

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**  
**зі спеціальності**  
**183 Технології захисту навколишнього середовища**

Тема роботи: Удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності

Виконала:  
студентка Колесник Вікторія  
Миколаївна

Керівник:  
професор, д.т.н., професор Гурець  
Лариса Леонідівна

Залікова книжка  
№ 22320612

Підпис: \_\_\_\_\_  
дата, підпис

Підпис: \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці:  
старший викладач Фалько В.В.

Підпис: \_\_\_\_\_  
дата, підпис

Захищена з оцінкою  
\_\_\_\_\_  
оцінка, дата

Секретар ЕК  
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2024

Сумський державний університет  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра екології та природозахисних технологій  
Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Зав. кафедрою \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**  
**Колесник Вікторії Миколаївни**

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності

затверджена наказом по університету від “20” \_\_листопада\_\_ 2023 р. № 1306-IV

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 18 січня 2024 року \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту (роботи) схеми та технічні характеристики існуючої технології біологічної очистки стічних вод; хімічний склад та концентрація забруднюючих речовин; стандарти та вимоги щодо якості стічних вод.

4. Зміст розрахунково–пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) проаналізувати сучасні методи біологічної очистки стічних вод, вивчити фактори, які здатні впливати на ефективність біологічної очистки стічних вод; дослідити поточний стан очисних споруд на прикладі санаторію «Олдиш»; визначити та розробити рекомендації щодо модернізації наявних очисних споруд на досліджуваному підприємстві; розрахувати економічну доцільність впровадження запропонованих засобів модернізації; оцінити можливі ризики при функціонування очисних споруд та запропонувати можливі заходи щодо їх зменшення.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)  
Комбінована схема очищення стічних вод з аеротенками, схема біологічного очищення стічних вод у комбінованому аеротенку відстійнику радіального типу, будова біофільтру, біотенк-біофільтр, схема класичного аеротенку, процес біохімічного очищення шляхом відокремлення активного мулу від очищеної води, технологічна схема установок для очищення стічних вод за допомогою біофільтрів, принцип роботи та схематичне зображення секційного окситенку, таблиця переваги та недоліки методів біологічного очищення стічних вод, таблиця проблеми системи очистки, їх причини та напрями вдосконалення.

5. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Фалько В.В.		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд за досліджуваною проблематикою	Вересень 2023 р.	
2	Робота над розділом 2: Фактори, які впливають на ефективність біологічного очищення стічних вод	Жовтень 2023 р.	
3	Аналіз роботи очисних споруд санаторію «Олдиш»	Жовтень 2023 р.	
4	Розробка пропозицій по удосконаленню роботи очисних споруд санаторію «Олдиш»	Листопад 2023 р.	
6	Робота над розділом «Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях»	Грудень 2023 р.	
7	Робота над економічною частиною	Грудень 2023 р.	
8	Оформлення роботи	Січень 2023 р.	

6. Дата видачі завдання 25.09.2023 року

Студент \_\_\_\_\_

В.М. Колесник

Керівник проекту \_\_\_\_\_

Л.Л. Гурець

## РЕФЕРАТ

*Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра.*

Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 51 найменування. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 96 с., у тому числі 13 таблиць, 10 рисунків, список використаних джерел на 6 сторінках.

*Мета та завдання роботи:* Метою даної роботи є вдосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності шляхом впровадження ефективних методів очищення.

Для досягнення мети було висунуто такі *завдання*:

- проаналізувати сучасні методи біологічної очистки стічних вод;
- вивчити фактори, які здатні впливати на ефективність біологічної очистки стічних вод;
- дослідити поточний стан очисних споруд на прикладі санаторію «Олдиш»;
- визначити та розробити рекомендації щодо модернізації наявних очисних споруд на досліджуваному підприємстві;
- розрахувати економічну доцільність впровадження запропонованих засобів модернізації;
- оцінити можливі ризики при функціонування очисних споруд та запропонувати можливі заходи щодо їх зменшення.

*Об'єкт та предмет дослідження:* Об'єктом дослідження є процес біологічного очищення стічних вод, а предметом - локальні очисні споруди малої продуктивності.

*Методи дослідження та апаратура:* Методологічною основою роботи є діалектичний метод наукового пізнання, системний підхід, фундаментальні положення екології та теорії масообмінних процесів, розрахунковий.

*Результати роботи* на основі аналізу технологій біологічної очистки запропоновано заходи щодо поліпшення ефективності та результативності очисних споруд.

*Ключові слова:* ТЕХНОЛОГІЇ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ, СТІЧНІ ВОДИ, ЛОКАЛЬНІ ОЧИСНІ СПОРУДИ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

## ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1 Аналіз методів біологічного очищення стічних вод	8
1.1 Огляд сучасних методів біологічного очищення стічних вод	10
1.2 Порівняння ефективності різних методів в конкретних умовах	22
Розділ 2 Фактори, які впливають на ефективність біологічного очищення стічних вод	25
2.1 Хімічний склад стічних вод та його вплив на процес очищення	26
2.2 Температурні коливання та їх вплив на ефективність біологічного процесу	29
2.3 Вплив забруднення та інших зовнішніх факторів на ефективність очищення	32
Розділ 3 Модернізація роботи споруд біологічного очищення санаторію «Олдиш»	35
3.1 Огляд поточного стану очисних споруд та їх можливостей	36
3.2 Визначення необхідних оновлень та модернізацій для підвищення ефективності	54
3.3 Впровадження нових технологій та методів для оптимізації процесу очищення	58
Розділ 4 Економічна частина	61
4.1 Оцінка вартості впровадження нових технологій та модернізацій	62
4.2 Аналіз економічних вигод від підвищення ефективності очищення стічних вод	65
4.3 Визначення оптимального співвідношення витрат та результатів для досягнення ефективності за прийнятну ціну	68
Розділ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	72
5.1 Оцінка ризиків та безпечних практик при проведенні робіт з очищення стічних вод	73
5.2 Визначення необхідних заходів безпеки для персонала та мешканців	77
5.3 Впровадження системи контролю та моніторингу для забезпечення безпеки під час експлуатації очисних споруд	87
Висновки	90
Перелік джерел посилання	91

Підп. і дата	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№ПОДЛ.	

*ТС 22320612*

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

Розроб.	Колесник			
Перев.	Гурець			
Н.Контр	Батацьцев			
Затв.	Пляцук			

*Удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності*

Літ.	Аркуш	Аркушів
	4	96
СумДУ, ЦЗДВН гр. ТС.мз–22с		

## ВСТУП

За даними ООН, наша країна посідає 95 місце в рейтингу чистоти питної води [1]. Ця проблема вже давно має особливе державне значення. Екологи знають, що 60% води в нашій країні непридатні для пиття. Найгірша ситуація в Дніпропетровську, Донецьку, Запоріжжі, Києві, Херсоні та Одесі [1].

Одними з найбрудніших річок України є Сіверський Донець, Сула, Дністер, Кальміус і Західний Буг. В останньому концентрація азоту становить 15, а концентрація важких металів у вісім разів перевищує норму [2].

У притоках річки Придністров'я вміст марганцю перевищує допустиму норму в 29 разів. У багатьох районах якість води залишається низькою через відсутність комплексних очисних споруд та санітарно-захисних зон. Деякі водопроводи не обладнані дезінфекційними пристроями (зокрема, це характерно для Івано-Франківської, Тернопільської, Одеської, Житомирської та Закарпатської областей).

У більшості випадків в пробах питної води виявляються відхилення параметрів сенсорної стимуляції (до 72%). Перевищення мінералізації займає 2 - е місце (до 28%), а перевищення максимальної концентрації хімічних речовин (до 16%)-3-е місце [2].

Однією з причин такого стану водних об'єктів є скид недостатньо очищених стічних вод. Згідно з результатами узагальнення даних державного обліку водокористування, наведеними у «Національній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні за 2021 рік», за 2021 рік забруднені води склали 54 150 млн кубометрів (11,6%), нормативно-очищені - 143 000 млн кубометрів (30,5%), а нормативно-чисті без очистки - 271 290 млн кубометрів (57,9%) [4]. У тому числі в поверхневій воді було скинуто 4 мільярди 684 мільйонів кубометрів стічних вод.

Підп. і дата	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

5

Основними причинами забруднення поверхневих вод є пряме скидання забруднених муніципальних та промислових стічних вод через водні об'єкти та міські каналізаційні системи, а також надходження забруднюючих речовин у водні об'єкти під час стоку поверхневих вод із забудованих територій та сільськогосподарських угідь [4]. Основними забруднювачами є підприємства, які займаються водопостачанням та водовідведенням, сільське господарство, переробна та добувна промисловість. У скидах переважають нафтопродукти, нітрити, нітрати, залізо загальне та найбільша концентрація спостерігається по фосфатам [4]. Тому вдосконалення роботи очисних споруд є заходом по покращенню стану поверхневих вод.

Актуальність теми дослідження полягає в необхідності вирішення проблеми ефективного біологічного очищення стічних вод в районах з малою потужністю очисних споруд. Зростання чисельності населення та промислового виробництва призводить до збільшення навантаження на системи водовідведення, що потребує ефективних технологій очищення стічних вод.

Метою дослідження є вдосконалення технологій біологічного очищення стічних вод на очисних спорудах малої потужності для зменшення впливу на навколишнє середовище.

Завдання дослідження включали аналіз існуючих методів біологічного очищення стічних вод, виявлення прогалин та проблем з існуючими технологіями, розробку та впровадження ефективних методів очищення стічних вод.

Методи дослідження включають огляд літератури, різних методів біологічного очищення стічних вод, аналіз переваг та недоліків кожного із методів, огляд поточного стану очисних споруд та їх можливостей, розробка пропозицій по впровадженню нових технологій та методів для оптимізації процесу очищення а також оцінка вартості впровадження цих технологій.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості впровадження нової технології в практику роботи малих локальних очисних

Підп. і дста
Інв.№ДУБЛ.
ВЗСЄМ.ІНВ.
Підп. і дста
ІНВ.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

споруд з метою покращення екологічного стану довкілля та забезпечення дотримання екологічних стандартів.

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі літературних джерел, огляді методів очищення, аналізу роботи очисних споруд санаторію Олдиш, розробці пропозицій по модернізації споруд.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22320612



## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Біологічне очищення стічних вод – це метод очищення стічних вод від забруднення залишками органічного походження. Очищення здійснюється шляхом мінералізації органічної речовини (шляхом перетворення його в солі неорганічних сполук – азотну і вуглекислоту) за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів (переважно аеробних) [3].

Біологічне очищення вод стічних на очисних спорудах малої потужності є важливою технологічною галуззю, яка допомагає забезпечити ефективне управління стічними водами у віддалених і населених районах.

Через обмежені технічні та фінансові ресурси вибір найбільш відповідного методу очищення є ключовим фактором для забезпечення ефективності та сталості системи.

Біологічне очищення стічних вод вимагає наявності кисню (повітря) для підтримки життєдіяльності бактерій і окислення продуктів розкладання органічних сполук. Процеси очищення проводяться в умовах, наближених до природних – на полях зрошення і фільтрації; при високій інтенсивності мікробної активності – в аеротенках і біофільтрах. В результаті біологічного очищення стічні води не гниють і стають прозорими, а їх бактеріальне забруднення значно знижується.

Залежно від хімічного складу стічних вод, система біологічного очищення стічних вод може складатися з декількох різних процесів у системі та численних типів мікроорганізмів. Процес очищення на очисних спорудах також залежить від навколишнього середовища, необхідного для підтримки оптимальних темпів зростання біомаси для конкретної популяції мікроорганізмів. Наприклад, часто необхідно контролювати і регулювати аерацію для підтримки постійного рівня розчиненого кисню, щоб бактерії в системі росли з відповідною швидкістю.

Окрім розчиненого кисню, біологічні системи часто потребують балансу з

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТ
------------	-------------	------------	------------	-------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

точки зору витрати, рН, температури та поживних речовин. Збалансувати поєднання системних факторів у процесі біологічного очищення може бути дуже важко. Нижче наведено приклад поширеного типу системи біологічного очищення стічних вод, включаючи короткий опис того, як вона працює в режимі очищення промислових стічних вод, і як це працює на промислових об'єктах [5].

Біологічне очищення стічних вод, яка активно проводиться в комунальних службах, здатна стримувати вміст фосфору і нітратів в пральному порошку і миючих засобах. Шкідливі речовини, такі як азот, що містяться в продуктах життєдіяльності людини, які небезпечні для людини і навколишнього середовища, видаляються із забрудненого навколишнього середовища.

Важливо розуміти, що на початковому етапі необхідно провести механічну очистку стічних вод – видалення зважених і твердих частинок. Далі відбувається уповільнення фізико-хімічного розчинення і суспендування речовини. Потім проводиться біологічна очистка стічних вод, в ході якої видаляється до 98% органічних забруднювачів.

Очищені стічні води потім можна безпечно скидати в ґрунт або водойму. Це дозволяє уникнути штрафних санкцій за забруднення навколишнього середовища. Така вода придатна для повторного використання, що знижує виробничі витрати.

Кожна установка біологічного очищення стічних вод об'єднує в собі кілька систем, які фільтрують стічні води різними способами:

Механічна – в процесі проходження через спеціальне сито/решітку і відстоювання з води видаляються тверді домішки.

Анаеробний (без доступу кисню) – органічні домішки поїдаються бактеріями і виділяють метан в результаті життєдіяльності.

Аеробний – органічні речовини поглинаються бактеріями в присутності кисню. Для того, щоб ці мікроорганізми могли нормально функціонувати, обладнання оснащено пристроєм для насичення забрудненої води киснем.

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Дезінфекція – за допомогою обробки озоном або станції дозування гіпохлориту [5].

### 1.1 Огляд сучасних методів біологічного очищення стічних вод

Для досягнення цієї мети слід розглянути різні методи біологічного очищення стічних вод.

Аеробне очищення стічних вод. Цей метод передбачає біологічне очищення стічних вод в умовах постійного потоку повітря, що є сприятливим для розвитку аеробних бактерій.

Анаеробні метантенки: стічні води очищуються біологічно без використання повітря. Ці системи ефективно використовують бактерії, які можуть працювати за відсутності кисню [2].

Штучна фільтрація. Цей метод використовує спеціальні штучні фільтри, які можуть затримувати тверді частинки та біологічні забруднення у стічних водах.

Використання рослин. У фітосанітарії або очищенні стічних вод очищення води за допомогою рослин базується на фізичних, хімічних і біологічних процесах, які відбуваються в кореневій зоні рослин.

Біологічні мембрани. Цей метод використовує полімерні мембрани для фільтрації стічних вод, пропускаючи тільки чисту воду, залишаючи біологічні забруднення на поверхні мембрани.

Комбіновані системи – поєднання різних методів очищення стічних вод для досягнення високої ефективності очищення.

Враховуючи обмеженість ресурсів і технічних можливостей місцевих малих очисних споруд, важливо обирати технології, які є ефективними та економічно доцільними для конкретного регіону чи населеного пункту [1].

Важливо також враховувати дотримання стандартів екологічної безпеки та якості води, які варіюються залежно від законодавства та регуляторних органів.

Підп. і дата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Біологічне очищення стічних вод застосовує різноманітні методи ефективного видалення забруднюючих речовин за допомогою живих організмів.

Для вдосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних малих очисних спорудах слід розглянути такі методи [2]:

Аеробна обробка – це використання мікроорганізмів у присутності кисню для розкладання органічних забруднюючих речовин і здійснюється за допомогою активного мулу, біологічних фільтрів або біологічних мембран (рис. 1.1)

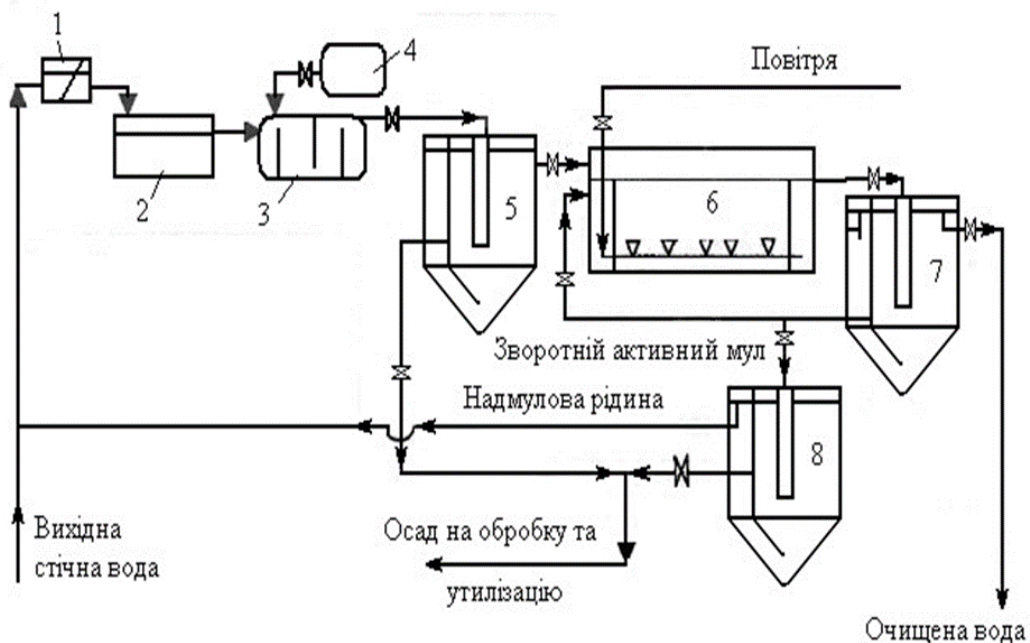


Рисунок 1.1 – Схема очищення стічних вод з аеротенками: 1 -роздільна решітка; 2 - пісковловлювач; 3 - змішувач; 4 - блок підготовки та дозування реагентів; 5 - первинний відстійник; 6 - аеротенк; 7 - вторинний відстійник; 8 - шламонакопичувач [3]

Анаеробне бродіння: процес, який використовує мікроорганізми для розкладання органічних забруднюючих речовин за відсутності кисню. Для виробництва біогазу використовуються анаеробні реактори або біогазові установки.

ІНВ.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ
ВЗСЄМ.ІНВ.	ВЗСЄМ.ІНВ.
ІНВ.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТ
Підп. і ДСТ	Підп. і ДСТ

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

11

Комбіновані системи: використання комбінації аеробних і анаеробних методів для ефективного очищення стічних вод. До них відносяться біологічні системи з послідовними аеробними і анаеробними стадіями і системи, що поєднують різні типи реакторів.

ФітореMediaція: використання рослин для очищення стічних вод шляхом поглинання та метаболізму забруднюючих речовин. Цей метод дозволяє додатково очищати воду перед скиданням у природні водойми чи ландшафтні системи [1].

Ці методи можуть бути використані для визначення найкращого підходу до вдосконалення технології біологічного очищення стічних вод на малих регіональних очисних спорудах для досягнення максимальної ефективності та екологічної безпеки Масу.

Принципова схема біологічного очищення стічних вод з поєднанням аеротенку та радіального відстійника наведена на рис. 1.2. Він має компактну структуру і може використовуватися для невеликої кількості відходів.

Крім того, пристрій дозволяє проводити процеси біологічного очищення з підвищеним введенням активного мулу порівняно з існуючими установками.

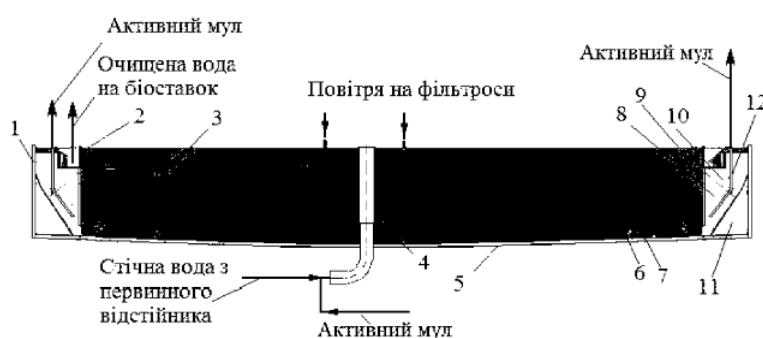


Рисунок 1.2 – Схема біологічного очищення стічних вод у комбінованому аеротенку відстійнику радіального типу: 1 - корпус існуючого відстійника; 2 – існуючий випускний лоток; 3 - зона аерації; 4 - розподільчий пристрій; 5 - днище; 6,7 - фільтросні труби; 8 - зона відстоювання; 9 - вікна переливу водомулової суміші з зони аерації в зону відстоювання; 10 - зона освітленої води; 11 – піщано гравійна засипка; 12 - сифонний пристрій

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Вказана схема функціонує таким чином: стічні води, які надходять в аеротенк, направляються в зону аерації. Подача повітря в аеробну зону здійснюється через пористі фільтруючі труби 6-7. Вони розміщуються на дні аеротенку відстійника, що викликає процес біологічного окислення первинних домішок води.

Рівномірність розташування системи аерації по довжині аеробної зони дозволяє поліпшити кисневий режим в ній і підтримувати постійне навантаження на активний мул, а також виключає можливість утворення застійних зон за допомогою потоків повітря, які не надходять з фільтрувальних труб 6-7, суміш через переливне вікно надходить в зону відстоювання 8, де відбувається поділ: активний мул осідає і повертається в зону аерації за допомогою фільтруючих патрубків 6-7.

Оскільки зона осадження має скошені краї, покинути зону активного мулу неможливо.

Очищення води за допомогою біоплівки.

Біоплівка – головний дійовий гідробіоценоз таких очисних споруд, як біофільтри та обертові біоконтактори.

Типовий або «класичний» біофільтр являє собою круглу, багатокутну або прямокутну залізобетонну ємність 6 (рисунок 1.3) з вбудованим (насіпним) завантаженням 3 і проміжною основою 7.

На цій поверхні утворюється велика кількість водних організмів, які насправді утворюють біоплівку.

Стічна вода 4, що надходить на очищення, розпилюється одним із пристроїв 5 над завантажувальною зоною біофільтра і стікає вниз для промивання біоплівки та скидання в жолоб 9, звідки знову проходить через біофільтр та буде транспортуватися. Промийте насосом 1 і знову промийте.

Нижня частина біофільтра забезпечена вентиляційним вікном 2 для створення біоплівки, що покриває весь корпус біофільтра вантажем, що містить кисень з повітря.

Підп. і дата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат	ТС 22320612	Арк
						13

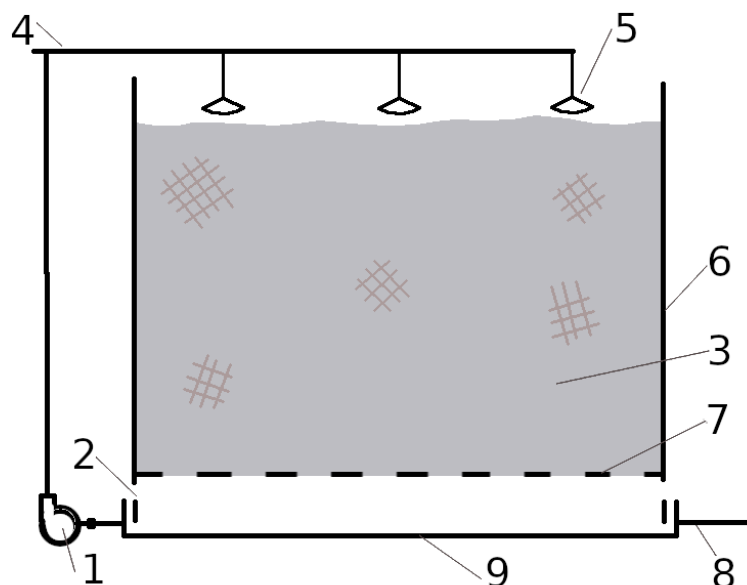


Рисунок 1.3 – Будова біофільтру : 1 – насос; 2 – вентиляційні вікна; 3 – завантаження; 4 – подача стічної води; 5 – розбризкувальні пристрої; 6 – корпус біофільтру; 7– несправжнє дно; 8 – відведення очищеної води; 9 – піддон

Біотенк-біофільтр (рис. 1.4) вмонтований у корпус з розташованими в шаховому порядку елементами завантаження, що являють собою напівциліндри діаметром 80 мм [16]. Стічна вода надходить зверху, наповнюючи елементи завантаження, і через краї стікає вниз. На зовнішніх поверхнях елементів утворюється біоплівка, а в елементах – біомаса, що нагадує активний мул. Насичення води киснем відбувається при русі рідини. Конструкція забезпечує високу продуктивність і ефективність очищення.

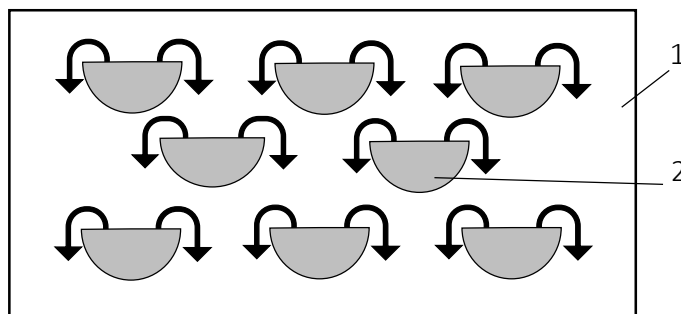


Рисунок 1.4 – Біотенк-біофільтр: 1 – корпус; 2 – елементи завантаження [17]

Підп. і дата	Інв. № дубл.	Взам. інв.	Підп. і дата	Інв. № подл.
Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат

Активний мул в очищенні стічних вод.

Активний мул використовується в аеротенках. «Класичний» аеротенк 4 (рис. 1.5, 1.6) являє собою залізобетонний проточний канал глибиною 4-5 м, шириною 3-11 м (в залежності від місткості) і довжиною 50-150 м (в залежності від ступеня забруднення стічних вод). Стічні води 2 подаються з одного або декількох місць і переміщуються в контакт з регенованим активним мулом і аеруються повітрям, що подається в пристрій для розпилення повітря 5, розташоване на дні аеротенка 3.

Через 4-48 годин після біологічного очищення вода надходить у відстійник 9, де осідає активний мул 10, аератор основна кількість якого – так званий «зворотний мул» повертається в аеротенк за допомогою повітря або за допомогою насоса 6 з інтенсивною аерацією зі свого боку, що подається до так званого «регенератором» 1. Якість активного мулу відновлюється: він перетравлює органіку сполук, які раніше поглинені зі стічних вод, особливо ті, які повільно розкладаються.

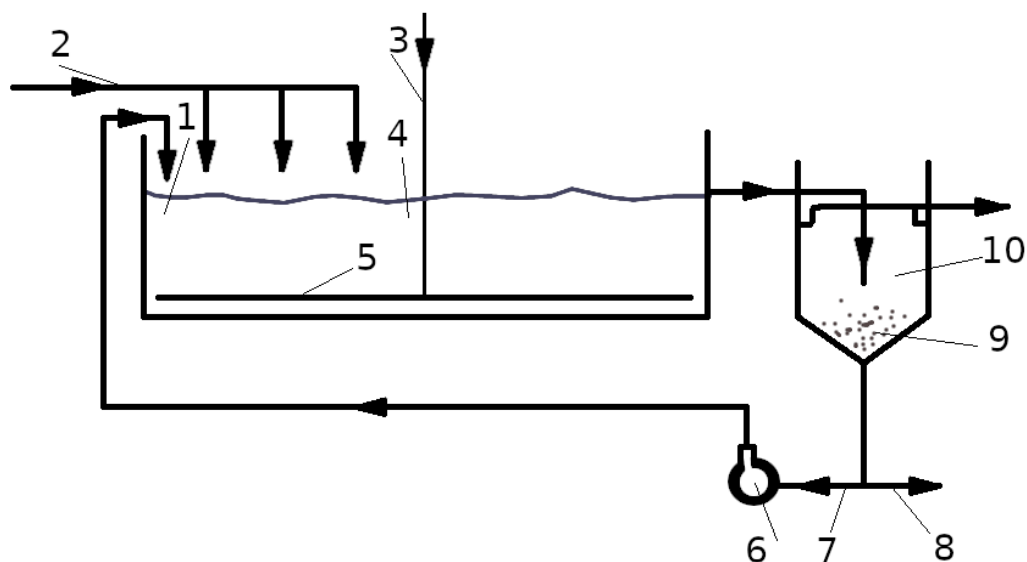


Рисунок 1.5 – Схема класичного аеротенку: 1 — регенератор; 2 — стічна вода; 3 — повітря; 4 — аеротенк; 5 — пристрій для розпилювання повітря; 6 — насос; 7 — зворотний мул, 8 — надлишковий мул; 9 — осад активного мулу; 10 — відстійник

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

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат
-----	-----	------------	-------	-----

ТС 22320612



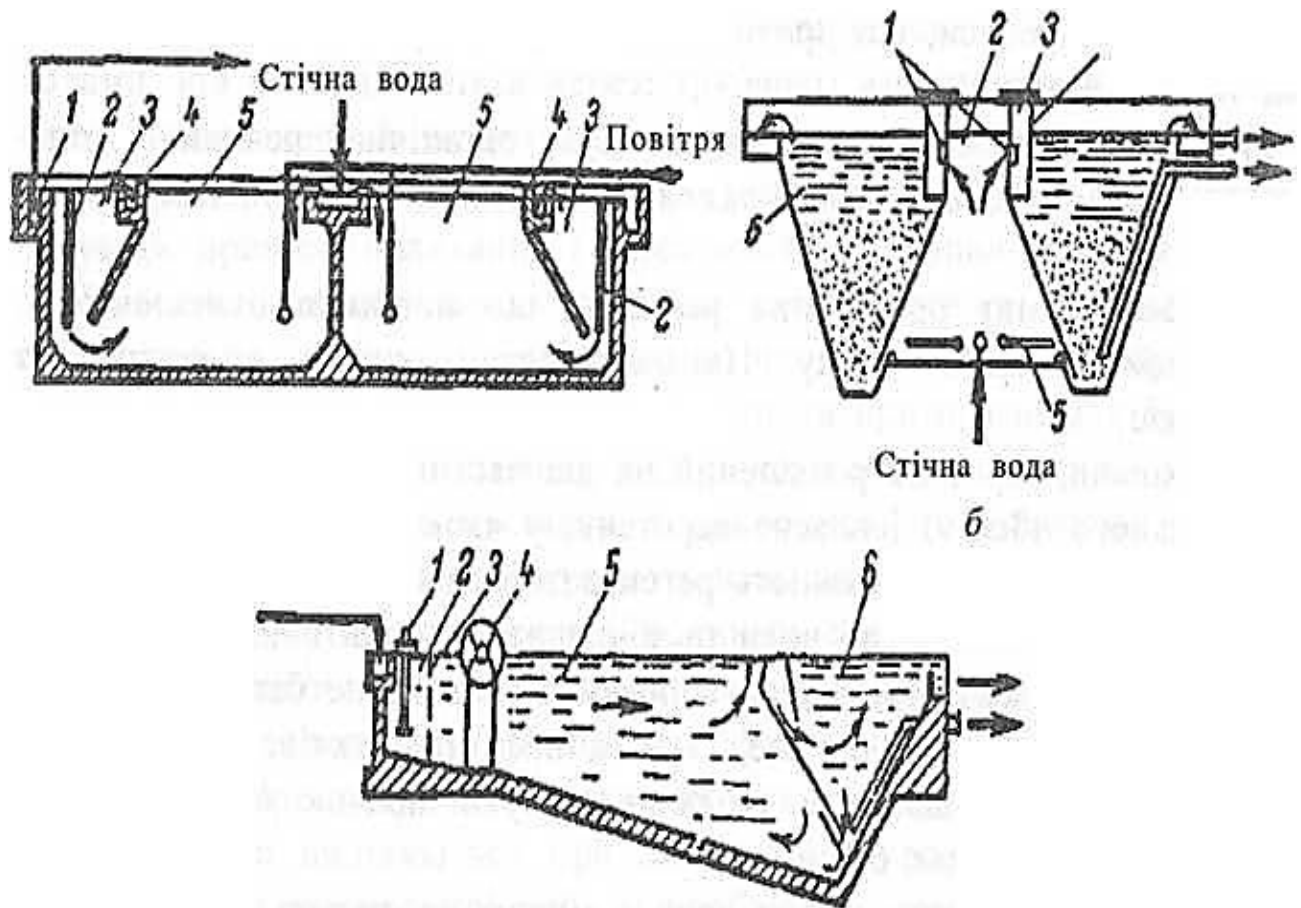


Рисунок 1.6 – Аеротенк: а-аеротенк: 1 піддон; 2-пристрій для всмоктування мулу; 3-зона розчину; 4 вихідний канал; 5-Зона аерації; б-освітлювач відстійника:

1. Переливне вікно, 2. Зона аерації, 3. Зона дегазації, 4. Напрямна перегородка, 5. Аератор, в. Зона освітлення, аеротенки для двох приміщень, 1. Лопатевий аератор; 2. Зона попереднього концентрування; б. Перегородка; 4. 5. Обертовий аератор; 6. Ферментаційна зона; зона освітлення [10]

Надактивний мул, званий «надлишковим мулом» 8, подається для стабілізації, стиснення, зневоднення, зберігання і, по можливості, для подальшого використання, наприклад, для виробництва біогазу, добрив і т. д.

Процес біохімічного очищення шляхом відокремлення активного мулу від очищеної води вивчали за допомогою флотаційного пристрою замість вторинного відстійника [7].

На рис.1.7 наведена технологічна схема цього методу.

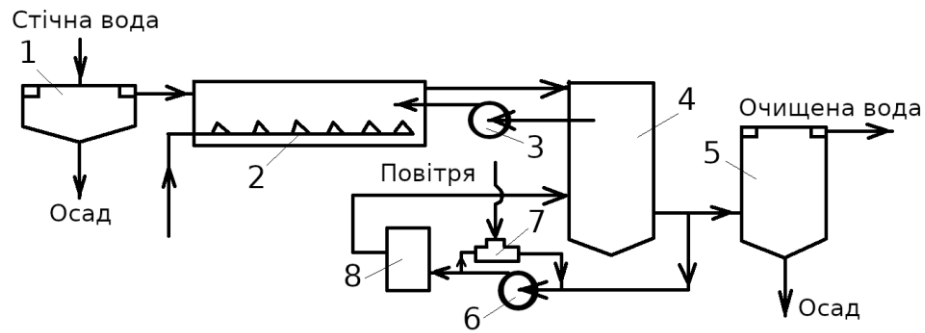


Рисунок 1.7 – Схема установки біохімічної очистки з флотаційним ущільнювачем мулу: 1 відстійник; 2 аеротенк; 3 насос; 4 флотаційний пристрій; 5 контактний резервуар; 7 ежектор; 8 напірний резервуар [13]

Якщо неможливо збільшити висоту біофільтра для досягнення високого ступеня очищення, використовується двоступеневий біофільтр.

На рис. 1.8 наведено технологічну схему установок для очищення стічних вод за допомогою біофільтрів. Стічна вода подається в зону активного мулу, де відбуваються реакція відокремлення осаду, в результаті чого виходить очищена вода.

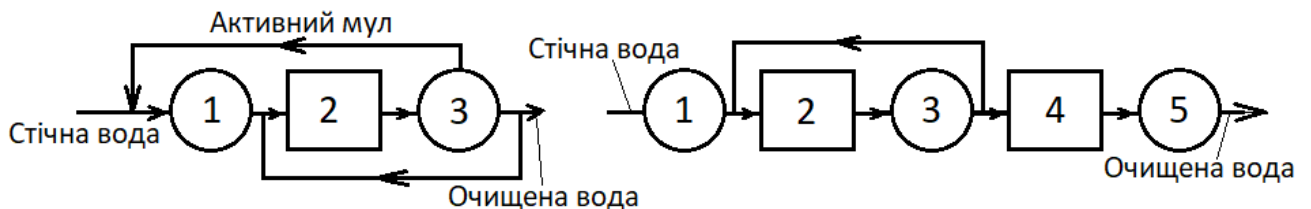


Рисунок 1.8 – Схеми установок для очищення стічних вод біофільтрами: 1 – одноступінчаста; б – двоступінчаста; 7 – первинні відстійники; 2, 4 – біофільтри I і II ступенів; 3 – вторинні відстійники; 5 – третинний відстійник [14]

Також, одним із методів біологічного очищення стічних вод є застосування окситенків.

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Окситенк або кисневий балон являє собою герметичний прямокутний резервуар, розділений на 4-6 секцій перегородкою з отворами. Верхній отвір перегородки використовується для проходу газу, а нижній отвір – для проходу шламової суміші. Стічні води, циркулюючий мул і кисень включені в першу секцію.

Розроблено кілька конструкцій окситенків. На практиці застосовують окситенки двох типів: комбіновані, працюючі за принципом реактора-змішувача; секційні окситенки – витискувачі з окремим вторинним відстійником.

На рис. 1.9 наведено принцип роботи та схематичне зображення секційного окситенку.

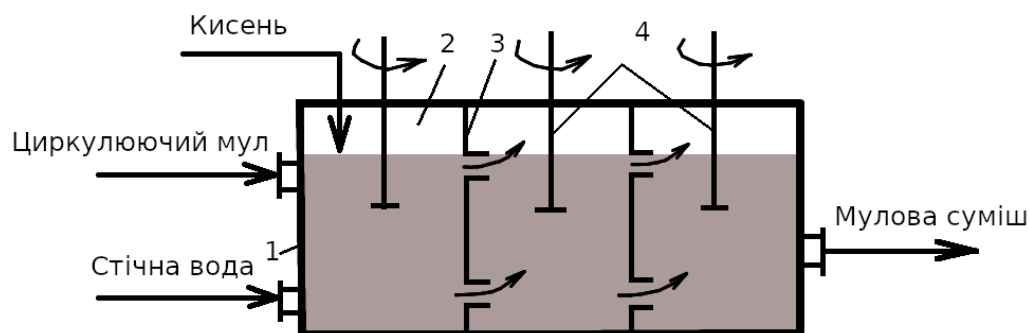


Рисунок 1.9 – Секційний окситенк: 1 – корпус; 2 – секція; 3 – перегородка; 4 – механічні аератори [18]

Порівняння різних методів біологічного очищення стічних вод представляє перед нами те, що кожен з методів має сильні сторони та обмеження. Для досягнення найкращих результатів важливо враховувати місцеві умови, технічні можливості та вимоги до якості води [1].

Поєднання різних методів може бути ефективним підходом для досягнення вищої ефективності та оптимізації процесу очищення.

Успішне впровадження технологій біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах вимагає не лише технічної компетентності, але й

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

врахування екологічних та соціальних аспектів [2].

Належне планування, регулярний моніторинг та технічне обслуговування є ключовими елементами для забезпечення довготривалої та сталої роботи малих локальних очисних споруд. Переваги та недоліки різних методів біологічного очищення стічних вод для малих локальних очисних споруд є важливими для вибору найбільш підходящого методу з урахуванням обмежень та можливостей конкретної локальної очисної споруди [4].

Аеробні відстійники: переваги: ефективні для багатьох типів забруднювачів, прості в обслуговуванні.

Недоліки: велика площа, вразливість до температурних і погодних коливань.

Анаеробні метантенки: переваги: ефективні для високих навантажень, низьке енергоспоживання [3].

Недоліки: складніше управління процесом, необхідна система моніторингу процесу.

Фільтрація: переваги: проста конструкція, низькі витрати на обслуговування.

Недоліки: обмежений вплив на забруднювачі, необхідне регулярне обслуговування.

Використання рослин: переваги: естетично привабливий, ефективний для певних типів забруднювачів.

Недоліки: обмежена ефективність проти важких забруднювачів, залежність від кліматичних умов.

Біомембрани: переваги: висока ефективність очищення, невеликі розміри.

Недоліки: високі витрати на обслуговування, складне технічне обладнання.

Інтегровані системи: переваги: висока ефективність завдяки правильному поєднанню методів, більш гнучкий підхід для різних типів забруднювачів.

Недоліки: управління інтегрованими системами є більш складним і

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТ
------------	-------------	------------	------------	-------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

вимагає кваліфікованого персоналу [4].

Переваги та недоліки кожного методу наведені в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Переваги та недоліки методів біологічного очищення стічних вод [2]

Метод очищення	Опис	Переваги	Недоліки
Аеротенки	Активний мул перетравлює органічні домішки, які містяться у стічних водах	Виділення із стічних вод залишків органічних речовин	Якість очищення стічних вод є досить низькою
Аеробні ставки	Біологічне очищення з доступом повітря	Ефективне для багатьох типів забруднень	Потреба у великій площі під ставки
Анаеробні реактори	Очищення без доступу повітря	Ефективне для високих навантажень	Складніше управління процесом
Фільтрація	Затримка твердих часток та забруднень	Простота конструкції	Потреба у регулярному обслуговуванні
Використання рослин	Очищення за допомогою рослин	Естетичний вигляд	Обмежена ефективність для важких забруднень
Біологічні мембрани	Фільтрація через полімерні мембрани	Висока ефективність	Високі витрати на обслуговування
Комбіновані системи	Поєднання різних методів очищення	Висока ефективність	Складніше управління комплексною системою

Розглядаючи переваги та недоліки кожного методу, слід обрати найбільш ефективний та економічно вигідний метод біологічного очищення стічних вод,

Інв.№ПОДЛ. Підп. і Дста  
 Взаєм.інв. Інв.№ДУБЛ.  
 Підп. і Дста

Вип Арк № ДОКУМ. Підп. Дст

ТС 22320612

Арк  
20

беручи до уваги місце розташування та обмеження очисних споруд.

При виборі найбільш ефективного та економічно вигідного методу біологічного очищення стічних вод для малих міських очисних споруд слід враховувати наступні специфічні умови та обмеження:

Об'єм стічних вод: якщо об'єм стічних вод великий або якщо хімічний склад стічних вод особливий, для ефективного очищення потрібне більш потужне і спеціалізоване обладнання [3].

Доступні ресурси: обмеженість бюджету та наявного технічного обладнання може обмежити вибір методів, які вимагають використання дорогого або складного технічного обладнання.

Кліматичні умови: екстремальна спека, висока вологість та інші кліматичні умови можуть впливати на ефективність деяких методів, вимагаючи додаткових заходів для підтримання оптимальних умов очищення.

Простір та інфраструктура: простір, доступний для очисних споруд, обмежений, і наявність відповідних майданчиків для будівництва та встановлення обладнання може вплинути на вибір конкретного методу очищення.

Регуляторні вимоги: вимоги до якості води та стандарти екологічної безпеки визначають прийнятні методи очищення, і для виконання нормативних вимог можуть знадобитися додаткові заходи.

Управління та технічний досвід: наявність кваліфікованого персоналу для експлуатації та обслуговування обладнання є ще одним важливим фактором при виборі методу біологічного очищення [4].

Ретельне врахування цих факторів та їх впливу на вибір методу очищення може допомогти забезпечити ефективну та сталу роботу очисних споруд у районах з низькими очисними потужностями.

Враховуючи обмеженість ресурсів та особливі умови, вибір найбільш підходящого методу очищення вимагає врахування багатьох факторів, включаючи обсяг та складність стічних вод, доступність ресурсів, кліматичні

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і Дато	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і Дато
------------	--------------	------------	------------	--------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

умови, інфраструктуру, нормативні вимоги та наявність кваліфікованого персоналу.

Порівняння переваг і недоліків різних методів біологічного очищення води показує, що кожен метод має свої переваги та обмеження.

Враховання конкретних умов та обмежень місцевої очисної станції допоможе обрати найкращий метод, який буде ефективним, економічно вигідним та відповідатиме стандартам охорони довкілля та якості води [4].

Налагодження систематичного моніторингу та регулярного технічного обслуговування є важливим фактором забезпечення довготривалої та ефективної роботи локальних очисних споруд.

Розуміння взаємозв'язку між вибором методу очищення, управлінням ресурсами та вимогами екологічної безпеки може допомогти покращити якість очищення стічних вод та стан довкілля.

## 1.2 Порівняння ефективності різних методів в конкретних умовах

При аналізі порівняльної ефективності різних способів біологічного очищення стічних вод в заданих досліджуваних умовах на малих регіональних очисних спорудах слід враховувати кілька важливих аспектів [5].

Наприклад, для станцій аеробної стабілізації важливими параметрами є ефективність очищення для різних рівнів навантаження та вмісту стічних вод, а також витрати на обслуговування в суворих кліматичних умовах, наприклад, взимку, коли температура значно падає.

У випадку анаеробних метантенків ще однією важливою характеристикою є складність управління процесом, що вимагає залучення спеціалізованого персоналу.

У випадку фільтрації та рослинних методів ефективність залежить від типу використовуваних фільтрів і установок, а також від вартості використання та обслуговування цих систем.

Підп. і дата	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Арк

22

У випадку з біологічними мембранами слід проаналізувати витрати на енергію та технічне обслуговування, а також ефективність очищення у високозабруднених середовищах.

Комбіновані системи більш ефективні в умовах високої якості води, але можуть бути складнішими у використанні та обслуговуванні [6].

Врахування цих специфічних аспектів у порівняльному аналізі допомагає врахувати конкретні умови та обмеження при визначенні найкращих варіантів вдосконалення технологічного рішення щодо біологічного очищення стічних вод на очисних спорудах малої потужності (табл. 1.2).

Ця таблиця показує, наскільки добре кожен метод відповідає специфічним вимогам малих очисних споруд у конкретному регіоні, і допомагає зробити обґрунтований підбір способу, який найефективніше застосувати для конкретної ситуації.

Таблиця 1.2 – Порівняння ефективності різних методів в конкретних умовах [5]

Метод очищення	Ефективність в умовах з високим навантаженням	Вартість утримання та обслуговування	Адаптація до кліматичних умов	Складність управління
Аеротенки	Висока	Середня	Залежить від клімату	Середня
Аеробні ставки	Висока	Середня	Залежить від клімату	Низька
Анаеробні реактори	Середня	Низька	Менш вплив клімату	Висока
Фільтрація	Залежить від типу фільтрів	Низька	Середня	Середня
Використання рослин	Залежить від виду рослин, що використовуються	Низька	Залежить від клімату	Низька
Біологічні мембрани	Висока	Висока	Стійка до клімату	Середня
Комбіновані системи	Висока	Середня	Стійка до клімату	Висока

Інв.№ПОДЛ. Підп. і ДСТ

ВЗСОМ.ІНВ. Інв.№ДУБЛ.

ВЗСОМ.ІНВ. Підп. і ДСТ

Інв.№ПОДЛ.

Вип. Арк. № ДОКУМ. Підп. Дат

ТС 22320612

Арк

23



З аналізу порівняльної ефективності різних методів біологічної очистки стічних вод в конкретних умовах малих очисних споруд в регіоні можна зробити кілька висновків [6].

Перш за все, при виборі найбільш ефективного способу слід враховувати такі важливі фактори, як витрати на експлуатацію та обслуговування, адаптацію до конкретних кліматичних умов, складність управління процесом і продуктивність при високих навантаженнях.

Аеробні реактори довели свою ефективність у суворих кліматичних умовах, але вимагають великої площі. Анаеробні метантенки, з іншого боку, менш чутливі до зовнішніх умов, але потребують спеціального управління.

Фільтрація та використання рослин можуть бути дієвими за правильних умов, але їх ефективність залежить від типу фільтра та виду рослини.

Біомембрани та комбіновані системи довели свою ефективність у багатьох умовах і забезпечують високу ефективність очищення води, але вони дорогі в обслуговуванні та складні в управлінні [5].

Врахування цих аспектів при виборі методів біологічної очистки стічних вод може забезпечити дотримання екологічних стандартів та показників якості води, а також дозволить очисним спорудам працювати ефективно, економічно та стабільно в районах з низькою потужністю очистки стічних вод.

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і дста	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і дста
------------	--------------	------------	------------	--------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

## РОЗДІЛ 2

### ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Дієвість біологічної очистки стічних вод на локальних очисних спорудах малої потужності залежить від низки чинників [7].

Тип складу стічних вод: хімічний склад органічних та неорганічних забруднювачів у стічних водах впливає на ефективність біологічного очищення.

Температура: високі температури сприяють метаболізму мікроорганізмів і підвищують результативність біологічної очистки.

Концентрація кисню: достатня концентрація кисню у стічних водах важлива для ефективного функціонування аеробних мікроорганізмів.

РН: баланс рН також впливає на активність мікроорганізмів. Дисбаланс може призвести до загибелі корисних бактерій.

Токсичні речовини: присутність токсичних сполук, таких як метали важкі та хімічні отрути, може сповільнити або вбити мікроорганізми, знижуючи ефективність лікування.

Знос обладнання: регулярне технічне обслуговування та догляд необхідні для ефективної роботи обладнання.

Використання біологічних агентів: використання спеціально підібраних штамів мікроорганізмів може підвищити ефективність біологічної обробки, забезпечуючи оптимальні умови для росту та метаболізму мікроорганізмів.

Просторова організація: оптимальне розташування різних етапів біологічного очищення може підвищити ефективність процесу шляхом забезпечення оптимального використання простору та оптимізації потоку стічних вод.

Це важливі фактори, які слід враховувати при плануванні, впровадженні та вдосконаленні технологій біологічного очищення стічних вод на малих

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

25

очисних спорудах (рис. 2.1).

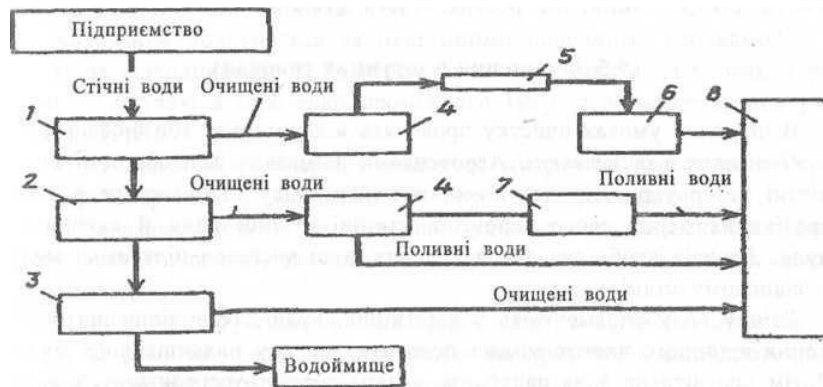


Рисунок 2.1 – Варіанти біохімічного очищення стічних вод: 1 - механічні очисні споруди; 2 - фізико-хімічні очисні споруди; 3 - біохімічні очисні споруди; 4 - відстійники або біологічні озера; 5 - каналізаційні канали; 6 - озера-випаровувачі; 7 - фільтраційні станції; 8 - сільськогосподарські канали

## 2.1 Хімічний склад стічних вод та його вплив на процес очищення

Хімічний вміст стічних вод відіграє важливу роль у визначенні ефективності процесу біологічного очищення. Різні хімічні сполуки можуть впливати на ефективність мікроорганізмів, які очищують стічні води, і на сам процес очищення. Деякі з найважливіших хімічних компонентів стічних вод, які здатні впливати на біологічне очищення, включають наступні [7]:

**Органічні забруднення:** наявність органічних сполук, таких як вуглеводні, біологічно важливі органічні сполуки та інші органічні речовини, може впливати на швидкість метаболізму бактерій у біологічній масі.

**Неорганічні сполуки:** присутність сполук, які вважаються неорганічними, таких як сполуки азоту та фосфору, може впливати на процеси нітрифікації та фосфорилювання в біологічних системах. Високий рівень цих сполук може призвести до надмірного утворення мулу та зниження ефективності біологічних процесів [8].

Розуміння впливу хімічного вмісту стічних вод на процес біологічного

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

Вип	Арк	№ док.	Підп.	Дат
-----	-----	--------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

26

очищення є важливим для вдосконалення технологій біологічного очищення на малих локальних очисних спорудах. Це допоможе у виборі найбільш підходящого методу очищення та встановленні необхідного обладнання для ефективної роботи системи.

Для розрахунку впливу хімічного вмісту стічних вод на процес їх очистки можна застосовувати певні параметри та методи. Одним з можливих розрахунків є визначення загального біологічного споживання кисню (БСК) або хімічного споживання кисню (ХСК), яке відображає органічне забруднення [7].

БСК (біологічне споживання кисню): визначається як кількість кисню, що споживається мікроорганізмами під час біологічного розщеплення органічних речовин у воді.

ХСК (хімічне споживання кисню): визначається як кількість кисню, необхідна для хімічного окислення всіх органічних сполук у воді, що відображає загальне органічне забруднення, але враховує як біологічний, так і хімічний вплив органічних речовин.

Концентрація азоту та фосфору: органічні стічні води можуть містити сполуки азоту і фосфору, які також мають значний вплив на біологічне очищення. Вимірювання концентрації цих сполук може визначити, чи потрібні додаткові методи очищення.

Концентрації небезпечних речовин: для оцінки впливу небезпечних речовин необхідно виміряти їх концентрацію у стічних водах. Це може допомогти визначити заходи, необхідні для зменшення або усунення цих речовин у процесі очищення (таблиця 2.1).

Для того, щоб зробити конкретні розрахунки, необхідні точні дані про концентрацію речовин у стічних водах.

Ці дані можна отримати шляхом хімічного аналізу стічних вод за допомогою спеціального обладнання та методик, і на основі цих даних можна визначити найкращі методи обладнання для ефективного очищення стічних вод [8].

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Для подальших розрахунків, залежно від хімічного складу стічних вод, ці значення можуть бути використані для визначення потреби в додаткових методах очищення, таких як нітрифікація або фосфатна обробка для зниження концентрації азоту та фосфору.

Крім того, визначення та регулювання вмісту небезпечних речовин в процесі очищення може вимагати застосування спеціальних методів очищення, які можуть забезпечити ефективне видалення цих речовин [8].

Ці дані відображають ступінь забруднення стічних вод і необхідність застосування відповідних технологій для ефективного очищення.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад стічних вод та його вплив на процес очищення [7]

Параметр	Концентрація (мг/л)
БСК (Загальна біологічна потреба в кисні)	200
ХСК (Хімічна потреба в кисні)	250
Азот	30
Фосфор	15
Токсичні речовини	10

У таблиці 2.1 наведено основні хімічні компоненти, які можуть впливати на процес очистки стічних вод, та їх приблизні значення.

На основі аналізу впливу хімічного складу очищуваних вод на процес біологічної очистки можна зробити декілька висновків. Хімічний склад стічних вод відіграє важливу роль у визначенні ефективності процесу біологічного очищення [7]. Різні компоненти, такі як органічні та неорганічні забруднювачі, сполуки азоту та фосфору, а також токсичні речовини, можуть впливати на ефективність процесів біологічного очищення.

Значення БСК і ХСК вказують на рівень органічного забруднення, тоді як концентрації азоту і фосфору вказують на можливу потребу в додаткових методах очищення, таких як нітрифікація або фосфорна обробка.

Інв.№ПОДЛ. Підп. і ДСТА. Взаєм.інв. Інв.№ДУБЛ. Підп. і ДСТА.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

28

Наявність токсичних речовин також важлива, оскільки вони можуть пригнічувати активність мікроорганізмів і впливати на ефективність очищення.

Для ефективної біологічної очистки стічних вод важливо враховувати рН, температуру і необхідну концентрацію кисню, щоб забезпечити оптимальні умови для росту і життєдіяльності мікроорганізмів.

Правильне регулювання цих факторів допомагає забезпечити ефективність процесу біологічної очистки на очисних спорудах малої потужності.

Всі ці міркування та висновки необхідно враховувати при вдосконаленні технологій біологічного очищення стічних вод для забезпечення стабільної та ефективної роботи очисних споруд і зменшення негативного впливу забруднень на навколишнє середовище.

## 2.2 Температурні коливання та їх вплив на ефективність біологічного процесу

Температурні коливання мають суттєвий вплив на ефективність біологічного процесу очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності. Зміни температури можуть впливати на мікроорганізми, що беруть участь у біологічному очищенні, а також на швидкість біологічних процесів [11].

Деякі з важливих аспектів впливу температурних коливань на ефективність біологічного процесу включають:

Швидкість метаболізму: зі збільшенням температури збільшується швидкість метаболізму біологічних мікроорганізмів, що може сприяти більш ефективному очищенню стічних вод.

Зміна складу біологічних видів: екстремальні температури можуть спричинити зміну в складі мікроорганізмів, що може вплинути на ефективність біологічного процесу.

Підп. і дата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат
-----	-----	------------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

29

Стійкість мікроорганізмів: екстремальні температури можуть призвести до загибелі чутливих мікроорганізмів, що може знизити ефективність біологічного очищення.

Адаптація: мікроорганізми можуть мати різний рівень адаптації до температурних змін, що може впливати на їхню здатність ефективно очищати стічні води [12].

Покращення технології біологічної очистки стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності повинно враховувати ці температурні варіації та встановлювати оптимальні умови для мікроорганізмів, що беруть участь у процесі очищення.

Регулярний моніторинг температурних коливань та використання відповідних технологій теплоконтролю можуть допомогти забезпечити стабільні умови для ефективного функціонування біологічного процесу очищення стічних вод [11].

Температурні коливання можуть значно впливати на біологічний процес очищення стічних вод через їх вплив на активність мікроорганізмів та швидкість біологічних реакцій. Наприклад, збільшення температури на 10 градусів Цельсія може призвести до приблизного подвоєння швидкості біологічного окислення.

Однак, екстремальні температури, особливо знижені, можуть призвести до гальмування біологічних процесів, що призводить до зниження ефективності очищення стічних вод [12].

Наприклад, якщо ми припустимо, що швидкість біологічного окислення змінюється пропорційно температурі за законом Арреніуса, ми можемо використовувати наступне рівняння [11]:

$$R = R_0 \times e^{\frac{E_a \times (T - T_0)}{RT_0T}}$$

де:

R - швидкість реакції при даній температурі,

R<sub>0</sub> - швидкість реакції при початковій температурі,

E<sub>a</sub> - енергія активації,

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ
Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.
Підп. і ДСТ	Підп. і ДСТ

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ	ТС 22320612	Арк
						30

T - поточна температура,  
T<sub>0</sub> - початкова температура,  
R - універсальна газова стала.

Використовуючи це рівняння, можна оцінити, як зміна температури впливає на швидкість біологічного процесу очищення стічних вод та розрахувати приблизні значення швидкості реакції при різних температурах. Для більш точних розрахунків потрібно мати конкретні дані щодо енергії активації та початкової температури.

Припустимо, що ми маємо початкову швидкість біологічного окислення R<sub>0</sub> при температурі T<sub>0</sub>=20 градусів Цельсія. Нехай енергія активації E<sub>a</sub> дорівнює 50 кДж/моль, а універсальна газова стала R дорівнює 8,314 Дж/(моль·К) [12].

Якщо ми розглядаємо нову температуру T=30 градусів Цельсія, ми можемо використати дані для обчислення нової швидкості реакції R:

$$R = R_0 \times e^{\frac{E_a \times (T - T_0)}{RT_0 T}}$$
$$R = R_0 \times e^{\frac{50 \times 10^3 \times (30 - 20)}{8.314 \times 293 \times 293}}$$
$$R = R_0 \times e^{\frac{500 \times 10^3}{7246782}}$$
$$R = R_0 \times e^{0.069}$$
$$R \approx R_0 \times 1.071$$

Отже, при збільшенні температури з 20 до 30 градусів Цельсія, швидкість біологічного процесу очищення стічних вод може збільшитися приблизно на 7.1% [11]. Це дає загальне уявлення про вплив температурних коливань на ефективність біологічного процесу.

Удосконалення технології біологічного очищення стічних вод повинно враховувати ці температурні варіації та встановлювати оптимальні умови для мікроорганізмів з метою забезпечення стабільності та ефективності процесу

Підп. і дата	
Інв. № док. бл.	
Взаєм. інв.	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Арк

31



очищення [11]. Регулярний моніторинг температурних коливань та використання відповідних технологій теплоконтролю є важливими для забезпечення оптимальних умов для біологічного процесу очищення стічних вод у локальних очисних спорудах малої продуктивності.

### 2.3 Вплив забруднення та інших зовнішніх факторів на ефективність очищення

Вплив забруднення та інших зовнішніх факторів на результативність очистки стічних вод на місцевих очисних спорудах малої продуктивності є дуже важливою складовою при удосконаленні технології біологічного очищення [15]. Різні типи забруднень та зовнішні фактори можуть негативно впливати на ефективність очищення та спричиняти додаткові труднощі в процесі.

Токсичні речовини: присутність токсичних речовин у стічних водах, таких як важкі метали, хімічні речовини та інші токсичні сполуки, може пригнічувати ріст та активність мікроорганізмів, використовуваних у процесі очищення, що призводить до зниження ефективності очищення.

Зміна складу стічних вод: зміна складу стічних вод, наприклад, внаслідок випуску нових видів забруднень або зміни виробничого процесу, може вимагати адаптації технології очищення для ефективного видалення нових типів забруднень [16].

Надмірний вміст органічних речовин: велика концентрація органічних речовин у стічних водах може призвести до перевантаження біологічних систем очищення, що може зменшити їхню ефективність [15].

Екстремальні погодні умови: негативний вплив екстремальних погодних умов, таких як сильні дощі, повені або посухи, може створювати непередбачувані коливання у складі та концентрації забруднень, що ускладнює процес біологічного очищення.

Забруднення від сторонніх джерел: вплив забруднення від сторонніх джерел, таких як промислові підприємства, сільське господарство та інші

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ	ВЗСЄМ.ІНВ.	ІНВ.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТ
------------	-------------	------------	------------	-------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

джерела забруднення, може також впливати на ефективність біологічного очищення стічних вод.

Удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності має враховувати ці зовнішні фактори та розробляти стратегії для кращого керування ними з метою забезпечення стабільної та ефективної роботи систем очищення у будь-яких умовах.

Для демонстрації впливу забруднення та інших зовнішніх факторів на ефективність очищення стічних вод, давайте розглянемо концентрацію токсичних речовин у стічних водах перед та після біологічного очищення. Нехай початкова концентрація токсичних речовин становить 100 мг/л, а після проходження через біологічну очисну споруду вона знижується до 20 мг/л.

Таким чином, ефективність очищення токсичних речовин обчислюється за допомогою наступної формули [15]:

$$\text{Ефективність}(\%) = \frac{\text{початкова} - \text{кінцева}}{\text{початкова}} \times 100\%$$

$$\text{Ефективність}(\%) = \frac{\text{Спочаткова} - \text{Скінцева}}{\text{Спочаткова}} \times 100\%$$

$$\text{Ефективність}(\%) = \frac{(100 - 20)}{100} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Ефективність}(\%) = \frac{100 - 20}{100} \times 100\% = 80\%$$

Отже, ефективність очищення в даному випадку становить 80%. Це свідчить про те, що біологічна очисна споруда здатна значно знизити концентрацію токсичних речовин у стічних водах, але деяка кількість забруднень залишається [16]. Для більш точної оцінки ефективності варто враховувати також інші зовнішні фактори та їх вплив на процес очищення (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 Вплив забруднення та інших зовнішніх факторів на ефективність очищення стічних вод [15]

Фактор	Вплив на ефективність очищення
Токсичні речовини	Зниження ефективності очищення
Зміна складу стічних вод	Вимагає адаптації технології

ІНВ.№ПОДЛ. ПІДП.І ДСТА  
ВЗСЄМ.ІНВ. ІНВ.№ДУБЛ. ПІДП.І ДСТА

### Продовження таблиці 2.3

Надмірний вміст органічних речовин	Перевантаження біологічних систем
Екстремальні погодні умови	Ускладнення процесу очищення
Забруднення від сторонніх джерел	Вплив на ефективність очищення

Ця таблиця надає загальний огляд впливу різних факторів на ефективність біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності.

Тому для вдосконалення технології очищення регіональних малопродуктивних очисних споруд важливо розуміти важливість різноманітних факторів, що впливають на ефективність біологічного очищення стічних вод.

Враховуючи хімічний склад, температурні коливання, забруднення та інші зовнішні фактори стічних вод, вам допоможе розробити ефективну стратегію очищення, спрямовану на забезпечення стабільної та ефективної роботи очисних систем навіть за мінливих умов навколишнього середовища.

Раціональне використання цих факторів при проектуванні та експлуатації очисних споруд сприятиме охороні природних ресурсів, зниженню впливу стічних вод на навколишнє середовище та покращенню загального стану навколишнього середовища [15].

Постійне вдосконалення технології та регулярний моніторинг параметрів очищення є важливими аспектами для забезпечення сталого розвитку та збереження якості водних ресурсів для майбутніх поколінь.

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і дста	Взєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і дста
------------	--------------	-----------	------------	--------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

34

### РОЗДІЛ 3

## МОДЕРНІЗАЦІЯ РОБОТИ СПОРУД БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ САНАТОРІЮ ОЛДИШ

Модернізація установок біологічної очистки стічних вод є важливим кроком для поліпшення якості очистки зворотних вод і підтримки стійкості місцевого навколишнього середовища. Для досягнення цієї мети рекомендується вжити кілька заходів з модернізації, в тому числі:

- осучаснення технічного обладнання: заміна застарілого обладнання на більш сучасне для підвищення ефективності очищення стічних вод і забезпечення стабільної роботи системи.
- впровадження системи автоматичного управління: впровадження системи управління, яка автоматично відстежує та коригує параметри очищення, щоб система працювала ефективно в умовах, що змінюються.
- вдосконалення процесів очищення: використання новітніх технологій та методів очищення для ефективного видалення різних видів забруднень та забезпечення якісного очищення стічних вод.
- впровадження енергоефективних рішень: використання енергоефективних технологій для зменшення споживання енергії та оптимізації витрат на утримання очисних споруд.
- безперервний моніторинг та аналіз: впровадження системи безперервного моніторингу параметрів очищення дозволяє оперативно виявляти будь-які проблеми та вживати необхідних заходів для їх вирішення [20].

Ці заходи допоможуть підвищити ефективність роботи станції біологічного очищення стічних вод санаторію «Олдиш» та сприятимуть екологічній стійкості регіону.

Підп. і дата	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Арк

35

### 3.1 Огляд поточного стану очисних споруд та їх можливостей

Площа займаної території санаторію-профілакторію 7600 м<sup>2</sup>. Одночасно в санаторії-профілакторії планується оздоровлювати 200 осіб. Стічні води, що потребують очищення, утворюються від наступних об'єктів водовідведення:

- душових, санвузлів корпусів;
- процедурних, лабораторних лікувального корпусу;
- лазні, басейни;
- їдальні та господарських споруд.

Існуючі очисні споруди санаторію-профілакторію «Олдиш» включають приймальну камеру, септик орієнтованої ємністю 100 м<sup>3</sup> і вихідний колодязь, звідки очищені стічні води надходять у біологічний ставок площею водного дзеркала близько 200 м<sup>2</sup> і глибиною до 1,5 м.

Технічний стан споруд, за даними ПАТ "Сумихімпром", задовільний. Якість очищення стічних вод у септиці недостатня, стічні води з підвищеним вмістом розчинених органічних забруднень надходять у біопруд. З метою забезпечення повного біологічного очищення стічних вод пропонується доповнити очисні споруди блоком БЮСОФ із встановленням електрознешкодження, які забезпечать розрахункові показники очищеної води перед її скиданням у біопруд.[14]

Територія санаторію-профілакторію «Олдиш» розташована у хвойному (сосновому) лісі, під покривом якого сформувалися дерново-підзолисті ґрунти, які також приурочені до першої надзапальної тераси.

Профіль дерново-підзолистих ґрунтів характеризується такою будовою: у верхній частині сформувався світло-сірий перегнійно-елювіальний горизонт, потужність якого коливається в межах 13-20 см, а іноді і більше. Нижче розташовується біло-жовтий елювіальний власне підзолистий горизонт.

Його опідзоленість, яка спостерігається за наявності бляклості, пов'язаної з вимиванням вниз сполук заліза та відносним накопиченням у горизонті

Підп. і ДСТ
Інв. №ДУБЛ.
ВЗСЄМ.ІНВ.
Підп. і ДСТ
ІНВ.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

кремнієвої кислоти, у дерново-слабопідзолистих ґрунтах менше, ніж у дерново-середньопідзолистих. Тому в останніх цей горизонт більший за потужністю і має більш бляке забарвлення. Нижче залягає ілювіальний горизонт, у якому відбувається відкладення з'єднань, що вимиваються зверху, зокрема, сполук заліза. Вони відкладаються тут нерівномірно, утворюючи іржаво-охристі прошарки зцементованого піщаного матеріалу, які отримали назву ортзандів або псевдофібр.

У зв'язку з широким розвитком як ґрунтоутворюючих порід піщаних і супіщаних воднольодовикових (переважно флювіогляціальних) відкладень механічний склад ґрунтів цього району також, як правило, легкий. Легкість механічного складу цих ґрунтів зумовлює їх значну водопроникність, малу водоутримуючу здатність, хорошу аерацію, малу ступінь оструктуреності. Остання пов'язана також з тим, що трав'яниста рослинність на цих ґрунтах розвинена відносно слабо. Крім того, органічні залишки в умовах хорошої аерації, розвитку аеробних процесів переважно мінералізуються без утворення значної кількості перегною.

Таким чином, інженерно-геологічні умови загалом придатні для будівництва очисної станції. Але задля унеможливлення підмивання ґрунтів споруда біофільтра встановлюється на бетонний фундамент [16].

З метою підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод на регіональних очисних спорудах санаторію "Олдиш" необхідно проаналізувати поточний стан системи очищення та визначити можливості для її покращення [19]. Огляд повинен базуватися на оцінці технічного стану обладнання, аналізі продуктивності та ефективності роботи очисних споруд, а також визначенні можливостей для впровадження нових технологій.

Оцінка обладнання: провести детальний огляд технічного стану очисних споруд, включаючи аеротенки, фільтри, насосні станції та інші критичні компоненти. Визначити можливості для заміни застарілого обладнання або впровадження нових технологій для покращення процесу очищення.

Підп. і ДСТ
Інв. № ДУБЛ.
ВЗСЄМ.ІНВ.
Підп. і ДСТ
Інв. № ПОДЛ.

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ

ТС 22320612

Аналіз ефективності: визначити, наскільки добре існуючі очисні споруди задовольняють потреби санаторію "Олдиш" з точки зору обсягу очищених стічних вод. Вивчити умови навантаження та потужність очисних споруд, щоб переконатися, що вони можуть ефективно працювати в умовах мінливого навантаження.

Оцінити ефективність: визначити ефективність існуючих очисних споруд у видаленні органіки, хімічних речовин та інших забруднювачів зі стічних вод курорту. Розглянути можливість використання сучасних методів для покращення якості очищення [20].

Провівши аналіз можливостей щодо покращення технологій очистки, підприємство має:

- визначити потенціал для впровадження сучасних технологій, які можуть підвищити ефективність очищення та зменшити операційні витрати.
- розглянути можливість впровадження більш ефективних аеротенків, систем автоматизації та моніторингу, а також біологічних методів очищення.
- розробити план модернізації на основі проведеного аналізу: розробіть конкретний план удосконалення технології очищення. Визначити пріоритетні напрямки розвитку з урахуванням фінансових можливостей санаторію "Олдиш" та довгострокових переваг від впровадження запропонованих змін [19].

Загалом, огляд поточного стану очисних споруд санаторію "Олдиш" має бути спрямований на пошук оптимальних рішень щодо підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод з метою забезпечення охорони навколишнього середовища та високої якості життя відпочиваючих.

Враховуючи проблеми санаторію "Олдиш" та його специфіку, необхідно провести розрахунки, які допоможуть визначити потенційний об'єм стічних вод та їх хімічний склад з метою подальшого аналізу потенціалу для вдосконалення

Підп. і дата
Інв. №ДУБЛ.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. №ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

38

технологій біологічного очищення.

Об'єм стічних вод: середньодобовий об'єм стічних вод, що підлягають очищенню, становить 150 м<sup>3</sup>/добу.

Хімічний склад: концентрація органічних речовин становить 180 мг/л, вміст хімічних речовин - 120 мг/л, рН - 6,5.

Потужність очисних споруд: якщо поточна потужність очисних споруд становить 200 м<sup>3</sup>/добу, важливо визначити, чи достатньо цього для очищення обсягу стічних вод, що надходять до санаторію "Олдиш".

На основі цих даних можна розробити конкретні заходи для оптимізації технології очищення стічних вод в санаторії «Олдиш» та підвищення її ефективності та сталості (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Розрахунки технічних показників для санаторію "Олдиш" [19]

Показник	Значення
Середньодобовий обсяг стічних вод	150 м <sup>3</sup> /добу
Концентрація органічних речовин	180 мг/л
Концентрація хімічних сполук	120 мг/л
Рівень рН стічних вод	6.5
Поточна потужність очисних споруд	200 м <sup>3</sup> /добу

Ці показники є вихідними даними для подальшого аналізу та планування стратегії покращення технології біологічного очищення стічних вод у санаторії "Олдиш". Більш детальні розрахунки та аналіз потребують додаткової інформації та досліджень, але ці дані є відправною точкою для подальших досліджень та планування вдосконалення системи очищення.

Норма відведення побутових стічних вод – кількість стічних вод в середньому q л/доб, яке припадає на одного мешканця, що користується каналізацією. Норма відведення побутових стічних вод q охоплює стічні води всіх видів, що пов'язані з побутовою діяльністю населення.

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

Вип	Арк	№ докum.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

39



Норми водовідведення для житлових та громадських будівель повинні прийматися залежно від їх призначення та ступеня благоустрою. Так, для лікарень, санаторіїв загального типу та будинків відпочинку (із загальними ванними та душовими) норма водовідведення на 1 ліжко на добу становить 250-300 л.

Відомо, що водоспоживання і водовідведення не залишаються постійними протягом доби по окремому годиннику, а також і в різну добу. Аналогічно зміні водоспоживання по годинах доби змінюється і водовідведення, причому чим більше загальні обсяги вод, що скидаються тим менше годинні нерівномірності скиду стічних вод каналізацію. У практиці каналізації для стічних вод від будинків прийнято єдиний коефіцієнт нерівномірності, званий загальним коефіцієнтом нерівномірності водовідведення  $K_{общ}$ . Загальний коефіцієнт нерівномірності є відношенням найбільшої годинної витрати стічних вод за рік до середньогодинної витрати стічних вод за рік.

Дослідження показали, що  $K_{заг}$  є функція величини середньосекундної витрати  $q_{ср}$ , л/с

$$q_{ср} = 0,0035 л/с$$

Виходячи з цього, загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення  $K_{заг}$  може бути визначений за формулою:

$$K_{общ} = \frac{2,69}{q_{ср}^{0,121}} \quad (3.1)$$

$$K_{общ} = \frac{2,69}{0,035^{0,121}} = 3$$

Розрахункові витрати.

Розрахунковим називають максимальну витрату стічних вод, очікуваний на розрахунковий термін дії каналізації, що проектується. Для визначення розрахункових (максимальних) витрат потрібно знати середні витрати.

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат	ТС 22320612	Арк
						40

Середньодобова витрата стічних вод  $Q_{\text{ср.доб}}$  являє собою сумарну кількість стічних вод, певне виходячи з норм водовідведення та кількості населення:

$$Q_{\text{ср.доб}} = q \cdot n, \quad (3.2)$$

де  $q$  – норма водовідведення;

$n$  – кількість населення.

$$Q_{\text{ср.сут}} = 300 \cdot 200 = 60000 \text{ л/сут} = 60 \text{ м}^3 / \text{сут}.$$

Витрати стічних вод будуть дорівнювати:

середньогодинна:

$$Q_{\text{ср.ч}} = \frac{Q_{\text{ср.сут}}}{24} \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{ср.ч}} = \frac{60}{24} = 2,5 \text{ м}^3 / \text{час};$$

середньосекундна:

$$Q_{\text{ср.с}} = \frac{Q_{\text{ср.ч}}}{3600} \quad (3.4)$$

$$Q_{\text{ср.с}} = \frac{2,5}{3600} = 0,0007 \text{ м}^3 / \text{с};$$

максимальна секундна:

$$Q_{\text{макс.с}} = Q_{\text{ср.с}} \cdot K_{\text{общ}}, \quad (3.5)$$

$$Q_{\text{макс.с}} = 0,0007 \cdot 3 = 0,0021 \text{ м}^3 / \text{с};$$

максимальна годинна:

$$Q_{\text{макс.ч}} = Q_{\text{макс.с}} \cdot 3600; \quad (3.6)$$

$$Q_{\text{макс.ч}} = 0,0021 \cdot 3600 = 7,5 \text{ м}^3 / \text{час};$$

ІНВ.№ПОДЛ.	ПІДП. І ДСТА	ВЗСЄМ.ІНВ.	ІНВ.№ДУБЛ.	ПІДП. І ДСТА

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Арк

41

максимальна добова:

$$Q_{\text{макс.сут}} = Q_{\text{макс.ч}} \cdot 24 \quad (3.7)$$

$$Q_{\text{макс.сут}} = 7,5 \cdot 24 = 180 \text{ м}^3 / \text{сут} . [12, \text{ стр } 19-26]$$

Таким чином, витрати стічних вод на основі розрахунку дорівнюють:

- норма витрати на людину – 300 л/доб;
- кількість людей – 200 осіб;
- середньодобова витрата води- 60 м<sup>3</sup>/доб;
- середньогодинна витрата води – 2,5 м<sup>3</sup>/год;
- максимальна годинна – 7,5 м<sup>3</sup>/год.

Загальний коефіцієнт нерівномірності надходження стічних вод – 3,0.

Розрахункові забруднення стічних вод наведені в табл. 3.2

Таблиця 3.2 - Розрахункові значення показників забруднення стічної води

Показники	Перед очисткою	Після очистки
рН	7,3-7,8	7,3-7,8
Завислі речовини, мг/л	210	3
БСК <sub>полн</sub> , мг/л	130	6
ХСК, мг/л	170	10
Хлориди, мг/л	30	30
Сульфати, мг/л	35	35
Азот амонійний, мг/л	28	1,5
Нітрити, мг/л	0,5	0,1
Нітрати, мг/л	-	5,0
Фосфати, мг/л	10	0,5
Жир, мг/л	50	0,5
СПАР, мг/л	8	0,5

Кількість забруднюючих воду речовин на одного жителя для визначення їх концентрації в побутових стічних водах зазначено в табл. 3.3. Концентрацію забруднюючих речовин слід визначати виходячи з питомого водовідведення на одного жителя.

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

Вип	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дат
-----	-----	-----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

42

Таблиця 3.3 - Кількість забруднюючих воду речовин на одного мешканця

Показник	Кількість забруднюючих речовин на одного мешканця, г/доб
Завислі речовини, мг/л	65
БСК <sub>полн</sub> , мг/л	40
ХСК, мг/л	50
Хлориди, мг/л	9
Сульфати, мг/л	8
Азот амонійний, мг/л	0,15
Нітрити, мг/л	3,3
Нітрати, мг/л	15
Фосфати, мг/л	2,5

В табл. 3.4 наведені концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, які дозволено скидати до поверхневих водних об'єктів та які заборонено перевищувати.

Таблиця 3.4 – ГДК забруднюючих речовин у стічних водах

Показник	Гранично допустима концентрація речовин у стічній воді, мг/л
pH	6,5-8,5
Завислі речовини, мг/л	3-5
БСК <sub>полн</sub> , мг/л	3-6
ХСК, мг/л	5-10
Хлориди, мг/л	350
Сульфати, мг/л	500
Азот амонійний, мг/л	2
Нітрити, мг/л	0,1-0,3
Нітрати, мг/л	45
Фосфати, мг/л	1
Жир, мг/л	0,5
СПАР, мг/л	0,5

Таким чином, розглядаючи поточний стан очисних споруд санаторію "Олдиш" з точки зору вдосконалення технології біологічного очищення стічних вод, можна підсумувати наступне.

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дат
-----	-----	-----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

43

Існуючі очисні споруди здатні очищати в середньому 150 м<sup>3</sup> стічних вод на добу, але існує потенціал для оптимізації цього процесу шляхом модернізації технічних засобів та впровадження новітніх технологій [20].

Потужність існуючих очисних споруд досить велика, але є потенціал для збільшення обсягів очищених стічних вод за рахунок оптимізації режиму рециркуляції та аерації [19].

Ефективність роботи установки очищення значною мірою забезпечується застосуванням спеціального завантаження з модифікованого полістиролу, який широко застосовується для фільтраційних процесів очищення природних та стічних вод. Переваги такого завантаження є особливо привабливими при застосуванні його для процесів біологічного очищення стічних вод. Порівняно висока дисперсність гранул матеріалу (0,5...12мм) дозволяє суттєво збільшити, порівняно з традиційним важким щебневим або плівковим матеріалом, активну поверхню завантаження на якій закріплюється мікрофлора, а це прямий шлях до інтенсифікації біосорбційних процесів, які є основою очищення води у біофільтрах. При цьому не виникає загроза замулювання біофільтрів при підвищеному навантаженні за БПК, так як забруднення, сорбовані біоплівкою утримуються в завантаженні завдяки здатності легкого матеріалу до розтягування. З нарощуванням біомаси в порах завантаження та зростанням втрат напору певного ступеня очищення виникає потреба у видаленні надмірної маси забруднень з тіла завантаження відповідного ступеня, яке здійснюється шляхом її промивання частково або повністю очищеною водою.

Крім установки тріступінчастої очистки станція включає:

- 1) приймальний резервуар;
- 2) резервуар-накопичувач (існуючий септик) призначений для прийому, накопичення та усереднення стічних вод, що надходять на очищення; прийому промивних вод від усіх щаблів очищення; відділення, ущільнення та стабілізація осаду;

Підп. і дста
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дста
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Арк

44

3) приймальний резервуар насосної станції призначений для підтримки необхідного мінімального рівня стічних вод, що забезпечує стабільну роботу насосного обладнання та споруд очищення у разі тривалої відсутності надходження стоків. У цьому приймальному резервуарі розташовується насос, що перекачує воду на очищення;

4) розподільна камера, з якої частина води надходить на очищення, а надлишок води повертається до приймального резервуару насосної станції;

5) електролізер призначений для знезараження очищеної води завдяки дії продуктів електролізера, прямим електролізом стічної води перепусткою через неї постійного, поданого в електролізер від перетворювача напруги, електричного струму. Електролізер встановлюється безпосередньо на трубопроводі очищеної води;

6) контактний резервуар призначений для контакту очищеної води із хлором. Практикою встановлено, що незалежно від початкової бактеріальної забрудненості води якісне знезараження забезпечується лише тоді, коли залишкова концентрація хлору у воді буде не менше ніж 0,5 мг/л. Крім того, кількаразове підвищення бактерицидної дії методу виявлено при забезпеченні тривалості контакту знезараженої води з продуктами прямого електролізу. При забезпеченні мінімальної залишкової концентрації хлору та тривалості такого контакту близько 15-30 хвилин досягається повне знезараження води. Для цього служить контактний резервуар.

Витрата води на власні потреби очисної станції визначається за допомогою коефіцієнта, що приймається рівним 1,05 для великих станцій (продуктивністю більше 30000 м<sup>3</sup>/добу) і 1,1 для малих станцій (продуктивністю менше 50000 м<sup>3</sup>/доб). В даному випадку:

$$q_{c.h.} = 1.1 \cdot 60 = 66 \text{ м}^3 / \text{доб.}$$

Додаткова витрата води на поповнення протипожежного запасу визначається за такою формулою:

Підп. і дата	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

45

$$q_{доп} = \frac{3,6n q_{пож} t_{пож}}{T_{пож}}, \quad (3.8)$$

де n - Число одночасних пожеж;

$q_{пож}$  - норма витрати води при пожежі, л/с (СНІП-31-74);

$t_{пож}$  - розрахункова тривалість пожежі (3 години);

$T_{пож}$  - час відновлення пожежного запасу, год, що приймається для міських населених пунктів та підприємств категорії А, Б, В-24 години, для підприємств категорії Г,Д - 36годин, для сільських населених пунктів – 72 год.

$$q_{доп} = \frac{3,6 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 3}{72} = 6 \text{ м}^3 / \text{доб}.$$

Повна розрахункова продуктивність водоочисної станції таким чином дорівнює:

$$Q_{o.c.} = q_{c.n.} + q_{доп}; \quad (3.9)$$

$$Q_{o.c.} = 66 + 6 = 72 \text{ м}^3 / \text{доб}.$$

Розрахунок споруд та обладнання реагентного господарства.

Оскільки в даній роботі пропонується проста та надійна технологія очищення води, заснована на природному процесі біологічного очищення за допомогою мікроорганізмів на полістирольному завантаженні будь-яких реагентів та споруд для реагентного очищення не потрібно. Це дозволяє значно знизити капітальні та поточні витрати на спорудження та подальшу експлуатацію станції водоочищення.

Розрахунок споруд для освітлення води.

Для освітлення води в побуті і для виробництва питної води використовується відстійник, освітлювач з шаром зваженого осаду, фільтри і контактні освітлювачі. У цьому проекті резервуар-накопичувач (існуючий септик) використовується для первинної машинної очистки стічних вод.

Повний розрахунковий обсяг септика повинен бути як мінімум в 5 разів більше припливу за 1 день, при витраті дренажу до 3 м<sup>3</sup>/добу, а при витраті 5 м<sup>3</sup>/добу і більше, принаймні, в 2,5 рази. Ці оцінки беруться виходячи з умов їх

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взам.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№подав.	

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

ТС 22320612

Арк

46

прибирання не рідше 1 разу на рік. Якщо середня температура дренажу взимку перевищує 100°C, а об'єм води перевищує 150 літрів на день, загальний розрахунковий об'єм септика може бути зменшений на 15-20%.

У даному випадку при середньодобовій витраті води 60 м<sup>3</sup>/добу, обсяг септика становитиме:

$$V_y = 60 \cdot 2,5 = 150 \text{ м}^3.$$

Але оскільки норма водовідведення на одного жителя становить 200 л/добу, то об'єм септика, необхідний для повного механічного очищення стічних вод можна зменшити до 130 м<sup>3</sup>, що є повним об'ємом існуючої септичної камери.

Його розміри становлять:

- довжина - 8,5 м;
- ширина – 3 м;
- глибина – 5,0 м.

В залежності від витрат стічних вод варто прийняти однокамерні септики при витраті стічних вод до 1 м<sup>3</sup>/доб, двокамерні - до 10 і трикамерні - понад 10 м<sup>3</sup>/доб. У септиках, які виконуються з бетонних кілець, всі камери слід приймати рівного об'єму. У таких септиках при продуктивності понад 5 м<sup>3</sup>/добу камери слід передбачати без відділень, як це виконано у цьому проекті.

Розрахунок споруд біологічного очищення.

Нормальна робота біофільтрів починається тоді, коли на завантажувальному матеріалі утворюється біологічна плівка, бактерії якої адаптовані до окислення органічних речовин цієї стічної води. Приріст плівки, її відмирання та винесення більш-менш однакові. Швидкість росту і абсолютна кількість її (за вагою і обсягом) залежать від характеру рідини, що очищається, концентрації органічних речовин в ній і кількості стоків, що подаються. Однак однією з основних вимог, що висуваються до нормальної роботи біофільтра, є дотримання допустимих органічних та гідравлічних навантажень на 1 м<sup>3</sup> завантажувального матеріалу. Для очищення сильно концентрованих стоків та

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

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат
-----	-----	------------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

47



рідини, що містить речовини, що зумовлюють великий приріст біоплівки, застосовують рециркуляцію стічної води.

Для будь-яких біофільтрів і особливо для біофільтрів з блоками з піноскла велике значення має ступінь попереднього механічного очищення стічної води. Через велику сорбційну здатність поверхні блоків піноскла завантаження надходження стічної рідини з концентрацією завислих речовин допускається не більше 10мг/л; для інших біофільтрів концентрація завислих речовин у стічній рідині не повинна перевищувати 150 мг/л.

Стічна вода, що надходить на біофільтри, не повинна містити плаваючого жиру, масел, кислот, лугів, смол та інших домішок, що заважають біологічному очищенню. В іншому випадку потрібна додаткова обробка.

При проектуванні біофільтрів обсяг завантаження, що фільтрує, визначають в залежності від здатності завантажувального матеріалу знімати органічні забруднення, що знаходяться в стічній рідині. Кількість цих забруднень характеризується показником БПК<sub>пов.</sub>

Кількість БПК, яка може бути вилучена зі стічної рідини на добу завантажувальним матеріалом об'ємом 1 м<sup>3</sup>, прийнято називати окислювальною потужністю біофільтра:

$$OM = \frac{L_0 - L_t}{W}, \quad (3.10)$$

де  $L_0$  і  $L_t$  - БПК, що надходить на біофільтр і виходить поволі фільтра стічної рідини, г/м<sup>3</sup>;

$W$  – обсяг фільтруючого матеріалу, необхідний для очищення 1 м<sup>3</sup> стічної рідини на добу, м<sup>3</sup>.

Окислювальна потужність залежить від температури повітря та стічної рідини, від характеру забруднень, матеріалу завантаження, висоти споруди, способу подачі повітря та ін.

Приймаємо, що біофільтр у нашому проекті закрито. Отже, середньозимова температура становитиме 3<sup>0</sup>С. Тоді згідно СНіП окислювальна потужність біофільтра становить 1000 г/м<sup>3</sup>.

Підп. і дата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат
-----	-----	------------	-------	-----

ТС 22320612

Гідравлічне навантаження – це кількість стічної рідини, яка може бути очищена 1 м<sup>3</sup> фільтруючого завантаження на добу:

$$q_0 = \frac{OM}{L_0 - Lt}; \quad (3.11)$$

$$q_0 = \frac{1000}{130 - 10} = \frac{1000}{120} = 8 \frac{м^3}{м^2 \cdot добу}$$

Знаючи кількість стічної рідини Q, що надходить на станцію, і величину допустимого гідравлічного навантаження q<sub>0</sub>, визначають необхідний обсяг завантаження:

$$W = \frac{Q}{q_0}; \quad (3.12)$$

$$W = \frac{180}{8} = 37 м^3$$

Площу біофільтра визначають за формулою:

$$F = \frac{W}{H}, \quad (3.13)$$

де H - висота (робоча) шару загрузки біофільтра, м.

Знаючи та задаючись гідравлічним навантаженням визначають висоту біофільтра:

$$H = \frac{(L_0 - L_t) \cdot q_0}{2,25 \cdot k_t \cdot 1000}, \quad (3.14)$$

де q<sub>0</sub> – гідравлічне навантаження, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>·добу;

2,25 - дослідна величина, що характеризує швидкість вилучення органічних забруднень в г O<sub>2</sub>/добу 1 м<sup>3</sup> завантаження при висоті 1 м;

k<sub>t</sub> – температурний коефіцієнт, який визначається за рівнянням Стритера:

$$k_t = k_{20} \cdot 1,047^{T-20}$$

де T – температура стічної рідини, °C;

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

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат	ТС 22320612	Арк
						49

$k_{20}$  – швидкість вилучення забруднень за нормальної температури 200С, рівна 0,1.

$$k_t = 0,1 \cdot 1,047^{20-20} = 0,1 \cdot 1 = 0,1;$$

$$H = \frac{(130-10) \cdot 8}{2,25 \cdot 0,1 \cdot 1000} = 4,6 \text{ м.}$$

Тоді площа біофільтра:

$$F = \frac{37}{4,6} = 8 \text{ м}^2. [9, \text{ стр } 59-63]$$

Розрахунок біологічного ставка.

Приймаємо за основу двоступінчастий біологічний ставок. Тривалість перебування стічних вод у першому ступені біологічного ставка:

$$t_1 = \frac{1}{K_T} \cdot \lg \frac{L_a}{L_1}, \quad (3.15)$$

де  $K_T$  – константа споживання кисню за  $T=200\text{C}$   $K_T=0,1$ ; при  $T = 8^0\text{C}$   $K_T = 0,052$

$L_a$  - БПКповн стічних вод, що поступають,  $L_a=10$  мг/л

$L_1$  - величина БПК після першого ступеня.

Розрахуємо тривалість перебування стічних вод у першому ступені біологічного ставка для літнього  $t_{1л}$  та зимового  $t_{1з}$  періодів при величині  $L_1=8$  мг/л

$$t_{1л} = \frac{1}{0,1} \cdot \lg \frac{10}{8} = 1 \text{ доб}; \quad (3.16)$$

$$t_{1з} = \frac{1}{0,052} \cdot \lg \frac{10}{8} = 1,87 \text{ доб.}$$

Тривалість перебування стічних вод у другому ступені біологічного ставка:

$$t_2 = \frac{1}{K_T} \cdot \lg \frac{L_1 - L_2}{L_t - L_2}, \quad (3.17)$$

Підп. і дста	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дста	
Інв.№ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк  
50

де  $L_T$  – БСК<sub>повн</sub>, обумовлена вторинним забрудненням води метаболітами мікроорганізмів, тобто внутрішньоводосьмними процесами, для літньої пори року  $L_T=3$  мг/л, для зимової  $L_T=1-2$  мг/л.

$L_t$  – необхідна величина БПК<sub>повно</sub> очищеної води,  $L_t=6$  мг/л.

Розрахуємо тривалість перебування стічних вод у другому ступені біологічного ставка для літнього та зимового періодів:

$$t_{2л} = \frac{1}{0,1} \cdot \lg \frac{8-3}{6-3} = 2,22 \text{ доб};$$

$$t_{2з} = \frac{1}{0,052} \cdot \lg \frac{8-2}{6-2} = 3,38 \text{ доб}.$$

За розрахунковий період приймаємо зимову пору року. Підрахуємо обсяги першого та другого ступенів біологічного ставка

$$V_1 = 60 \cdot 1,87 = 100 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = 60 \cdot 3,38 = 200 \text{ м}^3.$$

Підрахуємо потрібну площу для першого та другого ступеня біологічного ставка  $F_1$  та  $F_2$ , який повинен забезпечувати надходження достатньої кількості кисню за рахунок природної аерації протягом усього року.

Ця площа для першого ступеня біологічних ставків відповідно для літнього та зимового періодів

$$F_1 = 1,18 \frac{CQ(L_0 - L_1)}{(C - C_{бп})r_p}, \quad (3.18)$$

де  $C$  – розчинність кисню за даної температури, мг/л. Для  $T=20-3=9,02$  мг/л; для  $T = 8^{\circ}\text{C} = 11,5$  мг/л;

$C_{бп}$  - необхідний вміст кисню у воді ставка, мг/л (приймається 6 мг/л);

$R_p$  – величина атмосферної реаерації кисню, для біологічних ставків із природною аерацією  $r_p=2,5$  г/(м<sup>2</sup>·добу).

$$F_{1л} = 1,18 \frac{9,02 \cdot 60 \cdot (10 - 8)}{(9,02 - 6) \cdot 2,5} = 200 \text{ м}^2;$$

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

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дст
-----	-----	------------	-------	-----

ТС 22320612

$$F_{1з} = 1,18 \frac{11,5 \cdot 60 \cdot (10 - 8)}{(11,5 - 6) \cdot 2,5} = 120 \text{ м}^2.$$

Таким чином, для забезпечення достатньої кількості кисню протягом усього року площа першого ступеня біологічного ставка повинна становити 200 м<sup>2</sup>.

Далі визначаємо необхідну площу другого ступеня біологічних ставків для літнього та зимового періодів:

$$F_2 = 1,18 \frac{CQ(L_1 - L_t)}{(C - C_{бн})r_p}; \quad (3.19)$$

$$F_{2л} = 1,18 \frac{9,02 \cdot 60 \cdot (8 - 6)}{(9,02 - 6) \cdot 2,5} = 200 \text{ м}^2;$$

$$F_{2з} = 1,18 \frac{11,5 \cdot 60 \cdot (8 - 6)}{(11,5 - 6) \cdot 2,5} = 120 \text{ м}^2.$$

Підраховуємо максимальну глибину першого ступеня біологічного ставка з урахуванням виконання вимог кисневого режиму:

$$H_1 = \frac{V_1}{F_{1л}} = \frac{100}{200} = 0,5 \text{ м};$$

другого ступеня:

$$H_2 = \frac{V_2}{H_{2л}} = \frac{200}{200} = 1 \text{ м}.$$

Приймаємо, таким чином, двоступінчастий біологічний ставок прямокутний по формі в плані із співвідношенням сторін 1:2, розміри щаблів 10×20 м [18, стор. 109-111].

Виходячи з максимальної витрати 7,5 м<sup>3</sup>/год і висотної схеми станції, для проекту потрібен насос з продуктивністю (стандартною) 10 м<sup>3</sup>/год і напором 12 м пропонується використовувати занурювальний насос, який розташовується безпосередньо в приймальному резервуарі насосної станції.

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і дата	ТС 22320612	Арк
						52
Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат		

Як варіант можна використовувати надійні в експлуатації насоси фірми Grundfos марки AP 70.80.19.3/Ex: 1 робочий і 1 резервний (на складі). Потужність двигуна такого насоса становить 1,9 кВт, частота обертання  $1450 \text{ хв}^{-1}$ .

Приймальний резервуар є регулювальною ємністю, яка забезпечує довгу роботу насосів в найбільш економічному режимі при припливі стічних вод, який є нерівномірним. Насоси автоматично вмикаються та вимикаються при досягненні рівнем води в резервуарі певних позначок. Наприклад, у початковий час роботи насосної станції резервуар порожній, насоси відключені. Стоки, що надходять з колектору, акумулюються в резервуарі. При заповненні резервуару певного рівня насос включається. Якщо його подача більше витрати стоків, що надходять, рівень в резервуарі буде знижуватися і при досягненні іншого рівня, меншого початкового, насос відключиться.

Мінімальний обсяг приймального резервуара повинен бути заповнений не менше ніж за 5 хвилин при максимальній подачі насоса. Це відповідає включенню насоса не частіше 1 разу на 3 години. У цьому проекті місткість приймального резервуара становить  $10 \text{ м}^3$ , що еквівалентно включенню насоса 1 раз в 1 годину. Глибина резервуара знаходиться в межах 2-3 м, і в даному випадку передбачається, що глибина приймального резервуара становить 3 м, але резервуар розташований над приймальним резервуаром щонайменше на 0,1 м вище рівня води самопливного живильного колектору, в той час як перекриття похилої залізобетонної плити з не менше 0,5 м у напрямку до отвору всмоктуючої труби. Решітчаста кімната розташована на цьому поверсі. Навпроти всмоктуючої труби робиться перекриття із змінною пластиною або залишається отвір. При необхідності для спуску з колосникової камери в приймальний резервуар діаметром більше 0,7 м, розташований біля стіни, передбачений 1 люк. На стінці резервуара навпроти люка є скоба [19, с. 117-121].

ІНВ.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ	ВЗСОМ.ІНВ.	ІНВ.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТ
------------	-------------	------------	------------	-------------

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ	ТС 22320612	Арк
						53

Для запобігання виникненню анаеробних умов на очисних спорудах необхідно вдосконалювати процес аерації шляхом встановлення високопродуктивних систем аерації повітря та води.

При вдосконаленні технологій біологічного очищення слід враховувати співвідношення БСК: N: P і підбирати нові технології відповідно до характеристик стічних вод та потреб санаторію "Олдиш".

Загальною метою вдосконалення технології біологічного очищення стічних вод санаторію "Олдиш" є підвищення ефективності системи очищення, зменшення впливу на навколишнє середовище та забезпечення високої якості води, що відповідає всім нормативним вимогам.

Впровадження запропонованих змін повинно враховувати фінансові можливості санаторію для забезпечення сталої ефективності системи очищення в майбутньому.

### 3.2 Визначення необхідних оновлень та модернізацій для підвищення ефективності

Для підвищення ефективності технології біологічного очищення стічних вод на малих очисних спорудах санаторію "Олдиш" необхідні наступні модернізації та вдосконалення [21].

Модернізація технічного обладнання: заміна застарілого обладнання на більш сучасне, ефективне та енергозберігаюче. Сюди входить встановлення нових метантенків, фільтрів та насосних станцій з підвищеною потужністю та надійністю.

Впровадження сучасних методів: встановлення найсучасніших систем моніторингу, автоматизації та контролю для забезпечення точного управління процесом очищення. Сюди входить використання біологічних методів очищення, які є більш ефективними для видалення різних забруднень.

Оптимізація процесу аерації та перемішування: встановлення

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

54

високопродуктивних систем аерації та повітродувки для запобігання анаеробним умовам і забезпечення оптимального рівня кисню в системі. Також важливо рівномірно перемішувати осад, щоб уникнути його набухання.

Контроль співвідношення БСК: Р: використання додаткових сполук азотовмісних та фосфоровмісних, для підтримання балансу в системі очищення. Сюди входить використання спеціальних хімічних розчинів для оптимізації співвідношення цих компонентів.

Розвиток людських ресурсів: розробка та нарощування кадрових ресурсів для ефективного управління та обслуговування очисних споруд, щоб забезпечити належну роботу та запобігти потенційним перешкодам.

Ці вдосконалення підвищать ефективність технології біологічного очищення стічних вод на регіональній станції очищення стічних вод в санаторії «Олдиш», забезпечуючи стійку якість води та захист навколишнього середовища. Були проведені приблизні розрахунки для визначення необхідних параметрів і обсягу робіт з урахуванням призначення і розмірів переробного підприємства.

Об'єм дощової води: середньодобовий об'єм дощової води, що підлягає очищенню, становить 150 м<sup>3</sup>/добу.

Об'єм аеротенку: виходячи з об'єму накопиченої води, визначається об'єм аеротенка, необхідний для забезпечення оптимального рівня аерації. Припускаючи коефіцієнт аерації 0,8 кг О<sub>2</sub>/кг БСК, об'єм аеротенку, необхідний для процесу аерації, є наступним.

$$150\text{ м}^3 \cdot 180\text{ мг/л} \cdot 0,8\text{ кг/м}^3 = 21600\text{ кг кисню/добу [22].}$$

Розмір фільтра: для визначення розміру фільтра, який гарантує ефективне очищення, необхідно враховувати потужність очисних споруд та об'єм стічних вод.

Припускаючи, що коефіцієнт фільтрації становить 10 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>\*год, площа фільтра буде наступною.

$$150\text{ м}^3/\text{год} / 10\text{ м}^3/\text{м}^2/\text{год} = 15\text{ м}^2.$$

Підп. і ДСТ	
Інв.№ДУБЛ.	
ВЗСЕМ.ІНВ.	
Підп. і ДСТ	
ІНВ.№ПОДЛ.	

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612



Ці приблизні розрахунки є відправною точкою для детального проектування та впровадження необхідних модернізацій для підвищення ефективності системи очищення стічних вод у санаторії "Олдиш".

$$150\text{м}^3/\text{год} * 10\text{м}/0,8 = 1875\text{Вт} \text{ або } 1,88\text{кВт}.$$

Реагенти, необхідні для збалансування співвідношення N: P: реагенти, необхідні для збалансування співвідношення БСК: N: реагенти, необхідні для збалансування співвідношення БСК: N системи очищення: передбачається, що для досягнення оптимального співвідношення необхідно додатково 20 кг газу і 10 кг фосфору на добу.

Вартість проекту: вартість проекту включає витрати на встановлення нового обладнання, систем автоматизації та управління, а також витрати на розробку та впровадження нових технологій.

Ці розрахунки допоможуть визначити вимоги та обсяг робіт, необхідних для реалізації модернізації та оновлення системи очищення стічних вод у Олдиші. Беручи до уваги всі ці фактори, можна розробити детальний план вдосконалення технологій біологічного очищення (таблиця 3.5).

Ця таблиця допомагає виявити проблеми, визначити їх причини та визначити можливі напрямки покращення технології очистки стічних вод для подолання вказаних недоліків.

Таблиця 3.5 – Проблеми системи очистки, їх причини та напрями вдосконалення [21]

Проблема системи	Причина	Шляхи усунення
Вспухання мулу	Порушений баланс N, P недостатня аерація, нерівномірне завантаження осаду, в системі очищення відсутні розподільні елементи.	1. Установка елементів розподілу висококонцентрованих стічних вод з менш концентрованими. 2. Використання іммобілізованої біоценози активного мулу шляхом установки носія в аеротенк.

Інв.№ПОДЛ. Підп. і ДСТА. Взв'яз. інв. Інв.№ДУБЛ. Підп. і ДСТА.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Продовження таблиці 3.5

Мала кількість мулу	Швидкий режим рециркуляції, стресові умови для мулу	1. Вибір режимів аерації для оптимальної активності осаду. 2. Вибір режиму рециркуляції для збільшення концентрації осаду.
Анаеробні умови	Перебої в роботі споруди: Первинний відстійник, насосна станція; аеротенк через недостатню аерації і перемішування.	1. Введення в експлуатацію насосної станції. 2. Установка вискоефективної повітродувки і сучасної системи аерації.
Порушення співвідношення БСК:N:P	Співвідношення промислових і побутових стічних вод низьке, а вміст сполук азоту і фосфору в стічних водах недостатне.	Регулювання співвідношення БСК: N: P шляхом введення додаткових сполук азоту і фосфору в систему очищення.
Застаріле обладнання	Відсутність перевірки споруд, що здані в експлуатацію, неналежна перевірка	1. Оновлення та/або ремонт обладнання. 2. Встановлення аварійного/резервного обладнання чи споруд.
Перевищення нормативів гранично допустимих скидів	Порушена технологія очистки стічних вод, некоректно вибрані критерії очисних споруд по показникам забруднення стічних вод	Вибір сучасних, ефективних технологій відповідно до поточних характеристик стічної води та навантаження системи очистки.

Відповідно, в наступному розділі описано поточний стан технології біологічного очищення стічних вод санаторію "Олдиш" та розрахунки щодо її вдосконалення:

Для забезпечення стабільної та ефективної роботи систем очистки п:р необхідно замінити застаріле обладнання на більш сучасне та ефективне [22].

Важливо встановити сучасні системи моніторингу та управління для забезпечення точного контролю та автоматизації процесу очищення.

Необхідно встановити вискоефективні системи аерації та повітродувки

Інв.№ПОДЛ. Підп. і Дста. Взвєм.інв. Інв.№ДУБЛ. Підп. і Дста.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

для запобігання анаеробним умовам та спливання активного мулу. Важливо регулювати співвідношення БСК, азоту та фосфору для підтримання балансу очисної системи та запобігання утворенню мулу [21].

Для забезпечення належної експлуатації та уникнення потенційних проблем необхідно проводити навчання та підвищення кваліфікації персоналу щодо ефективного управління та обслуговування очисних споруд.

Впровадження запропонованих заходів та рекомендацій дозволить підвищити ефективність технології біологічного очищення стічних вод у санаторії "Олдиш", забезпечити дотримання стандартів якості води та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Ультрафіолетове опромінення: використання ультрафіолету для знезараження стічних вод є ефективним способом знищення бактерій і вірусів без застосування хімічних речовин.

Аеробні та анаеробні метантенки: аеробні та анаеробні метантенки можна використовувати для ефективного видалення органічних речовин та інших забруднень зі стічних вод і оптимізації процесу біологічного очищення.

Системи рециркуляції: встановлення систем рециркуляції дозволяє ефективно повторно використовувати очищену воду та раціонально використовувати водні ресурси для задоволення різних потреб об'єкта.

### 3.3 Впровадження нових технологій та методів для оптимізації процесу очищення

Впровадження цих нових технологій і нових методів в систему очищення стічних вод санаторію "Олдиш" дозволить підвищити ефективність очищення, зменшити вплив на навколишнє середовище і гарантувати високу якість водопостачання [23].

Для визначення параметрів та обсягів робіт, необхідних для впровадження нових технологій в систему очищення стічних вод санаторію "Олдиш", було

Інв.№подав.	Підп. і дата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата
-------------	--------------	------------	------------	--------------

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

ТС 22320612

проведено декілька розрахунків.

Розрахунок енергоспоживання УФ-опромінення: потужність УФ-променя становить 20 Вт/м<sup>2</sup>, а площа обробки - 50 м<sup>2</sup>.

$$20 \text{ Вт/м}^2 * 50 \text{ м}^2 = 1000 \text{ Вт або 1 кВт.}$$

Розрахунок об'єму біофільтра: припустимо, що коефіцієнт завантаження біофільтра становить 5 кгБСК/м<sup>3</sup>\*добу, а середньодобовий об'єм стічних вод - 200 м<sup>3</sup>/добу. В цьому випадку об'єм біофільтра становитиме.

$$200 \text{ м}^3/\text{добу} * 5 \text{ кг/м}^3 = 1000 \text{ кг або 1 тонна.}$$

Розрахунок установки, необхідної для очищення: припустимо, що для оптимального очищення необхідна установка площею 1 м<sup>2</sup> на 10 м<sup>3</sup> стічних вод:

$$200 \text{ м}^3/\text{добу} \div 10 \text{ м}^3/\text{м}^2 = 20 \text{ м}^2 \text{ необхідної площі очисних споруд.}$$

Ці розрахунки є відправною точкою для детального проектування та впровадження нових технологій для оптимізації процесу очищення стічних вод у санаторії "Олдиш".

Розрахунок аераційної потужності аеробного реактора: передбачається, що для забезпечення оптимальної аерації необхідний 1 кг кисню на кг БСК; оскільки середньодобовий об'єм стічних вод становить 200 м<sup>3</sup>/добу, а концентрація БСК - приблизно 150 мг/л, потреба в кисні наступна:

$200 \text{ м}^3/\text{добу} * 150 \text{ мг/л} * 1 \text{ кг/м}^3 = 30\,000 \text{ кг/добу}$  кисню [23]. Розрахунок об'єму мембранної фільтрації Припустимо, що коефіцієнт фільтрації становить 5 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>\*год, а середньодобовий об'єм стічних вод - 200 м<sup>3</sup>/добу (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Процес очищення стічних вод у санаторії "Олдиш" [24]

Розрахунок	Результат
Витрата енергії для ультрафіолетового опромінення	1 кВт
Обсяг біофільтрів	1 тонна
Потужність аерації для аеробних реакторів	30,000 кг
Обсяг мембранної фільтрації	41.67 м <sup>2</sup>

Підп. і ДСТ	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і ДСТ	
Інв.№ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

У таблиці наведено основні показники та розрахунки, які слід враховувати при плануванні та впровадженні нових технологій для оптимізації процесу очищення стічних вод у санаторії "Олдиш".

Іншими словами, впровадження нових технологій та нових методів для оптимізації процесу очищення стічних вод в санаторії "Олдиш" повинно включати наступне.

Впровадження ультрафіолетового опромінення, мембранної фільтрації, біофільтрації та фітомедіації для значного підвищення ефективності процесу очищення та забезпечення високої якості води.

Планування оптимальної потужності аерації аеробних реакторів є важливим кроком для ефективного видалення забруднень зі стічних вод та підтримки життєздатності біологічних організмів у системі очищення [4].

При очищенні великих об'ємів стічних вод для забезпечення ефективної роботи цих систем можна розглядати оптимальний розмір біофільтра та площу промивання мембранного фільтруючого блоку. При впровадженні нових технологій важливо враховувати споживання енергії та матеріалів, а також належну експлуатацію та обслуговування системи для досягнення оптимальної продуктивності.

Впровадження таких нових технологій і методів може допомогти захистити навколишнє середовище, відповідати стандартам якості води і підвищити ефективність всієї системи очищення стічних вод.

ІНВ.№ПОДЛ.	ПІДП. І ДСТА	ВЗАСМ.ІНВ.	ІНВ.№ДУБЛ.	ПІДП. І ДСТА
------------	--------------	------------	------------	--------------

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	ПІДП.	ДАТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

## РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності, важливо розглянути економічну частину даної проблематики [25]. Ось деякі економічні аспекти, які можуть бути враховані при удосконаленні технології:

**Вартість інвестицій:** вивчення вартості встановлення або модернізації локальних очисних споруд є важливим економічним кроком. Дослідження вартості різних технологій та обладнання, які можуть бути використані для поліпшення процесу очищення, допоможуть знайти оптимальне рішення з точки зору витрат.

**Вартість експлуатації:** враховуючи операційні витрати, такі як витрати на енергію, обслуговування та обслуговування обладнання, можна визначити загальну вартість експлуатації. Вдосконалення технології повинно спрямовуватися на зниження витрат експлуатації, щоб забезпечити ефективність процесу очищення.

**Вплив на довкілля та загальне благополуччя:** аналіз економічного впливу технології на довкілля, включаючи зменшення забруднення та позитивний вплив на здоров'я мешканців, також є ключовим аспектом. Врахування цих факторів може допомогти у виборі найкращого варіанту технології [26].

**Перспективи внутрішнього ринку:** оцінка можливостей внутрішнього ринку для нових технологій очищення стічних вод також є важливою. Врахування попиту на екологічно чисті технології може сприяти розвитку і впровадженню нових інновацій у сфері очищення стічних вод.

**Фінансова підтримка:** дослідження можливостей отримання фінансової підтримки від державних органів або міжнародних організацій для

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат

ТС 22320612

впровадження нових технологій може сприяти швидшому впровадженню проектів з удосконалення технології очищення стічних вод.

Перспективи бізнесу: аналіз можливостей для створення бізнесу в сфері біологічного очищення стічних вод може сприяти стимулюванню економічного зростання через створення нових робочих місць та збільшення обсягів виробництва [25].

Звернення уваги на ці економічні аспекти може допомогти вибрати ефективні технологічні рішення та сприяти створенню стійкої та економічно ефективної системи біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності.

#### 4.1 Оцінка вартості впровадження нових технологій та модернізацій

Для оцінки вартості впровадження нових технологій та модернізацій у сфері удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності, можна виконати наступні кроки [26]:

Технічне обстеження: проведіть технічне обстеження існуючих очисних споруд для визначення необхідних модернізацій та оцінки технічного стану обладнання.

Вибір оптимальних технологій: розгляньте різні варіанти технологій біологічного очищення стічних вод і виберіть найбільш ефективні з урахуванням економічних та екологічних факторів.

Оцінка вартості обладнання: визначте вартість нового обладнання та матеріалів, необхідних для модернізації, включаючи вартість закупівлі, транспортування та встановлення [25].

Витрати на роботи з будівництва та монтажу: розрахуйте вартість будівництва та монтажу нового обладнання, включаючи витрати на робочу силу, будівельні матеріали та інженерні комунікації.

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дата
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Вартість інженерних робіт: врахуйте витрати на проектування, інженерні розрахунки, документацію та супровід процесу впровадження нових технологій [26].

Оцінка витрат на навчання та підтримку: врахуйте вартість навчання персоналу для роботи з новим обладнанням та підтримки у процесі експлуатації.

Передбачення можливих ризиків та запасів: включіть у вартість запаси на випадок непередбачуваних витрат або змін у планах, а також врахуйте можливі ризики та витрати на запобігання їм.

Оцінка економічних вигод: оцініть потенційні економічні вигоди від впровадження нових технологій, такі як зменшення витрат на енергію та воду, зниження штрафних санкцій за забруднення довкілля та можливе залучення нових клієнтів через вдосконалення якості обробки стічних вод.

Ці кроки допоможуть оцінити загальну вартість впровадження нових технологій та модернізацій у сфері удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності [25].

Однак, для прикладу, наведемо загальну схему розрахунку витрат для такої процедури:

Вартість нового обладнання: припустимо, що вартість нового обладнання становить \$100 000.

Витрати на роботи з будівництва та монтажу: якщо витрати на будівництво та монтажу становлять 40% від вартості обладнання, це буде \$40000.

Вартість інженерних робіт: приблизно 10% від вартості обладнання, отже, це буде \$10 000 [26].

Витрати на навчання та підтримку: допустимо, що витрати на навчання персоналу становлять \$5 000.

Ризики та запаси: додатковий запас на суму 10% від загальної вартості, тобто \$15 000.

Підп. і ДСТ
Інв. №ДУБЛ.
Взаєм. інв.
Підп. і ДСТ
Інв. №ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ

ТС 22320612



Економічні вигоди: припустимо, що очікувані економічні вигоди складають \$30 000 на рік.

Загальна вартість впровадження нових технологій та модернізацій складатиме:

\$100 000 (вартість обладнання) + \$40 000 (витрати на будівництво та монтаж) + \$10 000 (вартість інженерних робіт) + \$5 000 (витрати на навчання та підтримку) + \$15 000 (резерв для ризиків та запасів) = \$170 000.

При цьому очікувані річні економічні вигоди становлять \$30 000 [25].

Таблиця 4.1 – Оцінка вартості впровадження нових технологій та модернізацій [26]

Поставка обладнання	\$100,000
Витрати на будівництво та монтажу	\$40,000
Вартість інженерних робіт	\$10,000
Витрати на навчання та підтримку	\$5,000
Ризики та запаси	\$15,000
Загальна вартість	\$170,000
Очікувані річні економічні вигоди	\$30,000

Отже розглянута проблематика удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності є невід'ємною частиною вирішення екологічних проблем, пов'язаних зі забрудненням водних ресурсів.

Важливість впровадження нових технологій та модернізацій полягає в покращенні ефективності очищення стічних вод, зменшенні впливу на довкілля та забезпеченні сталого водокористування.

Шляхи удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності передбачають комплексний підхід, який включає в себе вивчення та впровадження передових технологій, збалансоване управління витратами, а також постійний моніторинг та оцінку

Інв.№ПОДЛ. Підп. і ДСТ. ВЗСЄМ.ІНВ. ІНВ.№ДУБЛ. Підп. і ДСТ.

Вип. Арк. № ДОКУМ. Підп. ДСТ.

ТС 22320612

ефективності.

Наслідком реалізації ефективної технології очищення стічних вод буде покращення якості довкілля та здоров'я населення, збереження водних ресурсів та створення передумов для сталого розвитку у сфері водопостачання та водовідведення [25]. Тому, впровадження інноваційних рішень у цій галузі є необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку та збереження довкілля для майбутніх поколінь.

#### 4.2 Аналіз економічних вигод від підвищення ефективності очищення стічних вод

Аналіз економічних вигод від підвищення ефективності очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності включає ретельне вивчення потенційних економічних переваг, які можуть виникнути в результаті впровадження нових технологій та удосконалення процесу очищення [27]. Деякі з головних економічних вигод включають, але не обмежуються, наступними аспектами:

Зниження витрат на обслуговування та експлуатацію: підвищена ефективність технології очищення може спричинити зменшення витрат на енергію, хімічні речовини, робочу силу та обслуговування обладнання. Це може призвести до значного зменшення загальних витрат на експлуатацію очисних споруд у майбутньому.

Зменшення штрафів та витрат на відновлення довкілля: покращення якості очищення стічних вод може допомогти уникнути штрафних санкцій від регуляторних органів за забруднення довкілля. Крім того, це може знизити витрати на відновлення довкілля, пов'язані з подальшим забрудненням природних водних ресурсів.

Покращення санітарних стандартів: ефективно очищення стічних вод може покращити санітарний стан регіону, знизити ризик захворювань та покращити

Підп. і дата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

якість життя місцевого населення [28]. Це може призвести до зменшення витрат на охорону здоров'я та медичне обслуговування.

Залучення додаткових інвестицій: показники ефективного очищення стічних вод можуть привернути увагу інвесторів та державних органів, що може призвести до додаткових інвестицій у розвиток інфраструктури та модернізацію очисних споруд.

Стимулювання економічного розвитку: покращення якості стічних вод може сприяти збереженню природних ресурсів та створенню сприятливих умов для розвитку туризму, сільського та міського господарства, що сприятиме загальному економічному розвитку регіону [27].

Ці економічні вигоди підкреслюють важливість і необхідність вдосконалення технологій біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності для сталого розвитку та покращення якості життя суспільства.

Проведемо розрахунки економічних вигод від підвищення ефективності очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності:

Зниження витрат на експлуатацію: припустимо, що покращена технологія дозволяє знизити витрати на експлуатацію на 20% у порівнянні з попереднім методом очищення. Якщо річні витрати на експлуатацію становили \$50,000, то заощадження становитиме \$10,000 на рік.

Зменшення штрафних санкцій та витрат на відновлення довкілля: припустимо, що завдяки покращеному очищенню стічних вод вдається уникнути штрафів у розмірі \$15,000 на рік та знизити витрати на відновлення довкілля на \$20,000 на рік [28].

Покращення санітарних стандартів: якщо покращена технологія очищення дозволяє зменшити захворюваність населення на 15%, це може призвести до зниження витрат на охорону здоров'я на \$25,000 на рік.

Залучення додаткових інвестицій: припустимо, що підвищена якість очищення стічних вод привертає додаткові інвестиції на суму \$50,000 на рік.

Підп. і ДСТ
Інв. №ДУБЛ.
ВЗРОМ.ІНВ.
Підп. і ДСТ
ІНВ. №ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ

ТС 22320612

Стимулювання економічного розвитку: покращення якості стічних вод може сприяти зростанню туристичного потоку та підвищенню доходів від туризму на \$30,000 на рік.

Загальна сума економічних вигод від підвищення ефективності очищення стічних вод може бути обчислена як сума всіх заощаджень та додаткових доходів: [27].

\$10,000 (зниження витрат на експлуатацію) + \$15,000 (зменшення штрафних санкцій) + \$20,000 (зменшення витрат на відновлення довкілля) + \$25,000 (зниження витрат на охорону здоров'я) + \$50,000 (додаткові інвестиції) + \$30,000 (дохід від туризму) = \$150,000.

Отже, сума економічних вигод від підвищення ефективності очищення стічних вод складає близько \$150,000 на рік.

Зважаючи на суму економічних вигод від підвищення ефективності очищення стічних вод, вартість впровадження нових технологій та модернізацій, яку ми розраховували раніше, складала \$170,000.

Отже, чистий економічний приріст визначається як різниця між сумою економічних вигод та витратами на впровадження:

\$150,000 (сума економічних вигод) - \$170,000 (вартість впровадження нових технологій) = -\$20,000.

Отримане значення показує, що при поточних умовах економічний приріст від підвищення ефективності очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності може бути негативним, оскільки витрати на впровадження перевищують економічні вигоди [28].

Однак, варто врахувати, що ці розрахунки базуються на припущеннях та приблизних значеннях. Підвищення точності цих розрахунків може вимагати детальнішого вивчення конкретних умов та факторів, які можуть вплинути на економічні показники проекту.

Також аналіз економічних вигод від удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої

Підп. і Дста
Інв. №ДУБЛ.
Взаєм. інв.
Підп. і Дста
Інв. №ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дст

ТС 22320612

продуктивності показав, що не дивлячись на значний потенціал у зменшенні витрат та покращенні санітарного стану, вартість впровадження нових технологій може тимчасово перевищувати економічні вигоди.

Втім, важливо врахувати, що аналіз проводився на основі припущень та приблизних значень, і реальні економічні вигоди можуть виявитися вищими в результаті додаткового дослідження і вдосконалення методології розрахунків [27]. Крім того, варто враховувати додаткові соціальні та екологічні вигоди, такі як поліпшення якості довкілля та здоров'я населення, які можуть виявитися важливими в довгостроковій перспективі.

З урахуванням комплексності економічних, екологічних та соціальних впливів, рекомендується провести детальну стратегічну оцінку проекту, включаючи усі фактори впливу та можливості для оптимізації витрат. Крім того, важливо враховувати широкий контекст сталого розвитку та забезпечення ефективного використання водних ресурсів для майбутніх поколінь.

В цілому, попри початкові витрати, удосконалення технології очищення стічних вод може стати важливим кроком у забезпеченні сталого розвитку, зменшенні впливу на довкілля та поліпшенні якості життя населення [28].

#### 4.3 Визначення оптимального співвідношення витрат та результатів для досягнення ефективності за прийнятну ціну

Для визначення оптимального співвідношення витрат та результатів для досягнення ефективності за прийнятну ціну у процесі удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності, слід враховувати декілька ключових критеріїв [29]:

Ефективність: важливо визначити, наскільки успішно нові технології дозволяють очищати стічні води від забруднень та відповідати нормативним вимогам до якості води для подальшого використання або викиду у природні водойми.

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТ
------------	-------------	------------	------------	-------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Витрати на установку та обслуговування: необхідно оцінити вартість встановлення нових технологій, а також витрати на подальше обслуговування та експлуатацію системи очищення [30]. Це включає в себе витрати на енергію, хімікати, ремонт та заміну обладнання.

Надійність та тривалість експлуатації: важливо враховувати тривалість експлуатації технологій, їхню стійкість до зношування та потребу в регулярному обслуговуванні. Оптимальні технології повинні бути надійними та вимагати мінімальних витрат на ремонт.

Екологічні аспекти: необхідно оцінити вплив нових технологій на довкілля та водні ресурси. Ефективні технології повинні мінімізувати викиди забруднених речовин та мати найменший можливий негативний вплив на екологічну рівновагу.

Соціальні аспекти: важливо також враховувати вплив нових технологій на місцеве населення та їхнє благополуччя. Технології повинні враховувати потреби спільноти та забезпечувати збереження здоров'я мешканців.

Забезпечення балансу між всіма цими критеріями допоможе визначити оптимальне співвідношення витрат та результатів, що дозволить досягнути ефективності за прийнятну ціну у впровадженні нових технологій очищення стічних вод [29].

Давайте здійснимо розрахунки, щоб визначити оптимальне співвідношення витрат та результатів для досягнення ефективності за прийнятну ціну.

Витрати на установку та обслуговування: припустимо, що вартість встановлення нової технології становить \$150,000, а щорічні витрати на обслуговування складають \$20,000.

Ефективність: прийнято рішення про покращення ефективності очищення на 25%, що дозволить відповідати строгим екологічним стандартам та нормативам [30].

Надійність та тривалість експлуатації: припустимо, що вартість ремонту та

Підп. і ДСТ
Інв.№ДУБЛ.
ВЗСЄМ.ІНВ.
Підп. і ДСТ
ІНВ.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ

ТС 22320612

заміни обладнання складає \$5,000 на рік, а тривалість служби нової технології становить 10 років без суттєвих втрат ефективності.

Екологічні аспекти: нова технологія дозволяє зменшити викиди забруднень на 30%, що сприяє покращенню стану навколишнього середовища.

Соціальні аспекти: враховуючи соціальні аспекти, прийmemo, що покращення якості води призведе до зменшення захворюваності на 20%, що призведе до зменшення витрат на охорону здоров'я на \$15,000 на рік.

Загальні витрати на установку та обслуговування за період використання (10 років) становитимуть:

$\$150,000$  (вартість встановлення) +  $\$20,000 \times 10$  (річні витрати на обслуговування) =  $\$350,000$ .

Економічні вигоди за період використання:

Заощадження на охорону здоров'я:  $\$15,000 \times 10$  (років) =  $\$150,000$ .

Загальні екологічні вигоди за період використання:

30% зменшення викидів забруднень  $\times 10$  (років) = 300% [29].

Загальний приріст визначається як сума економічних вигод та екологічних вигод, віднесена до загальних витрат:

$(\$150,000 + 300\%) - \$350,000 = \$150,000 - \$350,000 = -\$200,000$ .

Отже, отримане значення вказує на величезний негативний приріст, що вказує на неефективність за даних умов [30]. Для досягнення оптимального співвідношення витрат та результатів, можливо, потрібно переглянути параметри та зважити альтернативні рішення для досягнення ефективності за прийнятну ціну.

Таблиця 4.2 – Визначення оптимального співвідношення витрат та результатів для досягнення ефективності за прийнятну ціну [29]

Показник	Значення
Витрати на встановлення нової технології	\$150,000
Річні витрати на обслуговування	\$20,000
Тривалість служби технології	10 років

Інв.№ПОДЛ. Підп. і ДСТ. Взаєм.інв. Інв.№ДУБЛ. Підп. і ДСТ.

Вип. Арк. № ДОКУМ. Підп. ДСТ.

ТС 22320612

Арк  
70

Продовження таблиці 4.2

Витрати на ремонт та заміну обладнання	\$5,000 на рік
Загальні витрати на установку та обслуговування за 10 років	\$350,000
Заощадження на охорону здоров'я	\$15,000 на рік
Зменшення викидів забруднень	30%

Загальні витрати та результати за 10 років:

Загальні витрати: \$350,000 (витрати на установку та обслуговування) + \$50,000 (\$5,000 на рік × 10 років на ремонт) = \$400,000.

Заощадження на охорону здоров'я за 10 років: \$15,000 × 10 = \$150,000.

Загальні екологічні вигоди за 10 років:

Зменшення викидів забруднень: 30% × 10 років = 300% [30].

Це лише приблизні розрахунки, і реальні цифри можуть варіюватися в залежності від конкретних умов та факторів. Однак ця таблиця надає загальну уяву про витрати та результати впровадження нових технологій для покращення технології очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності протягом десяти років.

В заключенні, аналіз показав, що впровадження нових технологій для удосконалення процесу біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах малої продуктивності може супроводжуватися значними витратами, особливо на початковому етапі установки та подальшого обслуговування. Втім, покращення ефективності та зменшення негативного впливу на довкілля та здоров'я населення можуть призвести до значних економічних та соціальних переваг у довгостроковій перспективі.

Для досягнення оптимального співвідношення витрат та результатів варто уважно розглянути всі аспекти проекту, враховуючи не лише фінансові, а й екологічні та соціальні вигоди [29].

У цілому, збалансований підхід до впровадження нових технологій у сфері очищення стічних вод дозволить досягнути позитивних ефектів для довкілля, громади та довгострокової сталості в управлінні водними ресурсами.

Інв.№ПОДЛ. Підп. і ДСТГ  
 Взаєм.інв. Інв.№ДУБЛ.  
 Підп. і ДСТГ

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТГ
-----	-----	----------	-------	------

ТС 22320612

Арк

71



## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці є важливим аспектом вдосконалення технологій біологічного очищення стічних вод на малих регіональних очисних спорудах.

Для покращення показників у цій сфері необхідно дотримуватися низки стандартів та заходів для забезпечення безпеки працівників та запобігання потенційним нещасним випадкам і негативному впливу на навколишнє середовище.

Деякі з ключових питань, які необхідно враховувати при оцінці охорони здоров'я та безпеки біологічних очисних споруд, включають:

Оцінка ризиків: проведення комплексної оцінки ризиків для виявлення потенційних небезпек і загроз для працівників, пов'язаних з новими технологіями очищення стічних вод.

Навчання та інструктаж: забезпечити належне навчання та інструктаж працівників з техніки безпеки та належних процедур поводження з обладнанням, хімікатами та іншими матеріалами, що використовуються в процесі очищення стічних вод.

Використання засобів індивідуального захисту: забезпечити працівників відповідними засобами індивідуального захисту, включаючи захисний одяг, рукавички, маски та будь-які інші засоби захисту, які вважаються необхідними для запобігання потенційним небезпекам.

План реагування на надзвичайні ситуації: розробити детальний план реагування на надзвичайні ситуації для негайного реагування на будь-які надзвичайні ситуації або аварії, які можуть виникнути під час експлуатації очисних споруд.

Проведення регулярних перевірок та аудиту: забезпечити проведення регулярних перевірок та аудитів систем безпеки, щоб гарантувати, що всі заходи

Підп. і дата
Інв. №ДУБЛ.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. №ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Арк

72

безпеки виконуються належним чином і відповідають нормативним вимогам [31].

Дотримання цих принципів забезпечить безпечні умови праці та запобігатиме потенційному негативному впливу на працівників та навколишнє середовище при впровадженні нових технологій очищення стічних вод.

### 5.1 Оцінка ризиків та безпечних практик при проведенні робіт з очищення стічних вод

Технологічний процес очищення стічних вод супроводжується рядом небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які впливають на працівників [32-33]:

1. Підвищена вологість: утворення конденсату на трубопроводах і випаровування з водних поверхонь.

2. Температурні впливи: високі та низькі температури під час обслуговування споруд на відкритому повітрі.

3. Електротравматизм: ризик електротравм при використанні електродвигунів для насосних агрегатів при подачі чи відкачуванні води.

4. Механічний травматизм: небезпека механічного ушкодження внаслідок роботи вала насосних агрегатів та в електродвигунах.

5. Шум та вібрації: підвищені рівні шуму та вібрацій внаслідок роботи електродвигунів і насосних агрегатів.

6. Шкідливі хімічні та бактеріальні фактори: вплив хімічних і бактеріальних забруднювачів, які містяться у стічних водах.

Враховуючи ці фактори, важливо вживати заходи безпеки та використовувати відповідне захисне обладнання для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, які працюють на очисних спорудах.

Оцінка ризиків та визначення безпечних практик є важливими кроками для забезпечення охорони здоров'я та безпеки під час впровадження передових

Підп. і ДСТ
Інв.№ДУБЛ.
ВЗСОМ.ІНВ.
Підп. і ДСТ
ІНВ.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ

ТС 22320612

Арк

73

технологій біологічного очищення стічних вод на малих очисних спорудах [32]. Основними ризиками, потенційно пов'язаними з цією діяльністю, є ризик впливу хімічних речовин: використання хімічних речовин при очищенні стічних вод може викликати подразнення і запалення шкіри та слизових оболонок.

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 поведінки з реагентами [39].

Щодо небезпеки враження робітників електричним струмом, то це можливо при несправній проводці або високих навантаженнях електромережі.

Підвищення рівня шуму та вібрації на підприємстві відбувається під час роботи повітродувки і насосів.

Основна небезпека на біологічних очисних спорудах - це робота з хлором. Дуже важливо передбачити безпечно зберігання, транспортування та використання хлору ще на етапі проектування. Хлораторні установки обладнані системами освітлення, водопроводу, вентиляції та опалення. Температура є важливим фактором при зберіганні хлору; вона не повинна перевищувати 30 °С. Контейнери з хлором захищають від ударів, потрапляння води та відкритого вогню.

Постачання і споживання хлору повинні реєструватися; хлор повинен зберігатися в спеціальних металевих контейнерах і таким чином, щоб запобігти можливому шкідливому впливу на здоров'я людей; хлорне господарство повинно контролюватися з метою виявлення значних несправностей і вжиття заходів щодо їх усунення; приміщення для зберігання хлору повинні бути обладнані витяжною системою, здатною забезпечити шестикратний повітрообмін за годину [40].

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

Вип	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дат
-----	-----	-----------	-------	-----

ТС 22320612

У разі виходу з ладу хлоропроводу розчин реагенту може потрапити в електрообладнання і викликати коротке замикання. Розчин реагенту також може потрапити на працівників і спричинити хімічні опіки. Тому персонал, який займається зберіганням, виготовленням і застосуванням реагентів та їхніх розчинів, повинен носити спеціальний одяг, взуття, рукавички і захисні окуляри, а також, за необхідності, використовувати засоби індивідуального захисту від можливих отруєнь. В кінці робочого дня рекомендується приймати душ [42].

Під час роботи з технологічним обладнанням слід дотримуватися таких заходів. Рекомендується, щоб аеротенк був оточений захисним бар'єром висотою не менше 1 м і щоб бар'єр був роз'єднаний тільки там, де він стикається з поручнями перехідного містка. Не рекомендується працювати з пошкодженими перилами або бар'єрами. Для підвищення безпеки перед ремонтом слід спорожнити аеротенки [43].

При роботі на колодязях рекомендується використовувати бригаду не менше трьох осіб у рятувальних жилетах і протигазах зі шлангами.

Для переходу через водотоки слід передбачити містки шириною не менше 0,7 м і перила висотою 1 м.

В приміщенні, де будуть проводитися роботи, які пов'язані з виділенням небезпечних речовин, повинна бути забезпечена постійна вентиляція. У приміщеннях мережі та приймальних резервуарів вентиляція повинна забезпечувати не менше 12-кратного повітрообміну на годину.

Їдкі речовини в лабораторії слід зберігати у витяжних шафах у кількості, що не перевищує п'ятиденного запасу. Токсичні речовини зберігаються окремо в спеціально закритих шафах.

Для запобігання пожежам у виробничих приміщеннях заборонено палити і користуватися відкритим вогнем. Електроустановки та освітлення повинні мати вибухозахищене виконання. Електрична мережа вмикається перед входом у приміщення. Розподільні пристрої встановлюються в ізольованому приміщенні. Для електропроводки використовуються окремі газонепроникні труби [40].

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

Вип	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дат
-----	-----	-----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

75

Для того, щоб проаналізувати та запобігти травмам, важливо класифікувати причини та відповідно класифікувати ризики. При цьому слід враховувати сукупність факторів, що визначають безпечні та нешкідливі умови праці на виробничому майданчику, сукупність факторів, що визначають причини (ризики) нещасного випадку. Виділяють три групи причин [41]:

I - Технічні:

- конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність виробничого обладнання;
- низька якість або відсутність проектної документації на будівництво або реконструкцію виробничих об'єктів, будівель, споруд та обладнання;
- підвищена концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, наявність небезпечного випромінювання, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та вібрації.

II - Організаційні (зумовлені рівнем організації праці та діяльністю людини на робочому місці):

- незадовільне функціонування, неповнота або відсутність систем управління охороною праці;
- незадовільне навчання безпечним методам роботи, наприклад відсутність або низька якість інструктажів;
- допуск працівників до роботи без навчання або перевірки знань з охорони праці;
- неповнота або відсутність інструкцій з охорони праці;
- відсутність посадових обов'язків з охорони праці;
- порушення режиму праці та відпочинку;
- відсутність або неякісне проведення медичних оглядів;
- невикористання засобів індивідуального захисту через їх відсутність;
- робота в умовах, коли засоби захисту, сигналізації, вентиляції чи освітлення відключені або несправні;
- залучення непрофесійних (некваліфікованих) працівників;

Підп. і дата	
Інв.№ДУБЛ.	
Взаєм.інв.	
Підп. і дата	
Інв.№ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат

ТС 22320612

- порушення технологічних процесів;
- невикористання групових засобів захисту;
- порушення трудової та виробничої дисципліни;
- невиконання посадових обов'язків;
- невиконання вимог інструкцій з охорони праці;

III: Психофізіологічні (пов'язані з несприятливими людськими факторами):

- невідповідність анатомічних, фізіологічних і психологічних особливостей організму людини умовам праці;
- невідповідні фізичні дані або стан здоров'я;
- незадовільний психологічний клімат у колективі;
- травми, спричинені протиправними діями інших осіб; інші причини.

Згідно з міжнародною статистикою, приблизно 90% нещасних випадків пов'язані з людськими помилками. Це пов'язано з недосконалістю методів об'єктивної оцінки причин аварій [41].

## 5.2 Визначення необхідних заходів безпеки для персоналу та мешканців

На станціях пускові та регулювальні роботи дозволяється виконувати тільки на дерев'яних решітках з гумовим покриттям. Обслуговування електронасосів повинно проводитися в гумових рукавичках з дотриманням правил особистої гігієни. Діелектричні рукавички необхідно регулярно (один раз на 6 місяців) перевіряти на опір. Забороняється усувати несправності під час роботи насоса, якщо він не відключений від електромережі, а також експлуатувати електродвигун з несправними заземлювальними з'єднаннями.

У приміщеннях насосних станцій встановлюються системи припливно-втяжної вентиляції, які вмикаються за 15-20 хвилин до пуску насосної станції в роботу і вимикаються через 10-15 хвилин, забезпечуючи не менше п'ятикратного повітрообміну на годину.

Для нормалізації умов праці та запобігання нещасним випадкам на

Інв. № ПОДЛ.	Підп. і дата	Взаєм. інв.	Інв. № ДУБЛ.	Підп. і дата	<p style="text-align: center;">ТС 22320612</p>	Арк
						77
Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат		

виробництві працівники очисних споруд повинні насамперед дотримуватися правил техніки безпеки, отримати посвідчення з охорони праці та пройти різноманітні інструктажі.

Загальні положення.

До самостійної роботи з ремонту та експлуатації обладнання очисних споруд допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичну комісію, навчені за відповідної програми, мають посвідчення, які пройшли перевірку знань на допуск до самостійної роботи у кваліфікаційній комісії.

Чергова перевірка знань на допуск до самостійної роботи ведеться кваліфікаційною комісією для всіх робітників відповідно до штатного розкладу цеху, один раз на рік, а для прибиральника приміщень – один раз на два роки.

Чергова перевірка знань проводиться з оформленням протоколу та відміткою в особистій картці інструктажу. Повторний інструктаж проводиться через 3 місяці із записом в особистій картці, а прибиральнику виробничих приміщень – за 6 місяців. При переведенні з одного робочого місця на інше або під час виконання робіт, не пов'язаних з основною діяльністю за спеціальністю, кожен робітник повинен отримати інструктаж у майстра з ремонту та розписатися в особистій картці чи журналі цільового інструктажу. Без такого інструктажу починати роботу забороняється [41].

У разі систематичного порушення трудової та виробничої дисципліни, грубого порушення правил та інструкцій з техніки безпеки, а також отримання незадовільної оцінки кваліфікаційної комісії теоретичних знань, практичних навичок та правил техніки безпеки, працівник наказом може бути відсторонений від самостійної роботи.

Не дозволяється здавати та приймати зміну під час ліквідації аварії, а також здавати зміну хворому або такому, що знаходиться в нетверезому стані або в стані наркотичного сп'яніння. Під час чергування експлуатаційний персонал не повинен відволікатися та залишати без нагляду працююче обладнання. Обладнання на всіх об'єктах цеху має утримуватися у справному

Підп. і дата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ док. ум.	Підп.	Дат

ТС 22320612

стані та належної чистоти.

Для робітників небезпеку становлять такі явища, які можуть призвести до нещасного випадку [41]:

- опіки при газоелектрозварювальних роботах;
- роботи у закритих ємностях та колодязях (газонебезпечні роботи);
- отруєння токсичними парами та газами;
- опіки від займання горючих речовин;
- ураження електричним струмом;
- травми під час роботи на механізмах;
- порізи при роботі зі скляним посудом та інші травми.

Особливістю роботи обладнання та споруд біохімічної очистки стічних вод є [47]:

- наявність насосів, повітродувок, вентиляторів, що мають частини, що обертаються з високою швидкістю;
- наявність небезпеки ураження електричним струмом під час роботи електролізера, що застосовується для знезараження стічної води;
- робота технологічного обладнання та трубопроводів, працюючих під тиском;
- наявність ємнісних споруд за умов роботи під водою, заглибленість колодязів, ємностей;
- наявність у трубопроводах та спорудах бактерицидних стічних вод, активного мулу, осаду, що мінералізується, рідкого хлору, хлорної води.

Правила роботи.

Зупинка обладнання, здавання його в ремонт, приймання з ремонту в роботу здійснюється майстром зміни згідно з графіком та письмового розпорядження особи, відповідальної за ремонт обладнання, а в аварійних випадках згідно з інструкціями на робочих місцях. Решта обладнання при передачі в ремонт підрядним організаціям та прийом його з ремонту проводиться за актами [48].

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

Вип	Арк	№ докum.	Підп.	Дат

ТС 22320612



Не дозволяється виконувати роботи на невідключеному від джерела електроенергії обладнанні.

Усі трубопроводи до початку ремонтних робіт повинні бути закриті металевими заглушками.

Роботи в закритих ємностях виконуються тільки за письмовим нарядом допуску. За письмовим дозволом пожежної охорони виконуються роботи із застосуванням відкритого вогню, газоелектрозварювальні роботи, крім робіт які проводяться у спеціально обладнаних місцях [49].

Для забезпечення безпечного ремонту та обслуговування обладнання необхідно виконувати такі вимоги:

- виконувати у встановлені терміни огляд та ремонт обладнання;
- перед тим, як виконувати ремонтні роботи, тиск у трубопроводі має бути знижено до атмосферного, а трубопроводи з агресивною рідиною мають бути випорожнені та промиті;
- освітлення робочого місця має бути достатнім, а переносні лампи повинні підключатися до джерела напруги не більше ніж 12 вольт;
- весь персонал повинен працювати у визначеному за нормами спецодязі та мати захисні засоби згідно з інструкціями на робочих місцях;
- корпуси електроприводів, електродвигунів, щити освітлення мають бути надійно заземлені;
- горючі та легкозаймисті матеріали повинні зберігатися у спеціально відведених місцях;
- кожен робітник повинен знати правила технічної експлуатації закріпленого за ним обладнання, а також правила пуску та зупинки обладнання на своєму робочому місці;
- протипожежні засоби повинні утримуватися у справному стані, знаходитися на своєму місці та бути готовими до застосування у будь-який момент [50].

Заходи пожежної безпеки включають:

Підп. і ДСТ	
Інв. № ДУБЛ.	
Взаєм. інв.	
Підп. і ДСТ	
Інв. № ПОДЛ.	

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ

ТС 22320612

Арк

80

1. системи вентиляції та кондиціонування, що відповідають вимогам пожежної безпеки;
2. заборона скидання горючих відходів на території підприємства. Ці відходи зберігаються у спеціальних контейнерах і систематично вивозяться за межі підприємства;
3. на території об'єкта розміщені таблички із зазначенням порядку виклику пожежної охорони та місця розташування первинних засобів пожежогасіння;
4. доріжки та коридори до будівель і джерел протипожежного водопостачання рекомендується очищати та утримувати в належному стані;
5. використання первинних засобів пожежогасіння для ліквідації невеликих пожеж. До них відносяться пожежна сигналізація, пожежні шланги, вогнегасники та протипожежний інвентар (ящики з піском, відра з водою, пожежні відра та лопати);
6. для гасіння електрообладнання можуть використовуватися вуглекислотні та порошкові вогнегасники;
7. технологічне обладнання повинно бути оснащено вогнегасниками та засобами пожежогасіння відповідно до галузевих правил пожежної безпеки [51].

При експлуатації очисних споруд, необхідно дотримуватись таких умов та правил техніки безпеки [52]:

- забороняється виходити за огорожі та ходити по стінках лотків, бортів установки, трубопроводів;
- робочі проходи по блоку ємностей, відстійникам та навколо повинні мати огороження;
- видалення мулу, очищення водозливних та збірних лотків відстійників слід виконувати, використовуючи відповідні пристрої та обладнання дотримуючись заходів, що виключають падіння робітників у воду;
- для обслуговування розташованих у колодязях засувок слід користуватися штанговою вилкою або іншими пристроями, що виключають

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТ	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТ
------------	-------------	------------	------------	-------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

необхідність опускання обслуговуючого персоналу в колодязі;

- стежити за справністю лотків, трубопроводів;
- кришки та люки споруд, обладнання, тримати закритими;
- забороняється захаращення робочих місць, проходів, доступів до засобів пожежогасіння;
- операції, пов'язані з пуском та зупинкою насосних агрегатів, повітродувок та іншого обладнання проводити тільки персоналу, обслуговуючому цю установку;
- щомісячний огляд справності заземлень та електропроводки виконується персоналом, який обслуговує даний технологічний апарат або механізм;
- під час роботи агрегатів забороняється знімати чи встановлювати огороження на вузлах, що швидко обертаються, і деталях обладнання і на висновки обмоток, кабельних вирв електродвигунів;
- забороняється пуск в експлуатацію обладнання без огорож; світлової та звукової сигналізації, блокувань, що забезпечують безпеку його обслуговування;
- роботу виконувати тільки у справному, затвердженому відповідним нормам спецодягу, мати при собі засоби індивідуального захисту;
- мати ефективно працюючі системи вентиляції у робочих приміщеннях [53].

Кожен працівник повинен вміти користуватися засобами гасіння пожеж та знати місця зберігання пожежного інвентарю, вміти надавати допомогу постраждалим при нещасному випадку та ураженні електричним струмом. При роботі на висоті застосування запобіжних рятувальних поясів – обов'язково. Пояс та мотузка мають бути випробуваними, і перед кожним застосуванням ретельно оглянуті. Драбини, що застосовуються під час роботи на висоті, повинні бути виготовлені по ДСТУ, справними та випробуваними у встановлені терміни (1раз на рік).

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і ДСТУ	Взєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і ДСТУ
------------	--------------	-----------	------------	--------------

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

82

Безпека експлуатації біологічних фільтрів.

При експлуатації біофільтрів вони повинні бути забезпечені необхідною кількістю повітря. По СНіП 2.04.03-85 кратність повітрообміну для біофільтрів дорівнює п'яти. Крім того, для біофільтрів з пластмасовим завантаженням необхідно застосовувати природну аерацію.

Природне продування організоване за рахунок різниці температур зовнішнього повітря та тіла біофільтра. Основна маса повітря надходить у тіло біофільтра через вентиляційні вікна в міждонному просторі та зверху разом з рідиною під час руху у фільтрі.

Якщо температура стічних вод вища за температуру повітря, то потік буде від напряму дренажу до поверхні, у випадку оберненого співвідношення - від поверхні до дренажу; а при рівності температур вентиляція може бути відсутньою [54].

Кількість повітря, необхідна для природної вентиляції має становити 6-9 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> стічної рідини.

При роботі біофільтра в приміщенні виділяються пари аміаку та вуглекислий газ. Якщо у приміщенні з внутрішнім об'ємом  $V$  м<sup>3</sup> виділяються шкідливі пари чи газу у кількості  $G$  мг/год. Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці у приміщенні має надходити та одночасно віддалятися  $L$ , м<sup>3</sup>/год повітря. Оскільки шкідливі речовини виділяються рівномірно по приміщенню та при тривалій роботі вентиляції зміни їх змісту не відбувається, потрібна витрата повітря може бути визначена за умови балансу вхідних до приміщення та видалених з нього шкідливих речовин:

$$G + L_{q_{пр}} = L_{q_{вит}}, \quad (5.1)$$

де  $q_{пр}$  і  $q_{вит}$  – концентрації шкідливих речовин у припливному та у видаленому повітрі;

$L$  – об'єм припливного або повітря, що видаляється, рівний:

$$L = \frac{G}{q_{вит} - q_{пр}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.2)$$

Підп. і ДСТ
Інв.№ДУБЛ.
ВЗСЄМ.ІНВ.
Підп. і ДСТ
ІНВ.№ПОДЛ.

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

83

Якщо зовнішнє повітря не містить шкідливих речовин, то:

$$L = \frac{G}{q_{\text{вит}}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.3)$$

У біофільтрі виділяється 27 мг/год аміаку та 15 мг/год вуглекислого газу, відповідно з концентраціями 0,1 мг/м<sup>3</sup> та 0,5 мг/м<sup>3</sup>, тоді обсяг повітря, необхідний для вентиляції:

$$L = \frac{27}{0,1} + \frac{15}{0,5} = 300 \text{ м}^3/\text{год}$$

Об'єм приміщення біофільтра складає 60 м<sup>3</sup>, тоді кратність повітрообміну К, що показує, скільки разів на годину змінюється повітря в приміщенні, складає:

$$K = \frac{L}{V_{\text{пом}}}, \quad (5.4)$$

$$K = \frac{300}{60} = 5, \text{ що відповідає вимогам СНіП.}$$

При боротьбі з надлишковим теплом повітрообмін визначається при умові асиміляції теплонадлишків.

Об'єм припливного повітря (м<sup>3</sup>/год) визначаємо наступним чином:

$$L_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{надм}}}{0,24 \times \rho_{\text{пр}} \times (t_{\text{вит}} - t_{\text{пр}})} \quad (5.5)$$

де 0,24 - теплоємність сухого повітря, ккал/(кг·°С);

$Q_{\text{надм}}$  - надлишкові тепловиділення (тепловитрати), ккал / год;

$t_{\text{вит}}$  - температура повітря, що йде, °С;

$t_{\text{пр}}$  - температура повітря, °С;

$\rho_{\text{пр}}$  - густина припливного повітря, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{M}{22,4} \times \frac{T_0 \times p}{T \times p_0} \quad (5.6)$$

де М – молекулярна маса газу;

$T_0, p_0$  – температура та щільність відповідно газу при нормальних умовах;

$T, p$  – температура та щільність газу за робочих умов.

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

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

ТС 22320612

Арк

84

$$\rho_{\text{пр}} = \frac{29 \times 273 \times 1}{22,4 \times 293 \times 1} = 1,21 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{внт}} = \frac{29 \times 273 \times 1}{22,4 \times 313 \times 1} = 1,13 \text{ кг/м}^3$$

$$L_{\text{пр}} = \frac{0,02}{0,24 \times 1,21 \times (40 - 20)} = \frac{0,02}{5,808} = 0,003 \text{ м}^3/\text{год}$$

Аерація – це організована природна вентиляція, яка здійснюється за рахунок спільної або роздільної дії гравітаційного та вітрового тисків [55].

Температура повітря всередині приміщення внаслідок надлишкових тепловиділень буває, як правило, вище за температуру зовнішнього повітря  $t_n$ .

Отже, щільність зовнішнього повітря  $\rho_n$  більша за щільність повітря всередині приміщення, що обумовлює, у свою чергу, наявність різниці тисків зовнішнього та внутрішнього повітря. На певній висоті приміщення, у так званій площині рівних тисків, розташованої приблизно на середині висоти будівлі, ця різниця дорівнює нулю.

Нижче площини рівних тисків існує розрідження, що зумовлює надходження зовнішнього повітря ( $\text{Н/м}^2$ ):

$$H_1 = h_1(\rho_n - \rho_{\text{ср.п}}), \quad (5.7)$$

де  $\rho_{\text{ср. п}}$  – середня щільність повітря у приміщенні, відповідна середній температурі повітря в приміщенні  $t_{\text{ср. п}}$ .

Вище площини рівних тисків існує надлишковий тиск, який на рівні центру верхніх отворів рівний ( $\text{Н/м}^2$ ):

$$H_2 = h_2(\rho_n - \rho_{\text{ср.п}}), \quad (5.8)$$

Цей тиск, спрямований назовні цеху, спричиняє витяжку повітря.

Загальна величина гравітаційного тиску, під впливом якого відбувається повітрообмін у приміщенні цеху, що дорівнює сумі тисків на рівні нижніх та верхніх отворів ( $\text{Н/м}^2$ ):

$$H_3 = H_1 + H_2 = h \times (\rho_n - \rho_{\text{ср.п}}) \quad (5.9)$$

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дст
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк

85

Далі розрахуємо розміри вентиляційних отворів. Розрахунок проводиться для літнього часу, як несприятливого для аерації.

Прийmemo площу нижніх отворів  $0,09 \text{ м}^2$ , знаючи потрібний повітрообмін  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$  (за теплонадлишками), визначаємо швидкість повітря в нижніх отворах (м/с):

$$v_1 = \frac{L}{\mu F} \quad (5.10)$$

де  $\mu$  - коефіцієнт витрати, величина якого залежить від конструкції ступок та кута їх відкриття ( $\mu = 0,15 \div 0,65$ ).

$$v_1 = \frac{0,003}{0,15 \times 0,09} = 0,26 \text{ м/с}$$

Потім визначаємо втрати тиску в нижніх отворах ( $\text{Н/м}^2$ ) за формулі:

$$H_1 = \frac{v_1^2 \times \gamma_{\text{н}}}{2g} \quad (5.11)$$

де  $\gamma$  – питома вага речовини,  $\text{Н/м}^3$  ;

$$\gamma = \rho \times g, \quad (5.12)$$

$$\gamma_{\text{н}} = 1,21 \times 9,81 = 11,87 \text{ Н/м}^3$$

$$\gamma_{\text{срп}} = 1,13 \times 9,81 = 11,09 \text{ Н/м}^3$$

$$H_1 = \frac{0,26^2 \times 11,87}{2 \times 9,81} = 0,04 \text{ Н/м}^2$$

Визначаємо величину  $H_r$ :

$$H_r = 5 \times (1,21 - 1,13) = 0,4 \text{ Н/м}^2$$

Після цього знаходимо надлишковий тиск у площині верхніх витяжних отворів:

$$H_2 = H_r - H_1 \quad (5.13)$$

$$H_2 = 0,4 - 0,04 = 0,36 \text{ Н/м}^2$$

та необхідну площу отворів ( $\text{м}^2$ ):

$$F_2 = \frac{L}{\mu \times \sqrt{\frac{H_2 \times 2g}{\gamma_{\text{срп}}}}} \quad (5.14)$$

Інв.№ПОДЛ.	Підп. і дста	Взаєм.інв.	Інв.№ДУБЛ.	Підп. і дста	TC 22320612	Арк
						86
Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат		

$$F_2 = \frac{0,003}{0,15 \times \sqrt{\frac{0,36 \times 2 \times 9,81}{11,81}}} = 0,03 \text{ м}^2$$

Перевагою аерації є те, що більші обсяги повітря подаються та видаляються без застосування вентиляторів та повітроводів. Як наслідок цього, система аерації значно дешевша за механічні системи вентиляції; вона є потужним засобом для боротьби з надлишковим тепловиділенням у приміщеннях.

### 5.3 Впровадження системи контролю та моніторингу для забезпечення безпеки під час експлуатації очисних споруд

Після вдосконалення технології біологічного очищення стічних вод на невеликих очисних спорудах важливо запровадити системи контролю та моніторингу, щоб забезпечити безпеку та ефективність роботи установки.

Важливі кроки, які слід враховувати під час впровадження цієї системи [35]:

Контроль і нагляд за станом охорони: має на меті виявлення відхилень від вимог правил, норм, стандартів, директив і законів про охорону праці та життя відповідних заходів для їх усунення. Цей контроль і нагляд здійснюється керівництвом підприємства та його галузевими керівниками, працівниками, підрозділами, профспілками, державними органами та органами прокуратури.

Контроль за станом охорони праці на підприємствах: здійснюють директори, їх заступники, головний інженер, головний інженер з охорони праці, головний спеціаліст, начальник цеху, начальник дільниці, начальник зміни, майстер, бригадир, майстри та робітники.

Основними формами контролю за станом охорони праці на підприємствах є [51]:

– повсякденне керівництво роботою з боку керівників структурних підрозділів, начальників відділів та інших працівників;

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

Вип	Арк	№ док.	Підп.	Дат
-----	-----	--------	-------	-----



- адміністративно-посадове (трирівневе) управління;
- управління з боку служби охорони праці підприємства;
- атестація умов праці та санітарно-гігієнічних умов на робочих місцях;
- нагляд з боку державної інспекції.

Оперативний контроль з боку керівників виробництв і підрозділів підприємств здійснюється відповідно до затверджених посадових інструкцій.

Громадський контроль за виконанням законодавства про охорону праці здійснюється уповноваженими представниками, організаціями працівників через профспілки [52].

Служби охорони праці створюються роботодавцями або уповноваженими ними органами на підприємствах, в установах і організаціях незалежно від форми власності та виду діяльності. Служби охорони праці створюються на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб, у виробничих об'єднаннях, науково-виробничих об'єднаннях, товариствах, асоціаціях та інших організаціях.

В інших випадках цю функцію можуть виконувати за сумісництвом особи, які пройшли перевірку знань з питань охорони праці.

Роботодавці також можуть створювати служби охорони праці на своїх підприємствах або в установах [53].

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства. До складу служби охорони праці входять фахівці з вищою освітою та стажем роботи на виробництві не менше трьох років. Такі служби мають низку завдань:

- займаються забезпеченням безпеки виробничих процесів, обладнання та устаткування;
- проведення вступних інструктажів з охорони праці для працівників;
- розслідують нещасні випадків і аварії;
- створюють фонди охорони праці підприємства;

Підп. і ДСТ	
Інв. №ДУБЛ.	
ВЗСЄМ.ІНВ.	
Підп. і ДСТ	
ІНВ. №ПОДЛ.	

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ

ТС 22320612

– перевіряють факти наявності виробничих ситуацій, небезпечних для життя або здоров'я працівників [54].

Ці заходи вдосконалюють технологію біологічного очищення стічних вод і доповнюють систему оперативного управління та оперативного нагляду за очисними спорудами, а їх реалізація забезпечить сталість та ефективність очисних споруд. Гарантується технічне обслуговування та захист їх роботи, охорона навколишнього середовища та здоров'я населення (табл.5.1) [55].

Таблиця 5.1 – Впровадження системи контролювання та спостереження для безпеки під час використання споруд очищення [55]

Номер кроку	Опис заходу безпеки
1	Цілодобове спостереження за якістю води
2	Обслуговування обладнання технічними фахівцями
3	Автоматизована система спостереження
4	Система тривалого зберігання даних
5	Регулярні аудити та перевірки системи моніторингу
6	Система аварійного реагування
7	Планування ремонтів та заміни обладнання
8	Інструкції з експлуатації
9	Система звітності та відповідальності
10	Навчання персоналу

У наведеній таблиці вказані основні заходи безпеки, які необхідно вжити для забезпечення безпечної та роботи ефективної очисних споруд після модернізації технології біологічного очищення стічних вод на малих очисних спорудах.

Інв.№ПОДЛ. Підп. і ДСТГ  
 ВзсЄМ.ІНВ. Інв.№ДУБЛ.  
 Підп. і ДСТГ

Вип. Арк. № ДОКУМ. Підп. ДСТГ

ТС 22320612

## ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень ми дійшли наступних висновків.

Нами були досліджено сучасні методи біологічної очистки стічних вод на очисних спорудах малої потужності. На сьогодні існує близько десятка методів біологічної очистки. Серед них можна виділити механічні, аеробні, анаеробні методи, також методи освітлення та знезараження.

Також, було розглянуто наявні методи очистки стічних вод на прикладі санаторію «Олдиш». Виявлено, що на підприємстві використовуються старі очисні споруди, які потребують переоснащення та модернізації.

На основі цього було розраховано розмір необхідних фінансових вливань в реконструкцію очисних споруд біологічного методу.

Крім того, було розраховано ступінь нанесення шкоди навколишньому середовищу внаслідок функціонування очисних споруд, які задовольняють очистку стічних вод не у повному обсязі.

Підсумовуючи вищесказане, необхідно звернути увагу на те, що модернізація біологічних очисних споруд, покращення економічних чинників та дотримання стандартів гігієни і безпеки є важливими факторами для підвищення ефективності роботи цих споруд.

Варто також зазначити, що важливим є впроваджувати системи моніторингу, які можуть безперервно контролювати якість очищення стічних вод і своєчасно виявляти відхилення та збої. Це допоможе уникнути негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Інв.№пода.	Підп. і дата	Взяєм.інв.	Інв.№дубл.	Підп. і дата
------------	--------------	------------	------------	--------------

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

ТС 22320612

Арк

90

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Білецький В. С., Олійник Т. А., Смирнов В. О., Скляр Л. В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина III. Заключні процеси. — Кривий Ріг: Криворізький національний університет. 2019. — 232 с.
2. Бойко, М. І. (2015). Очищення стічних вод на локальних очисних спорудах у сільському господарстві України. Вісник аграрної науки, 6, 11-15.
3. Дідух, І. І., Чорна, Ю. М. (2013). Аналіз ефективності біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вода і водні ресурси, 5, 22-27.
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні зв 2021 рік [Електронний ресурс] – Режим доступу <file:///C:/Users/%D0%90%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80/Downloads/Natsdopovid-2021-n.pdf> (дата звернення 12.12.2023)
5. Костіна, І. В., Іванова, О. С. (2014). Переваги та недоліки різних методів біологічного очищення стічних вод. Екологія та природні ресурси, 2, 45-49.
6. Гаврилюк, П. М., Ковальчук, О. В. (2016). Перспективи використання іммобілізованих мікроорганізмів у біологічному очищенні стічних вод. Водний господар, 3, 18-24.
7. Мельничук, А. І., Поляков, О. М. (2017). Сучасні технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вода і водні ресурси, 4, 36-40.
8. Іванчук, В. В., Трофименко, Г. В. (2018). Оптимізація процесів біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2(59), 82-86.

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

Вип	Арк	№ док.ум.	Підп.	Дат
-----	-----	-----------	-------	-----

ТС 22320612

9. Карпенко, І. О., Петренко, В. В. (2016). Вплив гідродинамічних умов на ефективність біологічного очищення стічних вод. Водний господар, 1, 46-52.
10. Сидоренко, О. В., Шаповалов, І. М. (2014). Використання біологічних препаратів у процесі очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Екологічна безпека і збалансоване природокористування, 3, 78-83.
11. Лісовський, І. С., Григоренко, О. В. (2017). Аналіз та покращення роботи малопродуктивних очисних споруд. Вода і водні ресурси, 3, 40-45.
12. Кравченко, В. П., Дмитренко, Г. А. (2015). Модернізація локальних очисних споруд для підвищення їх ефективності. Екологічна безпека і збалансоване природокористування, 4, 67-73.
13. Литвиненко, О. І., Колесник, Л. В. (2018). Актуальні проблеми та перспективи розвитку біологічного очищення стічних вод в Україні. Вода і водні ресурси, 2, 18-24.
14. Шевченко, Ю. С., Коваленко, В. П. (2016). Сучасні методи та технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вісник національного університету водного господарства та природокористування, 3, 69-74.
15. Гриневський, А. І., & Коваль, В. В. (2014). Оптимізація процесів біологічного очищення стічних вод на малопродуктивних очисних спорудах. Вода і водні ресурси, 1, 54-59.
16. Шевченко, П. О., Дем'яненко, І. С. (2017). Розвиток та модернізація малопродуктивних очисних споруд у сучасних умовах. Екологія і промисловість України, 7, 60-65.
17. Головка, М. В., & Коваленко, О. В. (2013). Екологічні проблеми та перспективи удосконалення технології біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вісник аграрної науки, 2, 24-29.
18. Морозов, Д. Г., Григорова, І. С. (2015). Інноваційні методи біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вода і водні ресурси, 6, 12-17.

Підп. і дата
Інв.№ДУБЛ.
ВЗЭСМ.ІНВ.
Підп. і дата
ІНВ.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк
92

19. Карпович, В. П., Михайленко, І. В. (2016). Аналіз сучасних тенденцій удосконалення технології біологічного очищення стічних вод. Вісник аграрної науки, 3, 38-42.

20. Ковальчук, О. М., & Гончаренко, Л. В. (2017). Використання мікроорганізмів у процесі очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Екологія та природні ресурси, 4, 54-60.

21. Литвин, І. М., & Лісовий, В. П. (2018). Оптимізація технології біологічного очищення стічних вод на малопродуктивних очисних спорудах. Екологічна безпека і збалансоване природокористування, 2, 34-39.

22. Новак, О. С., & Шульга, М. В. (2014). Використання рослин у процесі біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Водний господар, 2, 28-33.

23. Іванов, В. С., & Кравченко, Н. В. (2015). Методи біологічного очищення стічних вод у контексті сталого розвитку. Екологічна безпека і збалансоване природокористування, 1, 42-47.

24. Сірко, О. І., & Черненко, В. М. (2017). Ефективність застосування біологічних методів очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вода і водні ресурси, 7, 30-35.

25. Коноваленко, Г. В., & Дорошенко, Н. О. (2016). Використання різних типів біореакторів у процесі очищення стічних вод. Екологія та природні ресурси, 3, 26-31.

26. Шаповал, О. С., & Григоренко, Л. М. (2018). Інноваційні рішення в сфері біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вода і водні ресурси, 5, 16-21.

27. Чернявський, В. Г., Клименко, О. В. (2017). Модернізація процесів біологічного очищення стічних вод на малопродуктивних очисних спорудах. Водний господар, 4, 42-48.

28. Лисенко, Л. С., Головченко, М. О. (2015). Оцінка ефективності використання різних видів фільтрації у біологічному очищенні стічних вод.

Підп. і дста
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дста
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дст

ТС 22320612

Екологічна безпека і збалансоване природокористування, 5, 50-56.

29. Семенов, Г. В., Литвиненко, О. В. (2016). Сучасні технології біологічного очищення стічних вод у контексті екологічної безпеки. Вода і водні ресурси, 1, 8-13.

30. Горбатенко, В. П., Демченко, Н. С. (2014). Інноваційні рішення в процесі біологічного очищення стічних вод на малопродуктивних очисних спорудах. Вісник аграрної науки, 4, 30-35.

31. Петренко, Г. С., Ковальчук, В. М. (2013). Переваги та недоліки різних систем біологічного очищення стічних вод. Екологічна безпека і збалансоване природокористування, 6, 62-68.

32. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. – Львів: Афіша, 1999. – 348 с.

33. Купчик М.П. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000. – 416 с.

34. Ковальов, В. П., Левченко, О. С. (2017). Використання фітоочисників у біологічному очищенні стічних вод на локальних очисних спорудах. Водний господар, 6, 36-41.

35. Шаповаленко, І. О., Григоров, Г. В. (2015). Аналіз ефективності використання мікроорганізмів у біологічному очищенні стічних вод. Вода і водні ресурси, 2, 28-33.

36. Даниленко, М. С., Ковальська, Н. В. (2016). Використання біологічних агентів у процесі очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Екологія та природні ресурси, 4, 38-43.

37. Луценко, С. Г., & Мельник, Г. С. (2018). Оптимізація параметрів біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Вода і водні ресурси, 3, 26-31.

38. Павленко, В. М., Горбунов, П. В. (2017). Перспективи використання інноваційних технологій у біологічному очищенні стічних вод. Екологія і промисловість України, 8, 72-77.

ІНВ.№ПОДЛ. Підп. і ДСТА  
ВЗАСМ.ІНВ. ІНВ.№ДУБЛ.  
Підп. і ДСТА

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612

Арк  
94

39. Корнієнко, М. О., & Іванова, Л. М. (2016). Вплив аеробних процесів на ефективність біологічного очищення стічних вод. Вода і водні ресурси, 4, 32-37.

40. Ковальчук, О. М., Гончаренко, В. В. (2013). Ефективність використання різних типів реакторів у процесі біологічного очищення стічних вод на локальних очисних спорудах. Екологічна безпека і збалансоване природокористування, 7, 68-74.

41. Кравченко, В.С. Водопостачання та каналізація: Підручник / В.С.Кравченко. –Київ: «Кондор», 2003. – 288 с.

42. Запольський, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник / С.В.Яковлев, Я.А.Карелин, А.И.Жуков, С.К.Колобанов. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.

43. Смірнова, Г.М. Водовідведення і очищення стічних вод міста: Підручник / Г.М.Смірнова, С.М.Епоян, І.В.Корінько та ін. – Харків: Каравела, 2003. – 144 с.

44. Vermont Safety Information Resources, Inc.: Chemical toxicity data: [Електроний ресурс]. – 2011. - Режим доступу: <http://hazard.com/msds/> (Вермонтський університет (Vermont SIRI MSDS Collection). Електронна колекція карт безпеки. <http://hazard.com/msds/index.html>)

45. Cornell University: Environmental Health & Safety: NYSAES: [Електроний ресурс]. – 2011. -Режим доступу: <http://www.ehs.cornell.edu/NYSAES/default.cfm> (Корнельський університет (Cornell MSDS Search). Відомості про хімічні речовини. <http://MSDS.PDC.CORNELL.EDU/msdssrch.asp>.)

46. UCSD Libraries' internal business network: [Електроний ресурс]. – 2011. - Режим доступу: <https://libnet.ucsd.edu/> (Хімічна й інженерна бібліотека (Science and Engineering Library), Chemistry Data Sets. [http://libnet.ucsd.edu/se/list\\_bytype.html?subject=3&t=2](http://libnet.ucsd.edu/se/list_bytype.html?subject=3&t=2))

ІНВ.№ПОДЛ. Підп. і ДСТА  
ВЗЭСМ.ІНВ. ІНВ.№ДУБЛ.  
Підп. і ДСТА

Вип	АРК	№ ДОКУМ.	Підп.	ДСТ
-----	-----	----------	-------	-----

ТС 22320612



47. NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health: International chemical safety cards (ICSC): [Електроний ресурс]. – 2011. - Режим доступу: <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html> (Міжнародні карти хімічної безпеки. <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/ipcs0000.html>)

48. Гіроль М. М. Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві : навч. посіб. / М. М. Гіроль, М. В. Бернацький, В. Є. Хомко ; за ред. М. М. Гіроля. - Рівне : НУВГП, 2010. - 351 с. : іл. 48. ДНАОП 1.8.10-5.05-81. Типова інструкція з техніки безпеки та виробничої санітарії для оператора відстійника та очисних споруд.

49. Про затвердження Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Постанова Кабінету Міністрів від 23.11. 2006 р № м1640.

50. Ковальчук В.А. К 56 Очистка стічних вод. - Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», - 2002. - 622 с.: іл.

51. «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій», затверджено наказом Комітету з нагляду за охороною праці України 17.06.99 № 112, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 30 червня 1999 р. за № 424/3717.

Підп. і дста
Інв.№ДУБЛ.
Взаєм.інв.
Підп. і дста
Інв.№ПОДЛ.

Вип	Арк	№ ДОКУМ.	Підп.	Дат

ТС 22320612

Арк
96