спори гідроботанічних майданчиків при всій різноманітності умов утворення і складу стічних вод, кліматичних особливостей місцевості, використовуваних видів рослин, мають загальні принципи конструювання і функціонування. [4]

Біологічні ставки влаштовують у вигляді котлованів, зазвичай ущільнених земляними валами або дамбами з внутрішньою обшивкою із залізобетонних плит, покриттям з полімерних плівок тощо.

Біологічні ставки будують на нефільтруючих або погано фільтруючих ґрунтах. При будівництві біоставка на фільтруючих ґрунтах влаштовують спеціальні водонепроникні екрани. [3]

Стічна вода що потребує доочищення після споруд біологічної очистки потрапляє в штучне болото, яке в загальному випадку при будь-якому типі ґрунту включає гідроізоляцію, гравій, або інший фільтруючий накопичувач, трубу для підведення стічної води, збір очищеної води і направлення її в водойму або систему водообороту. [4]

Біоставки відносно населених пунктів розміщують з підвітряної сторони пануючих у теплий період року вітрів. Напрямок руху води у ставках при цьому повинен бути перпендикулярним до напрямку вітрів. Середня глибина ставків складає від 0.5 до 1.0 м.

За характером подачі кисню біоставки можуть бути з природною і штучною аерацією.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

У біоставках з природною аерацією кисень надходить через відкриту поверхню води. Глибина біопрудів зі звичайною аерацією 0.5-1 м. Маленька глибина ставка забезпечує відмінний прогрів, світло та аерацію води.

Біоставки з природною аерацією влаштовують при БПК_{повн.} очищувальних стічних вод до 200 мг/л. Вони експлуатуються цілий рік у IV кліматичному районі, а II і III кліматичних районах – тільки в теплий сезон, а вхолодний сезон – за умови, що вода в біотавках має температуру не нижче 8 °С

Біоставки зі звичайною аерацією влаштовують при БПК_{повн.} очищених стічних вод до 200 мг/л, при більш високих БПК_{повн.} необхідно проводити цей процес у ставках з штучною аерацією.

Якщо значення БПК перевищує 500 мг/л, стічні води підлягають завчасному попередньому чищенню. БПК_{повн.} стічних вод, що направляються на доочистку в біоставки з природною аерацією, не повинно бути більше 25 мг / л, а для ставків зі штучною аерацією - не більше 50 мг / л.

Для інтенсифікації процесу очищення стічних вод в аеровані ставки штучно подається повітря. При штучній аерації в біоставках здійснюється подача повітря за допомогою компресора через дірчасті труби або за допомогою механічних аераторів. Це дає можливість очистити стічні води від БПК_{повн.} до 500 мг/л, збільшити глибину до 5 м, скоротити час очищення води в біопрудах в 3-5 разів у порівнянні з біопрудами зі звичайною аерацією. Такі біологічні ставки займають набагато меншу площу і менше залежать від кліматичних умов, можуть працювати при температурі повітря від -15 до -20°С, а окремі дні -45°С. Аерацію біопрудів проводять за допомогою механічних, пневматичних або пневмомеханічних аераторів. [3]

Біоставки проектуються не менше ніж з двох паралельних сегментів, кожен з яких включає 2-5 послідовних ступенів з ймовірністю відключення будь-якої водойми на чищення або профілактичний ремонт. Бажано, щоб будь-який ступінь біоставка з природною аерацією працював як реактор-витіснювач, що забезпечується при відношенні довжини сегменти до її ширини не менше 20:1.

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Якщо в певних умовах неможливо виконати це співвідношення, то на кожному ступені біоставка повне застосування його обсягу має бути забезпечено конструкцією впускних і випускних пристроїв.

У біологічних ставках з штучною аерацією співвідношення довжин сторін може бути будь-яким. При цьому аератори зобов'язані забезпечувати рух води в будь-якій точці біологічного живлення зі швидкістю не менше 0,05 м/с. [5]

Біоценоз біологічного ставка формується залежно від навантаження органічною речовиною (БПК) на одиницю площі, кисневого стану та складу очищених стічних вод.

Базову основу біоценозу складають бактерії, однак на наступних етапах очищення у біостваках в очисних процесах беруть участь водорості, а в потім вища водна рослинність.

У нормальній експлуатації, на додаток до повного біологічного очищення, біоставки за рахунок певного рослинного складу також забезпечують високий результат самоочищення від бактерій. Так, кількість кишкових паличок у водоймах зменшується на 95,9-99,9%, а вміст яєць гельмінтів в очищених стічних водах зовсім невеликий.

Перед біологічними ставками слід передбачити механічну очистку стічних вод на решітках, в пісколовках і відстійниках. При концентрації завислих речовин у стічних водах до 250 мг/л тривалість відстоювання можна прийняти за 0,5 години, при концентрації 250–500 мг/л – за одну годину. У ряді випадків відстоювання стічних вод здійснюється в біостваках першого ступеня, однак такий технологічний прийом не можна вважати раціональним через труднощі видалення осаду з плоского дна біоустановки.

Після біостватків із природною аерацією додаткового освітлення стічних вод не передбачається. Після біологічних установок з штучною аерацією очищені стічні води необхідно відстоювати 2-2,5 години.

Використання біологічних ставків з природною аерацією для біологічного очищення стічних вод рекомендується при витраті очищених стічних вод до

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Арк
26

5000 м³/добу, а біологічних показників з неприродною аерацією - до 15000 м³/добу.

На рисунку 3.1 наведено технологічні конструкції біологічних ставків для очищення стічних вод потужністю 100–10 тис. м³/добу для II, III та IV кліматичних зон.

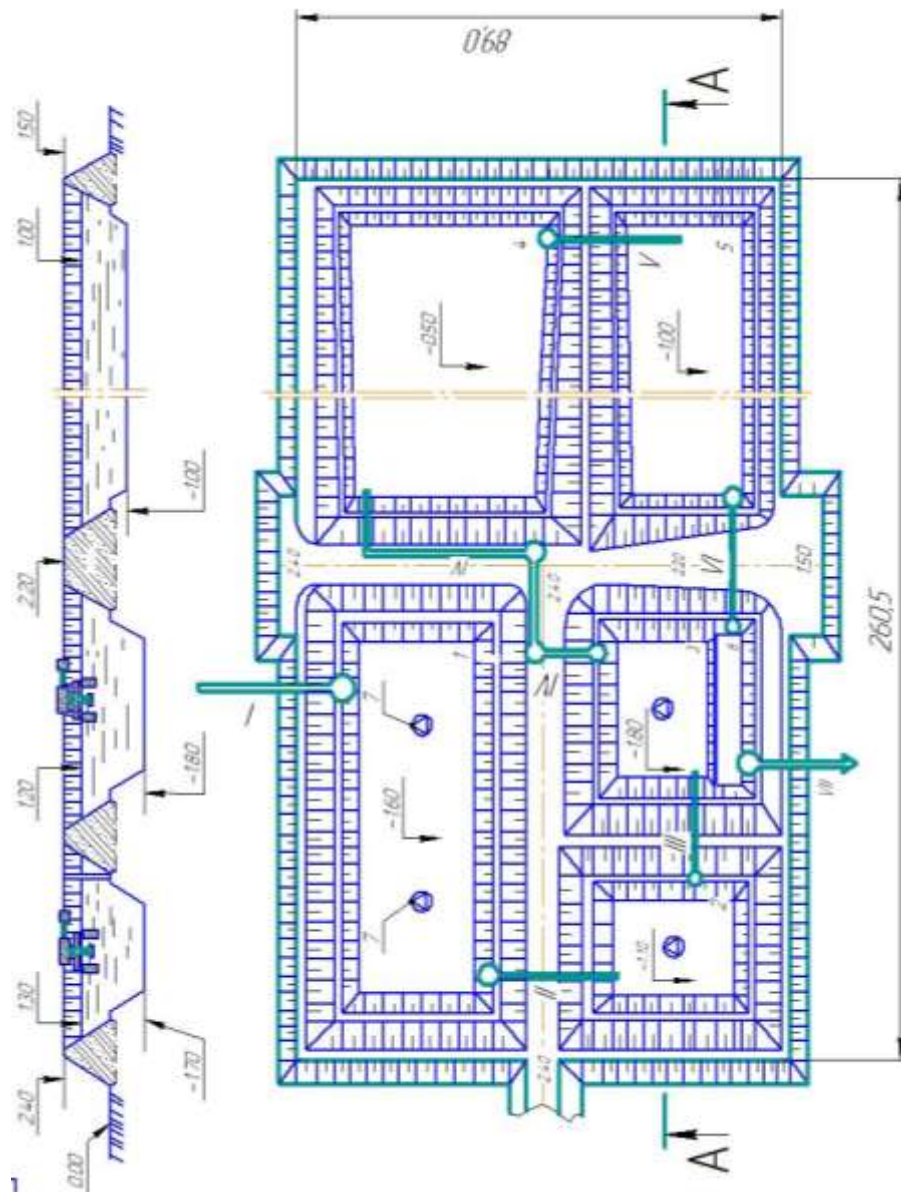


Рисунок 3.1 - Аеровані біологічні ставки продуктивністю 1400 м³/добу:
 1, 2, 3 – аеровані біологічні ставки I, II і III ступенів; 4,5 – біологічні ставки I і II ступенів з природною аерацією; 6 – контактний резервуар; 7 – механічні аератори. [3]

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

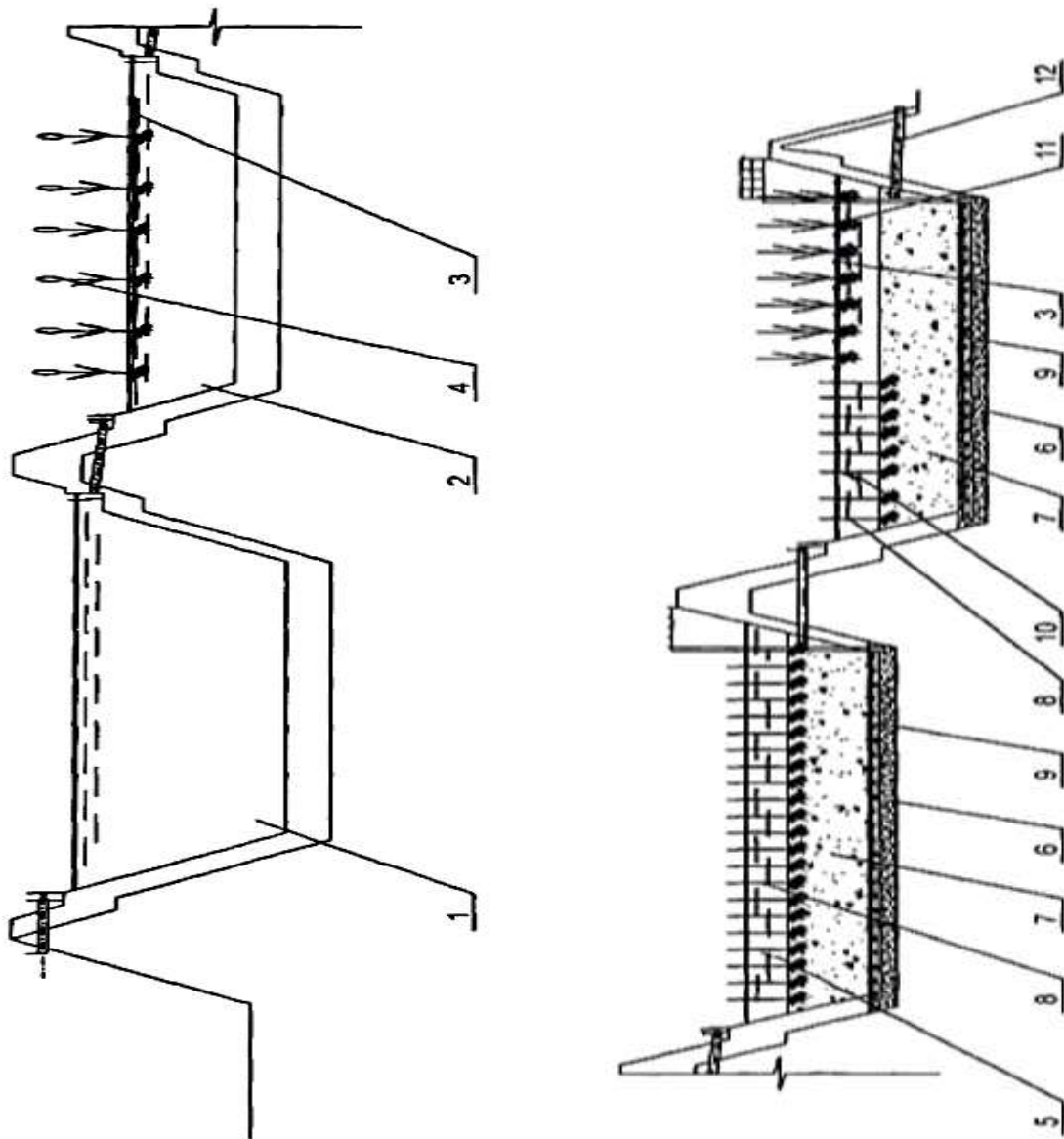


Рисунок 3.2 - Споруда для очищення стічних вод з використанням вищих водяних рослин, поздовжній розріз

На рисунку 3.2 наведено споруду для очищення стічних вод з використанням вищих водяних рослин.

Споруда складається із водонепрониклих біоставків: біоставка 1 для відстоювання стічної води, біоставка 2, який розміщений після біоставка 1 і в якому розміщена на плоту 3 ділянка рогозу широколистого 4; біоставка 5, який

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

має біоплато, що складається з шару піску 6 та шару щебеню 7, в який висаджений комиш озерний 8.

Біоставок 5 також має дренаж 9, який розміщений між шаром піску 6 та шаром щебеню 7. Після ставку 5 розміщений біоставок 10, який також має біоплато, в шар щебеню 7 якого висаджений комиш озерний 8. Крім того, вона має плот 3 з ділянкою аїру болотного 11, причому останній розміщений на виході води зі споруди. Біоставок 10 обладнаний також на виході зливним колектором очищеної води 12. Всі біоставки з'єднані між собою у вигляді каскаду

Будівництво очисних споруд з аерованими біоставками вимагає менших капіталовкладень порівняно з очищенням стічних вод іншими методами.

Питомі витрати на цих станціях нижчі на 20-50%. Однак серйозним недоліком біологічних ставків, крім сезонності їх роботи і величезної площі землі, необхідної для будівництва ставків, є складність регулювання процесу очищення.

[6]

3.2 Механізм очищення стічних вод у біоставках

В біоставах в основному домінують п'ять основних механізмів самоочищення:

- осадження мінеральних та органічних твердих речовин;
- протікання хімічних та фізико-хімічних процесів (кисотно-основні реакції, окислювання, абсорбція, адсорбція, коагуляція, осадження);
- протікання біохімічних процесів (мікробний катаболізм органічних та неорганічних сполук, інактивація та загибель завдяки розвитку бактеріофагів паразитичних організмів, вірусів та паратрофних бактерій, збудників черевного тифу, паратифу, дизентерії, а також стійких в навколишньому середовищі збудників туберкульозу, сибірської виразки, гепатиту, поліомеліту тощо);
- виділення летких речовин в атмосферу (O_2 , CO_2 , NO_2);
- хімічне та біохімічне окиснення осаду.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

В очищенні беруть участь різні біологічні агенти. В біоставку в різних його ділянках і глибинах відбувається:

- бактеріальне очищення стоків (аеробне, анаеробне, анаеробноаеробне);
- очищення за допомогою мікродоростей;
- очищення з використанням нитчастих зелених водоростей
- очищення із застосуванням вищих водних рослин - макрофітів;
- очищення за допомогою гідробіоценозу водойми в цілому [7] .

Завдяки погодженій дії біологічних факторів очищена фаза стічних вод відповідає показникам води бета-мезасапрофітоної зони річок та водойм.

Параметрами, які в першу чергу визначають активність мікро- і макробіонтів біоставків є кліматичні умови, обумовлені географічним положенням території, тип ставка і його кисневий режим, що обумовлює розвиток тих чи інших видів бактерій, властивості стічних вод, що надходять до водойми (склад і концентрація забруднювачів), і робочі параметри системи, такі як аерація, перемішування, додавання певних хімічних реагентів.

Всі ці фактори викликають чисельні видозміни в співвідношенні між автотрофними та гетеротрофними бактеріями і впливають на ефективність і швидкість очищення. На державних очисних спорудах, наприклад, панують грамнегативні бактерії типу протеобактерій (21-65%), у тому числі бета-протеобактерії є особливо чисельним класом, що значною мірою є відповідальним за видалення органічних елементів і поживних речовин. Іншими типами є Bacteroidetes, Acidobacteria і Chloroflexi.

Особливо численними видами бактерій є Tetrasphaera, Trichococcus, Candidatus Microthrix, Rhodoferaх, Rhodobacter, Hyphomicrobium. Серед грибів особливо поширені аскоміцети, їх частку припадає від 6.3 до 7.4%. Після них ідуть археобактерії з Euryarcheota (1.5%). Крім того, у присутності у воді аміаку та кисню у великій кількості будуть присутні Nitrosomonas.

До складу активного мулу окрім бактерій і грибів входять і найпростіші (амеби, інфузорії), і коловертки, які займають верхні ряди консументів

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ОС 18510152

мікроекосистеми біоставка. Температура водооими безпосередньо впливає на видовий склад мікрофлори водойми.

Процеси життєдіяльності мікроорганізмів в першу чергу призводять до видалення забруднювачів за допомогою процесу біорозкладання і біосорбції. Така мікробна функція існує завдяки наявності певних компонентів клітинної стінки, таких як ліпіди; функціональні групи, що містять гетерополісахариди, такі як гідроксил, карбоксил, аміно та фосфатфункціональні групи.

Фізико-хімічне перетворення в процесі аеробного доочищення стічних вод складається з двох основних етапів: адсорбції, дифузії (передачі органічних речовин і кисню з рідини до клітинної поверхні біомаси і дифузія всередину клітини через мембрану) та осадження (відділення очищеної рідини від біомаси бактерій), а надалі хімічні перетворення на етапі адсорбції мають дві основних стадій: мінералізації та нітрифікації.

Стадії біохімічної аеробної біодеградації включають: гліколіз біополімерів – ферментативний розклад біополімерів стоку; неповне зброджування; окисну мінералізація – окислення вуглецьвмісної органіки флокулоутворюючими бактеріями.

Коли в стічних водах, що очищаються, практично не залишається вуглецьвмісних органічних речовин, настає другий етап очищення - нітрифікація (азотвмісні речовини стоків окислюються до нітритів і далі до нітратів). Поява в стоках, що очищаються, нітратів і нітритів свідчить про глибокий ступінь очищення.

3.3 Біоочищення у біоставках за допомогою водяних рослин

Показують себе ефективними в доочищенні та безреагентному знезараженні стічних вод біоставки, що засаджені вищими водяними рослинами.

Водні рослини в водоймах виконують такі основні функції:

- фільтраційну (сприяють осіданню завислих речовин);

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ОС 18510152

- поглинальну (поглинання біогенних елементів і деяких органічних речовин);
- накопичувальну (здатність накопичувати деякі метали і органічні речовини, які важко розкладаються);
- окислювальну (в процесі фотосинтезу вода збагачується киснем);
- детоксикаційну (рослини здатні накопичувати токсичні речовини і перетворювати їх на нетоксичні).

Здатність вищих водних рослин видаляти з води забруднюючі речовини - біогенні елементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, марганець, сірку), важкі метали (кадмій, мідь, свинець, цинк), феноли, сульфати, і зменшувати її забрудненість нафтопродуктами, синтетичними поверхнево-активними речовинами, що контролюється такими показниками органічного забруднення середовища, як біологічне споживання кисню (БСК) і хімічне споживання кисню (ХСК), дозволила використовувати їх в практиці очищення виробничих, господарсько-побутових стічних вод і поверхневого стоку Використання методів природного біологічного очищення характеризується стійкістю якісних показників води на виході, широкими можливостями видалення біогенних елементів (азоту і фосфору), низькими капіталовкладеннями при будівництві та витратами при експлуатації, невисокими концентраціями активного мулу, а також рядом інших переваг. [8]

Вибір рослин дуже важливий для ефективності очисних станцій з використанням біоставків.

Рослинність повинна гарантувати, що очищення стічних вод відповідає нормативним вимогам щодо кількох показників і залишається життєздатним у корозійних стічних водах та кліматичних умовах.

Рослина широко поширена в українських водоймах, таких як Дніпро – очерет звичайний, комиш озерний, рогоза, лепеха болотяна, сусак парасольковий, бишник подорожній тощо.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Ці рослини під час вегетативного періоду виділяють біологічно активні речовини (БАР), зокрема амінокислоти, акрилову, гліколеву, абсцизоу, п-кумаринову, уронові кислоти, нарингеніни, каратиноїди, кінетин, зеатин, пандоридин, 6-бензиламінопурин, дигідрофлустаміни, діоксифеніламін, флустаміни (А,В,С), антибіотики, хлорелін, стероїди, ефірні олії тощо. Ці речовини здатні руйнувати мікробні клітини та вірусні частки в неочищених водах.

Мінеральні сполуки (нітрирати, аміак, сірководень) та органічні сполуки в біоставах використовуються як компоненти поживного середовища біоцинозу мікроорганізмів, забезпечуючи тим самим вищі водні рослини мікроелементами. Водяні рослини активно адсорбують і пестициди, солі важких металів, радіоактивні елементи, феноли, СПАР, нафтопродукти, демінералізують воду, сорбуючи іони Na, Ca, Mg, Cl (альтернативно електродіалізу).

Біоставки (ширина:довжина 1:2), засаджені вищими водними рослинами - на вході очеретом звичайним (*Phragmites communis Trin*), а на виході лепехою болотяною (*Acorus calamus L.*), протягом року адсорбують з води на площі 1 га понад 200 г N, 30 кг P, 130 кг K, 150 кг Cl, 60 кг Ca, 40 кг Mg.

Очищення води за допомогою вищих водних рослин зазвичай проводять на гідроботанічних майданчиках, що представляють собою ставки або канали, засаджені прибережною водною, зануреною і плаваючою рослинністю.

В залежності від хімічного складу стічних вод підбирається оптимальний комплекс рослин, який найбільш ефективно бере участь в процесі очищення.

3.4 Переваги та недоліки біоставків

Щодо переваг та недоліків біоставків – вони наведені в таблиці 3.2 головна перевага біологічних ставків в тому, що їх можливо використовувати повторно.

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ОС 18510152

Таблиця 3.2 Недоліки і переваги використання біоставків для доочищення стоків

Переваги	Недоліки
Стійкість до органічних і гідравлічних навантажень	Потрібна велика земельна площа
Високе зниження вмісту твердих речовин, БПК та патогенів	Високі капітальні витрати в залежності від ціни землі
Високе видалення забруднюючих речовин у поєднанні з аквакультурою	Потребує експертного проектування та будівництва
Низька експлуатаційна вартість	Осад вимагає належного видалення та обробки
Не потрібна електрична енергія	Видалення осаду (зазвичай кожні кілька років)
Немає реальних проблем з мухами або запахами, якщо вони спроектовані та доглянуті правильно	Необхідна боротьба з комарами
Можна будувати та ремонтувати з місцевих матеріалів	Якщо стоки використовуються повторно, необхідно стежити за солоністю
Стічні води можна повторно використовувати в аквакультурі або для зрошення в сільському господарстві	Не завжди підходить для холодного клімату

Отже, інженерні споруди типу біоставків відносяться до прогресивних методів природного біологічного очищення стічних вод, які мають широке застосування в багатьох країнах світу.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ОС 18510152

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це система законодавчих, соціально-економічних, організаційно-технічних, гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та коштів, спрямованих на створення безпечного середовища, збереження здоров'я та продуктивності людини.

Відповідно до статті 8 Конституції України – основний правовий документ в Україні є Конституція України.

Законодавча база з охорони праці та навколишнього середовища включає ряд основних законів з яких: Закон «Про охорону праці», Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійні захворювання, що спричинили збитки виконання» [9].

Відповідно до ст. 4. Закон України «Про охорону праці» державна політика в обсяг охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховної Ради України і має на меті створити належну, безпечну і здорові умови праці, запобігання нещасним випадкам та охорона праці захворювання.

За порушення законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду охорони праці, а також представників профспілок, їх організацій та об'єднань винні особи притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальна відповідальність згідно із законом (ст. 44 Закону про охорону праці").

Для нормалізації умов праці та запобігання виробничому травматизму, персонал з очищення стічних вод повинен дотримуватися основних правил технології знання та навчання з безпеки, охорони праці.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

4.1 Умови безпечної праці при роботі з технологічним обладнанням на водоочисних спорудах

При роботі з технологічним обладнанням на водоочисних спорудах необхідно дотримуватися таких умов:

1) Усі об'єкти водопровідно-каналізаційного господарства, склади реагентів та підсобні приміщення повинні відповідати вимогам БНіП 2.04.05-91.

2) Рекомендується захищати біофільтр по периферії бар'єром заввишки не менше 1 м. міцність установки.

3) Експлуатація установок здійснюється відповідно до інструкцій, даних на даному підприємстві.

4) Для переходу через канали планується влаштовувати мости шириною не менше 0,7 м та з поручнями заввишки 1 м .

5) Усі приміщення водопровідно-каналізаційного господарства обладнуються механічною припливно-витяжною вентиляцією відповідно до СНиП 2.04.05-91.

6) Роботи на водопровідних та каналізаційних мережах, колодязях та камерах насосних станцій та очисних споруд виконуються письмово.

7) Приміщення водопровідно-каналізаційного господарства, а також агрегати та механізми забезпечуються природним та штучним освітленням відповідно до НАОП 5.1.11-3.02-91 РД-3215-91.

8) У приміщеннях насосних станцій, водопровідно-каналізаційних очисних споруд, пом'якшувачів води тощо розміщення агрегатів, трубопроводів, механізмів має бути таким, щоб самі агрегати, всі крани всіх клапанів та інші пристрої та механізми потребували проходу та вільного доступу. У разі розміщення обладнання на висоті влаштовуються робочі майданчики із огорожею для безпечного обслуговування.

Робочі проходи, розташовані на висоті більше 0,5 м над підлогою, або ж помости (майданчики) для обслуговування ємностей із водою, а також опущені

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

частини підлоги, поглиблення, отвори в підлозі, переходи і містки забезпечують огороженнями висотою не менше 1 м із суцільною зашивкою знизу на 0,2 м.

9) Металеві частини електродвигунів та іншого устаткування, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції, підлягають заземленню (зануленню)

10) Під час зберігання і використання рідкого хлору, аміаку, сірчистого газу і кислот, що "димлять", необхідно дотримуватися вимог СПП СДЯВ та НАПБ.

Потенційну небезпеку являють собою сирі осадки, що утворюються під час очищення стічних вод. Ці осадки мають підвищену вологість, великий об'єм, неприємний запах, а також вони містять велику кількість бактеріальних забруднень, а отже небезпечні в санітарному відношенні.

На біологічних станціях небезпеку для обслуговуючого персоналу представляють також сірковмісні речовини, вуглекислий газ та інші шкідливі газоподібні продукти, що виділяються в атмосферу при аерації та основному процесі очищення стічних вод.

Для робітників, що працюють в лабораторіях існує небезпека отруєння або ураження їдкими, отруйними хімікатами через недостатню вентиляцію приміщення чи недотримання правил поводження з реагентами.

4.2 Вибір і обґрунтування заходів щодо нормалізації умов праці

Основним шкідливим виробничим фактором є робота з хлором. Дуже важливо закласти на стадії проектування безпечно зберігання, транспортування і його використання.

Хлордозаторні обладнують системами освітлення, подання та відведення води, вентиляцією та опаленням. Температура є важливим фактором для зберігання хлору. Вона не повинна бути більшою за 30 оС. Також ємності з хлором оберігають від ударів, потрапляння всередину води та від відкритого вогню .

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Арк
37

Для нормалізації умов праці та запобігання виробничого травматизму перш за все персонал очисних споруд має дотримуватись правил техніки безпеки, володіти знаннями з охорони праці та проходити різноманітні інструктажі.

При роботі з технологічним устаткуванням передбачаються наступні заходи:

Аеротенки рекомендується огороджувати по периферії бар'єром висотою не менше 1 м з розривами тільки в місцях сполучення бар'єру з перилами перехідних містків.

Не рекомендуються будь-які роботи при пошкоджених перилах і бар'єрах. Для більшої безпеки перед ремонтом аеротенк спорожняють.

При роботі в колодязях бригаду рекомендується скласти не менше ніж з трьох осіб, що мають рятувальні пояси і шлангові протигази. Для переходу через канали передбачається влаштовувати містки шириною не менше 0,7 м і з поручнями висотою 1 м.

При проведенні в приміщеннях робіт, пов'язаних з виділенням шкідливих речовин, передбачається забезпечення постійної дії вентиляції.

У приміщеннях решіток і приймального резервуара вентиляція повинна забезпечувати не менше, ніж 12-ти кратний обмін повітря за годину.

Ідкі речовини в лабораторії зберігаються у витяжній шафі в кількості не більше 5-ти добового запасу. Отруйні речовини зберігають окремо в особливому закритому шафі.

Для запобігання пожегів у виробничих приміщеннях не можна палити та користуватися відкритим вогнем. Електрообладнання та освітлення виконуються у вибухобезпечному виконанні. Включення електричних мереж проводиться перед входом в приміщення.

Комутаційна апаратура встановлюється в ізольованих приміщеннях. Труби для електропроводки виконують з роздільним газонепроникним ущільненням

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

4.3 Безпека при надзвичайних ситуаціях

Основну небезпеку на каналізаційних очисних спорудах представляє хлорне господарство. Аварійна ситуація, що може виникнути – витік газу із балону, апаратури або хлоропроводів при вибуханні балону або бочки з газом, що може призвести до пожегу, отруєння робітників.

У випадку проривів балонів із хлором на відстань не більше 10 м від входу в хлораторне приміщення споруджують утеплений аварійний колодязь глибиною 2-3 м з водонепроникними стінками і дном для занурення в нього несправних балонів з хлором. В такий колодязь підводять воду для заповнення його вапняковим молоком. Також необхідно мати спеціальний аварійний балон для перепуску в нього хлору з несправного балону [9].

При витокі газу з балонів слід мати на увазі, що при високій концентрації хлору у повітрі (більше 1 %) його запах відчувається навіть через протигаз. В цьому випадку персонал повинен замінити протигаз марки «В» маскою з вихідним шлангом або кисневою маскою і прийняти необхідні міри по ліквідації витоків.

При виявленні місця витоків хлору з балону місце витоків поливають водою з метою утворення льодяної кірки, що закриває виток. Після цього балон поміщають в аварійний колодязь з розчином вапняку.

Під час малої тривоги хлораторщик надягає протигаз і виконує розпорядження майстра по ліквідації витоків і дегазації приміщення. При підвищенні концентрації хлору у повітрі приміщення вище 1 %, робітники видаляються на підвищенні ділянки території.

Під час загальної тривоги частина робітників робить дегазацію приміщення, а інші – в протигазі або приклавши до носу й рота тряпки, що змочені розчином гіпосульфїта і соди, видаляються на підвищенні ділянки території [10].

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

ВИСНОВКИ

Комунальні та промислові стоки утворюються повсякчасно і можуть стати причиною забруднення природних водойм та викликати відхилення від нормального функціонування природних водних та наземних екосистем.

Доочищення стічних вод є актуальною задачею для будь-якого регіону чи країни світу. Для цього використовують як штучні методи, так і природні об'єкти, що допомагають справитися з такою задачею за рахунок використання редуційної і концентраційної функції біооб'єктів як компонентів природних екосистем і.

Проаналізувавши різні види методів та типи очисних споруджень для очищення стічних вод, та врахувавши їх переваги та недоліки під час виконання кваліфікаційної роботи, було визначено, що очищення стічних вод за допомогою біологічних ставків є ефективним способом очищення.

Біоставки є засобом природного біологічного очищення чи доочищення стічних вод, які мають широке застосування в багатьох країнах світу, і базуються на процесах самоочищення водойм, бо використовують метаболічну здатність мікроорганізмів до біодеградації і біотрансформації та фітореєдмативну здатність вищих рослин.

Правильний підбір і розташування представників вищої водної та водно-наземної рослинності та регуляція температурних і газових умов водного середовища в біоставці дозволить здійснити ефективне очищення стічних вод без шкоди навколишньому середовищу.

Особливо доречним стане використання біоставків для очищення стоків об'єктів, що знаходяться в місцевостях, які віддалені від загальної центральної системи каналізації та міської системи очищення стічних вод, але потребують доочищення чи очищення для уникнення забруднення природного навколишнього середовища.

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

Арк
40

Біоставки це доволі ефективний метод очищення, перевагами якого є не тільки ефективність, але й низька вартість, відсутність затрат на електроенергію, можливість багаторазово чи постійно використовувати для очищення стічних вод.

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Стан очисних споруд Сумської області
<http://deisumy.gov.ua/?p=1001>
2. Коцур В.П. Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії, Переяслав, 28 лютого 2021 р. [Zbirnik.indd \(neasmo.org.ua\)](http://Zbirnik.indd(neasmo.org.ua))
3. Ковальчук В.А. «Очищення стічних вод», 2002 р.
4. Використання вищих водних рослин у практиці очистки стічних вод та поверхневого стоку: <https://www.c-o-k.ru/articles/ispol-zovanie-vysshih-vodnyh-rasteniy-v-praktike-ochistki-stochnyh-vod-i-poverhnostnogo-stoka>
5. Айрапетян Т. С., конспект лекцій з дисципліни «ОЧИСТКА ПОБУТОВИХ СТИЧНИХ ВОД» та «СПОРУДИ ТА ОБЛАДНАННЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ», Харків, 2014 р.
6. Айрапетян Т. С., конспект лекцій з дисципліни «ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД», Харків, 2021 р.
7. Глибоке очищення води – Режим доступу:
<http://ecopod.com.ua/ru/ochistnye-sooruzeniya/glubokaya-ochistka-vody.html>
8. Використання вищих водних рослин у практиці очищення стічних вод [Електронний ресурс]: [http:// www.potential14. com.ua](http://www.potential14.com.ua).
9. Жидецький В.Ц. Практикум із охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
10. Технологічний регламент з експлуатації каналізаційних споруд м. Селідово Селідовского пувкх. – Селідово, 2012. – 35с.
11. Кононцев, С. В. Багатостадійне біологічне очищення оборотної води індустріальних рибницьких господарств : автореф. дис. д-ра техн. наук. : 05.17.21 – технологія водоочищення / Кононцев Сергій Вікторович. – Київ, 2019. – 43 с.
12. Комарова, Л. Ф. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: учебное пособие / Л. Ф.Комарова, М. А.Полетаева. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ,2010. – 11 с

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152

13. Яковлев С. В. Очистка производственных сточных вод / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов. – Москва: Стройиздат, 1985. – 333 с.

14. Хенце М. Очистка сточных вод. М.: Мир. 2004. С. 429–441. С. 60–79

15. Кольцов В.Б., Кондратьева О.В. Очистные сооружения. Учебник и практикум для СПО. Ч. 1. 2-е изд. перераб и доп. под ред. В.И. Каракеяна. Серия: Профессиональное образование. – М.: Издательство Юрайт. – 2018 – 277 с.

16. Використання вищих водних рослин у практиці очищення стічних вод. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.potential14.com.ua>

17. Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Киризія Т. Я., Коваль І. М., Кіпніс Л. С., Потрохов О. С., Зінковський О. Г., Леконцева Т. І. Природні і штучні біоплато // Фундаментальні та практичні аспекти. — К. : Наук. думка, 2012. — 110 с.

18. Стольберг, В.Ф. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод / В.Ф. Стольберг, В.Н. Ладыженский, А.И. Спирин. – Экологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3.

19. Вайсман, Я. И. Использование водных растений для доочистки сточных вод / Я. И. Вайсман, Л. В. Рудакова, Е. В. Калинина // Экология и промышленность России. – 2006. – № 11. – С. 9–11

20. Калайда, М.Л. Биоплато как способ доочистки дренажных вод города и сточных вод промышленных предприятий / М.Л. Калайда., Л.К. Говоркова, С.Д. Загустина, М.Ф. Хамитова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2009- № 7-8.- С. 123-129

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ОС 18510152