

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладної екології

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

за спеціальністю 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

Тема роботи: Розробка альтернативної технологічної схеми  
очищення комунальних стічних вод м. Суми.  
Вибір систем хімічного та біологічного очищення

Виконала:  
студент Кураш Б.В.

Залікова книжка  
№ 16510025

Підпис \_\_\_\_\_

Захищена з оцінкою

\_\_\_\_\_

оцінка, дата

Керівник:  
Васькіна І.В., к.т.н.  
ст. викладач

Підпис \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці:  
доц. канд. техн. наук  
Васькін Р.А.

Підпис \_\_\_\_\_

Секретар ЕК  
Васькіна І.В. \_\_\_\_\_

Суми 2020

## РЕФЕРАТ

*Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.*

Робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку джерел посилання. Обсяг становить 68 сторінок комп'ютерного тексту, який включає 2 таблиць, 12 рисунків, перелік джерел посилання налічує 27 найменувань.

*Мета роботи* полягає у виборі та розрахунку обладнання для модернізації хімічного та біологічного очищення стічних вод на міських очисних спорудах.

*Об'єкт дослідження* – очисні споруди м. Суми.

*Предмет дослідження* – процеси хімічного та біологічного очищення стічних вод.

Очисні споруди м. Суми тривалий час потребують капітального ремонту та модернізації через технологічну зношеність об'єктів. Відповідно до проектів 1968-1991 років очисні споруди міста Суми були розраховані на меншу концентрацію забруднюючих речовин. Згідно даних екологічної інспекції у водах, що скидаються у р. Псел після очисних споруд спостерігаються перевищення показника БСК5 та фосфатів. На основі патентного пошуку визначено методи та обладнання для забезпечення доочищення води та приведення складу стічних вод до нормативних значень. Запропоновано застосування після біологічного очищення додаткового фільтрування на біофільтрах. Знезараження води пропонується здійснювати методом озонування. Проведено розрахунок параметрів технологічного обладнання.

*Ключові слова:* ЗАБРУДНЕННЯ, БСК5, ФОСФАТИ, БІОФІЛЬТР, ОЗОНУВАННЯ.

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної екології  
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Курашу Богдану Владиславовичу Група ТС-61  
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема кваліфікаційної роботи Розробка альтернативної технологічної схеми очищення комунальних стічних вод м. Суми. Вибір систем хімічного та біологічного очищення
- Вихідні дані: обсяг стічних вод 65000 м<sup>3</sup>/добу, БСК стічних вод що надходять на очищення 30мг/дм<sup>3</sup>; ГДК шкідливих речовин, що містяться у стічних водах, середньозимова стічних вод що надходять на очищення 12°C.
- Перелік обов'язково графічного матеріалу:
  - Технологічна схема очисних споруд
  - Недоліки існуючої схеми очищення
  - Параметри проектного біофільтра
  - Параметри проектного озонування

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
	Літературний пошук	+					
	Патентний пошук		+	+			
	Узагальнення інформації				+		
	Проведення розрахунків				+	+	
	Оформлення пояснювальної записки						+

5. Дата видачі завдання 28.03. 2020 р.

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

ст. викладач Васькіна І.В.  
(посада, прізвище)

## ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У М. СУМИ .....	8
1.1 Опис існуючої системи очистки стічних вод міста Суми.....	8
1.2 Результати екологічного контролю, що здійснювався екологічною інспекцією м. Суми.....	18
1.3 Аналіз українського законодавства з питання захисту водних об'єктів з урахуванням директив ЕС.....	21
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЩОДО СИСТЕМ ХІМІЧНОГО ТА БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ.....	26
2.1 Хімічні методи очищення.....	26
2.2 Біологічні методи очищення.....	34
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ТА РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	53
3.1 Обґрунтування вибору методу очищення.....	53
3.2 Розрахунок параметрів біофільтра.....	53
3.3 Розрахунок озонатора.....	55
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	58
4.1 Техніка безпеки при роботі на очисних спорудах.....	58
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях на очисних спорудах.....	63
ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	66

Інв.№ протокол  
 взаєм.інв.№ докум.  
 ПСДп. і дата  
 ПСДп. і дата

**ТС 16510025**

Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.	Кураш			
Перев.	Васькіна			
Н.Контр.	Васькін			
Затв.	Пляцук			

Розробка альтернативної технологічної  
схеми очищення комунальних стічних  
вод м. Суми. Вибір систем хімічного та  
біологічного очищення

Літ.	Аркуш	Аркушів
	4	71
<b>СумДУ, ТЕСЕТ</b> зр. ТС-61		



По-друге, в поверхневій воді зливаються стічні води підприємств і житлових забудов. У них міститься велика кількість шкідливих речовин. Основну частину стічних вод скидає житлово-комунальне господарство (55%) і промисловість (31%).

Погіршується якість і підземних вод, хоча порівнюючи з поверхневими водами вони краще захищені від забруднення. Спричиняють їх забруднення - промислові (близько 40%) і сільськогосподарські підприємства (15%), житлово-комунальне господарство (10%).

Основні джерела забруднення водних об'єктів це не доочищені води комунальних та промислових підприємств води з рудних шахт відходи від обробки льону та деревини відходи водного та залізничного транспорту. Забруднюючі речовини зазвичай відкладаються на дні водойми або на поверхні також спричиняють неприємний запах та поганий смак.

Промислові стічні води поділяються на дві категорії, першій характерне забруднення неорганічними речовинами сульфатних, азотно-тукових заводів, збагачувальних фабрик свинцевих, цинкових, нікелевих руд, ці забруднення впливають на фізичний стан води в них містяться кислоти, луки, іони важких металів. До другої категорії відносяться стічні води які містять токсичні домішки нафтопереробних, нафтохімічних заводів, підприємств органічного синтезу, коксохімічні, води сприяють збільшенню біохімічній потребі в кисні тобто зменшують частку кисню у воді тому що містять в собі нафтопродукти, аміак, альдегіди, смоли, феноли та інші шкідливі речовини[1].

Забруднення поверхневих та підземних вод поділяється на такі типи:

Механічне – збільшується кількість не розчинених часток наприклад завислих характерно поверхневим водам

Хімічне – збільшення концентрацій органічних та неорганічних речовин як токсичних так і нетоксичних

Радіоактивне забруднення-це перевищення природного рівня іонізуючих випромінювань у воді.

Інв. №	№ докум.	Підп.	Дата
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№

ТС 16510025







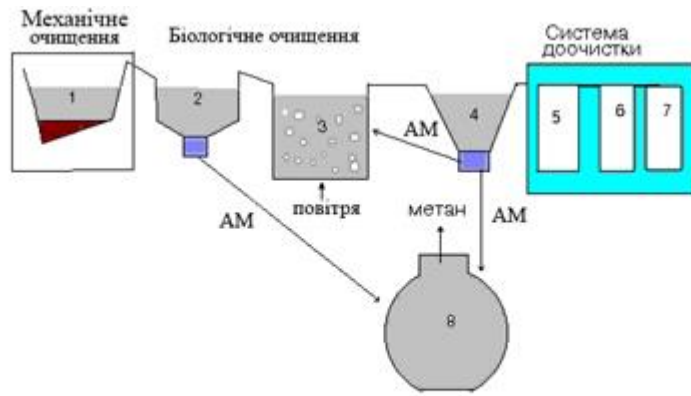


Схема очисних споруд: 1 – пісковловлювачі; 2 – первинні відстійники; 3 – аеротенк; 4 – вторинні відстійники; 5 – біологічні ставки; 6 – освітлення; 7 – реагентна обробка; 8 – метатенк; АІ – активний мул.

Рисунок 1.1 – Загальна схема очищення стічних вод очисними спорудами

На даний момент, очисні споруди здійснюють очищення таким чином:

Очищення поділяється на такі стадії:

- механічне очищення стічних вод;
- біологічне очищення;
- відокремлення активного мулу та його ущільнення;
- зневоднювання мулу;
- знезаражування очищеної води.

### 1) Механічне очищення

Механічний етап являє собою попереднє очищення, на очисні споруди надходять стічних вод з метою підготовки їх до біологічної очистки. На механічному етапі відбувається затримання грубих і тонкодисперсних домішок.

До очисних споруд стоки надходять по напірним колекторам від каналізаційних насосних станцій до камери гасіння [2].

Площа камери гасіння –  $40 \text{ м}^2$ .

Камера гасіння здійснює процес гасіння надлишкового тиску. Далі стічні води по лотку Гнаповського проходять механічне очищення до граберної.

Очисні споруди м.Суми, використовують стрижневі решітки з очищенням їх вручну тому що кількість утримуваних викидів не перевищує  $100 \text{ м}^3$  на добу,.

Інв. №	Підп. і дата
№ добул.	
№	
№	
№	

					ТС 16510025		Арк
Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			9



Після виловлення домішок великого розміру стоки подаються на пісковловлювачі, там осідає пісок та великі мінеральні домішки під дією сил тяжіння.

Пісковловлювачі призначені для затримання мінеральних частинок розмірами 0,2 мм і більше що знаходяться в стічній воді у зваженому стані.

Площа горизонтальних пісковловлювачів (3 од.) – 600 м<sup>2</sup>.

Випадання частинок вказаних розмірів забезпечується гідравлічним розрахуванням споруд при швидкості потоку в них стічних вод від 0,15 до 0,3 м/сек [2].

Видалення осаду з пісковловлювачів проводиться за допомогою гідроелеватору, періодичність видалення встановлюється в процесі експлуатації.

Пісок з пісковловлювачів за допомогою гідроелеваторів подається для зневоднення на піскові площадки.

Розподіл стоків по чергах проходить на головній розподільчій чаші після водомірного вузла.

Стоки надходять на первинні радіальні відстійники по лотку Вентурі.

Площа лотку Вентурі – 106,9 м<sup>2</sup>.

Первинні радіальні відстійники призначаються для затримання органічних частинок які знаходяться в стічних водах у зваженому стані. Група первинних радіальних відстійників складається з двох відстійників Ø24м I черги будівництва, шістьох відстійників Ø30м II, III та IV черги будівництва, двох насосних станцій, системи розподілення [3].

Площа первинних відстійників, (8 од.) – 5143,32 м<sup>2</sup>.

Стічні води після водовимірювального лотка підводяться до розподільчої чаші та за допомогою незатоплених водозливів з широким порогом розподіляються рівномірно між робочими відстійниками. Відведення освітленої води від відстійників відбувається системою підземних дюкерних трубопроводів. Осад, що випадає на дно відстійника, згрібається за допомогою двокрилих мулососів в муловий приямок, розташований в центрі відстійника.

Інв. № по обл.	Підп. і дата	Взаєм. Інв. №	№в. №дубл.	Підп. і дата	ТС 16510025					Арк
					Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	11



















№	Показники	Фактична концентрація
25	Нітрити, мг/куб.дм	<0,003
26	Ртуть, мг/куб.дм	<0,0005
27	Свинець, мг/куб.дм	<0,005
28	Кобальт, мг/куб.дм	<0,0001
29	Нікель, мг/куб.дм	<0,0022
30	Селен, мг/куб.дм	0,0096
31	Хром загальний, мг/куб.дм	0,0085
32	Поліфосфати, мг/куб.дм	<0,01

Таблиця 1.2. – Якісний склад скинутих зворотних вод у поверхневий водний об'єкт р. Псел за березень місяць 2020 рік

№ п/п	Показники	Фактична концентрація, мг/дм <sup>3</sup>
1	Нітрити	0,33
2	Хлориди	85,60
3	Завислі речовини	26,87
4	Азот амонійний	0,10
5	Нітрати	19,24
6	Водневий показник	7,89
7	Фосфати	4,01
8	Лужність	6,33
9	Нафтопродукти	<0,005
10	СПАР	<0,025
11	ХСК	46,80
12	Залишковий хлор	0,70
13	Сірководень	–
14	Сухий залишок	676,00
15	Розчинний кисень	10,33
16	БСК5	20,30
17	Сульфати	80,26
18	Залізо	0,12
19	Мідь	0,005
20	Цинк	0,006

Інв. №10001. Т. Юр. і с. ата Підп. і дата  
 Взаєм. Інв. № Не. Недубл. Підп. і дата

ТС 16510025

Арк

Випр. Арк. № докум. Підп. Дата

20



- моніторингу та контролю за транспортуванням небезпечних відходів;
- видалення відпрацьованих масел;
- інших нормативів для певних об'єктів.

Було створено загальну Стратегію ЄС щодо ліквідації відходів. Політика поводження з відходами ЄС налічує низку принципів, що мають загальний характер, саме тому їх використання та інтерпретація лежить на державах-членах і країнах-претендентах на членство в ЄС, також є можливість поступової адаптації до європейського законодавства.

Було розроблено базу нормативних документів у сфері поводження з відходами. Головний нормативно-правовий документ, в якому зазначено правові рамки й основні принципи у даній сфері – Директива 75/442/EWG. Ця директива містить 16 категорій відходів, на яких базується єдиний Європейський каталог відходів (рішення 2000/532/EWG). Його періодично переглядають та оновлюють. У цій директиві також зазначено основні принципи поводження з відходами, які контролюють поведінку суб'єктів господарювання у сфері екології.

Відповідно до Директиви 75/442/EWG, до основних принципів управління відходами відносять :

- запобігання приріст об'єму створення відходів й зменшення ступеня їх токсичності;
- використання повторно та вторинне перероблення;
- виділення з відходів корисних компонентів;
- утилізація задля генерації енергії;
- безпечне захоронення відходів (застосовується в крайньому разі, коли всі вищезазначені дії є неможливими).

Важливий принцип управління відходами — «відповідальність виробника». Суб'єкти господарювання на стадії проектування своєї діяльності повинні здійснювати заходи для зниження кількості відходів, а також бути

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. Інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	Текст документа	№ докум.	Підп.	Дата	Арк	22

активним у заходах стосовно управління ними. Витрачені кошти для організації, приймання та розміщення відходів покладено на виробників та власників відходів, що надають їх підприємствам зі збирання і розміщення відходів, за принципом «забруднювач платить».

Відповідно до Директиви 75/442/EEG, країни ЄС мають розробити розвинену та комплексну мережу об'єктів розміщення відходів, та врахувати передові наукові й економічні технології. Через те, що директива не може заборонити захоронення відходів, а тільки забороняє нераціональне управління ними та несанкціоноване їх розміщення, підприємства мають складне завдання, наприклад: поділення відходів за видами, їх облік і перевезення, одержання необхідних дозволів від уповноважених органів влади тощо [10].

Важливі правові акти ЄС у сфері управління відходами – директиви (4-7), які було присвячено перероблянню відходів, їх утилізації та перевезенню (рис. 1.2).

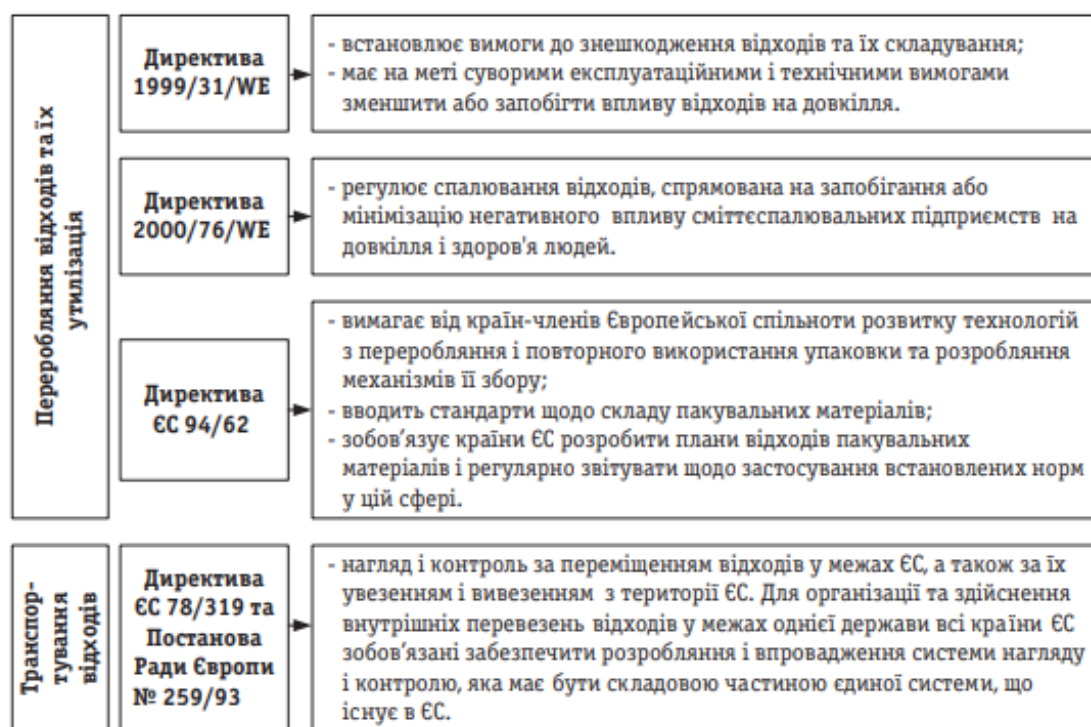


Рисунок 1.2 – Нормативні документи ЄС стосовно перероблення, утилізації та транспортування відходів [6]

Інв. № по обл.	Тіп. і дата	Взаєм. Інв. №	№. Недубл.	Підп. і дата





Місцеві очисні споруди мають бути відлеглі від меж земельних ділянок навчальних та лікувально-профілактичних закладів, стін житлових та громадських будівель і споруд, майданчиків для ігор дітей та відпочинку населення, урізів водойм на відстань згідно з висновком Державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

Відстань від місцевих очисних споруд до громадських колодязів і каптажів джерел повинна враховувати гідрогеологічні умови й бути не менше 50 метрів.

Вертикальне планування ділянки навкруги очисних споруд потрібно виконувати так, щоб поверхневі та аварійні води стікали у їх бік і в протилежний від споруд водо забезпечення[9].

№в. Неплобл.	Г.люп. і дата	Взаєм. ІНБ. №	№в. Недубл.	Підп. і дата	ТС 16510025	Арк
Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		25

## РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЩОДО СИСТЕМ ХІМІЧНОГО ТА БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ

### 2.1 Хімічні методи очищення

Хімічний метод очищення передбачає використання хімічних реакцій нейтралізації, окислення і відновлення. Хімічне очищення може підготувати води для біологічного очищення чи доочищувати після нього. Найчастіше використовують нейтралізацію та окислення[11].

#### 2.1.1 Нейтралізація

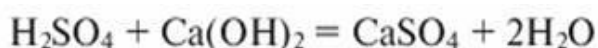
Якщо в стічних водах містяться мінеральні кислоти або луги для того щоб їх використовувати в технологічних процесах або скидати у водойми потрібно проводити нейтралізацію, нейтральними вважаються води які мають рН 6,5-8,5.

Існує декілька способів нейтралізації: змішування кислих та лужних стічних вод, додавання реагентів, фільтрування кислих вод через нейтралізуючі матеріали, абсорбція кислих газів лужними водами або абсорбція аміаку кислими водами. В результаті деяких з наведених процесів може утворюватись осад.

Для нейтралізації кислот використовують такі речовини: NaOH, KOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH (аміачна вода), CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, доломіт (CaCO<sub>3</sub>·MgCO<sub>3</sub>), цемент. Найвигідніший реагент це гідроксид кальцію (вапняне молоко) Ca(OH)<sub>2</sub> 15-20%, також використовують шлаки металургійних заводів.

Для очищення реагент слід вибирати в залежності від складу та концентрацій кислот, поділяють на три категорії кислі води, слабо кислотні (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COOH), сильно кислі (HCl, HNO<sub>3</sub>) та води, що містять сірчану і сірчасту кислоти[12].

При нейтралізації сірчаної кислоти реакція протікає за такими рівняннями:



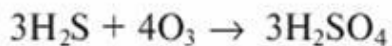
Інв. № по обл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	№. № дубл.

№	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						26



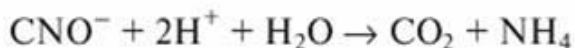
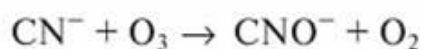


При окисленні сірководню спочатку виділяється сірка потім при надлишку озону утворюється сірчана кислота. Також озон може повністю приєднуватись к окиснюваній речовині утворюючи озоніди які є нестійкі та швидко розкладаються, чи просто бути каталізатором в озонованому повітрі[11].



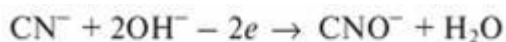
Також при окисленні озоном можливо використовувати ультразвук або ультрафіолет це прискорить окислення.

Окислення ціанідів:

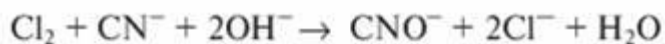


Електрохімічне окислення це анодне окислення та катодне відновлення ,використовують для очищення стічних вод з великими концентраціями та невеликим обсягом стоків. В якості аноду використовують вугілля, графіт, магнетит, діоксиди свинцю, магнію, рутеній. Катод виготовляють з свинцю цюку та легованої сталі. Також треба запобігти утворенню вибухонебезпечних сумішей з продуктів електролізу наприклад водню та кисню, треба розділити анодний та катодний простір за допомогою керамічної, поліетиленової, азбестової чи скляної діафрагми[12].

При електролізі ціанідів вони окислюються на аноді до ціантіонів та далі до остаточних продуктів.



Для пришвидшення процесу та зниження витрат електроенергії додають мінеральні солі наприклад хлорид натрію , на аноді виділяються атоми хлору які теж беруть участь у окисленні.



Інв. №	№ добул.	Підп. і дата
Взаєм. Інв. №		
І підп. і дата		
Інв. №		

Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						29

Для вибору альтернативної схеми очищення було проведено патентний пошук хімічних та біологічних методів очищення.

### 2.1.3 Патентний пошук методів хімічного очищення

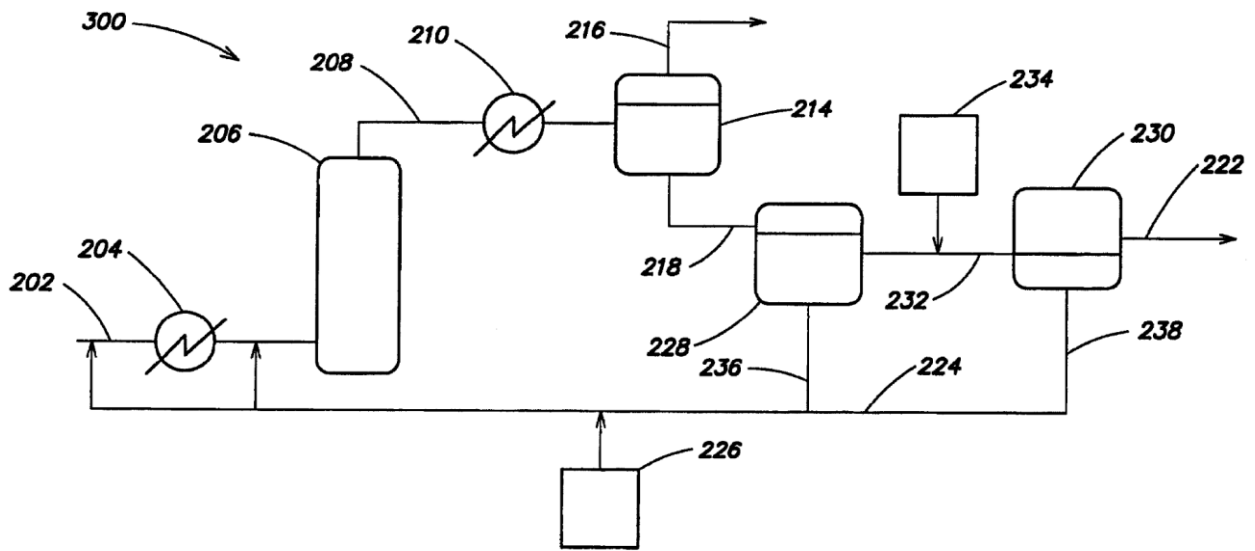
З метою обґрунтованого вибору альтернативного методу очищення стічних вод КП «Міськводоканал» було проведено патентний пошук. В результаті було визначено такі методи.

1. Спосіб окислення вологим повітрям при використанні регенованого каталізатора (RU2458865C2, Чад Л. Фелч (US), рік 2012) може бути використаний для руйнування забруднюючих речовин в стічних водах і технологічних потоках громадських і промислових джерел забруднень. Для здійснення способу водну суміш, яка містить небажаний компонент, приводять у контакт з розчинною мідним каталізатором і окислювачем при температурі від 240 °С до критичної і тиску від 30 атм. до 275 атм. з утворенням окисленої водної суміші, осадження частини каталізатора регулюванням величини рН окисленої водної суміші від 6 до 12 в присутності кисню при температурі приблизно 80 °С у вигляді твердих частинок оксиду міді. При повторному використанні каталізатора регулюють рН в межах від 6 до 12 для розчинення твердих частинок оксиду міді.

Схема пристрою наведена на рис. 2.1. Пристрій містить вузол для вологого окислення (206), джерело (202) водної суміші, джерело мідного каталізатора, розчинної в водній суміші (224), розташований між джерелом водної суміші і вузлом для вологого окислення, датчик рН, блок регулювання величини рН (212) окисленої водної суміші, сепаратор (220), конфігурований для осадження частини мідного каталізатора у вигляді оксиду міді і розташований з випускний боку вузла для вологого окислення (206), і лінію рециркуляції повторно використовуюваного каталізатора (224). Винаходи забезпечують 95% -ву ефективність очищення водних сумішей від забруднень різної природи, здатних до руйнування окисленням, і зниження споживання енергії пристроєм [18].

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

Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						30



Фиг. 3

Рисунок 2.1 - Пристрій каталітичного вологого окислення

2. Установка очищення стічних вод (RU116851U1, С. Ф. Степанов, О. О. Ахмедова, А. Г. Сошин, рік 2012 ).

Корисна модель відноситься до фізико-хімічних процесів обробки рідких середовищ, зокрема комплексним впливом озону, ультразвуку, ультрафіолету (УФ) і надвисокими частотами (СВЧ), і може бути використана для очищення і знезараження води, стічних технологічних і побутових вод від важких металів і патогенних мікроорганізмів.

Установка очищення стічних вод (рис. 2.2) включає ультрафіолетовий випромінювач (1), відбивний рефлектор (3), озонатор (4), Концентратомер (5) розчиненого озону в воді, що задає пристрій (6), що порівнює пристрій (7), що стежить привід (8), вентиль (9), кран (10), електрифіковані засувки (11, 12), датчики положення (13, 14) електрифікованих засувок (11, 12), датчик тиску (15), блок управління (16), Мутноміри (17), комутатор (18), контактну камеру (19), всередині якої розміщена змінна безелектродна СВЧ-газорозрядна лампа (20), підключена до магнетрона (21) через коаксіальний збудник (22), барботажний реактор (27), бак (28) з вихідною водою, з'єднаний з барботажним реактором (27), пристрій (29) для диспергування газу, розміщене в барботажному реакторі (27), пьезометр (30), деструкція озону (31), мірний

Інв. № по обл.	Підп. і дата	Взаєм. Інв. №	№в. №дубл.	Підп. і дата	ТС 16510025					Арк
					Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	31











кількості бактеріальних клітин. У високоякісному мулі на 1 мільйон бактеріальних клітин має припадати 10-15 клітин найпростіших[15].

На формування ценозів активного мулу можуть впливати сезонні коливання температури, та склад стічних вод тому склад мулу практично не відтворюваний.

У звичайних аеротенках поточна концентрація активного мулу не перевищує 2-4 г/л. Збільшення концентрації мулу в стічній воді призводить до зростання швидкості очищення, але вимагає посилення аерації, для підтримки концентрації кисню на необхідному рівні.

В аеротенках імітуються процеси природного самоочищення води у водоймах, при екстремальних концентраціях речовин та обмеженій екосистемі.

Частинки активного мулу, утворені нитчастими бактеріями, з одного боку, формують адсорбційний скелет, навколо якого виникають флокули, з іншого – запобігають утворенню піни та стимулюють осадження [5].

### 2.2.1 Аеротенки

Аеротенк – це реактор, в якому при контакті трьох фаз: стічної води (забруднень) + активного мулу (АМ) + кисню, завдяки масопереносу та біохімічному руйнуванню органічних речовин (ферментативна реакція), відбувається очищення стічних вод.

Аеротенки забезпечують повне біологічне очищення. Використовуються для очищення побутових стічних вод невеликих міст. Установки повного окиснення працюють в три етапи. Перший етап із-за великої кількості органічних речовин у стічних водах швидко розмножуються мікроорганізми, в другому етапі нестача органічних речовин стримує їх розмноження становлячи потрібний баланс, в третьому етапі органічні речовини закінчуються і вони починають використовувати відмершу частину активного мулу тобто мінералізують її. В результаті цього приріст активного мулу стає настільки невеликий що потреба в видаленні надлишку наступає через кілька місяців 1-4 [15].

Інв. №	№ добул.	№	№	№
№	№	№	№	№
№	№	№	№	№
№	№	№	№	№
№	№	№	№	№

ТС 16510025

Арк

36

Аеротенк являє собою бетонний проточний басейн глибиною 3-5 м, шириною 3-12 м і довжиною до 150 м (рис. 2.3). Повітря, що подається через закладені в дні аеротенка пористі пластинки (фільтроси), перемішує попередньо відстояну суміш стічної рідини і активного мулу, постачаючи кисень, потрібний для життєдіяльності бактерій, та окислюючи органічні забруднення. Час перебування стічної рідини в аеротенку 6-12 годин [16].



Рисунок 2.3 – Поздовжній аеротенк

Відмінна риса аеротенку (рис. 2.4) як споруди для біологічного очищення полягає в тому, що процес очищення можна регулювати, чим довший процес аерації, чим більше повітря й активного мулу, тим краще очищується вода.

Аеротенки класифікують за двома технологічними режимами: змішування та витиснення.

Аеротенки витиснювачі - це споруди, в яких стічні води проходять послідовно по коридорах без повного перемішування, а біохімічні процеси по довжині проходять з різною швидкістю, тобто рівень забруднень за БСК зменшується поступово.

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

Випр.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						37



Рисунок 2.4 – Типова схема очищення води в аеротенку

Переваги: практично повне вилучення всього забруднення зі стічної води.

Недоліки: початкове пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів активного мулу високою концентрацією органічних забруднень (необхідність доведення показників рівня забруднень до ХСК не більше 200-400 мг/л). Вкрай чутливі до різких збільшень або коливань початкової концентрації забруднень [6].

Аеротенки-змішувачі – в них рівень концентрації за БСК по довжині зони аерації, у будь-якій точці однаковий. Аеротенки-змішувачі проектують на великі потужності, коридорного типу [16].

Така схема змішування стічної води з активним мулом забезпечує рівномірний розподіл концентрації активного мулу та забруднень і швидкості процесу очищення.

Переваги: активний мул не пригнічується підвищеними концентраціями забруднень.

Недоліки: залишкова концентрація шкідливих речовин завжди буде залишатися на якомусь певному рівні.

Аеротенки поділяються в залежності від способу подачі і розподілу повітря в них на аеротенки:

Інв. №	№ добул.	Взаєм. Інв. №	Підп. і дата	Підп. і дата









Рисунок 2.5 – Окситенки, зона аерації (центральна частина) і муловіддільник (по периферії)

Зона аерації обладнана герметичним перекриттям, на якому встановлюється електродвигун турбоаератор. На перекритті змонтований трубопровід подачі кисню і продувний трубопровід з електроздвижками. Муловіддільник обладнаний перемішуючим пристроєм, що представляє собою радіально розташовані решітки з вертикальних стрижнів  $d = 30-50$  мм, розташованих один від одного на відстані 300 мм. У нижній частині ґрат розміщується шарнірно підвішений скребок. Муловіддільник працює зі зваженим шаром активного мулу, рівень якого стабілізується автоматично шляхом скидання надлишкового мулу через трубу. Стічна вода надходить у зону аерації по трубі. Під впливом швидкісного напору, що розвивається турбоаератором, мулова суміш через вікна надходить в муловіддільник. Завдяки направляючим щиткам рідина в муловіддільнику повільно рухається по колу. У поєднанні з перемішуючим пристроєм все це значно інтенсифікує процес відділення та ущільнення мулу [13].

Оптимальними параметрами технологічного режиму окситенка при очищенні стічних вод від хімічних виробництв є: концентрація розчиненого кисню 10-12 мг/л (в аеротенках 2-4 мг/л), доза мулу 6-8 г/л (в аеротенках 2,5-3 г/л), період аерації (включаючи перебування в муловіддільнику) 2,5-3 год. (в

Інв. №	№ добул.	Підп. і дата
№ 16510025	№ 16510025	Підп. і дата

Випр.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						41

аеротенках 16-20 год). Ефективність використання кисню в окситенках 90-95%. При цьому окислювальна потужність окситенків вище, ніж аеротенків, в 5-6 разів; капітальні витрати менше у 1,5-2 рази; експлуатаційні - в 2,5-3 рази.

### 2.2.3 Біофільтри

У біофільтрах ініціюються процеси природного очищення стічних вод у ґрунтах. Активна біомаса, що називається біоплівкою, у вигляді тонкого слизистого шару обволікує окремі елементи завантаження біофільтра з гальки, гравію, керамзиту, пластмаси тощо [16].

Повітря надходить у тіло біофільтру завдяки природній тязі чи нагнітається вентиляторами. Під час паузи між циклами зрошення сорбуюча здатність біоплівки відновлюється.

Біоплівка, що формується на поверхні фільтруючого шару біофільтра, являє собою складну екологічну систему. Бактерії і гриби утворюють нижній трофічний рівень. Разом з мікроорганізмами - окислювачами вуглецю вони розвиваються у верхній частині біофільтра. Нітрифікатори знаходяться в нижній зоні фільтруючого шару, де процеси конкуренції за живильний субстрат і кисень менш виражені. Найпростіші, коловертки і нематоди, які харчуються бактеріальною компонентою екосистеми біоплівки, служать їжею вищим видам (личинкам комах) [13].

Процес окислення органічних речовин супроводжується виділенням тепла. Великі установки, забезпечені шаром теплоізоляційного матеріалу, здатні функціонувати при негативних зовнішніх температурах. Температура всередині фільтруючого шару повинна бути не нижче 6 °С.

Щебеневі біофільтри, маючи більш низьку об'ємну щільність, можуть досягати висоти до 8-10 м. Цей тип біореактора при швидкому режимі фільтрації стоків забезпечує ступінь видалення 50-60% БПК. Для більш високого ступеня очищення застосовують каскад біофільтрів.

Найпродуктивніші біофільтри — це аерофільтри та біофільтри зі збільшеною висотою завантаження (до 4 м) і з рециркуляцією рідини.

Інв. №	Підп. і дата	Взаєм. Інв. №	Інв. №	Підп. і дата
№	№	№	№	№
№	№	№	№	№
№	№	№	№	№
№	№	№	№	№

Випр.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						42

Експлуатація біофільтрів - досить нескладний процес. Важливою умовою для ефективної роботи біофільтрів є ретельна попередня очистка стоків від зважених часток, здатних засмітити розподільний пристрій. Несприятливим моментом в експлуатації біофільтрів є ймовірність zalивання, розмноження мух на поверхні, поганий запах, як внаслідок надлишкового утворення мікробної біомаси [6].

Біофільтри з завантаженням з піноскла або пластмаси це споруди біологічної очистки з прикріпленим біоценозом ,швидкість очищення близько 30 хвилин . Адсорбційна площа піноскла 200 кв.м/куб.м. Розподіл забрудненої води здійснюється зрошувачами. Пластмасове завантаження значно збільшує аерацію може бути представлено у вигляді кілець обрізок труб, гофрованих листів та полос і плівок. З пластиковим завантаженням не може бути замулювання та збільшує окиснювальну потужність. Також такі біофільтри мають свої недоліки наприклад нерівномірність поступаючих вод знижує їх ефективність, біоплівка висихає стає різних температур та замулюється. Щоб запобігти роблять рециркуляцію стічних вод що призводить к додатковим енергозатратам для насосів які перекачують воду [3].

Виділяють такі біофільтри:

1. Двоступеневі біофільтри. Вони застосовуються для досягнення високого ступеня очищення, коли не можна збільшити висоту біофільтра.

2. Біофільтри з краплинної фільтрацією. Вони мають низьку продуктивність, але забезпечують повну очистку. Їх використовують для очищення вод, до 1000 м<sup>3</sup>/добу, при БПК не більше 200 мг О<sub>2</sub>/л.

Переваги полімерних біофільтрів :

- Підвищення продуктивності реконструйованих біофільтрів в 4-7 разів;
- Збільшення поверхні обміну в 5 разів;
- Хімічну і температурну ( -10 °С до 100 °С) стійкість;
- Біологічно стабільні;
- Довговічні (термін експлуатації більше 25 років).

Інв. №	№ добул.	Підп. і дата
№	№	№
№	№	№
№	№	№
№	№	№

Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						43



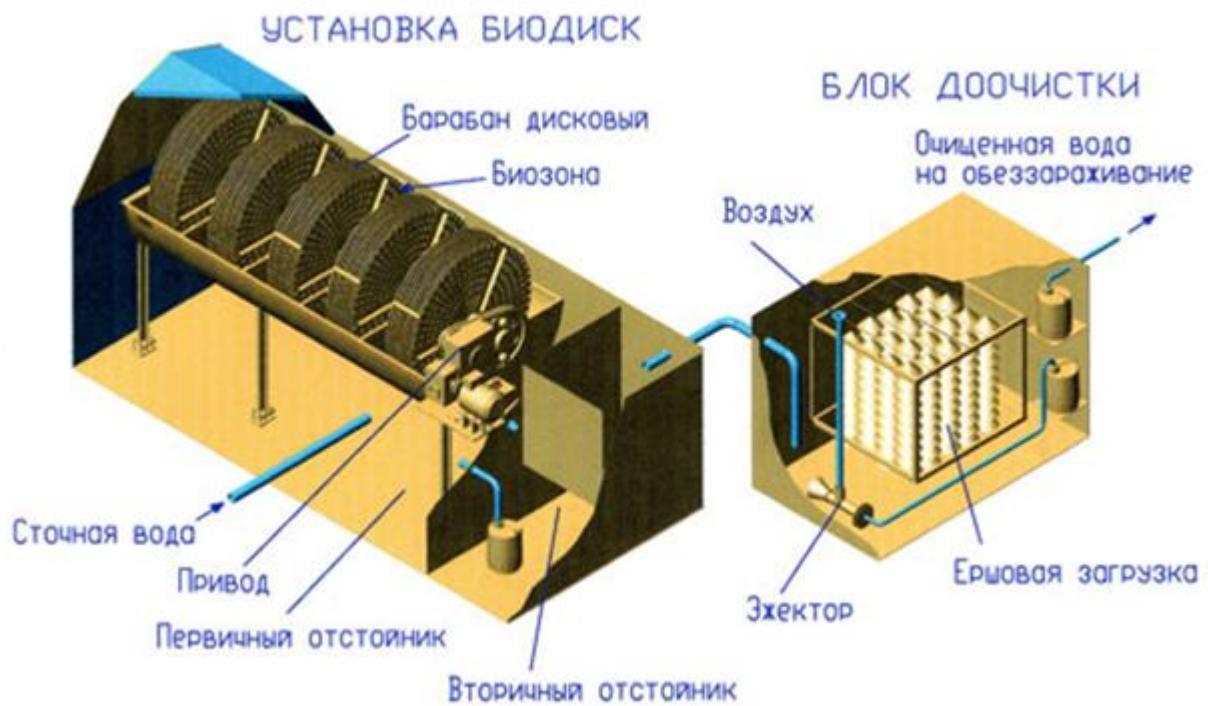


Рисунок 2.6 – Біодисковий фільтр

Також існують установки з невеликою пропускною здатністю такі як:

Біофільтратори - це компактні споруди які можуть очищувати до 600 кмб води в сутки. Також має не дорогу будову та енергозатрати. Складається с двух зон аераціонної і освітлювальної. В аераціонній сорбціонній частині встановлені диски які обертаються зі швидкістю 10-15 обертів за хвилину . Активний мул з зони освітлення подається в сорбційну зону відсмоктуючись з зони освітлення через отвори на дні а освітлена вода відводиться з гори. Також існують установки малої потужності в яких створюються повітряні потоки які приводять до руху біоротор;

Біореактори з біобарабанами - складаються з напів занурених обертаючих ся барабанів які складають 6 ступенів між якими вода перетікає з ємності в наступну через патрубкі каскадом з пропускною здатністю до 700 кубометрів в сутки. В кожному барабані знаходиться волокнисте завантаження на якому утворюється біоплівка. Збір та відведення осаду проводиться в кожному каскаді

Інв. №	Підп. і дата	Взаєм. Інв. №	Інв. №	Підп. і дата	№ докум.	Арк	Дата	TC 16510025	Арк
									45

в нижній частині ємності. Ці установки не вимогливі до змін концентрацій та можуть обслуговуватися не кваліфікованим персоналом.

### 2.2.5 Патентний пошук методів біологічного очищення

1. Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод після механічного очищення (RU76642U1, Д. В. Кореньков, В. М. Кореньков, 2010 р.).

Містить послідовно гідравлічно з'єднані багатоінсценує аеротенк, що складається з сполучених між собою камер, в які поміщений пластмасовий носій мікроорганізмів-оброшувачів, забезпечених пристроями аерації, тонкошаровий поличковий відстійник і пристрій для знезараження, яке відрізняється тим, що кожна з камер аеротенках розділена на зону аерації і зону відстоювання.

Перша зона сформована за рахунок двох паралельних сіток, між якими розміщений циркулює в усьому обсязі зони великопористий з відкритими порами пластмасовий носій мікроорганізмів-оброшувачів, при цьому над верхньою сіткою змонтований лоток з зубчастими водозливами для подачі води, що очищається. Під нижньою сіткою встановлений пристрій аерації, а розташована під пристроєм аерації зона відстоювання знизу обмежена днищем відповідної камери, які мають в поздовжньому перетині форму перевернутого конуса. Зона відтанення кожної камери, за винятком останньої, відокремлена від її зони аерації вертикальною перегородкою, що не доходить до дна зони відстоювання, і одночасно відокремлена від зони аерації подальшої камери доходить до дна перегородкою, що має наскрізне вікно у верхній частині. Воно поєднане з лотком з зубчастими водозливами, причому в колодязі, утвореному зазначеними перегородками, між першою і другою камерами встановлений поличковий тонкошаровий блок для осадження важкої суспензії, а остання камера аеротенках на кордоні з тонкошаровим поличним відстійником має не доходить до дна зони відстоювання перегородку, дно тонкошарового поличного відстійника виконано в поздовжньому вертикальному перерізі

Інв. №	№ докум.	Підп.	Дата
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№

Випр.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						46

конусним і утворює зону відстоювання, у зазначеній зоні і в зонах відстоювання кожної з камер аеротенках розміщені трубопроводи з затворами для видалення опадів під гідростатичним напором.

Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод після механічного очищення (рис. 2.7) відрізняється тим, що великопористий циркулює пластмасовий носій мікроорганізмів-оброшувачів об'ємною густиною, близькою до об'ємної щільності води, має відкриті пори до 8 мм, поперечні розміри фракцій від 15 до 25 мм, а поздовжні від 30 до 50 мм і займає в кожній зоні аерації, де він розміщений, до 10% від її обсягу[21].

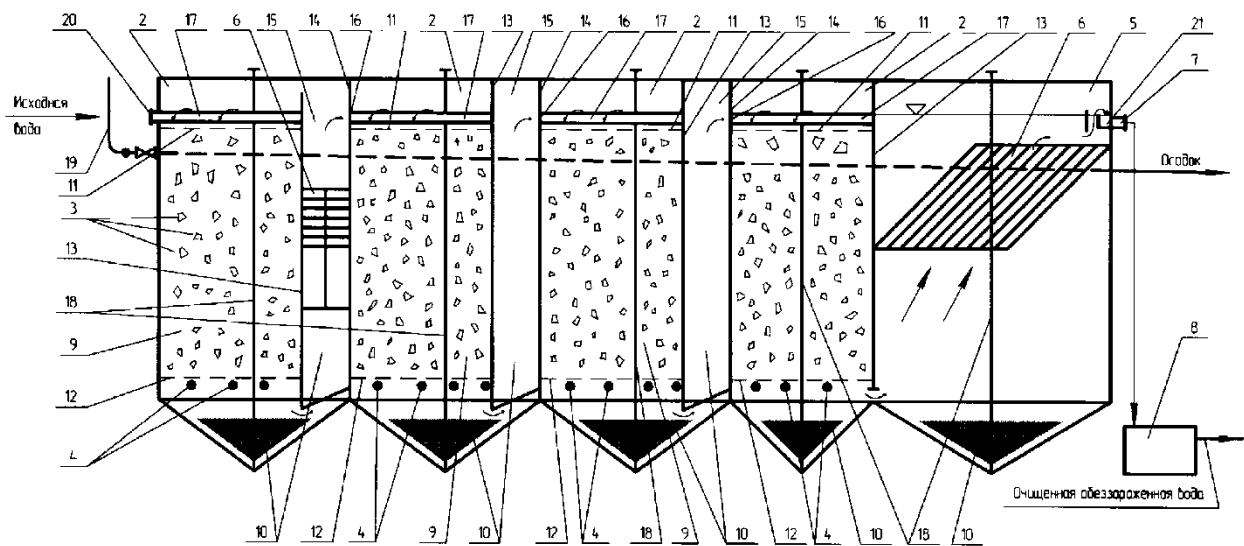


Рисунок 2.7 - Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод

2. Пристрій для біологічного очищення стічних вод (RU36375U1, Я. І. Вайсман, Л. В. Рудакова, Т. А. Зайцева, І. С. Глушанкова, Ю. В. Анфимова, 2004 р.).

Пристрій для біологічного очищення стічних вод, що містить біоротор (рис. 2.8), розділений на секторні модулі перфорованими перегородками і заповнений гранульованим завантаженням, що відрізняється тим, що біоротор забезпечений електроприводом для обертання і пристосуванням для додаткової аерації очищуваних стічних вод, виконаним у вигляді поздовжніх увігнутих лопаток, закріплених на циліндричній поверхні біоротора, а гранульоване завантаження виконане з поліетилену високого тиску.

Інв. № 1600Л. / Підп. і дата / Взаєм. інв. № / № надубл. / Підп. і дата

Випр.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-------	------	----------	-------	------

ТС 16510025

Арк  
47



Корисна модель відноситься до галузі біологічної очистки стічних вод і може бути використана для інтенсифікації процесу очищення стічних вод в аеротенках.

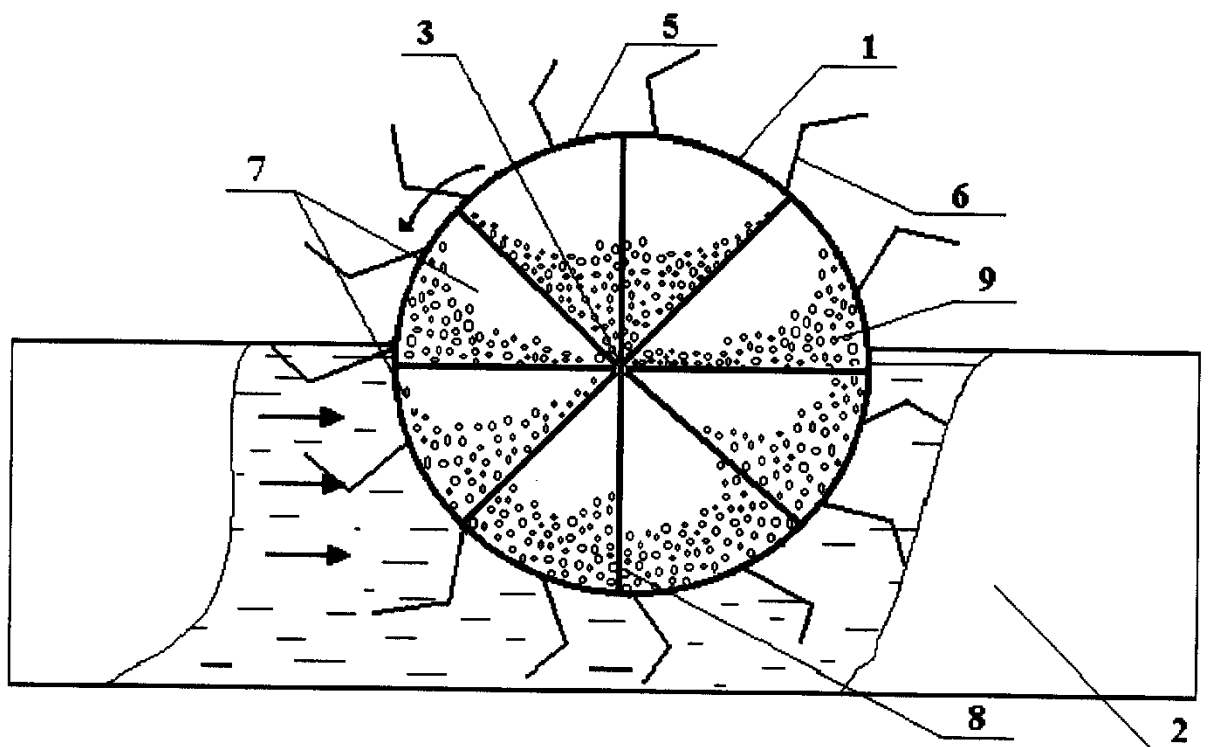


Рисунок 2.8 – Біоротор в аеротенку

Відомо пристрій для очищення стічних вод, що містить ємність з встановленим в ній на горизонтальному валу біофільтрами з порожнистих барабанів, доповнених елементами завантаження. Стінки барабанів виконані з отворами, а елементи завантаження виконані у вигляді пористих тіл з еластичного матеріалу, наприклад поліуретану, з округлими металевими вантажами всередині. Істотним недоліком відомого пристрою є те, що пористе завантаження, що містить металеві вантажі всередині, піддається швидкому стиранню і вимагає частої заміни, що в свою чергу призводить до збільшення експлуатаційних витрат.

Причина, що перешкоджає отриманню необхідного технічного результату, полягає в тому, що відомий пристрій, прийнятий за прототип, неможливо встановити безпосередньо в аеротенк, тому що біоротор МПК 7 С02

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

Випр.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						48

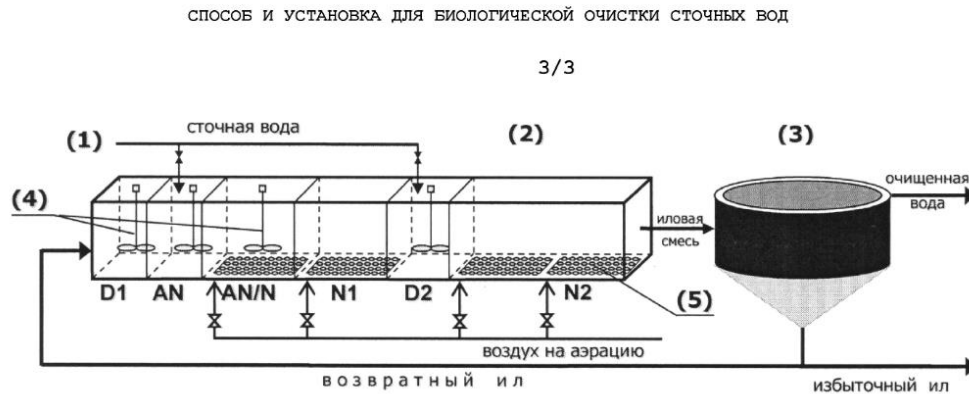






4. Спосіб і установка для біологічного очищення стічних вод (RU2636708C1, В.С. Кім, Н.Ю. Большаков, Г.О. Павлов, 2017 р.).

Спосіб біологічної очистки стічних вод включає подачу стічної води в аеротенк (2) коридорного типу і обробку води активним мулом в освічених по всій довжині аеротенках (2) щонайменше по одній анаеробній (AN), аноксидних (D), аеробного (N) і перехідних зонах, відділення активного мулу у вторинному відстійнику (3) і його рециркуляцію (рис. 2.9).



Фиг. 5

1 – пристрій для подачі стічної води, 2 – аеротенк, 3 – вторинний відстійник,  
4 – механічні мішалки, 5 – дискові аератори (5)

Рисунок 2.9 – Пристрій глибокого біологічного очищення

Обробку води активним мулом здійснюють в послідовно розташованих першої аноксидних (D1), анаеробної (AN), перехідної анаеробно-аеробного (AN/N), першої аеробного (N1), другий аноксидних (D2), перехідної аноксидних-аеробного (D / N) і другий аеробного (N2) зонах аеротенках або в послідовно розташованих першої аноксидних (D1), анаеробної (AN), перехідної анаеробно-аеробного (AN/N), першої аеробного (N1), другий аноксидних (D2) і другий аеробного (N2) зонах аеротенках. Перехідну анаеробно-аеробне (AN/N) зону переводять в анаеробний режим роботи

Інв. №	№ добул.	Взаєм. Інв. №	Підп. і дата	Підп. і дата	№ докум.	Підп.	Дата	Арк	51

шляхом відключення подачі повітря і включення механічних перемішують (4) або в аеробний режим роботи шляхом включення подачі повітря і відключення механічних перемішують (4) [24].

Установка містить пристрій (1) для подачі стічної води, аеротенк (2) і вторинний відстійник (3) механічні мішалки (4) дискові аератори (5). Аеротенк (2) розділений продольними перегородками на наступні послідовно розташовані зони:

- першу аноксидних (D1) зону (перша зона денітрифікації)
- анаеробну (AN) зону;
- перехідну анаеробно-аеробне (AN / N) зону (яка може працювати або в анаеробному, або аеробному режимі)
- першу аеробне (N1) зону (перша зона Нітрифікація)
- другу аноксидних (D2) зону (друга зона денітрифікації)
- перехідну аноксидних-аеробне (D / N) зону (яка може працювати або в аноксидних, або в аеробному режимі)
- другу аеробне (N2) зону (друга зона Нітрифікація).

Інв. №	Підп. і дата	№	№	№	№	ТС 16510025	Арк
№	№	№	№	№	№		52
Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			



Вихідні дані для розрахунку:

Витрата стічних вод  $Q = 65000 \text{ м}^3 / \text{доб}$ ;

БПК<sub>5</sub> стічних вод, що надходять приймемо із запасом  $L_{\text{вх}} = 30 \text{ мг/дм}^3$ ;

БПК<sub>5</sub> очищених стічних вод приймемо на рівні ГДК  $L_{\text{вих}} = 4 \text{ мг/дм}^3$ ;

Середньозимова температура стічних вод  $T_w = 12 \text{ }^\circ\text{C}$  (за даними Сумського гідрометеоцентру)

Хід розрахунку:

1. Коефіцієнт  $K_{\text{бф}}$  визначаємо за формулою:

$$K_{\text{бф}} = \frac{L_{\text{вх}}}{L_{\text{вих}}} = \frac{30}{4} = 7,5$$

2. Залежно від середньозимової температури стічних вод і отриманого  $K_{\text{бф}}$  за табл. 38 [СНиП 2.04.03-85] визначаємо необхідну висоту фільтра  $H_{\text{бф}}$  та гідравлічне навантаження  $q_{\text{бф}}$  та витрату повітря  $q_a$  (приймаємо найближче більше табличне значення):

- $q_{\text{бф}} = 20 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{доб})$
- $q_a = 8 \text{ м}^3 / \text{м}^3$
- $H_{\text{бф}} = 4 \text{ м}$

3. Знаходимо необхідну площу біофільтра (без рециркуляції):

$$F_{\text{бф}} = \frac{Q}{q_{\text{бф}}} = \frac{65000}{20} = 3250 \text{ м}^2.$$

4. Знаходимо об'єм фільтруючого навантаження:

$$V_{\text{бф}} = H_{\text{бф}} \cdot F_{\text{бф}} = 4 \cdot 3250 = 13000 \text{ м}^3$$

Приймаємо типові біофільтри круглої форми у кількості 4 шт.

5. Визначаємо діаметр біофільтрів:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{бф}}}{n \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3250}{4 \cdot 3,14}} = 32 \text{ м}$$

6. Для подачі повітря у приміщенні між біофільтрами потрібна вентиляційна камера з вентиляторами. Визначимо витрату повітря:

Інв. №	№ добул.	Взаєм. Інв. №	Підп. і дата	Підп. і дата	Арк	№ док. №	Підп.	Дата	TC 16510025	Арк
										54



Інтенсивність розпилювання  $w = 30 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$

Тривалість обробки  $T = 20 \text{ хв.}$

Необхідний вміст озону  $d_{\text{оз}} = 10 \text{ г/м}^3$

Пропускна здатність озонатора  $q_{\text{оз}} = 6 \text{ кг/год}$

Хід розрахунку:

1. Визначаємо необхідну загальну площу розпилювальних елементів реакційної камери барботажного типу:

$$f_{\text{заг}} = \frac{Q \cdot d_{\text{оз}}}{C \cdot w} = \frac{2700 \cdot 6}{13 \cdot 30} = 41,5 \text{ м}^2$$

$Q$  – витрата стічних вод,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$d_{\text{оз}}$  – необхідний питомий вміст озону,  $\text{г/м}^3$

$C$  – концентрація озону в озоноповітряній суміші,  $\text{г/м}^3$ ;

$w$  – інтенсивність розпилювання,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ .

2. Кількість розпилювальних елементів визначається за формулою:

$$f_e = 2\pi RL = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 5 = 1,57$$

Приймаємо 2.

3. Визначаємо площу одного розпилюючого елемента:

$$n = \frac{f_{\text{заг}}}{f_e} = \frac{41,5}{2} \approx 21$$

$f_e$  – площа одного розпилювального елемента,  $\text{м}^2$ .

4. Визначаємо загальний об'єм камери:

$$W = k_{\text{пр}} \cdot Q \cdot T = 1 \cdot 2700 \cdot 0,33 = 850 \text{ м}^3$$

$k_{\text{пр}}$  – коефіцієнт збільшення об'єму води за рахунок її продувки озоноповітряною сумішшю, 1,1;

$T$  – тривалість обробки, год. (20 хв.=0,33 год.)

5. Висоту шару води над розпилювачами приймаємо рівною 5 м

6. Довжина прямокутної камери відповідає довжині розпилювального елемента ( $L = 5 \text{ м}$ ).

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

Випр.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк.
						56





## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Техніка безпеки при роботі на очисних спорудах

Працівники споруд, систем водовідведення, повинні пройти медичний огляд, навчання, перевірку знань та інструктажі відповідно до Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.

На всі професії і види робіт власник повинен мати розроблені інструкції з охорони праці, які мають знаходитися у керівника підрозділу, а також один комплект повинен зберігатися у певному доступному для працівників місці [25].

#### 1. Загальні вимоги безпеки

1.1. До роботи на посаді оператора очисних споруд допускаються робітники віком не молодше 18 років, які пройшли медичну комісію, навчання та інструктаж з техніки безпеки.

1.2. До призначення на самостійну роботу оператор повинен закінчити навчання і пройти перевірку знань в комісії по правилам електробезпеки з присвоєнням йому першої групи.

1.3. Оператор очисних споруд допускається до самостійної роботи наказом по підприємству.

1.4. Періодичну перевірку знань оператор очисних споруд проходить в комісії підприємства один раз в 12 місяців.

#### 1.5. Оператор очисних споруд повинен знати:

- правила експлуатації очисних споруд;
- технічну схему очищення води;
- будову та принцип роботи обладнання;
- призначення і місця установки арматури, обладнання;

Інв. № по обл.	Підп. і дата	Взаєм. Інв. №	№. Недубл.	Підп. і дата
----------------	--------------	---------------	------------	--------------

№	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 16510025	Арк
						58

- правила надання першої медичної допомоги при нещасних випадках

1.6. Оператор несе відповідальність за:

- надійну і безаварійну роботу очисних споруд, збереження обладнання, інструментів, приладів;
- виконання правил технічної експлуатації, правил техніки безпеки та протипожежної безпеки;
- зміст очисних споруд і свого робочого місця в належному санітарному стані;
- дотримання і виконання правил внутрішнього трудового розпорядку.

1.7. Оператор зобов'язаний:

- вести правильний режим очисних споруд;
- не рідше 1-го разу на годину виробляти обхід і огляд усього обладнання очисних споруд;
- проводити виміри і записувати в журналі результати аналізів і показань.

1.8. Позачергова перевірка знань проводиться:

- при введенні в дію нових інструкцій;
- після аварії і нещасного випадку на обладнанні очисних споруд;
- при встановленні фактів незадовільного знання оператором інструкцій і правил техніки безпеки.

1.9. У період свого чергування оператор очисних споруд має право вимагати від керівництва:

- забезпечення ділянки очисних споруд КВП, інструментом, пристосуваннями, інвентарем, оперативними журналами та іншими засобами, необхідними для нормальної і безпечної роботи;
- вимагати від керівництва ділянки своєчасного усунення дефектів обладнання, що виникають в процесі роботи;
- доводити до відома керівництво підприємства про всі порушення нормальної роботи установки в будь-який час доби;

Інв. № по обл.	Тіп. і дата	Взаєм. інв. №	№. № дубл.	Підп. і дата

Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 16510025

Арк

59

- забезпеченням спецодягом і захисними засобами відповідно до існуючих норм.

1.10. Оператор очисних споруд зобов'язаний підтримувати чистоту обладнання і робочого місця.

1.11. Для приймання зміни оператор повинен з'явитися завчасно і ознайомитися з записами в змінному журналі, розпорядженнями і всіма перемиканнями в попередній зміні, перевірити чистоту робочого місця, оформити прийом зміни розписом в журналі.

1.12 Працівники повинні виконувати роботу у спеціальному одязі та у спеціальному взутті, маючи при собі справний інструмент, необхідний інвентар, захисні засоби та пристосуваннями, медичну аптечку.

1.13 З працівниками, які виконують роботи, пов'язані з експлуатацією водовідвідних мереж, колодязів, колекторів, метантенків, необхідно проводити щоквартальні тренувальні заняття з імітацією аварій та рятувальних робіт.

- Зовнішній огляд трас мереж водопостачання та водовідведення з відкриванням кришок колодязів виконує бригада у складі не менше двох осіб.

Під час огляду траси водо-каналізаційних мереж категорично забороняється:

- спускатися у колодязь;
- курити біля відкритого колодязя, люка камери;
- кидати у колодязь запалений сірник, факел ;
- нахилитися над отвором відкритого колодязя, люка камери;
- відкривати кришки люків руками чи ломом;

## 2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Одягнути покладену спецодяг і прийняти зміну.

2.2. У разі наявності на момент здачі зміни аварійного стану або відповідального перемикання, прийом-здача зміни проводиться після закінчення цих операцій.

## 3. Вимоги безпеки під час роботи

Робочим місцем оператора очисних споруд є все приміщення, в якому

Інв. №	№ док.	Підп.	Дата
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№
№	№	№	№

ТС 16510025

Арк

60

розташоване обладнання та комунікації, необхідні для очищення стічних вод, також прилегла територія [26].

3.1. Оператор очисних споруд під час роботи стежить за:

справністю перекриттів споруд, проходів, огорожень, кришок колодязів;

- справністю і наявністю пристосувань, інструментів, захисних засобів, необхідних при обслуговуванні очисних споруд;

- рівномірним розподілом по окремих секціях стічної води і повітря, в разі порушення рівномірності самостійно (або за допомогою майстра) відрегулювати подачу води і повітря шляхом відкриття або прикриття відповідного регулюючого механізму (засувки, шибера);

- концентрацією активного мулу в аеротенках;

- якістю вступників стоків (при наявності масляних плям, рясної піни терміново інформувати майстра);

- чистотою і мастилом механічних частин аеротенків;

- чистотою лотків, бортів впускних і випускних водозливів по ходу руху стічних вод від решітки до випуску;

- чистотою території (викошувати рослинність, розчищати стежки).

3.2. Оператор очисних споруд виконує:

- систематично 2-3 рази на зміну проводить очистку решіток (покидьки поміщати в контейнер для сміття);

- щодня готувати розчин хлорного вапна, виходячи з добової потреби станції;

- контролювати кількість активного мулу в аеротенках (за обсягом), при необхідності видаляючи надлишковий мул на мулові майданчики;

- проводити профілактичний огляд устаткування (ротор, насоси);

- вести оперативний журнал.

3.3. При обслуговуванні обладнання очисних споруд виконувати наступні вимоги безпеки:

- дренажні канали тримати закритими рифленим залізом;

Інв. № по обл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 16510025					Арк
					Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	61

- відбір проб води проводиться тільки в металевий посуд або порцелянові гуртки;
- посуд для зберігання кислоти або лугу повинна мати чіткий напис про вміст;
- скляні бутлі з кислотами і лугами повинні поміщатися в кошиках, застелених соломною або сіном;
- персонал, що працює з хлорним вапном, повинен бути проінструктований про їх властивості.
- при розведенні кислоти або лугу слід пам'ятати, що кислота або луг заливається в воду, а не навпаки.

3.4 Зовнішній огляд трас мереж водопостачання та водовідведення з відкриванням кришок колодязів виконує бригада у складі не менше двох осіб. Під час огляду траси водо-каналізаційних мереж категорично забороняється:

- спускатися у колодязь;
- курити біля відкритого колодязя, люка камери;
- кидати у колодязь запалений сірник, факел ;
- нахилитися над отвором відкритого колодязя, люка камери;
- відкривати кришки люків руками чи ломом;

3.5 Роботи у водопровідних та каналізаційних колодязях, колекторах, метантенках відносяться до газонебезпечних робіт і при їх виконанні необхідно дотримуватися таких основних вимог:

- на підприємстві повинна бути розроблена інструкція щодо виконання газонебезпечних робіт, яка визначає їх порядок підготовки та виконання відповідно до виробничих умов;
- роботи виконуються з наряду-допуску і під керівництвом відповідального керівника;
- робота у колодязях, підземних комунікаціях, резервуарах та інших ємкісних спорудах виконується бригадою у складі не менше ніж три особи, одна з яких працює у колодязі, а двоє на поверхні (працюючий і той, хто

Інв. № по обл.	Т. підп. і дата	Взаєм. інв. №	№в. №дубл.	Підп. і дата	ТС 16510025					Арк
										62
					Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	

спостерігає за роботою в колодязі, і в разі потреби надає допомогу працюючому у колодязі). Робітники повинні бути забезпечені протигазами типу ПШ-1 або ПШ-2 та рятувальним поясом з наплічними, пасками і мотузкою.

3.6 До початку виконання робіт необхідно:

- провести з бригадою цільовий інструктаж;
- здійснити перевірку на загазованість робочого місця за допомогою газоаналізатора,

індикатора чи лампи типу ЛБВК і при необхідності провентилувати споруду.

3.7 При роботах у колодязях, підземних комунікаціях, резервуарах та інших ємкісних спорудах, грабельних приміщеннях насосних станцій, очисних споруд та в інших місцях, де можливе скупчення вибухонебезпечних газів, дозволяється використовувати акумуляторні світильники напругою не вище за 6В. Курити і використовувати відкритий вогонь у цих місцях заборонено [27].

#### 4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях на очисних спорудах

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, підготовка персоналу на підприємствах незалежно від форм власності до дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за спеціально розробленою схемою заходів захисту населення та територій.

З ст. 130 Кодексу цивільного захисту України передбачає, що на підприємствах з чисельністю персоналу 50 осіб і менше розробляються та затверджуються інструкції щодо дій при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій.

Інструкція розробляється та підписується посадовою особою підприємства з питань цивільного захисту, затверджується керівником підприємства та доводиться до всіх працівників під підпис.

Адміністрації малого підприємства, в екстремальній обстановці не може

Інв. № по обл.	Т. підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 16510025					Арк
					Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	63





## ВИСНОВКИ

В роботі було проаналізовано систему відведення та очищення побутових стічних вод міста Суми, результати аналізу стічних вод екологічною інспекцією, розглянуто сутність біохімічних процесів а також існуючі методи очищення: хімічні та біологічні. Їх переваги, недоліки, та обладнання за допомогою якого вони можуть здійснюватися.

Проаналізувавши дані можна побачити що існуюча система має низку недоліків. Очисні споруди потребують реконструкції чи модернізації тому що вони фізично зношені та розраховані на менші концентрації забруднюючих черевин. В результаті недостатнього очищення стічних вод спостерігається перевищення норматичних показників по азоту, фосфору, сірководню та біологічному споживанню кисню. Все це призводить до мінералізації води в річці, зменшення кисню, утворення анаеробних зон та цвітіння води в літній період.

Для усунення цих проблеми були пропонується модернізувати очисні споруди додавши у технологічну схему високонавантажувальний біофільтр та здійснювати знезараження води методом озонування.

Було запропоновано біофільтр з завантаженням з гранітного щеня після аеротенку. В роботі було розраховано його параметри.

Метод озонування є більш ефективним за хлорування і більш дешевим ніж ультрафіолетове знезараження. Мікроорганізми гинуть у 6 разів швидше і також знижується мутність води запахи та зникають присмаки. На відміну від хлорування після озонування не утворюються шкідливі для навколишнього середовища та людини речовини. З метою здійснення процесу озонування було здійснено розрахунок конструктивних параметрів озонаторів та їх кількості.

Запропонована у роботі альтернативна схема очищення потребує більш детального економічного обґрунтування але є більш прийнятною з точки зору зниження антропогенного впливу на водні об'єкти.

Інв. № по обл.	Г. підп. і дата	Взаєм. інв. №	№в. № дубл.	Підп. і дата						Арк
					ТС 16510025					65
Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						



2004. – 450 с.

14. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография / С. С. Душкин, А. Н. Коваленко, М. В. Дегтярь, Т. А. Шевченко. – Х.: ХНАГХ, 2011.– 146 с.
15. Пат. RU2458865C2, Спосіб окислення вологим повітрям при використанні регенованого каталізатора, Чад Л. ФЕЛЧ (US), 2007-01-22 Priority to US88596607P, 2012-08-20 Publication of RU2458865C2.
16. Пат. RU116851U1, Установка очищения стічних вод, С. Ф. Степанов, О. О. Ахмедова, А. Г. Сошин, 2011-12-26 заява подана, 2012-06-10 Publication of RU116851U1 .
17. Пат. RU2104960C1, Електрохімічний спосіб очищення стічних вод, Г.Ф. Потапова, А.В. Путилов, А.И. Сорокин, В.П. Никитин, Н.Н. Шипков, О.В. Шестакова, О.П. Френкель, 1996-03-06 заява подана, 1998-04-10 Publication of RU96104639A .
18. Пат. RU76642U1, Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод після механічного очищення, Д. В. Кореньков, В. М. Кореньков, 2008-04-25 заява подана, 2008-09-27 Publication of RU76642U1.
19. Пат. RU36375U1, Пристрій для біологічного очищення стічних вод, Я. І. Вайсман, Л.В. Рудакова, Т.А. Зайцева, І.С. Глушанкова, Ю.В. Анфимова, 2003-10-27 подана заява, 2004-03-10 Publication of RU36375U1.
20. Пат. RU2636708C1, Спосіб і установка для біологічного очищення стічних вод, В.С. Кім, Н.Ю. Большаков, Г.О. Павлов, 2016-11-25 заява, 2017-11-27 Publication of RU2636708C1.
21. Пат. RU2636708C, Спосіб і установка для біологічного очищення стічних вод, В.С. Кім, Н.Ю. Большаков, Г.О. Павлов, 2016-11-25 заява, 2017-11-27, Publication of RU2636708C1.
22. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
23. Філіппов, В.Н. Устаткування і технологія очищення стічних вод, приклади розрахунку на ЕОМ / В.Н. Филлипов і ін. - Уфа: Изд-во УГНТУ.

Інв. № покл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	№в. Недубл.	Підп. і дата	ТС 16510025					Арк
					Випр	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	67

24. Озонирование как процесс в технологии очистки сточных вод / В.П. Ущенко, Ю.В. Попов, С.В. Павлова, Е.В. Баева // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2011. - Вып. 3(17).
25. 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.
26. ДНАОП 1.8.10-5.05-81. Типова інструкція з техніки безпеки та виробничої санітарії для оператора відстійника та очисних споруд.
27. 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.

№в. Неплобл.	Гіол. і дата	Взаєм. ІНв. №	№в. Недубл.	Підп. і дата
				ТС 16510025
Випр.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
				Арк
				68