

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Тема: Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище з використанням сучасних технологій очищення комунальних стічних вод

Завідувач кафедри

Пляцук Л. Д.

(підпис)

Керівник проекту

Козій І. С.

(підпис)

Консультанти:

з охорони праці

Фалько В.В.

(підпис)

Виконавець

студент групи ТСм-11

Сухомлин А.Р.

(підпис)

Суми 2022

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

Сухомлину Антону Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище з використанням сучасних технологій очищення комунальних стічних вод

затверджена наказом по університету від “03” листопада 2022 р. № 1006-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 15 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Типові схеми функціонування комунальних очисних споруд, перелік забруднюючих речовин комунальних стічних вод, методика розрахунку біофільтра

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Проблема поводження з комунальними стічними водами, Шляхи утворення комунальних стоків, Основні забруднювачі, Оцінка рівня забруднення комунальних стоків, Огляд технологій очистки комунальних стічних вод, Огляд існуючих методів очистки стоків, Конструктивні особливості міських очисних споруд, Аналіз сучасних методів очистки, Розробка рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування сумських міських очисних споруд, Коротка характеристика Сумських міських очисних споруд, Технологічна схема очисних споруд міста Суми, Розробка рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування очисних споруд, Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

принцип роботи пісковловлювача, поля фільтрації, технологічно схема очистки комунальних очисних споруд міста Суми

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	Розділ 1. Проблема поводження з комунальними стічними водами	Квітень-Вересень 2022 р.	
2	Розділ 2. Огляд технологій очистки комунальних стічних вод	Вересень-Жовтень 2022 р.	
3	Розділ 3. Розробка рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування сумських міських очисних споруд	Жовтень-листопад 2022 р.	
4	Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Листопад 2022 р.	

5. Дата видачі завдання _____ 24.09.2022 _____

Студент _____

Керівник проекту _____

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 30 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 49 с., у тому числі 3 таблиць, 13 рисунків, перелік джерел посилання 4 сторінки.

Мета роботи – є дослідження можливості зниження техногенного навантаження на довкілля шляхом впровадження сучасних систем очистки.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі *завдання*:

- дослідити склад та властивості комунальних стічних вод
- визначити основні забруднюючі компоненти стічних вод;
- ознайомитися з методами утилізації комунальних стічних вод;
- знайти шляхи удосконалення підвищення ефективності роботи очисних споруд міста Суми.

Об'єкт дослідження – комунальні стічні води

Предмет дослідження – методи очистки комунальних стічних вод.

Ключові слова: КОМУНАЛЬНІ СТОКИ, МЕТОДИ ОЧИСТКИ, ОЧИСНІ СПОРУДИ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМА ПОВОДЖЕННЯ З КОМУНАЛЬНИМИ СТІЧНИМИ ВОДАМИ	6
1.1 Шляхи утворення комунальних стоків	6
1.2 Основні забруднювачі.....	7
1.3 Оцінка рівня забруднення комунальних стоків.....	8
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИСТКИ КОМУНАЛЬНИХ СТІЧНИХ ВОД.....	12
2.1 Огляд існуючих методів очистки стоків.....	12
2.2 Конструктивні особливості міських очисних споруд	18
2.3 Аналіз сучасних методів очистки.....	28
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СУМСЬКИХ МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	33
3.1 Коротка характеристика Сумських міських очисних споруд	33
3.2 Технологічна схема очисних споруд міста Суми.....	34
3.3 Розробка рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування очисних споруд.....	37
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	40
4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів при роботі очисних споруд	40
4.2 Розрахунок прожекторного освітлення виробничого майданчику.....	42
4.3 Дії персоналу очисних споруд при надзвичайних ситуаціях	43
ВИСНОВОК.....	45
ПЕРЕЛІК ДЖРЕЛ ПОСИЛАНЬ	46

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

ТС 18510268

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		Літ.	А	Аркушів
		Розроб. Сухомлин			Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище з використанням сучасних технологій очищення комунальних стічних вод			
		Перев. Козій					4	49
		Н.Контр Батальцев				СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
		Затв. Пляцук				гр. ТСм-11		

ВСТУП

Актуальність роботи. До комунальних вод відносять усі стоки, що були утворені внаслідок процесів життєдіяльності людини. Як приклад, можна назвати стоки кухонь, душових та туалетних кімнат, пралень, їдалень. Джерелами надходження таких вод є громадські та побутові організації та побутові відділення промислових підприємств.

Методи очистки стічних вод зобов'язані забезпечувати необхідний рівень очистки при мінімальних витратах. У залежності від бажаного ступеня очистки стічних вод і напрямку їх подальшого застосування, в очистці можуть бути застосовані різноманітні методи і апарати.

Метою роботи є дослідження можливості зниження техногенного навантаження на довкілля шляхом впровадження сучасних систем очистки.

Завдання, що були поставлені:

- дослідити склад та властивості комунальних стічних вод
- визначити основні забруднюючі компоненти стічних вод;
- ознайомитися з методами утилізації комунальних стічних вод;
- знайти шляхи удосконалення підвищення ефективності роботи очисних споруд міста Суми.

Об'єктом роботи є комунальні стічні води

Предметом роботи є методи очистки комунальних стічних вод.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.	Підп. і дата						Арк
					ТС 18510268					5
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМА ПОВОДЖЕННЯ З КОМУНАЛЬНИМИ СТІЧНИМИ ВОДАМИ

1.1 Шляхи утворення комунальних стоків

Стічні води - це води, які використовувалися в будь-якому процесі діяльності людини і мають значно погіршені характеристики. Крім промислових вод, стічні води включають поверхневий стік з урбанізованих територій, сільськогосподарських угідь і комунальних вод.

Склад і природа стічних вод відрізняються залежно від джерела їх походження. Тому за процесом утворення їх поділяють на три категорії:

- громадські (побутові);
- виробничі (промислові);
- дощові (атмосферні).

До громадських вод відносяться всі стічні води, що утворюються в процесі життєдіяльності людини. Наприклад, ми можемо сюди віднести стоки на кухнях, душових і туалетах, пральнях і ресторанах. Джерелами такого водокористування є громадсько-побутові організації та побутовий сектор промислових підприємств. За характером забруднення міські стічні води поділяються на факельні стічні води, забруднені переважно фізіологічними відходами, і господарські стічні води, забруднені різними господарськими відходами.

Стічні води виробничого процесу називають виробничими стічними водами. Крім того, до цієї категорії відносяться супутні води, отримані в результаті видобутку природних корисних копалин (вугілля, нафти, руди тощо).

Вода, утворена атмосферними опадами, відноситься до категорії атмосферного стоку. Вони поділяються на дощову і талу (вода, що утворюється при таненні льоду і снігу). Характерною рисою зливого стоку є його спорадична і різко виражена неоднорідність.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						6

Слід виділити ряд радіоактивних забруднень. Організми, в основному тварини і рослини, здатні накопичувати радіоактивні частинки. Небезпечним явищем є міграція радіоактивних частинок по харчовому ланцюгу. Наприклад, задокументовано, що прісноводна риба в тисячі разів більш радіоактивна, ніж водне середовище, в якому вона живе. Тому всі стічні води з індексом радіоактивності понад 100 Кі/л відносять до рідких радіоактивних відходів і утилізують особливим чином [1-4].

1.3 Оцінка рівня забруднення комунальних стоків

Метою аналізу показників забруднення стічних вод є вибір відповідного методу очищення. Для оцінки складу і характеру стоків застосовують гігієнічні та аналітичні методи. Він передбачає визначення наступних показників:

- температура - температура безпосередньо впливає на в'язкість рідкого середовища і, таким чином, визначає швидкість осідання частинок
- колір є одним із сенсорних показників
- запах - сенсорний показник, який вказує на наявність летких ароматичних речовин у стоках
- прозорість - характеризує забруднення стічних вод нерозчиненими домішками, але не враховує джерело і вид домішок. Для комунальних стічних вод він повинен становити 1-3 см
- рН (концентрація іонів водню) - впливає на біохімічні процеси. Для міських стічних вод він повинен бути 7,2-7,8
- сухий залишок - вказує загальний вміст органічних і мінеральних домішок (мг/л). Визначають випарюванням і висушуванням при 105 °С
- щільний залишок – Загальна кількість органічних і мінеральних домішок у стічних водах (мг/л).

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						8

- концентрація завислих речовин - дозволяє оцінити потенційну кількість осаду. Використовується як розрахунковий параметр при проектуванні відстійників. Для міських стічних вод він повинен становити 100-150 мг/л
- перманганатне окислення - Вміст окислювачів органічних забруднюючих речовин
- хімічна потреба в кисні (COD) - Загальна потреба в кисні для процесів хімічних реакцій у водному середовищі
- біологічна потреба в кисні (БПК) – загальна потреба в кисні біологічними процесами у водному середовищі. Дозволяє оцінити ступінь забруднення органікою
- азот (загальний азот, амоній, нітрит, нітрат) - У міських стічних водах більшість сполук азоту міститься в гної та харчових відходах.
- фосфат - результат фізіологічної активності в організмі, а саме 1,5–5 мг/л
- хлориди - основним джерелом є їх рівень у водопровідній воді
- сульфат - основним джерелом є рівень у водопровідній воді
- важкі метали – нерозчинні у воді компоненти, здатні накопичуватися в організмі
- поверхнево-активні речовини - утворюються в результаті використання різних очисних засобів
- нафтопродукти - більш характерні для промислових стічних вод, але вони містяться в міських стічних водах, оскільки паливно-мастильні матеріали потрапляють в міську каналізацію
- розчинений кисень - зазвичай не більше 1 мг/л або зовсім відсутній у міських стічних водах
- мікробне число - характеризує зараженість води мікроорганізмами.
- бактерії групи Escherichia coli (E. coli), яйця паразитів – характеризує ступінь гігієнічної та гігієнічної неповноцінності населення

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

За характеристиками утворення стоків ті, що потребують вимірювання, можуть бути включені до переліку обов'язкових для аналізу показників. Як специфічні домішки.

Вміст забруднюючих речовин у міських стічних водах визначають методом хімічного аналізу або розрахунковим методом. При розрахунку забруднення каналізаційних стоків використовується норма скиду на одну людину, а для промислових вод – технічні дані або методи хімічного аналізу.

Основними критеріями забруднення води є значення БПК, ХПК, концентрації завислих речовин, азоту, солей амонію, фосфатів, хлоридів і поверхнево-активних речовин (ПАР).

Вміст завислих речовин у міських стічних водах становить близько 65 г сухої речовини на людину на добу. В середньому в осад потрапило 40 грамів (60-75% від загальної маси).

Для концентрації розчинних органічних речовин індекс БПК_{пвн} використовується для характеристики споживання кисню під час біологічної реакції. БПК_{пвн} має становити 75 г на людину на добу в неосвітлених стоках.

Формула 1.1 використовується для комплексної оцінки забруднення міських стічних вод на основі таких показників, як концентрація завислих речовин, біохімічне споживання кисню, вміст амонійного азоту, фосфатів і хлоридів (усі значення в мг/л):

$$C = a \times 1000 n \quad (1.1)$$

де a – кількість забруднень на одного мешканця на добу, г/(мешк. × добу), n – норма водовідведення, л/(мешк. × добу).

На основі вивчення літератури зроблено спробу узагальнити інформацію про нормативи виписки на душу населення (таблиця. 1.1) [2, 7]:

Підп. і дата
Інв. № додубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № додл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						10

Таблиця 1.1 – Середньодобова кількість забруднень на одного мешканця

Показник	Вміст, г/добу на одного мешканця
Завислі речовини	65
БПК _{пов} неосвітлений стічних вод	75
БПК _{пов} освітлений стічних вод	40
Азот амонійних солей	8
Фосфати (P ₂ O ₅)	3
Фосфати у складі ПАР	1,6
Хлориди	9
Поверхнево-активні речовини (ПАР)	2,5

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
ТС 18510268				Арк
				11

Принцип механічного очищення полягає у видаленні завислих речовин. Для механічного очищення використовується наступне обладнання:

- решітка - для уловлювання великого сміття (ганчірки, рушники, папери, одяг і т.д.);
- бункери - для уловлювання та видалення грубих часток (піску, шлаку та ін.);
- відстійники - для уловлювання та видалення зважених речовин, мулу;
- нафтоуловлювач - призначений для розділення води на нафтопродукти.

Блоки механічного очищення розташовані в такій послідовності, яка забезпечує видалення найбільших включень (грати, сита) на першому етапі (рисунок. 2.1), а дрібні частини, зазвичай мінеральні домішки, такі як пісок тощо, видаляються на наступний етап. (пісковловлювачі різних конструкцій та ін.), а на завершальному етапі – встановлення обладнання для видалення найдрібніших механічних домішок (відстійники різних типів).

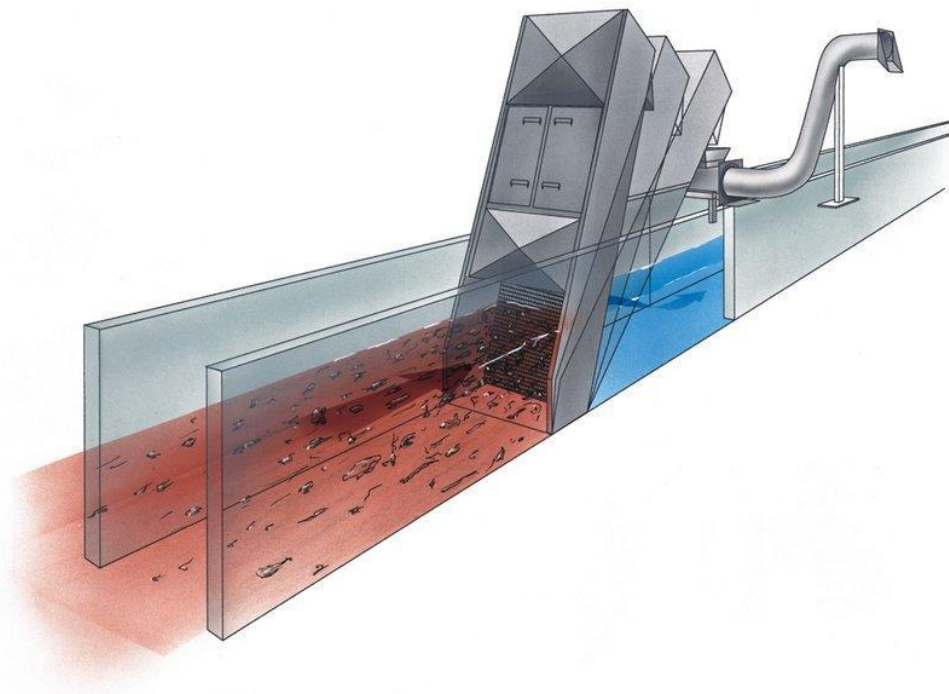


Рисунок 2.1 – Грати для механічної очистки крупних домішок стічних вод

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

Рідкі забруднювачі, які через різну щільність не можуть бути змішані з водою, видаляються в спеціальних типах відстійників. До них належать жиро- і масловловлювачі, нафтовловлювачі (рисунок. 2.2).

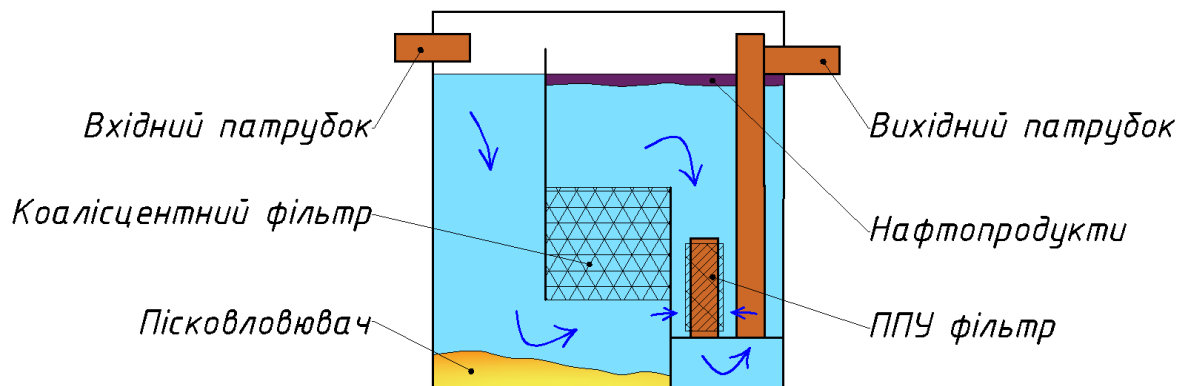


Рисунок 2.2 – Приклад нафтовловлювача

Механічне очищення міських стічних вод завжди передусе біологічному очищенню.

Біологічні методи очищення засновані на здатності живих організмів окислювати органічні речовини стічних вод. Біологічні методи дозволяють досягти високої ефективності очищення, і особливо важливо відзначити, що біологічні методи дозволяють знизити вміст хвороботворних бактерій у стічних водах.

Біологічні методи засновані на здатності організмів утилізувати органічні домішки стічних вод для метаболізму життєво важливих елементів. В результаті відбувається процес їх мінералізації.

Для цього на практиці використовують природні (зрошувані поля, фільтраційні, біоставки) і штучні (біологічні фільтри, аераційні ставки) споруди. Для низьких продуктивностей достатньо варіантів механічного очищення через решітки, піскоуловлювачі та біологічного очищення на зрошуваних полях чи ставках [2, 9].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 18510268

Пісок, уловлений на етапі використання пісковловлювача, транспортується на піщане поле для сушіння. Осад, що осів у відстійнику, зброджується та утилізується на шламомайданчику.

При великій витраті стічних вод ефективна схема використання біологічного фільтра або аеротенка як біологічного методу. Стічні води спочатку проходять механічну очистку у відстійниках і жируловлювачах перед тим, як потрапити на станцію біологічної очистки. Після закінчення біологічного очищення відбувається процес хлорування та дезінфекції. Поширеною практикою є додавання схеми зернистого фільтра, доданої вище.

Осад, який утворюється у відстійнику, має неприємний запах і може становити небезпеку для гігієни. Крім того, висока вологість осаду ускладнює подальшу переробку. Поширеним напрямком обробки муніципальних стічних вод є використання їх як сільськогосподарських добрив. Для цього осад зброджують у відстійниках або біогазових резервуарах. У результаті структура осаду стає одноріднішою, а концентрація корисних елементів підвищується в результаті процесів хімічної реакції [1, 9-11].

Установки біологічного очищення необхідно класифікувати на два типи.

До першої категорії належать пристрої, які працюють у природних або наближених до них умовах: поля зрошення, поля фільтрації, біологічні ставки (рисунок. 2.3). В установці процес очищення протікає досить повільно через надлишок кисню в ґрунті і воді біоставка.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.	Підп. і дата						Арк
										15
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268					

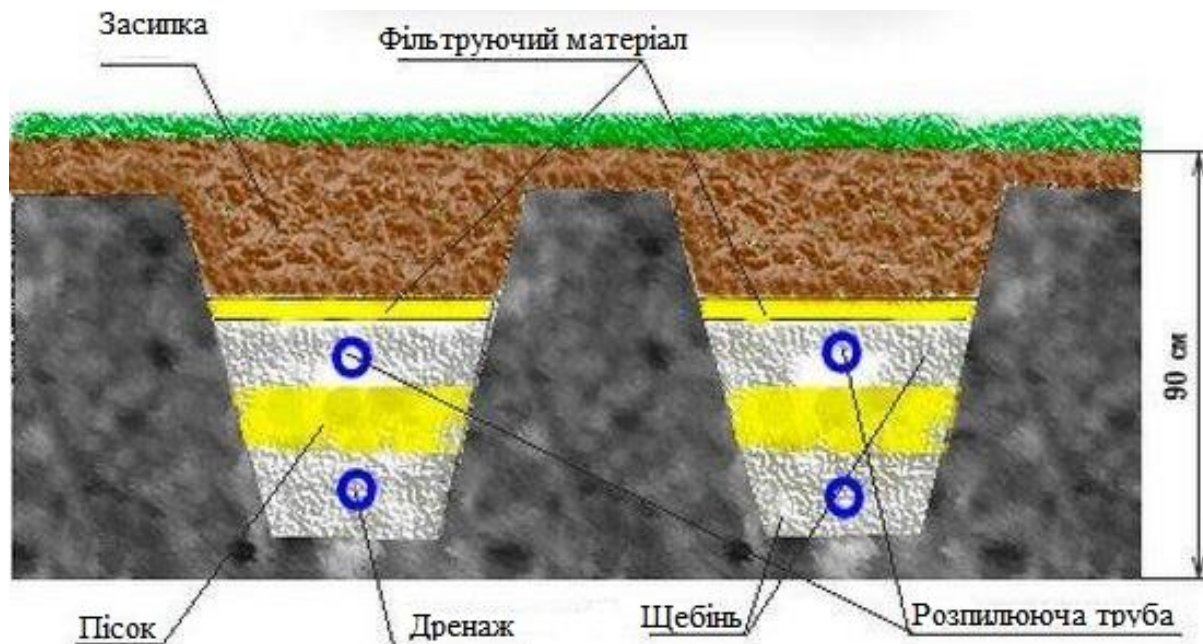


Рисунок 2.3 – Будова поля фільтрації

До другої категорії відноситься обладнання для очищення стічних вод у штучно створених умовах: біофільтри та аераційні басейни (рисунок 2.4). У вищевказаних апаратах процес очищення здійснюється більш інтенсивно, ніж у природних умовах, шляхом штучного підтримання умов, придатних для життя мікробів [8, 12].

Пристрій механічного очищення може забезпечити підвищення ефективності очищення зважених твердих речовин на 40-60%, а значення БПК знижується на 20-40%.

Біоочисний пристрій призначений для додаткового очищення стічних вод за двома показниками завислих речовин та БПК5. Значення останнього показника після очищення може досягати значення 15-20 мг/л.

Залежно від величини споживання води для біологічного очищення використовуються різні конструкції обладнання. Тому при добовій витраті води до 20 000 м³ рекомендується біофільтр, а при 20 000 м³ - аеротенк.

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



Рисунок 2.4 – Аеротенк у складі міських очисних споруд
(фото: <https://vodokanal.kiev.ua/>)

Якщо необхідний вищий ступінь ефективності очищення стічних вод, ніж можуть забезпечити біологічні методи, використовується додаткове доочищення, залежно від характеру забруднення та необхідного рівня очищення.

Фільтрація є поширеним напрямком очищення стічних вод. В якості фільтруючих матеріалів можуть використовуватися як синтетичні матеріали, так і біологічні компоненти (біобасейни). Слід зазначити, що рівень ХПК може підвищуватися після очищення стічних вод біологічними методами. Для зниження значення ХПК застосовують адсорбцію на активованому вугіллі або хімічне окислення (озонування).

Для очищення стічних вод з високим вмістом біологічних елементів, таких як азот і фосфор, що може призвести до евтрофікації водойм, використовуються фізичні, хімічні та біологічні методи очищення.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Вип. №	
Арк	
№ докум.	
Підп.	
Дата	

Після різних ступенів очищення стічні води перед скиданням у водойми потребують знезараження. Вибір методу знезараження ґрунтується на характері скиду та напрямі подальшого використання очищеної води [2, 9, 12].

Послідовність монтажу очисних споруд залежить від напрямку течії стічних вод і має такі форми:

- приймальна кімната.
- пристрій механічного очищення від крупних домішок (сіри).
- пристрій механічного очищення грубих домішок (піщаний кар'єр).
- пристрій механічного очищення від завислих речовин (відстійник, пристрій біологічного очищення)
- пристрій очищення (хлоратор, генератор озону)

При виборі необхідних механічних очисних пристроїв (решіток і бункерів) спочатку необхідно провести гідравлічний розрахунок заглиблених каналів і лотків. Далі розрахувати обладнання для обробки мулу: мулоущільнювачі, біогазові резервуари, обладнання механічного зневоднення, мулоплатформи.

Останнім часом набули популярності фізико-хімічні методи очищення стічних вод, до яких належать коагуляція, адсорбція, окислення, іонний обмін тощо [16].

2.2 Конструктивні особливості міських очисних споруд

Очисні споруди - це комплекс будівель і обладнання, призначених для очищення стічних вод і їх подальшого скидання у водойму. Крім того, на очисних спорудах проводяться складні операції, пов'язані з переробкою та утилізацією осадів, що утворюються після очищення.

Очисні споруди, встановлені в певній технічній послідовності і з'єднані лініями зв'язку загального користування, називають технічними рішеннями. Основними компонентами технічної програми є станції механічного та біологічного очищення, септики, споруди дезінфекції та очищення відкладень.

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

При погодженні технічних пропозицій на основі будівельних вимог враховується ряд факторів, а саме:

- склад і характер стоків;
- необхідний ступінь дезактивації;
- обсяг відходів і потужність очисного обладнання;
- напрямок подальшого використання очищених стічних вод;
- інструкції щодо утилізації відкладень, що утворюються під час очищення;
- місцеві умови (рельєф, метеорологічні особливості, ґрунтові води тощо).

Тип, розмір і кількість очисних споруд узгоджуються та розробляються відповідно до чинних будівельних норм. Вибір тієї чи іншої технології очищення опадів, що утворюються при очищенні стічних вод, ґрунтується на їх хімічному складі, об'ємі, властивостях і напрямі подальшого утилізації.

Залежно від необхідного ступеня очищення стічних вод оберіть спосіб очищення (таблиця. 2.1) [6, 7, 14].

Таблиця 2.1 – Залежність методу очищення від потрібного ступеня очищення

Рекомендовані методи очищення	Необхідний ступінь очищення, мг/л	
	за завислими речовинами	за БПК _{повн}
Механічна очистка	80	–
Механічна і частково біологічна очистка	25–80	25–80
Механічна і повна біологічна очистка	15–25	15–25
Механічна, повна біологічна очистка і доочищення	<15	<15

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

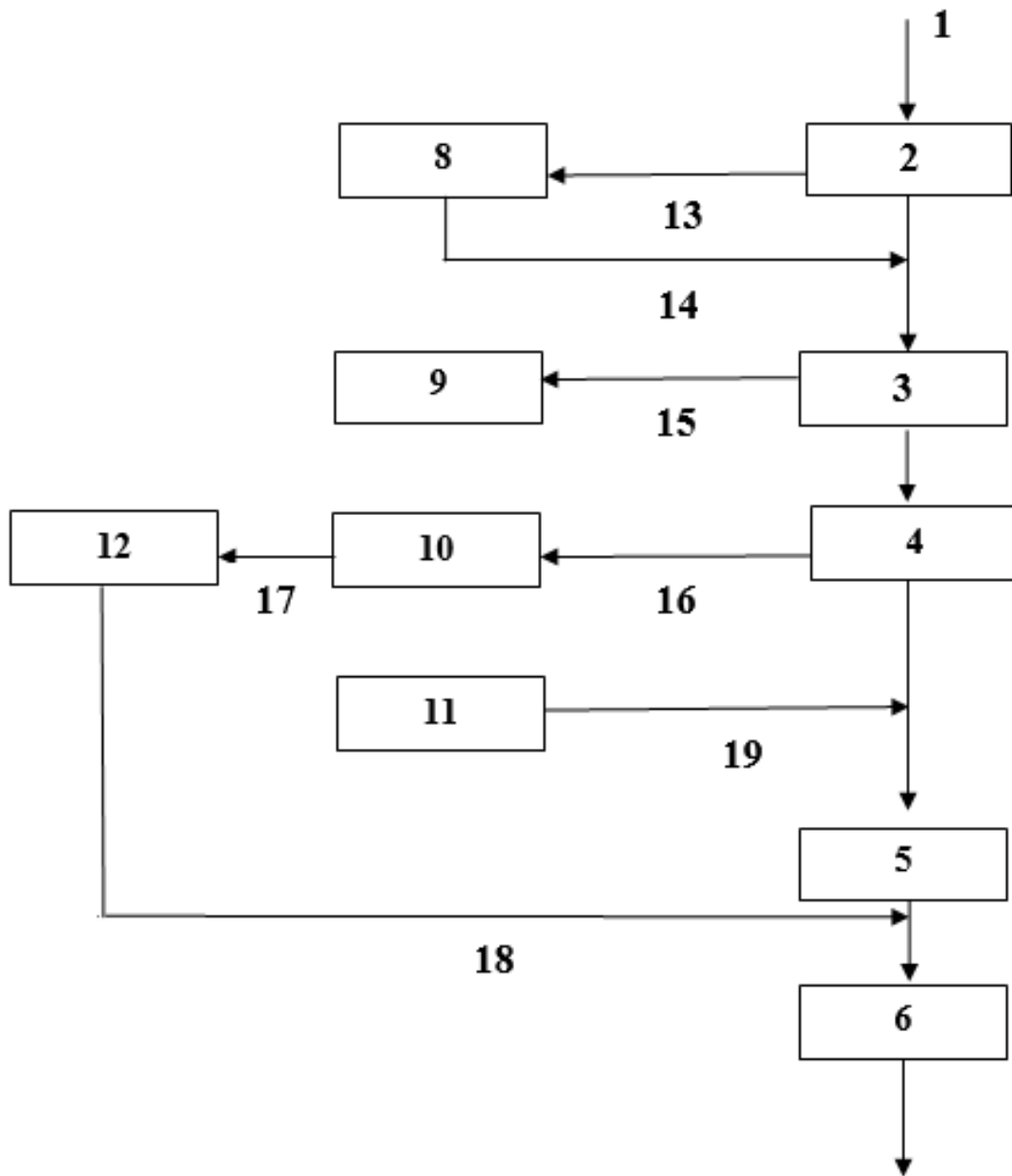


Рисунок 2.5 – Технологічна схема очисної станції з механічним очищенням стічних вод: 1 – стічна вода; 2 – ґрати; 3 – піскоуловлювачі; 4 – відстійники; 5 – змішувачі; 6 – контактний резервуар; 7 – випуск; 8 – дробарки; 9 – піскові майданчики; 10 – метантенки; 11 – хлораторна; 12 – мулові майданчики; 13 – сміття, затримане ґратами; 14 – пульпа; 15 – піщана пульпа; 16 – сирий осад; 17 – зброджений осад; 18 – дренажна вода; 19 – хлорна вода

Послідовність очищення така: першим етапом очищення є решітка, де затримуються найбільші забруднення (пакети, крихти, одяг тощо). Крім того,

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

стоки направляються в бункер, де зважені частинки осідають під дією сили тяжіння. Наступним етапом очищення є відстійник, де відокремлюються не тільки зважені частинки, але і жирні продукти. Заключний етап – хлорна дезінфекція.

Сміття, захоплене ґратами, потрапляє в дробарку або шнек і падає у вигляді пульпи в канали перед або позаду ґрат. Іншим способом утилізації вловлених домішок є перевезення їх на звалища.

Осад з бункера транспортується в пісок. Шлам з відстійника надходить в біогазовий реактор. Видалення води з зброженого осаду відбувається на шламовому майданчику.

Для більших потоків стічних вод - від 50 000 м³/день і далі, використовуйте технічне рішення, показане на рисунку 2.6.

Для посилення процесу відстоювання суспензій перед первинним відстійником іноді встановлюють препарат, що містить активний мул (біофлокулянт). Сирий осад з первинного відстійника надходить у метантенк.

Біологічне очищення стічних вод за цією схемою відбувається в аеротенках. Аеротенк являє собою відкритий резервуар, що містить суміш активного мулу та освітленої стічної води.

Для підтримки життєдіяльності мікроорганізмів активного мулу в аеротенк має надходити повітря, потік якого регулюється нагнітачем, розташованим у моторному відсіку. Суміш очищених стічних вод і активного мулу з аеротенка надходить у вторинний відстійник, де активний мул відстоюється і повертається в аеротенк. У системі повітряний бак-вторинний відстійник об'єм активного мулу збільшується за рахунок розмноження живих мікроорганізмів, тому його частина (залишковий активний мул) вивільняється з вторинного відстійника і направляється в мулоущільнювач, як в результаті об'єм осаду зменшився в 4-6 разів, а ущільнений осад, що залишився, транспортувався в біогазовий реактор. Очищені стічні води перед скиданням у водойми проходять процес знезараження (хлорування або озонування) у контактних резервуарах [7, 12–14].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510268

Арк
22

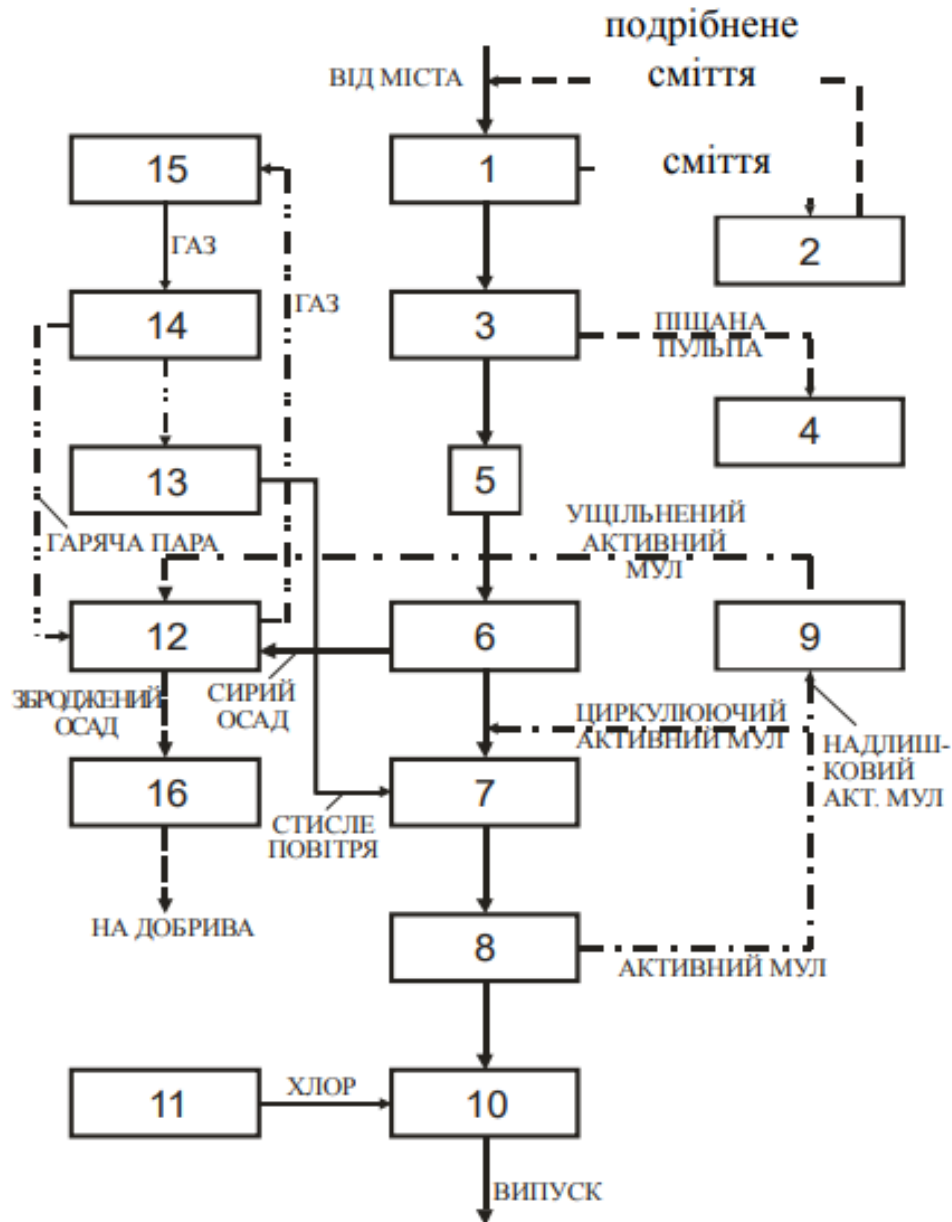


Рисунок 2.6 – Схема розташування споруд і обробки осаду станції біологічного очищення стічних вод у аеротенках: 1 – ґрати; 2 – дробарка; 3 – піскоуловлювач; 4 – піскові бункери; 5 – вимірювач витрати; 6 – первинні відстійники; 7 – аеротенки; 8 – вторинні відстійники; 9 – мулоущільнювачі; 10 – контактні резервуари; 11 – хлораторна; 12 – метантенк; 13 – машинне відділення; 14 – котельня; 15 – газгольдери; 16 – зневоднення зброженого осаду

Ферментаційний осад з метантенка потрапляє на вакуумний фільтр або фільтр-прес, де проходить процес механічного зневоднення. Після зневоднення осад термічно сушать і, можливо, надалі використовують як добриво.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

На рисунку 2.7 представлена технічна схема біофільтра біологічного очищення стічних вод. Подібна схема буде ефективною для витрат приблизно 10-20 000 м³/добу.

Як і у двох вищевказаних технічних рішеннях, перший ступінь очищення стічних вод є механічним (сітки, піскові кар'єри, відстійники тощо). На наступному етапі вода надходить у біофільтр, а потім у вторинний відстійник, де видаляється біоплівка з біофільтра. Стічні води також повинні проходити через контактні водойми та знезаражуватися перед скиданням у водойми.

Біофільтри затримують на поверхні фільтруючого матеріалу зважені речовини, які не затримувалися в попередніх механічних очисних пристроях. Живі організми фільтруючого матеріалу разом із захопленим матеріалом утворюють біоплівку. Біоплівкові мікроорганізми здатні окислювати органічні залишки і виробляти енергію, необхідну для їх життєдіяльності. У результаті органічні речовини захоплюються зі стічних вод, а об'єм біоплівки продовжує збільшуватися. Відпрацьовані та мертві плівки змиваються стічними водами, що протікають, і виносяться з біофільтра.

Для підтримки стабільного протікання процесу очищення в біофільтрі іноді необхідно рециркулювати освітлену воду з вторинного відстійника, тобто додавати її перед біофільтром і змішувати з водою з первинного відстійника. Потреба в рециркуляції визначається розрахунковими методами [6, 7, 10, 12].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	TC 18510268	Арк
						24

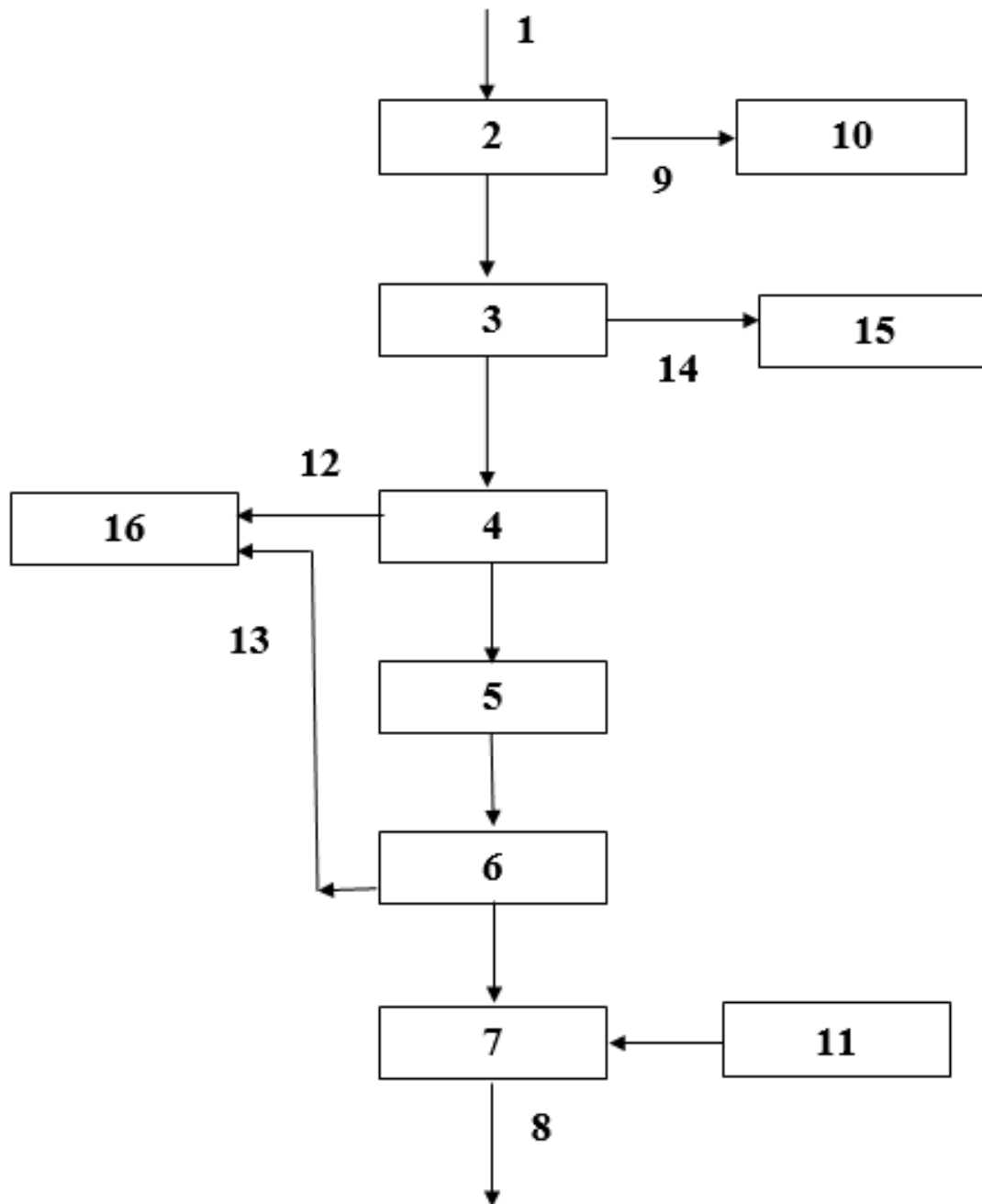


Рисунок 2.7 – Технологічна схема очисної станції з біологічним очищенням стічних вод на біофільтрах: 1 – стічна вода; 2 – ґрати; 3 – піскоуловлювачі; 4 – первинні відстійники; 5 – біофільтри; 6 – вторинні відстійники; 7 – контактний резервуар; 8 – випуск; 9 – осади, затримані ґратами; 10 – дробарки; 11 – хлораторна установка; 12 – осад з первинних відстійників; 13 – біоплівка з вторинних відстійників; 14 – пісок; 15 – бункер піску; 16 – мулові майданчики

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

При потужності очищення стічних вод від 100 000 до 20 000 кубічних метрів на добу для очищення слід застосовувати фізико-хімічні методи. На рисунку 2.8 якраз представлена технічна схема фізико-хімічного очищення стічних вод.

Перший ступінь очищення є механічним і може мати форму ґрат і бункерів. Крім того, стоки надходять у змішувач, звідки поступово в невеликих кількостях подаються розчини реагентів. Використовується при хімічному очищенні міських стічних вод, як реагент для мінеральних коагулянтів і органічних флокулянтів.

В результаті змішування з відпрацьованими мінеральними коагулянтами утворюються гідрати металів, які здатні утримувати зважені, колоїдні та частково розчинені речовини. Роль флокулянта полягає в згущенні пластівців гідрату та покращенні їх структури та механічних властивостей. Після камери флокуляції вода та осад розділяються за допомогою горизонтального відстійника. Барабанний сітчастий і двошаровий фільтр або фільтр з висхідним потоком води для глибокого очищення від завислих речовин. Після закінчення програми стічні води після знезараження скидаються у водойму. Осад у відстійнику ущільнюють і зневоднюють за допомогою центрифуги.

Рішення чистих технологій, описані в цьому розділі, застосовуються як за кордоном, так і всередині країни. Слід зазначити, що схеми, які ми описуємо, є загальними, але на практиці вони часто доповнюють обладнання або додаткові установки, де це необхідно

Тому технічні рішення очищення міських стічних вод базуються на різних методах очищення, зокрема фізико-хімічних, біологічних та механічних [6,7,12].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						26

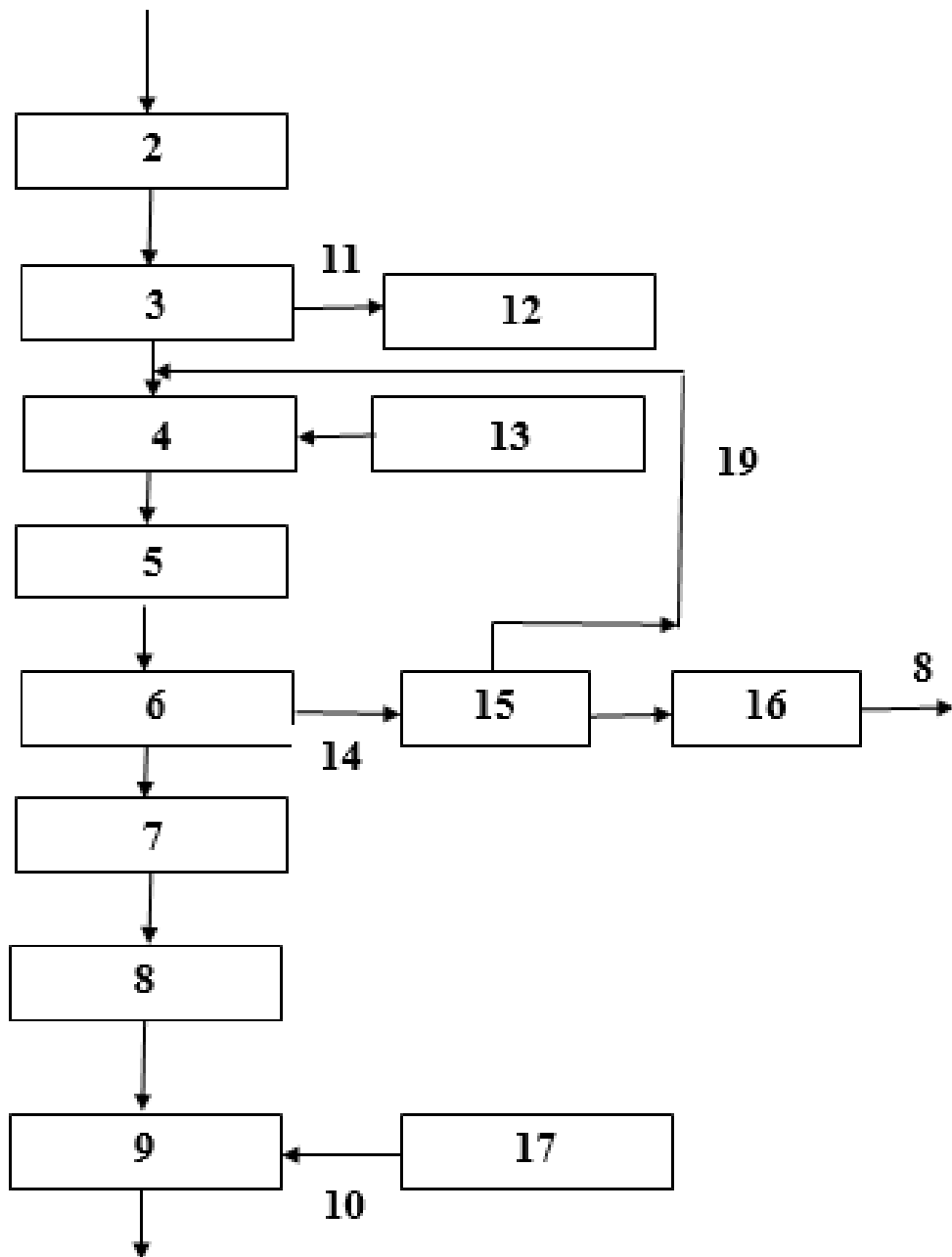


Рисунок 2.8 – Технологічна схема очисної станції з фізико-хімічним очищенням стічних вод: 1 – стічна вода; 2 – ґрати; 3 – піскоуловлювачі; 4 – змішувач; 5 – камера пластівцеутворення; 6 – горизонтальні відстійники; 7 – барабанні сітки; 8 – фільтри; 9 – контактний резервуар; 10 – випуск у водойму; 11 – пісок; 12 – бункер піску; 13 – готування й дозування реагентів; 14 – осад 15 – осадкоуцілювачі; 16 – центрифуги; 17 – хлораторна; 18 – шлам; 19 – відстояна вода

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510268

Арк
27

2.3 Аналіз сучасних методів очистки

В даній роботі було розглянуто три сучасних установки очистки січних вод. Їх порівняльна характеристика наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика сучасних установок очистки стічної води

Характеристика	Назва установки		
	ЕКО-19	БЮ-М	СБО-250
Виробник	ООО «Еколайн»	ООО "SLN-Group"	ООО «Енергоресурсінвест»
Апаратне оформлення	Вспінений поліпропілен Корпус циліндричний, зварний. Габарити: 2500 x 1400 x 2400	Вспінений поліпропілен Корпус циліндричний, зварний. Габарити : 1100x7200x3000мм	Вспінений поліпропіленний. Корпус прямокутний, зварний. Габарити 1550x2140x3000 мм
Технічне обслуговування	Відкачка мулу 1 раз на рік занурювальним насосом. Кількість регламентних робіт 6–8.	Відкачка мулу 4 рази на рік занурювальним насосом. Кількість регламентних робіт 6–8	Відкачка мулу 4 рази на рік занурювальним насосом. Кількість регламентних робіт 6–8.
Вага	850 кг	1230 кг (1250)	800 кг
Гарантія	10 років	5 років	10 років
Ціна	1 800 000 грн	1 830 000 грн.	н. 1 690 000 грн

Установка ЕКО-19 (рисунок. 2.9) має форму геометричної циліндричної ємності, розділеної на технічні відсіки. Корпус резервуара, обшивка, патрубки введення і відведення води виготовлені з поліпропілену.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 18510268

Арк
28

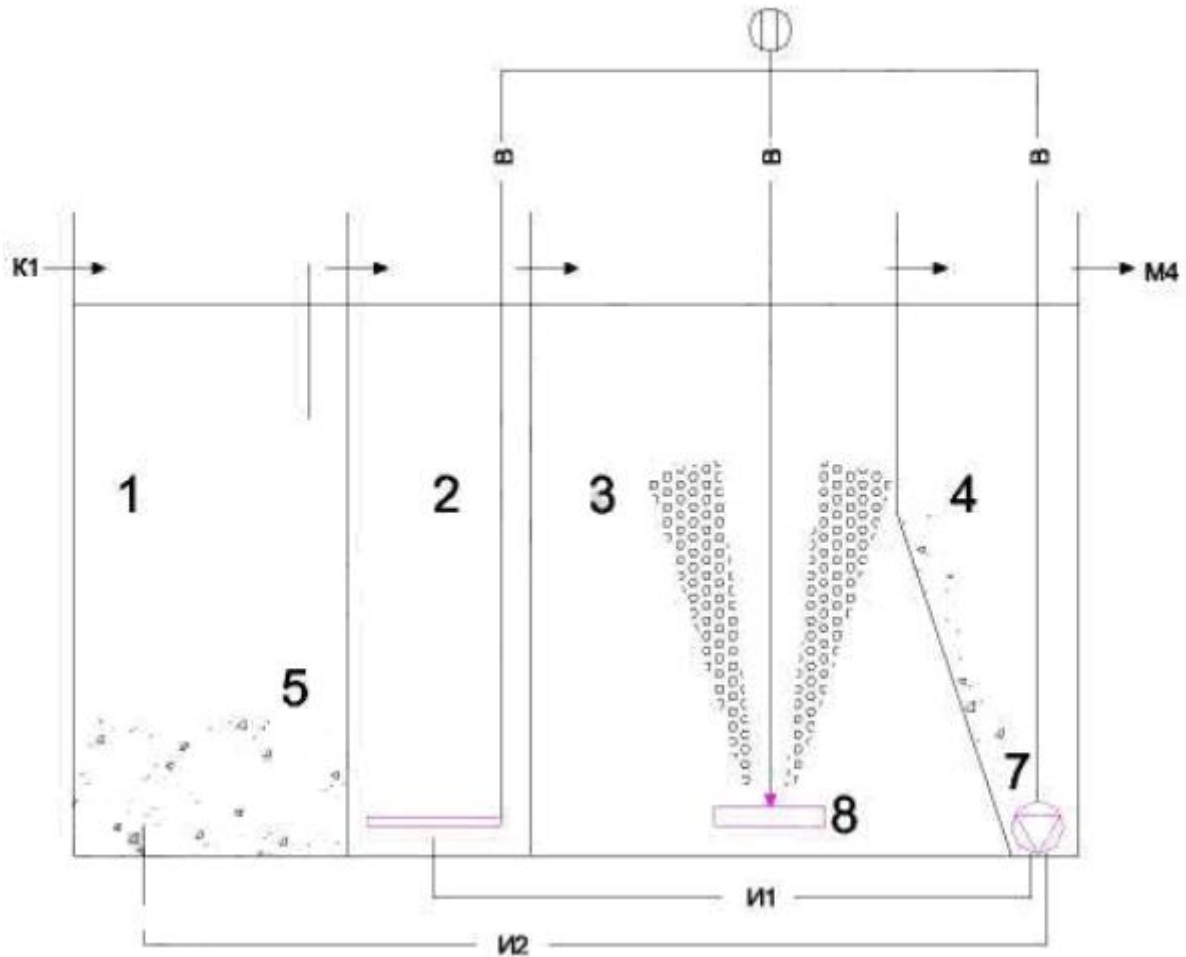


Рисунок 2.9 – Технологічна схема ЕКО-19: 1 – первинний відстійник, 2 – денітрифікатор, 3 – нітрифікатор, 4 – вторинний відстійник, 5 – резервуар надлишкового мулу, 6 – компресор, 7 – мулові насоси, 8 – аератори, К1 – каналізація, М4 – очищені стічні води, В – стиснуте повітря, І1 – активний мул, І2 – надлишковий мул

До складу установки ЕКО-19 входить відстійник первинної механічної очистки стічних вод. Активатори діють як окислювачі органічних сполук у стічних водах. На цій стадії видаляються утворені в процесі нітрати. Вторинні відстійники призначені для багаторазового механічного очищення. Повітря подається за допомогою компресора, який стискає повітря для посилення процесу окислення. Для рівномірного розподілу повітряного потоку на приладі розташований аератор.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
					ТС 18510268					29
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

На рисунку 2.10 наведено принципову схему сучасної станції біологічної очистки стічних вод БІО-М. Він однаково ефективний для очищення побутових (громадських) і промислових стічних вод. Після очищення БІО-М стічні води можна скидати у водойми без знезараження.

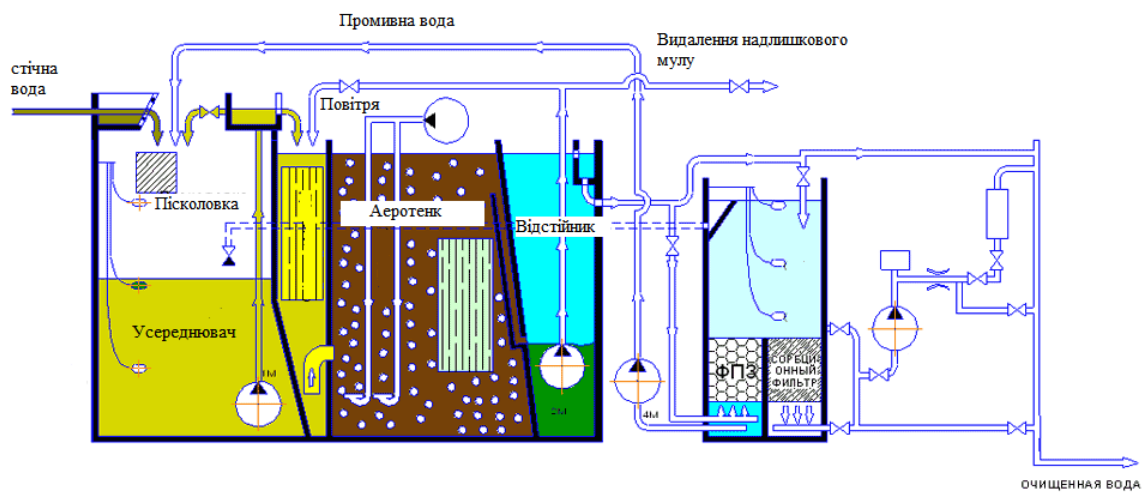


Рисунок 2.10 – Установа БІО-М

Основою установки є вертикальний резервуар, розділений на 3 секції (аеротенк, вторинний відстійник, блок доочистки). Принцип роботи установки БІО-М полягає в наступному: попередньо механічно очищена стічна вода надходить в аеротенк, де видаляються зважені частки і мінеральні речовини. Для підтримки життєдіяльності мікроорганізмів і ефективної роботи аеротенка передбачена система безперервної подачі повітря.

Після очищення аеротенком стоки надходять у вторинний відстійник для осідання залишків активного мулу і включень, не видалених первинним очищенням. Вторинний відстійник використовується для очищення для видалення домішок, які не сприяють біологічному очищенню (плівки нафтопродуктів, поверхнево-активної речовини тощо), при цьому якість очищення є вищою та стабільнішою. На етапі дезінфекції установка БІО-М очищає воду за допомогою ультрафіолетового світла.

Установки БІО-М здатні витримувати споживання води до 100 м³/добу.

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

Компанія «Енергоресурс-інвест» розробила станцію біологічної очистки стічних вод (СБО), як показано на рисунку 2.11. Установа призначена для очищення міських стічних вод, які не підключаються до централізованої каналізаційної мережі. СБО базується на біологічних методах очищення стічних вод з використанням активного мулу. Спочатку проводиться аеробне очищення стічних вод, потім (на завершальному етапі) анаеробне очищення. Планується поставка ВІА (поживний субстрат, що містить бактерії).

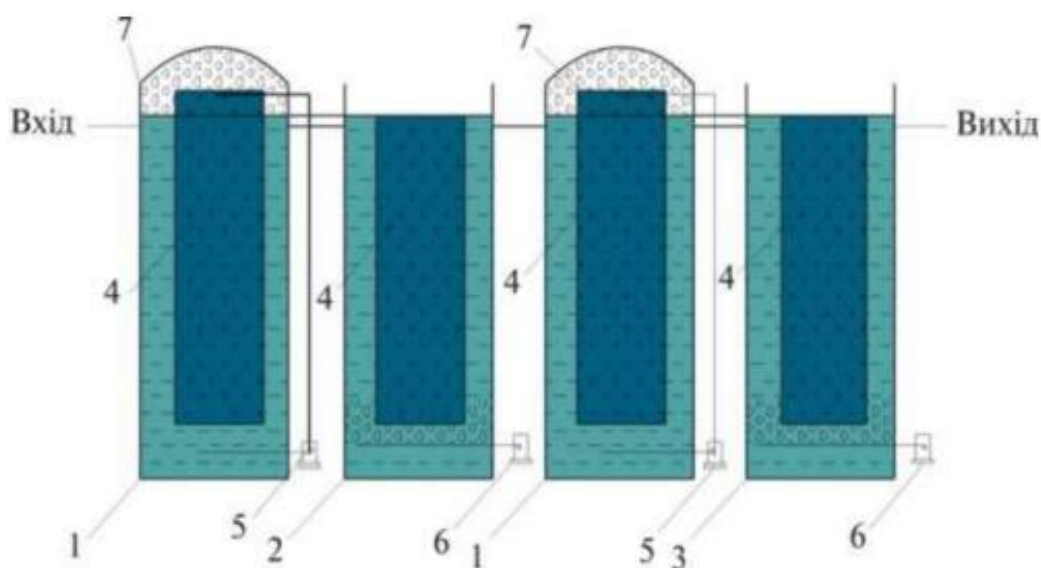


Рисунок 2.11 – Схема СБО: 1 – перша і друга анаеробні зони, 2 – неоксидна зона, 3 – аеробна зона, 4 – носії ВІА, 5 – рециркуляційний насос, 6 – система подачі повітря, 7 – зона утворення газів

Осад від роботи очисних споруд можна використовувати як сільськогосподарське добриво, а очищена вода придатна для поливу землі.

Усі установки для очищення міських стічних вод за принципом дії поділяються на три групи: механічні, біологічні, фізико-хімічні.

Більшість сучасних очисних споруд засновані на підвищенні ефективності очищення шляхом комбінування вищевказаних методів. Сучасні установки

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

можуть мати два або більше ступенів очищення в залежності від домінуючого типу забруднювачів, бажаного рівня ефективності та добового споживання води.

У даній роботі розглянуто будову та принципи роботи трьох приладів: ЕКО-19, БІО-М та СБО. Вони поєднують механічні та біологічні методи очищення (ЕКО-19 та БІО-М). Але якщо добове споживання стічних вод невелике, а самі стічні води не містять великих домішок, то достатньо лише очищення біологічними методами (СБО). СБО рекомендується використовувати в приватних будинках або громадських установах, які не пристосовані для інтенсивного руху.

Тому вибір міських очисних споруд сьогодні дуже широкий. Всі вони засновані на методах загального очищення, але з підвищеною ефективністю завдяки вдалому компоунуванню установки [16-18].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						32

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СУМСЬКИХ МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

3.1 Коротка характеристика Сумських міських очисних споруд

Сумські міські очисні споруди призначені для очистки комунальних стоків міста і мають проектну потужність 135 тис. м³, фактична потужність становить 65-70 тис. м³. Карта розташування очисних споруд наведена на рисунку 3.1.

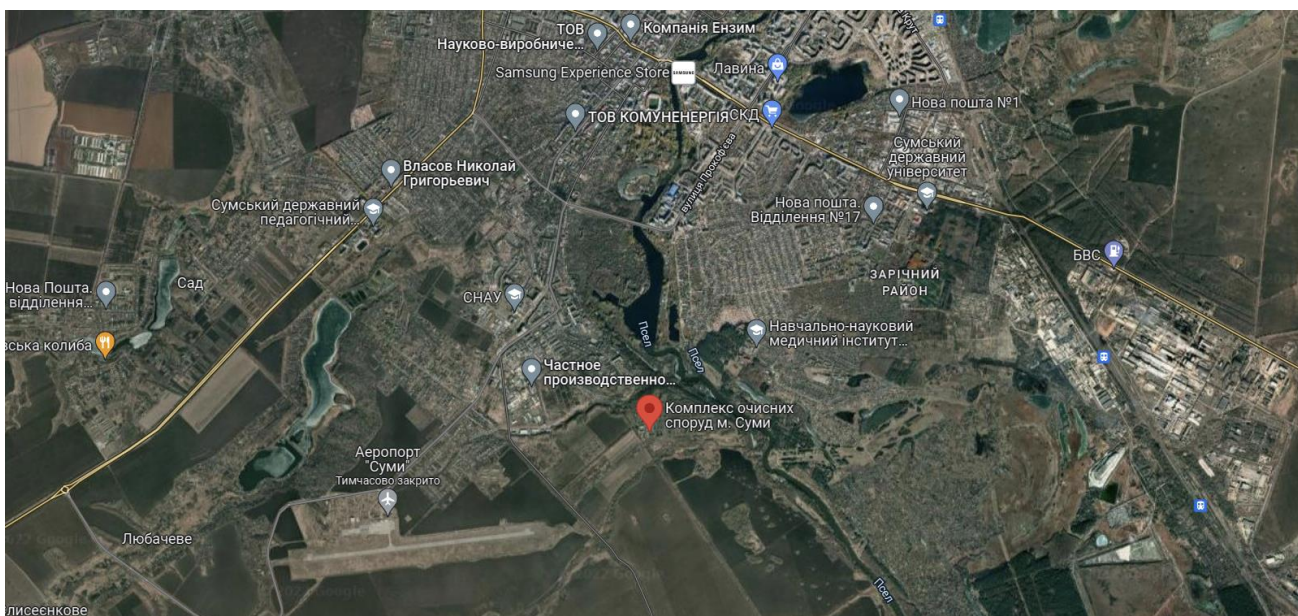


Рисунок 3.1 – Розташування міських очисних споруд місті Суми

Очисні споруди міста Суми включають:

- камера гасіння;
- підвідний залізобетонний канал до приміщення решіток;
- приміщення решіток;
- пісковловлюючі аераційні;
- водоприймальний лоток Вентурі;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата					

ТС 18510268

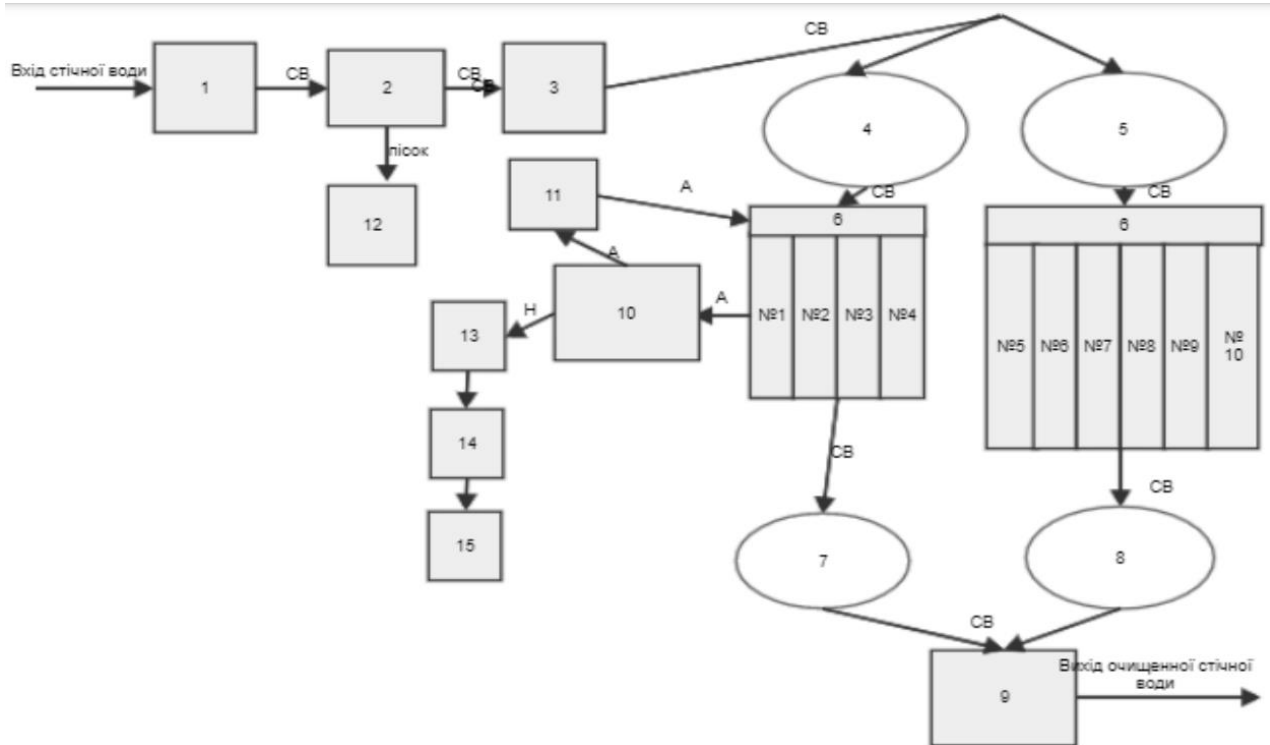


Рисунок 3.2 – Схема очистки стоків на міських очисних спорудах міста Суми:

СВ – стічна вода, А – активний мул, Н – надлишковий активний мул,
 1 – решітки, 2 – пісковловлювачі, 3 – розподільча чаша, 4 – первинні відстійники I черги, 5 – первинні відстійники II – III черги, 6 – аеротенки, 7 – вторинні відстійники I черги, 8 – вторинні відстійники II – III черги, 9 – хлораторна, 10 – мулові камери, 11 – резервуари мулонасосних станцій, 12 – піскові площадки, 13 – мулоущільнювачі, 14 – мулозгущувачі, 15 – мулові ставки.

Після проходження механічної очистки стічна вода направляється в основну розподільну чашу і рівномірно розподіляється між відстійниками в робочому ряду.

Первинні радіальні відстійники призначені для утримання органічних часток, зважених у стічних водах. Осад, що випав на дно відстійника, згрібається в центр за допомогою двостороннього скребка. Видалення осаду здійснюється за допомогою плунжерних насосів, які перекачують осад на мулову платформу. Легкі речовини, що плавають на поверхні води у відстійнику, затримуються

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

всередині за допомогою напівзаглибних пластин, встановлених перед переливною стороною збірника.

Плаваючі речовини і жир з поверхні води також збираються напівзаглибленими досками, які поступово виносять ці речовини на периферію відстійника, звідки вони скидаються в колектор.

Освітлена вода після первинного відстійника надходить в аеротенк, де відбувається біологічне очищення стічних вод за допомогою кисню та активного мулу, що подається по аеротрубці.

З вторинного відстійника - регенератора активний мул надходить в перший канал. Через регенератор активний мул продувається повітрям і відновлюється його активність.

Після біологічного очищення в аеротенку стічні води через кишеньку з водозливом в кінці останнього коридору надходять у водовідвідний канал, а потім у вторинний відстійник.

Суміш очищених стічних вод і активного мулу направляється в розподільну чашу установки, розташовану в центрі. Суміш рівномірно розподіляється між робочими відстійниками завдяки незануреному водоскиду з широким порогом. З чаші в відстійник суміш подається дозатором, розташованим у центрі відстійника серед розподільних вузлів, розташованих під дном відстійника.

Вторинні відстійники призначені для відділення активного мулу від очищеної води, яка проходить через аеротенк. Вони відрізняються від основних тим, що не мають засобів збору та видалення жиру та інших плаваючих речовин. Виходячи з розподільного пристрою, суміш потрапляє в простір, обмежений металевими направляючими стінками циліндра, які забезпечують необхідний спокій, радіальний розподіл і поглиблення потоку суміші в зумпфі, що в цілому забезпечує досить повне використання робочого об'єму зумпфа. Освітлена вода відводиться з відстійника через підземну систему трубопроводів.

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

У вторинних радіальних відстійниках для збирання та видалення осаду використовуються мулові відсоси. Час відстоювання у відстійнику не повинен перевищувати двох годин.

Активний мул, що осідає із суміші на дно відстійника, видалається самопливом під гідростатичним тиском за допомогою роторного мулового насоса. З шламової камери мул направляється в резервуар шламонасосної станції, звідки він направляється в аеротенк (активний мул), а надлишок активного мулу – в мулоущільнювач.

Ущільнений надлишковий активний мул із первинного згущувача мулу самопливом надходить у вторинний згущувач мулу, а потім перекачується в мулове поле. Для зневоднення і осушення донних відкладень використовують мулові платформи і ставки зі штучними основами.

Біологічно очищені стічні води надходять на хлораторну, де здійснюється їх дезінфекція. До 2020 року дезінфекція здійснювалася рідким хлором. Тепер при знезараженні стічної води підприємство розпочало використання гіпохлориту натрію. Його застосування не лише убезпечує здоров'я працівників, але й дозволило очисним спорудам КП «Міськводоканал» вийти з переліку потенційно небезпечних об'єктів Сумської області.

Контроль за якістю стічних вод після очищення на очисних спорудах та води річки-водоприймача проводиться хімічною лабораторією очисних споруд, Державною екологічною інспекцією в Сумській області та Сумським обласним лабораторним центром МОЗ[21, 22].

3.3 Розробка рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування очисних споруд

Для очисних споруд міста Суми характерними є наступні проблеми:

- низька пропускна здатність очисних споруд;
- застарілість обладнання та устаткування;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						37

Об'єм фільтруючого навантаження рівний (формула 3.3):

$$V_{\text{бф}} = H_{\text{бф}} \cdot F_{\text{бф}} \quad (3.3)$$

$$V_{\text{бф}} = 4 \cdot 3500 = 14\,000 \text{ м}^3$$

Діаметр біофільтра розраховуємо таким чином (формула 3.4)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{бф}}}{n \cdot \pi}} \quad (3.4)$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 14000}{4 \cdot 3,14}} = 66 \text{ м}$$

Витрата повітря для вентиляції приміщення, в якому розташований біофільтр розраховується (формула 3.5):

$$Q_{\text{повн}} = q_a \cdot Q \quad (3.5)$$

$$Q_{\text{повн}} = 8 \cdot 70\,000 = 560\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268
					Арк 39

Біологічні фактори включають живі організми (бактерії, віруси) та продукти їх життєдіяльності.

До психофізичних факторів належить психічне здоров'я працівників. Особливу небезпеку на робочому місці становлять стрес, втомленість, перевантаження, тощо.

При очисних споруд, на працівників підприємства будуть діяти наступні небезпечні та шкідливі фактори:

- виникає ризик механічних пошкоджень через відкриті ділянки обладнання і устаткування (типу шнеки, фрези, змішувачі, тощо);
- можливість ураження електричним струмом. До споживачів електроенергії очисних споруд належать: системи освітлення, двигуни, насосні пристрої, очисне електрообладнання та ін. До заходів запобігання ураженню електричним струмом належать ізолювальні пристрої, ізоляційні покриття, заземлення всіх можливих пристроїв, встановлення блискавковідводів тощо;
- несприятливий мікроклімат на виробництві, наприклад, занадто висока або занадто низька температура, занадто висока вологість. Знизити негативний вплив мікроклімату можна шляхом правильного облаштування виробничого приміщення: додаткової вентиляції, встановлення витяжок, кондиціонування повітря тощо. Вимоги до умов мікроклімату виробничих приміщень встановлюються ДСН 3.3.6 042-99 Санітарні норми мікроклімату. Відповідно до цього нормативного акту, сприятливими умовами для мікроклімату працівників очисних споруд будуть наступні показники: вологість – 75 %, температура повітря – 23 ° С, швидкість руху повітря – не більше 0,3 м/м [27];
- підвищений рівень забруднених або токсичних речовин у повітрі робочої зони (наприклад, хлор, як основний компонент хлорування). ГДК забруднюючих речовин визначені Наказом МОЗ № 52 від 14.02.2020 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць». Відповідно до даного нормативного акту, ГДК для аміаку 0,2 мг/м³, сірководню – 0,08 мг/м³, азоту

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 18510268

Арк
41

діоксиду – 0,2 мг/м³. Уникнути негативних наслідків можна шляхом організації систем вентиляції, використання засобів індивідуального захисту та постійного моніторингу вмісту шкідливих речовин (хлору) у повітрі робочої зони [28];

– недостатнє освітлення на робочому місці може негативно вплинути на зір людини, або недостатнє освітлення може призвести до нещасних випадків на виробництві. Відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення норми освітлення для очисних споруд становить 200 лк [29];

– робота насоса супроводжується підвищенням рівня звуку. Постійний вплив шуму на організм людини може негативно впливати на нервову систему і порушувати роботу органів слуху. Нормативні значення виробничого шуму регламентовані ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку Відповідно до них, допустимий виробничий шум для виробничих приміщень міських очисних споруд становить 75 дБА [30];

– вплив іонізуючого випромінювання. Джерелами іонізуючого випромінювання на очисних спорудах є магнітні компоненти електронних мереж. Для зменшення негативних впливів рекомендується підтримувати постійний рівень напруженості магнітного поля та встановлювати захисні екрани.

– вплив електромагнітного випромінювання. Джерелом іонізуючого випромінювання на очисних спорудах є електронна мережа. Для зменшення негативних впливів рекомендується підтримувати постійний рівень напруженості електричного поля та встановлювати захисні екрани [25-26].

4.2 Розрахунок прожекторного освітлення виробничого майданчику

Призначення освітлювальної установки штучного освітлення – забезпечити можливість роботи за відсутності або недостатності природного освітлення (нічний період роботи), і для безпеки людей в процесі роботи, а також при їх евакуації у разі аварії робочого освітлення.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						42

Для освітлення виробничого приміщень міських очисних споруд розміром 25x15 м планується використовувати прожекторне освітлення. Розрахунок необхідного обладнання та його кількість здійснюється у відповідності до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Відповідно до таблиці Г.1 Додатка Г ДБН В.2.5-28:201 для машинних зал насосних станцій з постійним черговим персоналом норма освітленості становить $E_n = 200$ люк. Отже, попередньо наближене значення потужності прожектора (Вт) з лампою розжарювання визначаю за формулою 4.1:

$$P = P_{\text{пит}} \cdot E_n \cdot K_3 \cdot A \cdot B \quad (4.1)$$

де $P_{\text{пит}}$ – питома потужність (для ламп розжарювання $P_{\text{пит}} = 0,5-0,9$ Вт/м²);
 K_3 – коефіцієнт запасу для зовнішніх освітлювальних установок, $K_3 = 1,3$.

$$P = 0,9 \cdot 200 \cdot 1,3 \cdot 25 \cdot 15 = 87\,750 \text{ Вт}$$

Користуючись довідниковою літературою, обираємо прожектор типу ГО 04У-2000-04 з лампою ГО-4000. Тоді необхідна кількість прожекторів розраховується за формулою 4.2:

$$N = P/P_d \quad (4.2)$$

$$N = 87\,750/4000 = 22 \text{ шт}$$

4.3 Дії персоналу очисних споруд при надзвичайних ситуаціях

Завершальним етапом очистки стічних вод являється їх хлорування з метою знезараження. Для цих цілей, на території виробничого майданчику очисних споруд розміщуються балони з хлором, що є об'єктом підвищеної небезпеки.

Інв.№лодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№одубл.	Підп. і дата					Арк
									43
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268				

Витік хлору або вибух балона з хлором може стати причиною надзвичайної ситуації. При витоку хлору знайте, при концентрація в повітрі більше 1%, неприємний запах буде просочуватися через протигаз. У цьому випадку спочатку потрібно замінити захисну маску на маску з відповідним шлангом або кисневу маску. Наступним кроком є вжиття заходів щодо усунення витоку. У цьому випадку порядок дій такий:

1. Виявлення витоку газоподібного хлору.

2. Нанесення великої кількості води на місце витоку, доки не утвориться плівка льоду.

3. Розміщення балону в аварійний колодязь з розчином вапняку (якщо можливо).

У разі вибуху сталевго балону в сховищі хлору слід спорудити теплоізоляційний аварійний колодязь глибиною 2-3 см на відстані 10 м від входу в сховище сталевих балонів, а стіни та підлога повинні бути здатними запобігти потраплянню води. від проходження. Криниця була наповнена водою і вапняним молоком. У цей колодязь помістили аварійний газовий балон.

У разі виникнення надзвичайної ситуації обов'язково подавати сигнал тривоги, сповіщати персонал і викликати аварійно-рятувальні служби. Поки триває звукова сигналізація, хлоратор повинен бути в респіраторі та виконувати всі вказівки власника щодо усунення витоку та дегазації приміщення. При концентрації хлору в повітрі робочої зони вище 1 % працівника слід перевести на більш високе місце на території [23].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 18510268

Арк
44

ВИСНОВОК

До громадських вод відносяться всі стічні води, що утворюються в процесі життєдіяльності людини. Наприклад, ми можемо назвати стоки на кухнях, душових і туалетах, пральнях і ресторанах. Джерелами такого водокористування є громадсько-побутові організації та побутовий сектор промислових підприємств. За характером забруднення міські стічні води поділяються на факельні стічні води, забруднені переважно фізіологічними відходами, і господарські стічні води, забруднені різними господарськими відходами.

Методи очищення стічних вод повинні забезпечити необхідний рівень очищення при найменших витратах. Залежно від необхідного ступеня очищення стічних вод і напрямків їх подальшого застосування для очищення можуть застосовуватися різні методи та обладнання.

Найбільш поширеними стали варіанти очищення міських стічних вод, включаючи механічне та біологічне очищення (двоступеневі системи). Підвищені вимоги до охорони навколишнього середовища та створення необхідних умов для повторного використання очищених стічних вод у різних галузях народного господарства вимагають розробки технічних рішень для глибокого очищення біологічно очищених стічних вод.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
										45
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268					

ПЕРЕЛІК ДЖРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Сухомлни В. Р. кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Технології очищення комунальних стічних вод». – СумДу, 2021
2. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очищення стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»)/ Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.
3. Ковальчук В.А. Очищення стічних вод: Навч. посібник. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
4. Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов. / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов ; под общ. ред. Ю. В. Воронова. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: АСВ, 2004. – 704 с.
5. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник. / О. А. Василенко, С. М. Епоян, Г. М. Смірнова та ін. – Київ – Харків, КНУБА, ХНУБА, 2012. – 572 с.
6. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування / К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2013. – 128 с.
7. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування / К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 2013. – 172 с.
8. Водопостачання та очистка природних вод. Навчальний посібник / С.М.Епоян, В.Д. Колотило, О.Г.Друшляк, Г.І.Сухоруков, Т.С. Айрапетян. – Х.: Фактор, 2010. – 192 с.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						46

9. Екологічна біотехнологія. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.91607-Біотехнологія./Гуляєв В.М., Волошин М.Д. – Дніпропетровськ: 2006. –126с

10. Севостьянок І. В. Розробка технології для високоефективного безперервного очищення стічних вод переробних підприємств / Севостьянов І. В., Токарчук О. А., Горбаченк А. А. // Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Токарчук О.А. (головний редактор) та інші. Вінниця, 2020. 3 (110) . – 103-116 с.

11. Водоотведение и очистка сточных вод. Учебник для вузов / [С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун]. – М.: Стройиздат, 1996. – 591 с.

12. Жмур Н. С. Технологічні і біохімічні процеси очищення стічної води на спорудах з аеротенками. – М.: АКВАРОС, 2003. – 512 с.

13. Водовідведення і очищення стічних вод міста. Навчальний посібник / С.М. Епоян, Г.М. Смірнова, І.В. Корінько, С.П. Пашкова, В.Ю. Сорокіна, Г. Вевелєр. – Харків: Видавнича група «РА Каравела», 2003. – 144 с.

14. Василенко А.И. Проектирование канализации населенных мест / А.И. Василенко, А.А. Василенко. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – К.: Будівельник, 1985. – 136 с.

15. Очищення стічних вод природними дисперсними сорбентами : монографія / М. С. Мальований, І. М. Петрушка ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. – 180 с. : іл. – Бібліогр.: с. 160-174

16. Василенко, О.А. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник / О.А. Василенко, С.М. Епоян – Київ, Харків: КНУБА, ХНУБА, ТО Ексклюзив, 2012. – 540 с.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк 47
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

17. Швецов В. Н., Морозова К. М., Пушников М. Ю., Киристаев А. В., Семенов М. Ю. Перспективные технологии биологической очистки сточных и природных вод. Водоснабжение и санитарная техника. 2005. 2(12), 17–23 с.

18. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод Ковальчу В. А. – Рівне: ВАТ «Рівненька друкарня» - 2002. – 622 с.

19. Яковлев С. В. / Біологічні фільтри / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – Москва, 1982. – 120 с.

20. Технологічний регламент по експлуатації каналізаційних очисних споруд. – Селидово, 2012. – 35 с.

21. Технології очищення комунальних стічних вод .Череватенко О. Д. кваліфікаційна робота магістра на тему: «Технології очищення комунальних стічних вод». – СумДУ, 2020

22. КП «Міськводоканал» Сумської міської ради. Електронний ресур. Посилання: [<https://vodokanal.sumy.ua/>]

23. Сумські каналізаційні стоки очищатимуть кислотами. Електронний ресурс: [<https://suspilne.media/116107-sumski-kanalizacijni-stoki-ocisatimut-kislotami/>]

24. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

25. Охорона праці : Навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Є. О. Геврик, І. Я. Кіт, О. С. Мурін, В. М. Єнкало; ред.: Є. О. Геврик; Укр. держ. ун-т. - Л., 2000.- 280 с. - Бібліогр.: с. 277-279.

26. Пістун І. П та ін. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): навчальний посібник / Пістун І. П., Березовецька О. Г., Трунова І. О. – Львів: Тріада плюс, 2010. – 648 с.

27. ДСН 3.3.6 042-99 Санітарні норми мікроклімату

28. Наказом МОЗ № 52 від 14.02.2020 «Про «затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць»

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510268	Арк
						48

- 29. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»
- 30. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку

Інв.№поذل.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
					ТС 18510268					49
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						