

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладної екології

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

**за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього  
середовища»**

Тема роботи: Технології очищення комунальних стічних вод

Виконала: студентка  
Череватенко Олена Дмитрівна

Керівник: доцент, к.т.н., доц.  
Лазненко Дмитро Олексійович

Залікова книжка  
№ 16510061

Підпис \_\_\_\_\_  
дата, підпис

Підпис \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці:  
доц Васькін Р. А.  
посада, прізвище, ім'я та по  
батькові

Підпис \_\_\_\_\_

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

Секретар ЕК  
\_\_\_\_\_  
Васькіна І.В.  
прізвище, підпис

Суми 2020

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної екології

**Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**  
**Зав. кафедрою Пляцук Л.Д.**  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студенту Череватенко Олені Дмитрівні Група ТС-61  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної роботи: Технології очищення комунальних стічних вод
2. Вихідні дані: нормативно-правові та регуляторні акти України у сфері водокористування; літературні дані щодо очищення стічних вод; офіційні дані КП "Міськводоканал" Сумської міської ради.
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:  
- презентація з представленням результатів роботи.

4. Етапи виконання випускної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1, 2	3,4,5,6	7, 8, 9	10,11,12,13	14	15
1	Опрацювання матеріалів щодо очищення комунальних стічних вод	X					
2	Аналіз стану комунальних очисних споруд м. Суми		X	X			
3	Розроблення рекомендації з підвищення ефективності очищення стічних вод м. Суми				X	X	
4	Виконання завдань за розділом з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях				X	X	
5	Оформлення кваліфікаційної роботи						X

5. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис)

доцент, к.т.н., доц. Лазненко Д.О.

## РЕФЕРАТ

*Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра.* Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 30 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 67 стор., у тому числі 6 таблиць, 14 рисунків, список використаних джерел 3 сторінки.

*Мета роботи* – аналіз стану комунальних очисних споруд м. Суми та підвищення ефективності очищення комунальних стічних вод шляхом впровадження сучасних технологій.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- аналіз складу комунальних стічних вод;
- визначення методів очистки стічних вод, що застосовуються на очисних спорудах;
- оцінка стану комунальних очисних споруд м. Суми;
- дослідження сучасних технологій очищення стічної води від сполук фосфору та азоту;
- розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності очищення стічних вод м. Суми.

*Об'єкт дослідження* – комунальні очисні споруди.

*Предмет дослідження* – технології очищення комунальних стічних вод.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано характеристики комунальних стічних вод, вимоги щодо їх очищення та основні технології, що застосовуються на очисних спорудах. Проведено аналіз стану споруд очищення комунальних стічних вод м. Суми. Опрацьовані технологічні рішення, що можуть бути застосовані на очисних спорудах м. Суми для підвищення ефективності очищення стічних вод та надані відповідні рекомендації.

*Ключові слова:* КОМУНАЛЬНІ СТІЧНІ ВОДИ, КОМУНАЛЬНІ ОЧИСНІ СПОРУДИ, ЗАБРУДНЕННЯ, ОЧИЩЕННЯ, КОНЦЕНТРАЦІЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД .....	8
1.1 Параметри комунальних стічних вод .....	8
1.2 Методи очищення комунальних стічних вод.....	13
1.3 Шляхи інтенсифікації очищення стічних вод на комунальних очисних спорудах.....	17
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СТАНУ КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД М. СУМИ .....	22
2.1 Загальна характеристика комунальних очисних споруд м. Суми ....	22
2.2 Опис технології очищення стічних вод на очисних спорудах м. Суми .....	25
2.3 Аналіз поточного стану комунальних очисних споруд м. Суми .....	35
РОЗДІЛ 3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД М. СУМИ .....	45
3.1 Визначення загальних підходів очищення стічної води від сполук фосфору і азоту .....	45
3.2 Очищення стічних вод від фосфатів модифікованими цеолітами....	47
3.3 Очищення комунальних стічних вод від сполук азоту .....	52

Інв.№полл.	Піпп. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піпп. і лага	Піпп. і лага

					ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Піпп.	Дат		4

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	57
4.1 Правила безпеки при проведенні ремонтних робіт на очисних спорудах.....	57
ВИСНОВОК .....	63
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	65

Інв.№полт.	Піп. і лага	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Піп. і лага	ТС 16510061	Арк
						5
Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат		

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Останні роки стічні води, які надходять до очисних споруд, значно перевищують нормативи скиду забруднюючих речовин. Це погіршує роботу та стан обладнання, що здійснює очистку стічної води. Для усунення таких проблем необхідно застосовувати практичні методи шляхом підвищення технічних можливостей даних схем очищення та покращення методів доочищення стічної води.

Очисні споруди м. Суми мають проектну потужність 135 тис.м<sup>3</sup> на добу забезпечують потрібну очистку стічних вод згідно вимог регламенту, санітарно-епідеміологічних органів, екологічної інспекції.

Склад очисних споруд і метод очищення стічних вод м. Суми визначений з умов забезпечення в процесі очищення таких показників стічних вод, які повністю виключають забруднення водоприймача - р. Псел.

**Метою роботи** підвищення ефективності очищення стічної води на комунальних очисних спорудах шляхом впровадження сучасних технологій.

### **Завдання дослідження:**

- проаналізувати параметри комунальних стічних вод та методи очищення стічної води;
- визначити шляхи покращення очищення стічної води на комунальних очисних спорудах;
- здійснити загальний огляд діючої системи очищення комунальних очисних споруд м. Суми та її показники очищення;
- порівняти якість очищення стічної води з нормами ГДС;
- обґрунтувати рекомендації підвищення ефективності очищення стічних вод в м. Сума, а також запропонування технологія для очищення стічних вод від сполук фосфату та азоту.

**Об'єкт дослідження** комунальні очисні споруди.

Інв.№полт.	Піп. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піп. і лага	Піп. і лага

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат			6

**Предмет дослідження** – технології очищення комунальних стічних вод.

**Методи дослідження.** В даній роботі використанні теоретичні методи досліджень, тобто аналізування, синтезу, моделювання, які базуються на застосуванні системного підходу відносно оцінки параметрів та технологій процесу очищення стічної води.

Відповідно до практичних досліджень в роботі застосовували статистичний метод та моделювання – для оцінки стану якості стічної води в процесі очищення на комунальних очисних спорудах.

Інв.№полл.	Піп. і лата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Піп. і лата
Ви	Арк	№ докum.	Піп.	Дат

ТС 16510061

Арк

7

## РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Параметри комунальних стічних вод

Комунальні стічні води – це стічні води, що утворюються в при використанні види в домогосподарствах, в організаціях, установах, на підприємствах та відводяться до комунальної мережі централізованого водовідведення населених пунктів.

Параметри стічних вод мають свої аспекти для кожного з населених пунктів, а також є нерівномірними як за складом, так і за обсягами і залежать від характеристики відведення стічних вод окремих водокористувачів.

Побутові стічні води складаються з різноманітних забруднюючих речовин, які утворюються внаслідок життєдіяльності населення, а також при застосуванні води в організаціях, установах, підприємствах на господарсько-побутові потреби [3].

Забруднюючі речовини, що існують в стічній воді, можуть відрізнятися за такими ознаками, найважливішими з яких є фазово дисперсний стан та її походження.

За походженням речовини, що містяться в стічній воді діляться на бактеріальні, мінеральні, органічні, біологічні і бактеріальні.

До мінеральних забруднюючих речовин належить: пісок, глинисті частинки, шлак, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла тощо [5].

Забруднення органічного походження поділяються на тваринне і рослинне. До рослинного походження належать рештки рослин, злаків, білкових речовин тощо. Вони мають великий вміст вуглецю. До тваринного походження належать рештки м'язових тканин, виділення людей та тварин,

Інв. № полд.	Піп. і лата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Піп. і лата
--------------	-------------	-------------	--------------	-------------

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Піп.	Дат			8



клейові речовини тощо. Основним елементом тваринного походження є азот [14].

Поділ органічних і мінеральних речовин, що забруднюють стічну воду за ступенем дисперсності наведений у табл. 1.1. У розчинному стані речовини становлять приблизно 35 %, в колоїдному стані - 14 % і у грубо дисперсному стані - 51 % усіх можливих забруднень стічної води, що мають в складі органічні речовини. При відстоюванні стічної води в осадок потрапляє приблизно 26 % органічних речовин і згідно до цього 74 % залишається в стічних водах [5].

Таблиця 1.1 Вміст органічних і мінеральних забруднюючих речовин в комунальних стічних водах [5]

Речовини	Поділ, %			
	Осад	суспензія	колоїдний стан	Розчинний стан
Мінеральні	5	5	2	30
Органічні	15	15	8	20

Для комунальних стічних вод величина органічних речовин досить велика і складає біля 45-58 % від повного обсягу стічних вод. Мінеральні речовини в стічній воді становлять відповідно 42-55 %. Вміст органічних речовин у стічній воді наведений в таблиці 1.2.

Забруднення стічної води органічними речовинами є сприятливим місцем для розмноження мікроорганізмів і бактерій, які складають відповідно біологічне і бактеріальне забруднення стічної води і зумовлюють їх епідемічну небезпеку.

Стічна вода яка має бактеріальне забруднення може мати хвороботворні і нехвороботворні бактерії та віруси. [5].

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

Таблиця 1.2 Вміст органічних речовин у стічній воді, г/л [5]

Органічні речовини	Банні стоки	Побутові води	Сеча	Фекалії
Жири за кислотами:	0,058-0,080	0,6-2,0	-	27,7-32,8
Олеїнова	0,023-0,053	0,370-1,070	-	-
Пальметинова	0,016-0,032	0,200-0,700	-	-
Стеаринова	0,005-0,009	0,070-0,190	-	27,7-32,8
Мила:	0,060-0,180	-	-	6,5-11,75
стеарат натрію	0,060-0,180	-	-	-
за жирними кислотами	-	-	-	-
Сечовина	-	-	15,6-32,9	6,5-11,75
Креатин	-	-	0,42-1,33	-
Гіпурова кислота	-	-	0,07-1,75	-
Сечова кислота	-	-	0,14-0,84	-
Інші амінокислоти	-	-	0,13-0,21	-
Лимонна кислота	-	-	0,14-0,70	-
Феноли	-	-	0,01-0,30	-
Крохмал (за глюкозою)	-	-	-	1,5-33,75
Зв'язані жирні кислоти	-	-	-	21,63-35,87
Значення концентрації наведені із питомих витрат стічних вод в розрахунку на одного жителя: банно-прайльні - 120 л/добу, кухонні води - 3 л/добу, сеча - 1.2 л/добу				

Інв. № полд.	Піпп. і лага
Взаєм. інв.	Інв. № дубл.
Піпп. і лага	Піпп. і лага
Ви Арк	№ док. ум.
Піпп.	Дат

ТС 16510061

Арк

10

Органічні забруднення стічної води є гарним середовищем для розвитку різноманітних мікроорганізмів і бактерій, які призводять до епідемічної небезпеки.

До біологічних забруднень, що знаходяться у стічних водах, відносять найпростіші, водорості, личинки комах, дріжджі, плісняві грибки і яйця гельмінтів (глистів) [5].

Забруднення виробничих стічних вод від промислових підприємств визначається специфікою технологічних процесів в яких відбувається їх утворення [3].

В Україні керуються нормативно-правовими документами Міністерства екології та природних ресурсів «Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних та технологічних вод» та «Гідросфера. Правила контролю складу і властивостей стічних та технологічних вод», якими встановлено правила відбору, утримання проб і переліки показників якості стічної води, які визначаються при повному чи скороченому аналізі [5].

Стічні води, що надходять до системи централізованого водовідведення, яке споживало населення, повинні не порушувати роботу каналізаційних мереж та очисних споруд. Безпека експлуатації очищення та норми очищення комунальних очисних споруд (КОС) виробників потрібно дотримуватися згідно вимог: «Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» затверджена постанова Кабінету Міністрів України від 25 березня 1999 року [15].

Вміст забруднень в стічній воді, що потрапляє на комунальні очисні споруди, може змінюватися протягом годин доби і по днях тижня. Для оцінювані якості стічної води визначають середньодобові проби, складені із рівних чи пропорційних витраті об'ємів води, які відбираються щогодини. Проби відбираються з глибини 0,5 м від поверхні води, тому важкі і плаваючі домішки в неї не потрапляють. Більш точне відбирання середньодобової проби стічних вод досягається за допомогою автоматичних пробовідбірників [5].

Піп. і лата	Інв. № до бл.	Взаєм. інв.	Піп. і лата	Інв. № до бл.
-------------	---------------	-------------	-------------	---------------

Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк 11
----	-----	----------	------	-----	-------------	-----------

У разі визначення граничної допустимої концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в стічній воді в мережі очистки приймають ГДС, які зазначені в місцевих правилах приймання, а за їх відсутності – відповідають згідно вимог до складу та властивостей стічних вод, які скидають до системи централізованого водовідведення, для безпечного очищення стічної води на комунальних очисних спорудах (КОС) згідно з табл. 1.3 [15].

Таблиця 1.3 - Склад та властивості комунальної стічної воді, що скидаються до систем водовідведення, для безпечного очищення на КОС [15]

Показники		Одиниця виміру	Гранично допустиме значення в стічній воді
1	pH	од.	6,5 - 9,0
2	Температура	°C	+40
3	БСК <sub>повне</sub>	мг/дм <sup>3</sup>	згідно з проектом КОС або не більше 350,0
4	ХСК	мг/дм <sup>3</sup>	500,0
5	ХСК/БСК <sub>5</sub>	-	< 2,5
6	Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	300,0
7	Азот (сума азоту органічного та амонійного)	мг/дм <sup>3</sup>	50,0
8	Фосфор (P <sub>заг</sub> )	мг/дм <sup>3</sup>	5,0
9	Нафта та нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>	10,0
10	Жири рослинні та тваринні	мг/дм <sup>3</sup>	50,0
11	Хлориди (Cl <sup>-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	350,0*
12	Сульфати (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	400,0*
13	Сульфіди	мг/дм <sup>3</sup>	1,5
14	СПАР аніонні	мг/дм <sup>3</sup>	10,0
15	Феноли	мг/дм <sup>3</sup>	0,25
16	Залізо (Fe)	мг/дм <sup>3</sup>	3,0

Інв.№полт. Підп. і лата  
Взаєм.інв.  
Інв.№дубл. Підп. і лата

Комунальна стічні води мають, як правило, світло-сірий колір, затхлий запах та низьку прозорість. Чорно-сірий колір і запах сірководню зазвичай свідчить про наявність гниючих домішок. Процеси гниття можуть відбуватися при великому часі перебування стічної рідини в мережі [3].

## 1.2 Методи очищення комунальних стічних вод

Технологія очищення стічних вод має забезпечувати заданий ступінь очистки при мінімальних затратах. У залежності від потрібного ступеня очистки стічних вод і подальшого використання, можуть бути розглянуті різні технологічні схеми очищення.

Науково - технологічну оцінку і вибір способу очищення стічних вод для певних умов водогосподарських об'єктів слід здійснювати на базі досвіду про кінетику процесів очищення і гідродинаміку споруд [17].

На рис.1.1 показана більш поширена схема очищення стічних вод.



Рисунок 1.1 – Схема очищення стічних вод

Технологія очищення стічних вод має забезпечувати заданий ступінь очистки при мінімальних затратах. У залежності від потрібного ступеня очистки стічних вод і подальшого використання, можуть бути розглянуті різні технологічні схеми очищення.

Піпп. і лага  
Інв. № док. бл.  
Взаєм. інв.  
Інв. № полд.  
Піпп. і лага

Механічна очистка гарантує вилучення частин нерозчинних домішок із стічних вод. Вони застосовуються на перших етапах очистки та являють собою процеси :

- проціджування води через решітки і сита;
- осадження у відстійниках і пісколовках;
- флотація і сепарація легких речовин;
- фільтрація;
- методи мембранного фільтрування, наприклад зворотний осмос та ультрафільтрація;
- центрифугування.

Методом механічної очистки можливе виділення до 60 % нерозчинних домішок, залишкові нерозчинні домішки надходять на споруди біологічної очистки стічних вод [5].

У комунальних очисних спорудах на стадіях механічної очистки використовується, як правило, методи проціджування через решітки і сита, а також відстоювання у відстійниках і пісколовках. Інші методи застосовуються для очищення стічних вод на промислових підприємствах і в комунальних очисних спорудах часто для відділення активного мулу або інших твердих часток.

Проціджування через решітки (іноді через сита) дає можливість видалити із стічних вод крупні залишки речовин, що забруднюють стічну воду (тканину, папір, кістки, залишки фруктів, овочів тощо).

На етапі відстоювання стічних вод, здійснюється очищення через гравітаційне осадження речовин, що мають густину більшу чим густина води, і піднімає нерозчинні домішки з густиною меншою ніж густина води (жири, масла, нафтопродукти).

При відстоюванні стічної води важкі мінеральні домішки і пісок затримуються у піскоуловлювачах. Основна маса нерозчинних органічних домішок затримується у первинних відстійниках. На комунальних очисних

Інв.№полл.	Пілл. і лата
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Пілл. і лата	Пілл. і лата
Інв.№полл.	Пілл. і лата

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Пілл.	Дат			14

спорудах не влаштовуються спеціальні жиро-, нафто- чи смолоуловлювачі, на відміну від виробничих. Ці функції здійснюють первинні відстійники, які установленні спеціальними пристроями для збирання і видалення спливаючих домішок [5].

Усі забруднення, які видаляються на спорудах механічного очищення направляють на споруди обробки осаду. Тут за допомогою механічних пристроїв осад зневоднюють та відправляють на утилізацію[14].

Біологічне очищення стічних вод використовується для знешкодження основної кількості органічних забруднень у стічних водах, що знаходяться у розчинній, колоїдній і нерозчинній формі. Є такі технології очищення, які не здійснюють попереднє очищення стічної води від нерозчинних домішок, тобто на біологічну очистку надходять всі забруднення, що знаходяться у стічних водах.

Біологічне очищення стічних вод застосовується для окислення органічних забруднень аеробними мікроорганізмами, для яких ці речовини являються джерелом живлення.

Споруди для біологічної очистки стічних вод діляться на дві групи:

- 1) приближені до природних умов (природна очистка стічних вод): поля фільтрації, поля зрошення і біологічні ставки;
- 2) створені в штучно створених умовах (штучна біологічна очистка стічних вод): біофільтри, аеротенки, а також комбіновані споруди [5].

Поряд з біологічними методами застосовують фізико-хімічні способи очистки міських стічних вод, що можуть зменшити рівень вмісту поверхнево-активних речовин (ПАР), органічних і завислих речовин, біогенних з'єднань, нафтопродуктів, солей важких металів в стічній воді. До фізико-хімічних способів належить коагуляція, сорбція, окислення, іонний обмін, електрокоагуляція, електро-флотація і деякі інші.

Фізико-хімічними методами можливе здійснення глибокої очистки стічної води із зменшенням БПКп до 3 мг/л і менше, видалити повністю

Інв.№полд.	Піпп.і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піпп.і лага	Піпп.і лага

Ви	Арк	№ докум.	Піпп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						15

біологічно неокислювані забруднення, завислі речовини, фосфати, іони важких металів, ПАР [16].

Хімічне окислення застосовується для знешкодження залишкових органічних забруднень після попередньої очистки стічних вод. Здійснюють окислення сильні хімічні окислювачі: хлор, озон, перекис водню, перманганат калію [5].

При застосуванні фізико-хімічних методів, що очищують чи до очищують стічні води утворюються осади, в яких знаходиться основна маса домішок і забруднень, вилучених зі стічних вод. В процесі очистки стічних вод утворюється велика кількість осаду в результаті виділення нерозчинних речовин у первинних відстійниках, біоплівки або надлишкового мулу – у вторинних [7].

Використання знезаражування потрібно для загибелі збудників різноманітних захворювань (патогенної мікрофлори), що залишилися в очищених стічних водах. Для знезаражування комунальних стічних вод найчастіше застосовують хлорування з використанням хлору чи хлорного вапна.

Доочистка біологічного очищення необхідна у випадках знешкодження важкоокислюваних і неокислюваних органічних речовин. Обмежений нормами контролю, скид у водойми повинен мати мінімальну кількість біогенних елементів, оскільки надмірна кількість призводить до евтрофікації водойм.

Для доочистки стічних вод після біологічного очищення застосовують наступні основні методи:

- фільтрування через сітчасті фільтри (мікрофільтри, барабанні сітки);
- фільтрування через зернисті завантаження (пісок, керамзит, антрацит, вугілля, спінений полістирол);
- доочистка в біоставках;

Інв.№полд.	Піп. і лата
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піп. і лата	Піп. і лата
Ви	Арк
№ докum.	Піп.
Дат	

ТС 16510061

Арк

16



- фізико-хімічна доочистка, для якої, крім вже згаданих вище методів фізико-хімічної очистки стічних вод, застосовують також методи іонного обміну і гіперфільтрації.

Дані щодо ефективності різних методів очистки стічних вод наведені в таблиці 1.4 [5].

Таблиця 1.4 Ефективність очистки стічних вод [5]

Споруда	Зниження, %		
	БПКп	завислі речовини	вміст бактерій
Решітка	5-10	5-20	10-20
Відстійники	25-40	40-70	27-75
Високо навантажувальний біофільтр	65-90	65-92	70-90
Краплинний біофільтр	80-95	70-92	90-95
Аеротенки на неповну очистку	50-75	80	70-90
Аеротенки на повну очистку	85-95	85-95	90-98
Поля фільтрації	90-95	85-95	95-98
Хлорування біологічно очищених стічних вод	-	-	98-99

1.3 Шляхи інтенсифікації очищення стічних вод на комунальних очисних спорудах

Ефективність очищення стічних вод від забруднюючих речовин залежить від якості гідравлічних і масо-обмінних процесів в аераційних спорудженнях (аеротенках), що є основною функціональною ланкою технологічної схеми аеробного біологічного очищення.

Інв.№полд. Підп. і лага  
Взаєм.інв.  
Інв.№дубл.  
Підп. і лага

Одним із основних факторів впливу на вибір режимів роботи аеротенків є гідродинамічна схема течії потоків і ефективність процесу насичення рідкого середовища киснем повітря, що подається системами аерації.

На сьогодні проблеми ефективної та надійної роботи технологічних схем аеробного біологічного очищення стічних вод підприємств, населених пунктів і сільського господарства, залишаються в центрі уваги науково-дослідних і проектно-конструкторських організацій всіх країн. Науково технологічну оцінку і підбір методів очищення стічних вод для даних умов водогосподарських об'єктів слід проводити на базі знань про кінетику процесів очищення і гідродинаміку споруд. Інженерне оформлення сучасних процесів очищення стічних вод в аеротенках – це комплексне технічне рішення, що включає як кінетику, так і гідродинаміку процесів біологічного очищення [17].

Стан якості стічної води, що надходить на очисні споруди являється основною для визначення необхідного обсягу очищення стічних вод [2].

За останні декілька років комунальні стічні води, що надходять на очисні споруди, перевищують гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин. Це ускладнює роботу класичного обладнання, що здійснює біологічне очищення. Тому, необхідно приймати рішення щодо ефективності роботи очисних споруд, шляхом вирішення практичних завдань для підвищення технічних можливостей існуючих схем біологічного очищення стічних вод та можливість покращення методів доочищення [17].

В Україні найбільш поширений метод оброблення та доочищення стічних вод хлором, але європейські країни все частіше відмовляються від нього. Вони надають перевагу обробленню ультрафіолетом, ультразвуком та комбінованим методам. На сьогодні практично повністю відмовилися від обробки стічної води хлоруванням в Німеччині, Великобританії та США.

Хлорвмістні реагенти мають велику кількість істотних недоліків. Взаємодія хлору з органічними речовинами, що містяться в стічних водах, призводить до утворення хлороформу (клас небезпеки 227Б), чотири

Інв. № полд.	Піп. і лата
Взаєм. інв.	Інв. № дубл.
Піп. і лата	Піп. і лата
Інв. № полд.	Піп. і лата

Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						18

хлористого вуглецю (клас небезпеки 22Б), бромдихлорметану (клас небезпеки 22Б), дибромхлорметану (клас небезпеки 3), бензапірену, які мають мутагенні та канцерогенні властивості. Дані вітчизняної наукової літератури свідчать, що гігієнічних критеріїв ефективності процесу (доза активного хлору 3-5 мг/дм<sup>3</sup>, експозиція 30 хвилин і залишковий активний хлор 1,5 мг/дм<sup>3</sup>), регламентованих СНіП 2.03.04-85, в деяких випадках не вистачає для надійного знезаражування стічних вод від кишкових бактерій і вірусів. Використання з метою підвищених доз активного хлору є не бажаним для очисних споруд. Також, в цьому методі є необхідність дотримання правил безпеки при збереженні, транспортуванні і застосуванні хлору.

Потрібне підвищення доз хлоро-вмісних реагентів під час паводків стають причиною пригнічення процесів самоочищення води у водних об'єктах.

Дослідженнями, які були проведені в ХХ-столітті, встановлено, що повністю знешкодити зі стічних вод бактеріальну та вірусну мікрофлору можливо лише дозою активного хлору 15-20 мг/дм<sup>3</sup> і не менше 2 годин. Двогодинна експозиція дозою активного хлору 3-5 мг/дм<sup>3</sup> дозволила видалення зі стічної води від бактерій групи кишкової палички на 99,99%. Повна очистка стічних вод від бактерій було виконано при знезаражуванні протягом 24 годин. Виявлено також більшу резистентність до хлору у кишкової палички в порівнянні з *Salmonella typhi murium*. Установлено, що максимальну віруліцидну активність проявляють газоподібний хлор, хлорне вапно та натрієва сіль дихлорізоціанурової кислоти, найменшу - хлорамін. Застосування активного хлору для знезаражування стічних вод в такій величині концентрацій, сприятиме його потраплянню у водойми, де він реагуватиме в реакціях окислення з гуміновими речовинами та органічними сполуками антропогенного походження, утворюючи хлорорганічні сполуки, небезпечні для здоров'я населення.

Дослідженнями Гончарука Є.Г., Прокопова В.О. зазначено, що для знезаражування стічних вод інфекційних лікарень для досягнення потрібного

Піп. і лата	Інв. № до бл.	Взаєм. інв.	Піп. і лата	Інв. № до бл.
-------------	---------------	-------------	-------------	---------------

Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						19

ефекту, доза активного хлору після 30-хвилинного контакту повинна бути підвищеною до 5-10 мг/дм<sup>3</sup>. Повністю знешкодити стічні води від патогенних ентеробактерій та вірусів за таких умов знезаражування неможливо [18].

Також перспективним методом знезараження є озонування. Джерелом отримання озону є повітря або кисень, що не потребує реагентного господарства. Озон легко розкладається з утворенням атомарного кисню, який знищує бактерії, спори, віруси, окислює органічні речовини, та покращують органолептичні властивості води. Застосування озону не потребує трудомістких процесів і значно спрощує технологію очищення стічних вод. Озон набагато сильніший окислювач, ніж хлор. Знезаражуюча дія озону на вегетативні форми бактерій у 15-20 разів, на спорові форми бактерій у 300 - 600 разів сильніша за дію хлору. Надлишок озону на відміну від хлору не денатурує воду. Крім того, озон має противірусну дію. Мінеральний склад, лужність, рН води залишаються без змін. При озонуванні можливий аналітичний контроль за ефективністю знезаражування [19].

Озонування є перспективним і ефективним методом очищення стічних вод від домішок ароматичних сполук, СПАР і може бути застосований як оптимальний метод очищення перед кінцевим біохімічним доочищенням на біологічно очисних станціях. [20].

Більшості країн світу використовують очисні каналізаційні споруди, в яких застосовують природні процеси самоочищення, такі як біологічні ставки. Їх запроваджують для охорони поверхневих водойм від біологічних, органічних і мінеральних забруднень при скиданні стічних вод, поряд з відомими методами. В них вода під впливом природних факторів самоочищення постійно очищується від патогенних бактерій, вірусів, яєць гельмінтів, органічних та мінеральних речовин.

В країнах СНД такі біологічні ставки використовують 70,5 % очисних споруд, як споруди доочищення, у тому числі 11,5% - після механічного очищення, в 59,0% - штучного біологічного очищення. Після повного

Піп. і лата	Піп. і лата
Інв. № док. бл.	Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.	Взаєм. інв.
Піп. і лата	Піп. і лата
Інв. № док. бл.	Інв. № док. бл.

Ви	Арк	№ док. бл.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						20

біологічного очищення ефективність знезаражування очищеної води досягає 90-95%, а доочищення в біологічних ставках дозволяє знезаразити воду до 99,9%.

Після доочищення в біологічних ставках у стічній воді зменшується кількість органічних речовин на 50%, амонійних солей - на 30-70%. Для очищення стічних вод, що мають до 100 мг/дм<sup>3</sup> органічних речовин, доцільно використовувати систему двосекційних ставків глибиною до 2,7 м, що забезпечує тривалість перебування в них стічних вод не менше 6-7 діб.

Значна контамінація вихідних стічних вод кишковою мікрофлорою зумовлюють необхідність збільшення кількості секцій біологічних ставків до 3 і тривалості знаходження в них стічних вод до 10-12 діб. Перед відведенням у водойми стічні води необхідно знезаразити. Очищені в біологічних ставках міські стічні води з вмістом органічних речовин до 60 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (за ХПК) і 4 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (за БПК5), азоту амонійного - 1,5 мг/дм<sup>3</sup> , нітратів - 10 мг/дм<sup>3</sup> , при розведенні з водою водойм в 20 разів не впливають несприятливо на процеси самоочищення в них [18].

Інв. № полд.	Піп. і лата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Піп. і лата	ТС 16510061	Арк

## РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СТАНУ КОМУНАЛЬНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД М. СУМИ

### 2.1 Загальна характеристика комунальних очисних споруд м. Суми

Через три місяці після визволення міста, 18 грудня 1943 р. водопровідний відділ Сумського міськкомунгоспу був виділений в самостійне підприємство «Сумський водопровід».

Йшла швидка забудова міста, що вимагало значного збільшення подачі води і забезпечення відводу та очистки стічних вод. В 1951 році опрацьовувався проект, а в наступні роки здійснювали будівництво каналізаційних мереж.

В 1968 році вводиться перша черга очисних споруд на новій території по шляху в село Червоне на землях Сумської біофабрики. В місті будують каналізаційні насосні станції №3,4,5,6,8 і цим забезпечується відведення стічних вод [9].

Очисні споруди м.Суми будувались в чотири черги, відповідно до таблиці 2.1 [8].

Таблиця 2.1 – Введення в експлуатацію комунальних очисних споруд м. Суми [8]

№	Рік вводу в експлуатацію	Потужність, тис.м <sup>3</sup> /добу
I черга	1968	30
II черга	1975	35
III черга	1986	35
IV черга	1991	35

Піп. і лага	Піп. і лага
Взаєм.інв.	Взаєм.інв.
Інв.№дубл.	Інв.№дубл.
Інв.№полт.	Інв.№полт.

На сьогодні очисні споруди мають проектну потужністю 135 тис.куб.м на добу та гарантують необхідну очистку стічних вод згідно вимог регламенту, санітарно-епідеміологічних органів, екологічної інспекції. Фактичні дані, щодо потужності на очисних спорудах становлять в об'ємі 65-70 тис.м<sup>3</sup> стічної води [9].

План розміщення об'єктів комунальних очисних споруд м. Суми показано на рис. 2.1



Рисунок 2.1 – Комунальні очисні споруди м. Суми

До складу комунальних очисних споруд м. Суми належить:

- 1) камера гасіння 1 один;
- 2) підвідний залізобетонний канал до приміщення решіток - 70 п.м.;
- 3) приміщення решіток:
  - решітки механічні 3 один.;
  - транспортер стрічковий /500 мм/ 1 один.;
  - резервуар технічної води, об'єм 100 м<sup>3</sup> 1 один.;
  - насосна установка гідроелеватора КМ-45/45-2 2 один.;
- 4) пісковловлювачі аераційні 15 м 3 один.;
- 5) водовимірювальний лоток Вентури Вс=1500 мм - 1 один.;

Інв.№полд.	Піпп. і лата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Піпп. і лата	ТС 16510061	Арк
						23
Ви	Арк	№	докум.	Піпп.	Дат	

- 6) головна розподільча камера - 1 один.;
- 7) приймальна камера I черги - 1 один.;
- 8) розподільча камера первинних відстійників - 3 один.;
- 9) первинні радіальні відстійники ( $S = 452 \text{ м}^2$ ):
  - I черга,  $\varnothing 24 \text{ м}$  ( розрахункова потужність  $904 \text{ м}^3/\text{год}$ , корисний об'єм  $1360 \text{ м}^3$  - 2 один., обладнані мулоскребками та жирозбірниками);
  - II-III черга,  $\varnothing 30 \text{ м}$  ( розрахункова потужність  $1095 \text{ м}^3/\text{год}$  - 4 один., обладнані мулоскребками та жирозбірниками – 2 один.);
  - IV черга,  $\varnothing 30 \text{ м}$  ( жирозбірники - 2 один.);
- 10) плунжерна насосна станція для перекачування сирого осаду та плаваючих речовин з первинних відстійників 3 один.;
- 11) аеротенки:
  - I черга № 1, 2, 3, 4 об'ємом заповнення води  $11880 \text{ м}^3$ ,  
 $l_1 = 84\text{м}$ ,  $l_2 = 24\text{м}$ ,  $h = 4,5\text{м}$ ;
  - II черга № 5, 6 об'ємом заповнення води  $10930 \text{ м}^3$ ,  
 $l_1 = 72\text{м}$ ,  $l_2 = 38\text{м}$ ,  $h = 4,5\text{м}$ ;
  - III черга № 7, 8, 9, 10 об'ємом заповнення води  $21226 \text{ м}^3$ ,  
 $l_1 = 72\text{м}$ ,  $l_2 = 74\text{м}$ ,  $h = 4,5\text{м}$ ;
  - IV черга № 11, 12 об'ємом заповнення води  $17592 \text{ м}^3$ ,  
 $l_1 = 85\text{м}$ ,  $l_2 = 52\text{м}$ ,  $h = 6,0\text{м}$ ;
- 12) розподільча чаша вторинних відстійників 3 один.;
- 13) вторинні радіальні відстійники:  $\varnothing 24 \text{ м}$  2 один.,  $\varnothing 30 \text{ м}$  4 один.,  $\varnothing 40 \text{ м}$  2 один.;
- 14) резервуар опорожнення 1 один.;
- 15) мулова насосна станція 2 один.;
- 16) компресорна станція 1 один.

Інв.№полл.	Піп. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піп. і лага	Піп. і лага

Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						24



## 2.2 Опис технології очищення стічних вод на очисних спорудах м. Суми

Склад очисних споруд і методи що застосовуються при очищенні стічної води визначені умовами забезпечення процесу очищення таких показників стічних вод, які повністю видаляють забруднення водоприймача - р. Псел.

Суміш різних видів стічної води (виробничі та побутові) міста на очисних спорудах проходить механічну та біологічну стадію очищення, знезаражування рідким хлором, після чого скидається в р. Псел.

Прийнятий метод очистки стічних вод на комунальних очисних спорудах м. Суми: повна штучна біологічна очистка стоків. Доочищення стічної води відбувається методом знезаражування рідким хлором. Контакт хлору зі стоками відбувається в скидному колекторі. Після контакту з хлором очищена стічна вода надходить до річки Псел.

Принципова схема очисних споруд м. Суми зображена на рис. 2.2.

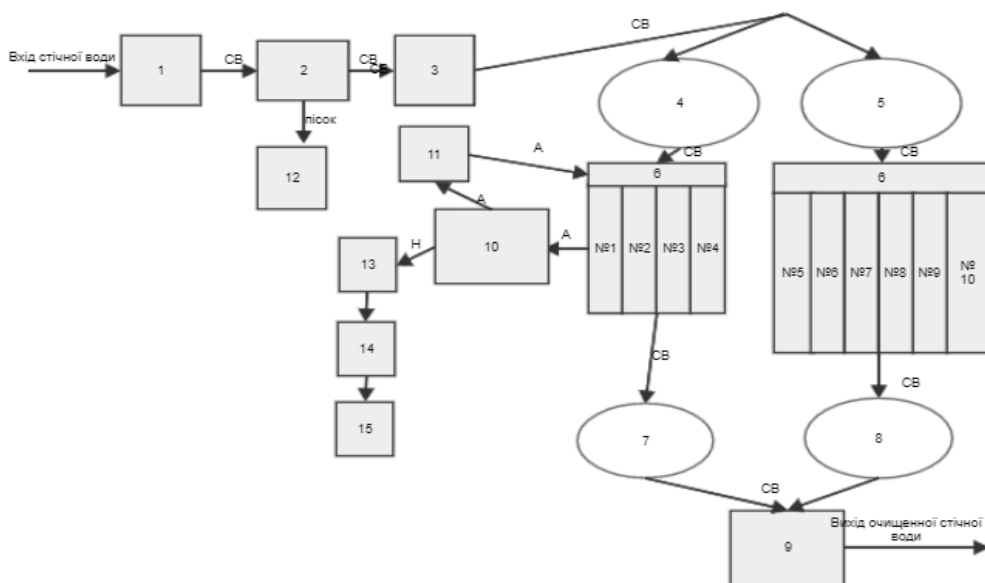


Рисунок 2.2 Принципова схему очисних споруд м. Суми:

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 –

Підп. і лата
Інв. № док. бл.
Взаєм. інв.
Підп. і лата
Інв. № док. бл.

мулові камери, 11 – резервуари мулонасосних станцій, 12 – піскові площадки, 13 – мулоущільнювачі, 14 – мулозгущувачі, 15 – мулові ставки.

Технологічний процес очищення стічних вод, що пов'язаний з комунальними очисними спорудами м. Суми складається з таких операцій:

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

На очисні споруди стоки надходять по напірним колекторам від каналізаційних насосних станцій. Стічні води направляються на механічні решітки. При механічному очищенні із стічної рідини видаляються забруднення, які містяться в ній в нерозчиненому і, частково, в колоїдному стані. Вмісті в стічній воді відходи – папір, тканини, кістки тощо, попередньо затримуються решітками, встановленими в будівлі ґрат. Тверді відходи передбачено видаляти безпосередньо на транспортерну стрічку, потім на бетонний майданчик без подрібнення для подальшого вивозу та захоронення.

За залізобетонному каналу довжиною 70 м і трьох каналах від нього, стічна вода надходить в будівлю решіток. В цей канал, безпосередньо перед подачею на решітки, заведені додаткові трубопроводи (рис.2.3, а, б). Очистка решіток передбачена по мірі їх забруднення і підвищення рівня стоків перед решітками в середньому через 15 - 20 хвилин. В роботі 2 решітки, одна – в резерві [30].

Інв.№полл.	Пілл. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Пілл. і лага	Пілл. і лага

										ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Пілл.	Дат							26



а)



б)

Рисунок 2.3 - Видалення відходів: а) подача стічної води; б) решітка і щитовий затвор.

Після видалення відходів великого розміру на решітках стоки подаються на пісковловлювачі (рис.2.4), призначення яких видалити зі стічних вод мінеральні важкі домішки з розміром частинок 0,09 - 0,5 мм і більше, а також практично чистий пісок, без органічних домішок, які накопичуються в ньому. Випадання частинок вказаних розмірів забезпечується гідравлічним розрахуванням споруд при швидкості потоку в них стічних вод від 0,15 до 0,3 м/сек.

Видалення осаду з пісколовочок 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 чергам проходить на головній розподільчій чаші після водомірного вузла.

Інв.№полт.	Пілт. і лата
Взаєм.інв.	Інв.№лубл.
Пілт. і лата	Пілт. і лата
Інв.№полт.	Пілт. і лата

					ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Пілт.	Дат		27



Рисунок 2.4 – Горизонтальні пісколовки

На роботу пісковловлювачів, первинних та вторинних відстійників впливає коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод. Вторинні відстійники найбільш чутливі до нерівномірності припливу стічних вод.

На лінії після пісковловлювачів (на водовимірювальними лоток) встановлено витратомір (рис.2.5, а), після якого розташована розподільна камера (рис.2.5, б), що дозволяє розподіляти стічну воду між чергами [30].



а)



б)

Рисунок 2.5 – Облік та розподіл стічної води: а) лоток Вентури (водовимірювальний лоток); б) розподільна чаша.

Стічні води після водовимірювального лотка підводяться до головної розподільчої чаші та розподіляються рівномірно між працюючими чергами відстійників.

Первинні радіальні призначені для затримання органічних частинок, які знаходяться в стічних водах в зваженому стані. Група первинних радіальних

Піп. і лата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв.
Піп. і лата
Інв. № полд.

Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						28

відстійників складається з двох відстійників Ø 24 м I-ї черги будівництва (рис.2.6), шістьох відстійників Ø 30 м II, III та IV черги будівництва, трьох насосних станцій, системи розподілення [30].

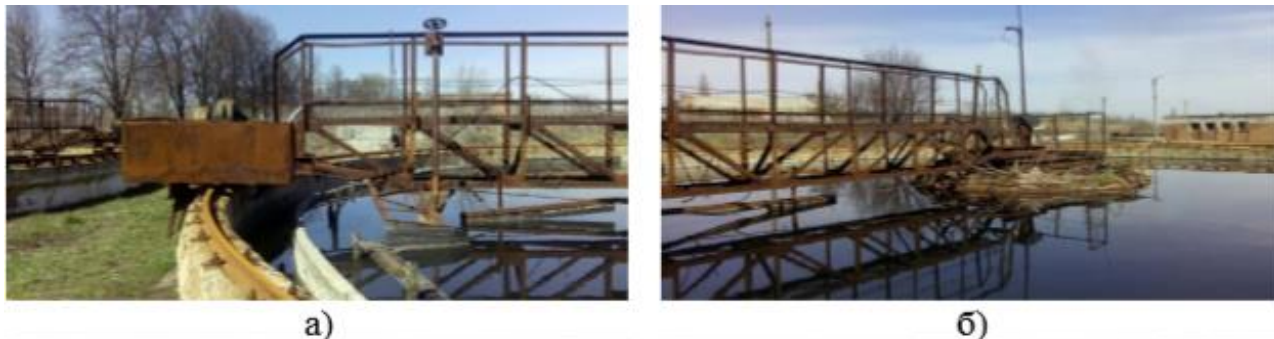


Рисунок 2.4 – Первинні відстійники першої черги: а ÷ б) первинний радіальний відстійник.

Осад, що випадає на дно відстійника, згрібається за допомогою двохкрилих мулоскребок в центральний приямок відстійника. Видалення осаду з приямку здійснюється плунжерними насосами, котрі перекачують осад на мулові майданчики. Легкі речовини, які спливають у відстійнику на поверхню води, затримуються всередині його за допомогою напівзанурених дощечок, встановлених перед переливним бортом збірної лотку.

З поверхні води спливши речовини та жири збираються також напівзануреною дошкою, прикріпленою до рухомої ферми мулоскрубера, котра поступово зганяє ці речовини до периферії відстійника, а потім скидає їх в збірник пристрою для видалення плаваючих речовин. Накопичені в жирозбірнику речовини періодично насосами перекачуються на мулові майданчики.

Відведення освітленої води від відстійників відбувається системою підземних дюкерних трубопроводів на аеротенки. Дренажна вода з мулових майданчиків перекачується в голову споруд.

Освітлена вода після первинних відстійників надходить на аеротенки (рис. 2.7), де за допомогою кисню повітря, яке подається через труби-аератори,

та активного мулу проходить біологічна очистка стічних вод. В перший коридор – регенератор з вторинних відстійників подається активний мул. Проходячи через регенератор, активний мул продувається повітрям та відновлює свої активні властивості. Процес біологічного очищення стічних вод в аеротенку можна поділити на три стадії.



а)



б)

Рисунок 2.7 – Аеротенки першої черги: а) вид спереду; б) вид ззаду

**В першій стадії** зразу ж після змішування в аеротенку стічних вод, що надійшли, з активним мулом відбувається сорбція забруднюючих речовин, їх укрупнення та окислення легко-окислюваних речовин. При цьому спостерігається різке зниження БПК очищених стічних вод на 50 – 60 % і повне споживання розчиненого кисню на окислюванні процеси. Тривалість першої стадії 0,5 - 2 години.

**В другій стадії** процесу продовжується сорбція забруднюючих речовин та відбувається активне окислення їх екзоферментами, які активний мул виділяє в полі середовища. Ферментативно окислюється до 75% органічних речовин. Швидкість споживання кисню на другій стадії значно нижча, ніж в першій, а вміст розчиненого кисню в воді підвищується. Тривалість цієї стадії від 2 до 4 годин, в залежності від складу стічних вод.

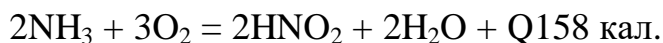
**На третій стадії** процесу відбувається окислення забруднюючих речовин ендоферментами в клітці. На цій стадії проходить до окислення складно-окислюваних сполук, які не окислилися в другій стадії, перетворення азоту амонійного в нітриту та нітрата, а також починається регенерація активного

Інв. № полд.	Підп. і лага
Взаєм. інв.	
Інв. № дубл.	Підп. і лага

Ви	Арк	№ докum.	Підп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						30

мулу, яка проходить в регенераторах. Швидкість споживання кисню знову зростає.

Процес відбувається в дві фази. Збудник першої фази – бактерія ряду *nitrosomanas* – окислює аміак в азотисту кислоту:



При окисленні вивільняється енергія, яка йде на розвиток нітрифікаторів першої фази та засвоєння ними вуглецю з вуглекислоти. Збудник першої фази - бактерії *nitrobacter* окислюють азотисту кислоту в азотну:



При високому вмісті органічних речовин життєдіяльність нітрифікуючих бактерій пригнічується.

Тривалість третьої стадії – для побутових стоків 4-6 годин, і до 15 годин для змішаних стоків. Загальна тривалість всього процесу біологічного окислення складає 6 – 8 годин для побутових стоків та 10 – 20 і більше годин для змішаних стічних вод.

Методи розрахунку аеротенків враховують процес біологічного очищення в них до початку стадії нітрифікації.

Окислювана потужність аеротенку, тобто кількість БПК<sub>повн.</sub> стічних вод, які знімаються 1 м<sup>3</sup> аеротенка на добу залежить від навантаження по БПК<sub>повн.</sub> стічних вод на 1 г сухої беззольної речовини.

Показником якості активного мулу є його муловий індекс. Під муловим індексом розуміють обсяг активного мулу в 1 мл після відстоювання протягом 30 хвилин, віднесений до 1 г сухої речовини мулу. В нормальному стані активного мулу його муловий індекс перевищує 100 см<sup>3</sup>/г.

Подача стиснутого повітря в аеротенки відбувається повітрядувками по металевим трубам. Розподілення повітря здійснюється через труби – аератори, при цьому виникають дрібні бульбашки повітря, які збільшують поверхню їх контакту з рідиною. Труби – аератори вкладені на дні аеротенку на відстані 0,6 – 0,8 м від стіни.

Піп. і лата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв.	
Піп. і лата	
Інв. № полд.	

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ док.ум.	Піп.	Дат			31

Після біологічної очистки в аеротенках стічні води через карман з водозливом, розташованим в кінці останнього коридору, надходять у відвідний канал і потім направляються до вторинних відстійників (рис.2.8).

Для спорожнення аеротенків на час ремонтних робіт в кожному аеротенку передбачена труба зливу – самопливом в резервуар спорожнення МНС № 2 або насосом в резервуар спорожнення МНС № 1.

Для подачі циркулюючого активного мулу в аеротенки передбачені мулонасосні, в приймальний резервуар яких надходить самопливом активний мул з мулових камер вторинних відстійників.

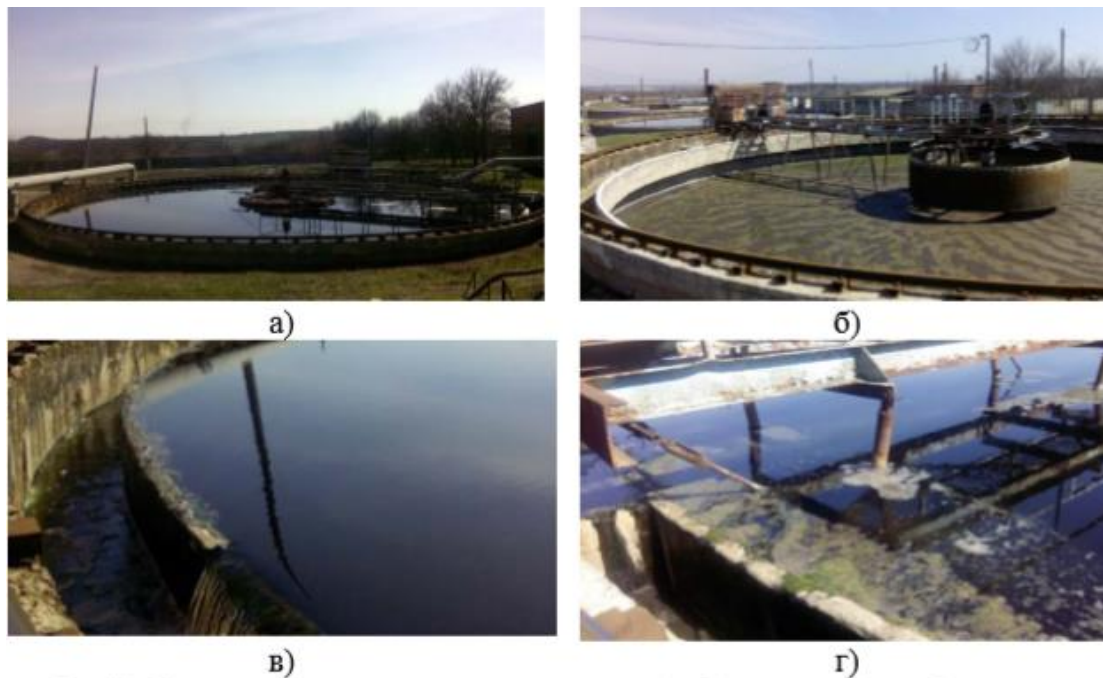


Рисунок 2.8 – Вторинні відстійники: а) працюючий; б) непрацюючий; в) нерівномірне витікання води через перелив в збірний лоток; г) дзеркало відстійника

Суміш очищеної стічної води та активного мулу підводиться до групової розподільчої чаші, розташованої в центрі групи. За допомогою незатоплених водозливів з широким порогом суміш рівномірно розподіляється між працюючими відстійниками. Від чаші до відстійника суміш подається дюкером,

Інв.№полт.	Пілт. і лата
Взаєм.інв.	
Інв.№дубл.	Пілт. і лата



проложеним під дном відстійника в розподільчий пристрій, розташований в центрі відстійника.

Вторинні відстійники призначені для відокремлення активного мулу від очищеної води, яка пройшла аеротенки. Від первинних вони відрізняються тим, що не мають пристроїв для збору та видалення жирових та інших плаваючих речовин. Виходячи з розподільчого пристрою, суміш потрапляє в простір, обмежений стінками металевого спрямовуючого циліндру, котрий забезпечує необхідне заспокоєння, розподілення в радіальних напрямках та заглиблення потоку суміші у відстійнику, що загалом забезпечує доволі повне використання робочого об'єму відстійника.

Збір очищеної води відбувається через водозлив в якості якого використовується стінка периферійного лотка, розташованого біля внутрішньої сторони стінки відстійника.

Відведення освітленої води від відстійників відбувається системою підземних дюкерних трубопроводів.

У вторинних радіальних відстійниках для збору та видалення осаду використовуються мулососи. Час відстоювання у відстійниках складає не більше двох годин.

Активний мул, який осаджується із суміші на дно відстійника, вилучається самопливом під гідростатичним тиском за допомогою мулососа, що обертається, з якого мул по сталевій трубі, прокладеній під дном відстійника, поступає в камери випуску мулу – мулові камери.

З мулових камер мул направляється в резервуари мулонасосних станцій, звідки подається в аеротенки (активний мул), надлишковий активний мул направляється в мулоущільнювачі, а також може бути направлений на головну розподільчу чашу, а потім на первинні відстійники для кращого ущільнення сирого осаду, покращення вологовіддачі осаду та покращення процесу гравітаційного відстоювання завислих речовин.

Інв.№полт.	Піп. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піп. і лага	Піп. і лага
Ви	Арк
№ докum.	Піп.
Дат	

ТС 16510061

Арк

33

Кількість надлишкового активного мулу, яка подається в первинні відстійники не повинна бути більше ніж 20- 25 % від загального об'єму сирого осаду.

Для зниження вологості надлишкового активного мулу передбачені мулоущільнювачі :

I ступені – Ø 6 м – 4 одиниць,

II ступені – Ø 9 м – 2 одиниці.

Згідно СНіП 2.04.03-85 час ущільнення прийнятий 12 годин, вологість ущільненого активного мулу 97,3%, концентрація активного мулу після вторинних відстійників – 4 г/дм<sup>3</sup>. Відокремлена вода відводиться на каналізаційну насосну станцію, а звідти в камеру гасіння.

Ущільнений надлишковий активний мул з мулоущільнювачів I ступені самопливом надходить на II ступінь мулозгущувачів, а потім відкачується насосами на мулові майданчики [30].

Для зневоднення та підсушування осаду прийняті мулові майданчики та ставки зі штучною основою. Оптимальний шар разового напуску осаду визначено в 30 см. В зимовий період проводиться обов'язкове наповнення осадом усєї мулової площадки шаром 80-90 см для запобігання замерзання днища.

Технологічна схема роботи мулових площадок (налив, підсушування, прибирання) здійснюється циклічно, тривалість циклу уточнюється на місці в процесі експлуатації. Навантаження на 1м<sup>2</sup> мулової площадки прийнято 2м<sup>3</sup>/рік.

Можливість швидкого очищення від забруднень із стічних вод полягає у наявності великої кількості мікроорганізмів в процесі біологічного очищення, швидкістю їх розмноження та високою їх активністю.

При очищення стічних вод використовують комплекс мікроорганізмів: одні види розкладають органічні речовини до кінця – до утворення вуглецевої кислоти та води, інші – лише до утворення проміжних продуктів розпаду.

Інв.№полд.	Піп. і лага
Взаєм.інв.	Піп. і лага
Інв.№дубл.	Піп. і лага
Піп. і лага	

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат			34

Колонії мікроорганізмів створюють пластівці активного мулу, який в подальшому видаляється із стічної води при вторинному відстоюванні.

Частина активного мулу повертається в аеротенки для процесу біологічної очистки, інша частина, що називається надлишковим активним мулом, направляється на ущільнення та виводиться на мулові ставки. Біологічною очисткою не досягається повна ефективність видалення із стічних вод бактерій, в тому числі і хвороботворних. Тому біологічно очищена стічна вода надходить до хлораторної (рис. 2.9), в якій встановлено 3 хлоратора ЛОНП-100. Хлор привозиться в контейнерах. Витрата рідкого хлору здійснюється ваговим методом.

Знезаражування стоків здійснюється рідким хлором. Контакт хлору зі стоками відбувається в скидному колекторі до річки Псел.



а)



б)

Рисунок 2.9 – Знезараження: а) будівля хлораторної; б) контейнери з хлором.

### 2.3 Аналіз поточного стану комунальних очисних споруд м. Суми

Сьогодні міські очисні споруд КП «Міськводоканал» потребують реконструкції. Про це було розміщено оголошення на сайті публічних закупівель «prozorro» [10]. У цій роботі були використані окремі дані що стосуються параметрів очисних споруд та їх стану з документації, розміщеної на сайті публічних закупівель «prozorro» відносно даного тендеру.

Інв.№полт.	Піпп. і лата
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піпп. і лата	Піпп. і лата

Ви	Арк	№ докum.	Піпп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						35

За останні роки завдяки більш широкому запровадженню обліку питної води в Україні суттєво зменшилися обсяги господарсько-побутових стічних вод. Ця тенденція зберігається і в Сумах, хоча швидкість зменшення впродовж останніх років уповільнилася. Для прикладу подане помісячне надходження стічних вод на КОС м. Суми в 2016-2017 роках (рис. 2.10) [10].

Бачимо, що мінімальне надходження було в серпні 2017 року, а максимальне в лютому 2017 р., але можна сказати що надходження води більш-менш в нормі.

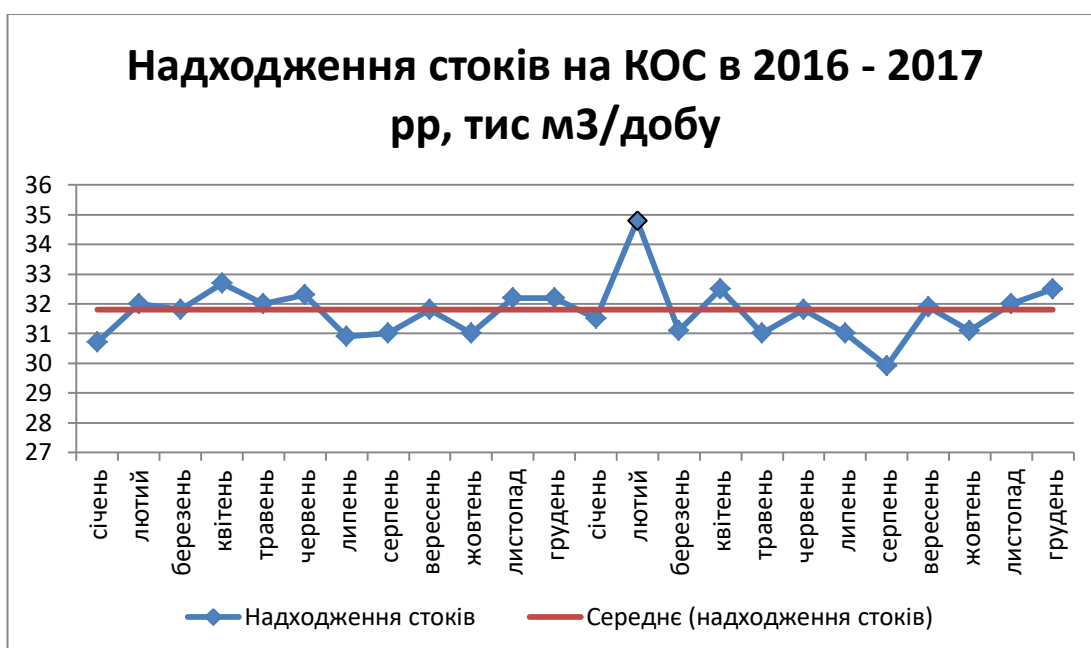


Рисунок 2.10 – Надходження стоків на КОС в 2016-2017 рр, тис м<sup>3</sup>/добу

При здійсненні контролю за надходженням стічних вод абонентами підприємство керується «Правилами приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення м. Суми», які затверджені органами виконавчої влади міста.

Правила регламентують умови користування системою каналізації м. Суми з метою забезпечення:

- безаварійної роботи, безпечної експлуатації та довговічності каналізаційної мережі і споруд на ній;

Інв.№полт.	Піп.і лага
Взасм.інв.	Інв.№лвбл.
Піп.і лага	Піп.і лага

- якісної і безаварійної роботи міських очисних споруд;
- екологічної безпеки навколишнього середовища.

Діючі на момент проектування черг СНіП був орієнтований на знімання тільки двох інгредієнтів - БПК і зважені речовини, тобто не передбачали поглибленого знімання сполук азоту та фосфору, що враховано в діючих сьогодні нормах. Крім того, побудовані споруди розраховані на механізацію, але не на автоматизацію процесу очищення стічних вод і припускають значний штат обслуговуючого персоналу.

В Сумах простежується зміна характеру та концентрації забруднень у стічних водах, що надходить на споруди біологічного очищення. Особливо це стосується підвищення вмісту в стічній воді органічних забруднень, що не піддаються біологічному окисленню.

Як і всі комунальні очисні споруди (КОС) повної біологічної очистки споруди розраховані на очищення стоків до параметрів по БПК і зважених до концентрації 15 мг / дм<sup>3</sup>.

За вказаний вище період максимальне добове надходження було зафіксовано на величині 34 050 м<sup>3</sup> / добу., тоді як очисні стічні споруди розраховані на 135 000 м<sup>3</sup> / добу. Обсяги надходить стічної води (гідравлічне навантаження) становить 26,1% від проектної продуктивність, при цьому годинна нерівномірність надходження стічної води знаходиться в межах нормативних значень.

Умовами прийому на каналізаційні очисні споруди побутових та стічних вод від житлового сектору та організацій м. Суми є такі характеристики стічних вод, які можуть пройти максимальну очистку (виходячи з прийнятого способу), та мінімізувати нанесення шкоди навколишньому середовищу та в будь – який час доби не повинні мати:

- концентрацію водневих іонів (рН) більше 6,5 та менше 9;
- температуру стоків не нижче +6°С і не вище +40°С.;
- загальну концентрацію розчинених солей менше 10 г.;

Піп. і лага	Піп. і лага
Інв. № до бл.	Інв. № до бл.
Взаєм. інв.	Взаєм. інв.
Піп. і лага	Піп. і лага
Інв. № до бл.	Інв. № до бл.

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ док.ум.	Піп.	Дат			37

- відсутність масл, смол, мазуту;
- відсутність біологічно жорстких СПАР.
- біологічну потребу стічної води в кисні (БПК) за 20 діб не більше 201 мг/дм<sup>3</sup> (проект), завислих речовин не більше 195 мг/ дм<sup>3</sup>;
- вміст біогенних елементів не менше на кожні 100мг/ дм<sup>3</sup>БПК<sub>повн.</sub>:
  - азоту амонійного – 5мг/ дм<sup>3</sup>;
  - фосфору – 1,0 мг/ дм<sup>3</sup> [10].

В той же час існуючі технологічні процеси очищення стічних вод, які базуються на використанні мікроорганізмів активного мулу, не розраховані на надходження стічних вод з підвищеними концентраціями забруднень і не в змозі забезпечити досягнення затверджених гранично допустимих скидів речовин в водний об'єкт із зворотними водами. Для наочності зміна основних забруднюючих речовин на вході до КОС подана в рис. 2.12-2.14 [10].

В річці Псел контроль ведеться на 5 створах. Перевищення ГДК зафіксовані по БСК<sub>5</sub> – 1,1 ГДК та залізу загальному – 1,3 – 2,0 ГДК. Кисневий режим річки у створах задовільний, вміст розчиненого кисню знаходився у межах 6,0 - 8,2 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Як видно з рисунків в стічних водах на вході на КОС в 2017 році порівняно з 2010-2012 рр. збільшилася концентрація практично усіх забруднень за винятком фосфатів, це звичайно ускладнює процеси очищення та дотримання нормативів скиду.

Інв.№полл.	Пілл. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Пілл. і лага	Пілл. і лага
Інв.№полл.	Пілл. і лага

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Пілл.	Дат			38

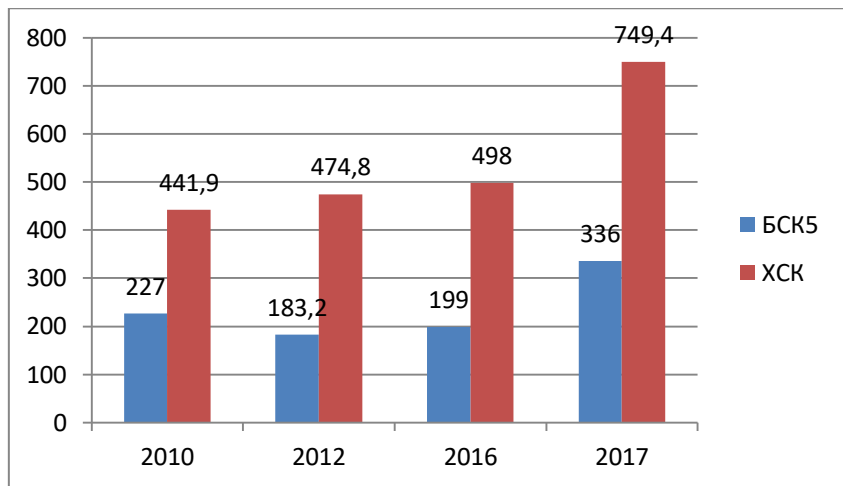


Рисунок 2.12 – Зміна концентрацій органічних забруднень (середнє за рік), мг/дм<sup>3</sup>

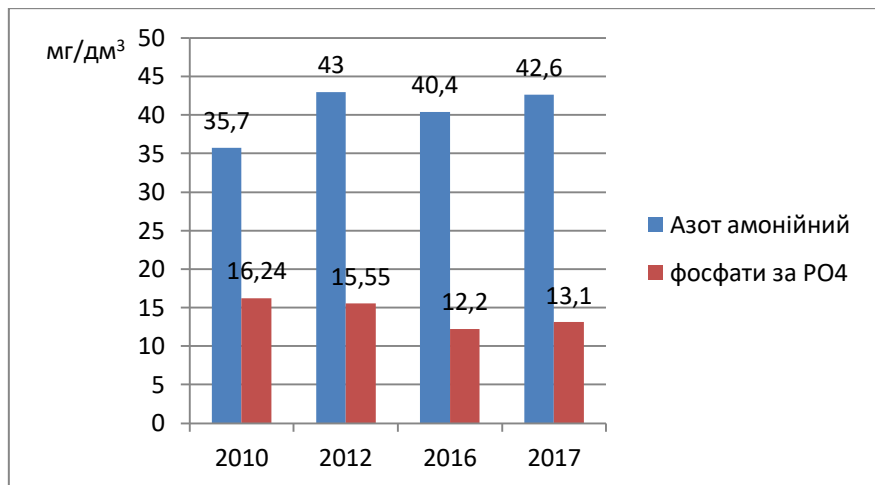


Рисунок 2.13 – Зміна вмісту біогенних елементів (середнє за рік), мг/дм<sup>3</sup>

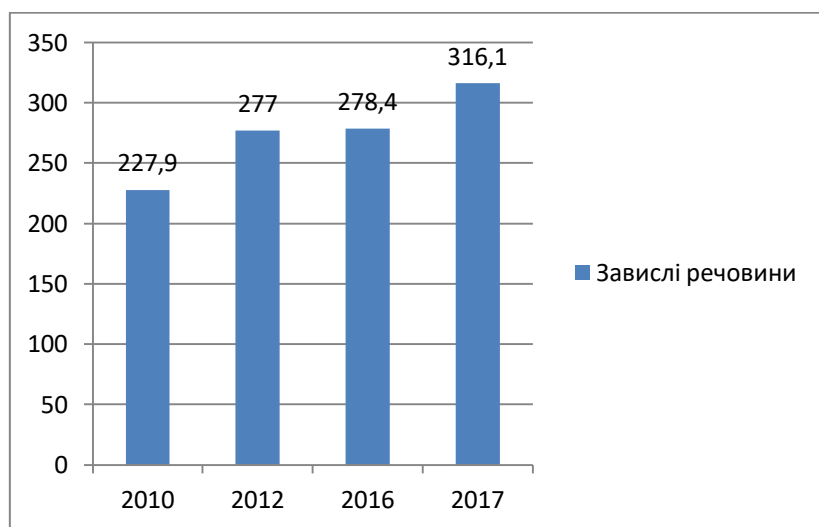


Рисунок 2.14 – Зміна концентрації завислих речовин (середнє за рік)

Результати лабораторних досліджень та визначення якості складу скинутих зворотних вод на даний час у поверхневий водний об'єкт р. Псел за січень – квітень 2020 року наведено в таблиці 2.2 [9].

Таблиця 2.2 – Якісний склад скинутих зворотних вод у р. Псел за січень квітень 2020 р. [9]

№	Показники	Фактична концентрація, мг/дм <sup>3</sup>				Нормативна скиду, мг/дм <sup>3</sup>
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	
1	Нітрити	3,89	1,01	0,33	0,88	1,00
2	Хлориди	118,58	93,92	85,60	117,34	110,00
3	Завислі речовини	30,10	29,87	26,87	25,27	15,00
4	Азот амонійний	0,84	1,01	0,10	0,11	4,80
5	Нітрати	7,05	20,47	19,24	32,62	30,00
6	Водневий показник (рН)	8,02	7,61	7,89	7,88	6,5-8,5
7	Фосфати	3,93	5,25	4,01	5,55	5,00
8	Лужність	7,47	6,90	6,33	6,93	
9	Нафтопродукти	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,20
10	СПАР	<0,01	0,02	<0,025	<0,025	0,05
11	ХСК	50,46	39,07	46,80	51,60	37,00
12	Залишковий хлор	0,47	0,70	0,70	0,66	
13	Сухий залишок	753,30	703,30	676,00	777,67	1000,00
14	Розчинний кисень	9,97	9,80	10,33	9,10	>4,00

Інв.№полд. Підп. і лага  
Взаєм.інв.  
Інв.№дубл. Підп. і лага



## Продовження таблиці 2.2

15	БСК <sub>5</sub>	18,85	16,53	20,30	21,80	15,00
16	Сульфати	82,73	85,75	80,26	80,37	100,00
17	Залізо	0,25	0,21	0,12	0,15	0,30
18	Мідь	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04
19	Цинк	0,05	0,05	0,01	0,02	0,08

При скиданні стічних вод після біологічної очистки нормативи гранично допустимого вмісту забруднюючих речовин повинні відповідати вимогам проекту та «Правилам охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», затвердженим Постановою КМУ від 25.03.1999 г. №465 і мати наступні показники:

- БПК<sub>5</sub> – 15 мг/дм<sup>3</sup> (проект);
- завислі речовини – 15 мг/дм<sup>3</sup> (проект);
- на поверхні води не повинні з'являтися плаваючі плівки, плями мінеральних масл;
- прозорість не менше 18 см;
- рН 6,5 – 8,5;
- розчинений кисень не менше 4 мг/дм<sup>3</sup>;
- вода не повинна мати запаху та присмаку інтенсивністю більше 2-х балів;
- бактеріологічне забруднення повинно відповідати колі-індексу не більше 1000 при залишковому хлорі не менше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Повний аналіз стічної води, яка надходить в річку, проводять за графіком, затвердженим Мінекобезпеки України і Державним санітарним наглядом з урахуванням місцевих умов не рідше одного разу в декаду ( не менше 3-х раз на місяць).

Згідно таблиці 2.2 бачимо, що стан очищеної стічної води, яка надходить до р. Псел практично відповідає нормативам скиду.

Інв.№полт.	Пілл. і лата
Взаєм.інв.	Пілл. і лата
Інв.№дубл.	Пілл. і лата
Пілл. і лата	

ТС 16510061

Арк

Ви Арк № докум. Пілл. Дат

41

Серед даних показників, які маємо на 2020 рік перевищення при скидані зворотних вод мають такі речовини:

- нітрати за січень – 3,89 мг/дм<sup>3</sup>;
- хлориди за січень – 118,58 мг/дм<sup>3</sup> та за квітень – 117,34 мг/дм<sup>3</sup> ;
- нітрати за квітень – 32.62 мг/дм<sup>3</sup> ;
- фосфати за квітень – 5,55 мг/дм<sup>3</sup> ;
- ХСК, завислі речовини, БСК5 мають перевищення за всі вказані місяці.

Визначення про середні концентраціях забруднюючих речовин в скинутих зворотних вод, що надходить до р. Псел за січень – квітень 2020 року наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Концентрація забруднюючих речовин в зворотних стічній воді, що надходить до р. Псел

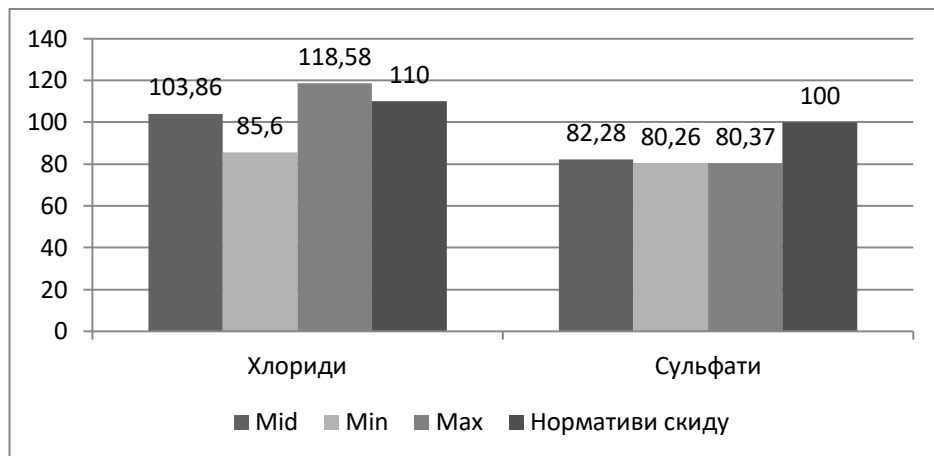
Показники	Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>			Нормативна скиду, мг/дм <sup>3</sup>
	Mid (середнє)	Min (мін.)	Max (макс.)	
Завислі речовини	28,03	25,27	30,1	15
Сухий залишок	727,58	676	777,67	1000
Розчинний кисень	9,8	9,1	10,33	>4
Лужність	6,91	6,33	7,47	
Рн	7,85	7,61	8,02	6,5-8,5
Азот амонійний	2,06	0,1	1,01	4,8
Нітрити	1,53	0,33	3,89	1
Нітрати	19,85	7,05	20,47	30
Хлориди	103,86	85,6	118,58	110
Сульфати	82,28	80,26	80,37	100
ХСК	46,98	39,07	51,6	37

Інв.№полт. Підп. і лага  
Взаєм.інв. Інв.№дубл. Підп. і лага

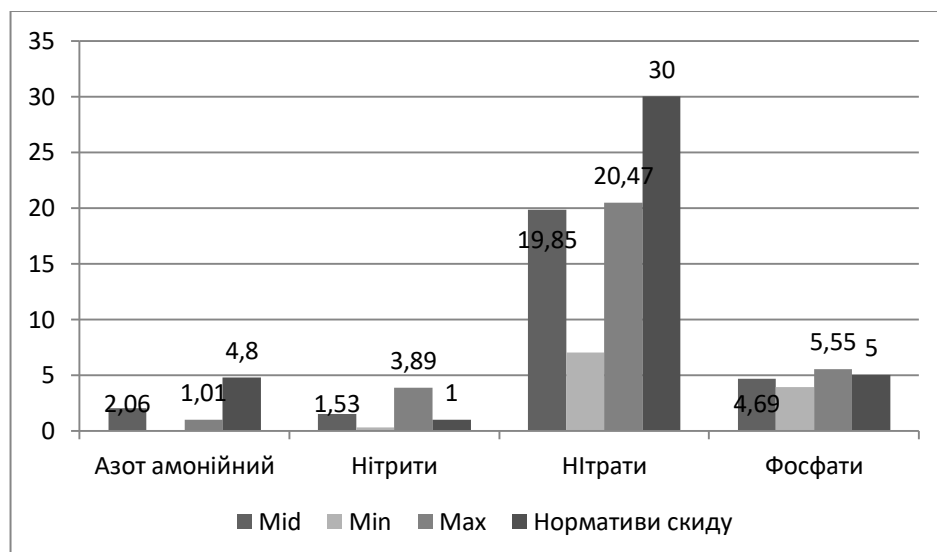
## Продовження таблиці 2.3

БПК <sub>5</sub>	19,37	16,53	20,3	15
Залізо	0,18	0,12	0,25	0,3
Мідь	0,0125	0,1	0,2	0,04
Цинк	0,0325	0,01	0,05	0,08
Фосфати	4,69	3,93	5,55	5

Якщо брати до уваги, тільки середню концентрацію за даний період, то перевищення складають: завислі речовини, БПК<sub>5</sub>, ХСК та нітрити. Для порівняння якості зворотних вод, що після очищення надходять до р. Псел з норматив скиду, побудована діаграма (рис 2.13).



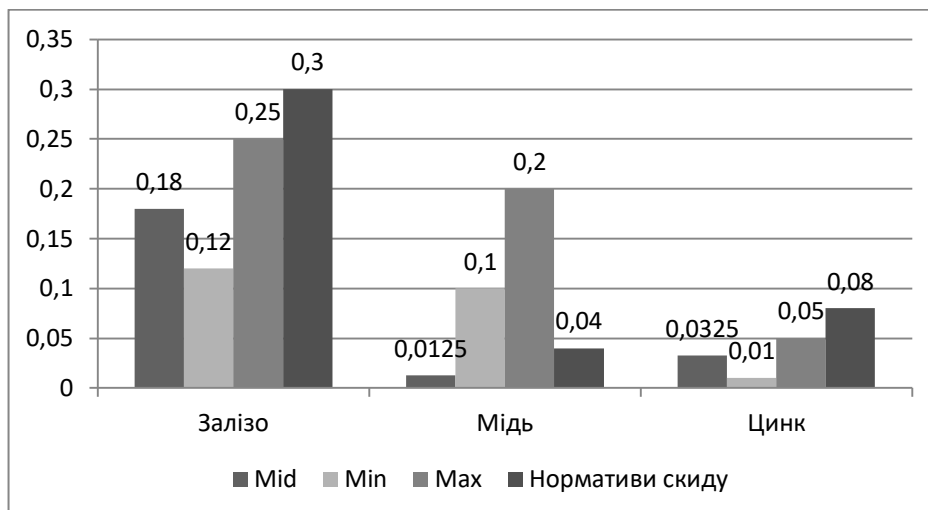
а)



ТС 16510061

Арк

б)



в)

Рисунок 2.13 – Порівняння забруднюючих речовин, що містяться в зворотній воді з нормативами скиду

На підставі аналізу об'єктів комунальних очисних споруд (КОС) м. Суми можна зробити наступні висновки:

1) на КОС реалізується класична технологія видалення органічних речовин з нітрифікацією. Існуюча технологічна схема очищення без комплексної реконструкції та впровадження сучасних технологій не здатна забезпечити високу ефективність очищення. Навіть з великою кількістю задіяних споруд не забезпечується нормативні показники очищення за завислими речовинами, БПК і нітратів, фосфатів.

2) практично більша частина споруд вимагає поглибленого ремонту, як будівельної частини, так і обладнання.

Для покращення стану очисних споруд потрібно запровадити сучасні вимоги по досягненню якості очищення стічної води та можливість покращення технології очищення шляхом впровадження сучасних методів: біологічне очищення від сполук фосфору і азоту, доочищення, УФ-знезараження та механічного зневоднення з введенням системи автоматизації технологічного процесу.

## РОЗДІЛ 3 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД М. СУМИ

### 3.1 Визначення загальних підходів очищення стічної води від сполук фосфору і азоту

Технологія очищення стічної води від неорганічних речовин ускладнюється фактором вмісту у стічних водах наявність декількох забруднюючих речовин, які будуть ускладнювати процес адсорбційного очищення води. Саме ці причини показують необхідність використання модифікованих сорбентів. На сьогодні фосфати являються чи не найнебезпечнішою речовиною, що спричиняє погіршення стану природних вод. Якщо брати до уваги те, що адсорбційні технології мають можливість вилучати навіть слідові концентрації речовин, що забруднюють стічну воду. Важливим є підбір селективного сорбенту для поглинання фосфат – іона [22].

При врахуванні екологічних вимог є можливість створення планової діяльності на визначеній території, виходячи з цього з'являється доступ до будівництва нових об'єктів або реконструкції, розширення, технічного переозброєння діючих визначається наявністю сировинних, паливних, енергетичних, водних та інших ресурсів району їх розміщення, виходячи з масштабів і характеру її впливу на навколишнє природне середовище [11].

Рекомендації щодо впровадження технології біологічного очищення стічних вод від сполук азоту і фосфору на міських очисних спорудах, при реконструкції аеротенків із впровадженням вищеописаних схем варто враховувати:

- час перебування мулу в аеротенку (вік мулу), щоб уникнути вимивання нітрифікуючих організмів, що характеризуються найменшим серед біоценозу споруди приростом, повинен бути більше або, як мінімум, дорівнювати часу

Піп. і лата	Інв. № докл.	Взаєм. інв.	Піп. і лата	Інв. № докл.
-------------	--------------	-------------	-------------	--------------

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ док.ум.	Піп.	Дат			45

ділення контролюючий процес нітрифікації бактерій. Вік мулу для різних умов може змінюватись від 5 до 70 і більше діб;

- для нормального протікання процесу нітрифікації концентрація розчиненого кисню повинна підтримуватися на рівні 3–4 мг/л;

- для початку процесу нітрифікації необхідно, щоб концентрація органіки в стічних водах була зменшена до 100 мг БПК5/л (істотно процес проявляється при концентрації  $\leq 20$  мг БСК5/л);

- для нормального протікання процесу денітрифікації концентрація розчиненого кисню не повинна перевищувати 0,5 мг/л;

- для повноти видалення азоту концентрація забруднень за БПК повинна бути приблизно в чотири рази вище нітратного азоту. У процесі денітрифікації можуть окислятися різні органічні речовини, зокрема вуглеводи, органічні кислоти (можуть бути отримані в результаті кислого зброджування осаду), амінокислоти, спирти, смоли й ін. Як джерело вуглецю можуть бути використані стічні води багатьох підприємств (бажано тих, що не містять амонійного, органічного і білкового азоту), побутові стоки, надлишковий активний мул;

- витіснення і наступне надлишкове споживання фосфору починається при концентрації в анаеробній зоні біорозкладальних органічних домішок за ХПК вище 25 мг/л [25].

Для покращення ефективності на комунальних очисних споруд м. Суми можливі застосування сучасних технологій з видаленням сполук азоту і фосфору. Технологічна схема повинна бути доповнена новими технологіями, що будуть пропонуватися. Ці технології очищення поліпшать стан і якість стічної води.

Одним із запропонованих методів для очищення від сполук фосфору є вилучення фосфатів за допомогою модифікованих цеолітів. Для очищення стічних вод від з'єднань азоту використовується біологічний метод, що базується на процесах нітри-денітрифікації. Цей метод полягає в окислюванні

Інв. № полд.	Піпп. і лага
Взаєм. інв.	Інв. № дубл.
Піпп. і лага	Піпп. і лага

Ви	Арк	№ док.ум.	Піпп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						46

нітрифікуючими бактеріями амонійного азоту до нітратів і наступного їх відновлення денітрифікуючими бактеріями до газоподібного азоту.

### 3.2 Очищення стічних вод від фосфатів модифікованими цеолітами

Одним із методів, що може застосовуватися для ефективної очистки стічної води від фосфатовмісних речовин є вилучення фосфатів за допомогою природних сорбентів, а точніше модифікованими цеолітами.

Основним джерелом забруднення фосфору у стічних водах є синтетичні поверхнево-активні речовини. Концентрація фосфору залежно від часу може бути різною. Деяка частка фосфору знаходиться в комунальній стічній воді в розчиненому стані.

Знаходження фосфору у стічній воді має вигляд неорганічних, органічних, і органомінеральних сполук, а також від входить до складу клітин гідро біонтів. Сполуки фосфору в домішках води за фазовим станом і дисперсністю, розроблені у інституті колоїдної хімії і хімії води ім. А. В. Думанського НАН України академіком Л. А. Кульським, можуть бути в різних групах. Розрізняють чотири групи за фазовим станом і дисперсністю:

- перша група: суспензії, що містять фосфор (можна віднести гідробіонти або фрагменти їх деструкції, що знаходяться в стічних і природних водах);
- друга група: домішки колоїдної дисперсності (відносяться нерозчинні у воді фосфати, а також високомолекулярні речовини, що обумовлюють кольоровість води);
- третя група: молекулярно-розчинні фосфати;
- четверта група домішок належать: фосфорна кислота, її солі та інші розчинні сполуки фосфору, дисоціюючи у воді на іони [24].

Необхідний комплексний підхід для очищення стічної води від фосфатів. Оскільки стічні води мають різноманітний склад. Жоден з методів не дає

Інв. № полд.	Піпп. і лата
Взаєм. інв.	Інв. № лубл.
Піпп. і лата	Піпп. і лата

Ви	Арк	№ док.ум.	Піпп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						47

можливість повністю очистити стічну воду від фосфатів. З точки зору сучасних технологій існує один із можливих методів вилучення фосфатів за допомогою природних сорбентів [22].

Для видалення фосфат-іона доволі ефективними є цеоліти, проте відомо, що поглинання фосфатів здійснюється шляхом хемосорбції після співосадження вивільнених за рахунок іонного обміну катіона фосфатної солі на обмінні катіони цеоліту –  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ . Утворення нерозчинних солей фосфатної кислоти забезпечує краще вилучення фосфат-іона.

Під час адсорбції фосфатів на модифікованому сорбенті поглинається 3,5 мг-екв./г<sub>адс.</sub> сполук фосфору у перерахунку на  $\text{P}_2\text{O}_5$ , на природному 0,2 мг-екв./г<sub>адс.</sub>  $\text{P}_2\text{O}_5$  за початкової концентрації фосфатів у розчині 0,5 г/л, що вказує на ефективність модифікованого сорбенту. Принципова схема розміщення технології очищення стічної води від фосфатів модифікованим сорбентом при установці на комунальних очисних споруда зображена на рис. 3.2.

До схем очищення стічної води із застосуванням фізико-хімічним методом очищення існують певні вимоги – відповідність сучасним вимогам охорони довкілля, ефективність очищення очисних споруд,

Були спроектовані комплекси очисних споруд продуктивною потужністю 10 тис. м<sup>3</sup> на добу із використанням фізико-хімічних методів очищення комунальних і близьких за складом забруднених речовин промислових стічних вод, включаючи до очисних споруд очищення від фосфорних сполук, за таких вихідних даних і вимог:

– концентрація забруднюючих речовин, що поступили на очищення стічних вод за БСКповн – до 500 мг/л, за ХСК – 700 мг/л, за завислими речовинами – 500 мг/л, за загальним фосфором – 20 мг/л, за загальним азотом – 50 мг/л;

– концентрація речовин очищених стоків не повинна перевищувати за БСКповн і завислими речовинами – 8мг/л, ХСК – 50 мг/л, загальним фосфором

Піп. і лата
Інв. № лубл.
Взаєм. інв.
Піп. і лата
Інв. № полд.

										ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Піп.	Дат							48



- 20 мг/л, загальним азотом – 25 мг/л; – концентрація забруднень, що поступають на очищення стічних вод за БПКп, – до 500 мг/л, за ХСК – 700 мг/л:
- за завислими речовинами – 500 мг/л,
- за загальним фосфором – 20 мг/л,
- за загальним азотом – 50 мг/л [22].

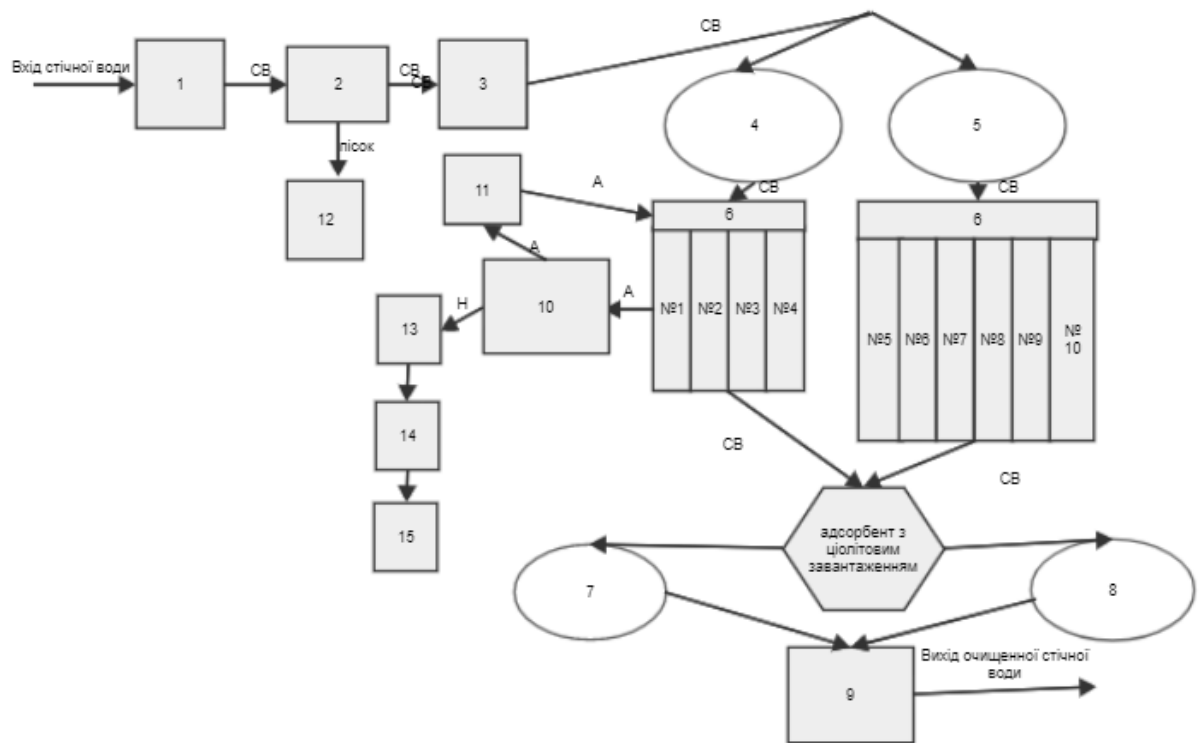


Рисунок 3.2 – Принципова технологічна схема запровадження на комунальних очисних спорудах м. Суми адсорбційного вилучення фосфатів модифікованим сорбентом:

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 – мулоуцілювачі, 14 – мулозгущувачі, 15 – мулові ставки.

Стічна вода надходить на решітки, де відбувається очищення від нерозчинних домішок забруднюючих речовин розмірами  $1 \cdot 10^{-2}$  м. З метою кращого захисту тонкошарових відстійників та завантаження фільтрів від кольматації великими частинами речовин, ґрати запроектовані у два послідовні ступені. На першому ступені розміщені вертикальні ґрати з прозорами 16 мм, на другому ступені – самоскидальні струнні ґрати з прозорами 10 мм. Потім у пісковловлювачі стічна вода очищається від дрібнодисперсних частинок речовин розмірами  $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-5}$  м. Після попереднього видалення частинок, які осідають у полі сил гравітації запропонована флотація у флотаційному апараті. Флотаційний апарат дає змогу очистити стічну воду від частинок розмірами  $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-7}$  м, що здійснюється за допомогою повітря, яке надходить із повітродувки. У рідкому середовищі штучно створений висхідний потік газових пухирців захоплює і виносить з собою до поверхні рідини частинки жиру, суспензії, утворюючи шар піни. Піна, яка утворилася видаляється з поверхні рідини на подальшу обробку.

Очікувана ефективність очищення вказує, що цей метод дає ефективність очистки від завислих речовин – 90–96 %, від жирів на 90–95 %.

У процесі освітлення відбувається очищення стічної води від осідаючих завислих часток речовин, а також і від частини розчинених колоїдних забруднень.

Стічна вода після пісковловлювачів надходить на аеротенки для очищення від розчинених органічних сполук. Для створення завантаження аеробних умов і стійкої біологічної плівки стічну воду в аеротенках насичують повітрям за допомогою повітродувки, шляхом аерацією верхнього шару води над завантаженням. Система аерації виконується поліетиленовими трубами з отворами, які направлені вгору. Після аеротенок стічна вода самопливом надходить до адсорбера з цеолітовим завантаженням.

Для зменшення концентрації фосфатів в стічній воді до ГДК= 4 мг/л йде процес очищення модифікованими цеолітами. Стічна вода самопливом

Піп. і лага	Інв. № лубл.	Взаєм. інв.	Піп. і лага	Інв. № полд.
-------------	--------------	-------------	-------------	--------------

Ви	Арк	№ док.ум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						50

потрапляє в адсорбер, наповнений клиноптилолітом, тобто модифікованим цеолітом. Модифікацію проводять перед процесом очищення купрум сульфатом. В цьому випадку запропоновано використати відпрацьований сорбент після очищення стічної води від іонів важких металів. Розмір фракції роздробленого цеоліту повинен становити 1–2 мм. Швидкість фільтрування – 5 м<sup>3</sup> /год; висота шару завантаження – 1,5 м. Тривалість роботи фільтрів до виведення на регенерацію – дорівнює 5, 7 діб. Фільтрація здійснюється зверху вниз.

Далі йде очищення стічної води від інших біогенних речовин біологічним методом в вторинних відстійниках. Знезаражування очищеної стічної води передбачена рідким хлором. Визначена доза активного хлору – 3 г/м<sup>3</sup>. Далі хлорна вода надходить з резервуара у змішувач. Знезараження відбувається 20 хв. Очищена вода самостійно надходить у контактний резервуар і буде скинута у р. Псел або повторно використана для промислових цілей.

Процес даної роботи адсорбційної установки, що входить до принципової технологічної схеми: здійснюється насичення активних центрів цеоліту фосфатами, що призводить до просочування забруднюючих речовин. Для оновлення сорбційних властивостей цеоліту необхідною умовою є регенерація сорбенту.

Навантаження іонообмінних фільтрів, що втратило обмінну здатність, регенерують 10 % розчином NH<sub>4</sub>OH, двічі пропускають його через шар, завантаження здійснюють за допомогою насоса, після цього сорбент можна повторно використовувати для очищення стічних вод гальванічних цехів, а розчинні фосфати можуть утилізуватися, наприклад, для сільськогосподарських потреб. Приготування розчину NH<sub>4</sub>OH здійснюють у резервуарі:



Завантаження фільтрів перед регенерацією роблять зворотнім потоком води, а після регенерації відмивають фільтрованою водою, яка надходить з резервуара насосом. Для оновлення і вторинного використання

Пілл. і лата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв.
Пілл. і лата
Інв. № полд.

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Пілл.	Дат			51

регенераційного розчину його підлужують каустичною содою (NaOH). Каустична сода надходить із бака у змішувач для перемішування, та потім розчин направляють у відстійник регенераційного осаду. Пісок з пісковловлювача надходить на піскові площадки..

Мулова вода від осадощільнювача, зливна вода від бункерів, фугат від центрифуг і вода після промивання фільтрів з бака надходять в головну споруду [22].

Запропонована технологічна схема очищення комунальних стічних вод від фосфатів має відбуватися за таких стадій:

- очищення стічних вод від грубо- та дрібнодисперсних частинок;
- флотація з подальшим фільтруванням колоїдних розчинів і адсорбція іонів фосфору;
- знезараження очищеної води;
- переробка осаду, що є побічним продуктом цього технологічного процесу.

Крім того, в технологічному процесі передбачені стадії регенерації відпрацьованих сорбенті.

### 3.3 Очищення комунальних стічних вод від сполук азоту

В стічних водах азот у вигляді органічних і неорганічних сполук. У комунальних стічних водах основну частину органічних азотних сполук складають речовини білкового походження – фекалії і харчові відходи. Неорганічні сполуки азоту мають відновлені  $\text{NH}^{4+}$  і  $\text{NH}^{3+}$ , і окислені  $\text{NO}^{2-}$  і  $\text{NO}^{3-}$  форми. Велика частка амонійного азоту створюється при гідролізі сечі, яка являється кінцевим продуктом азотного обміну людини. Присутність аміаку або сечовини в побутових стічних водах складає 80-90% усіх азотвміщуючих речовин. В основному азот представлений в амонійній та органічній формі. Створення сполуки амонію проходить у процесі амоніфікації білкових сполук.

Піп. і лата	Піп. і лата	Взаєм. інв.	Інв. № дубл.	Інв. № полд.
-------------	-------------	-------------	--------------	--------------

Ви	Арк	№ док.ум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						52

У неочищеній стічній воді концентрація амонійного азоту становить 8,8-70 мг/дм<sup>3</sup>, нітритів 0,08- 0,6 мг/дм<sup>3</sup> і нітратів 0,6-3 мг/дм<sup>3</sup>.

Неорганічні сполуки азоту несуть в собі екологічні небезпеку і мають різні ступені безпеки: найбільш токсичними є нітрити, найбільш безпечним – нітрати, середнє положення займає амоній, що показує нормативи скиду для скидання цих азотвміщуючих сполук у природні водоймища. Концентрація речовин, які мають різний склад азоту в стічних водах не постійна, вона міняє стій склад як у мережах водовідведення, так і на різних етапах очищення. Змінення азотвміщуючих сполук відбувається вже в процесі транспортування стічних вод на міські очисні споруди [24].

Одним із запропонованим біологічним методом очищення стічних вод від з'єднань азоту є процес нітри-денітрифікації, що здійснюється методом окислювання нітрифікуючими бактеріями амонійного азоту до нітратів (нітрифікація) і наступного їхнього відновлення денітрифікуючими бактеріями до газоподібного азоту (денітрифікація). Для життєдіяльності цих мікроорганізмів використовують зв'язаний кисень нітратів і нітритів, що призводить до зниження питомої витрати повітря на аерацію стічних вод і, як наслідок, питомих енерговитрат [25].

Процес глибокого очищення стічних вод від азоту здійснюється з використанням активного мулу, який знаходиться у завислому стані. На даний момент широко використовується новітня технологія очищення комунальних стічних вод: коли анаеробний блок видалення азоту (денітрифікатор) розміщується на початку процесу, і відбувається здійснення рециклу очищеної в аеротенках стічної води, збагаченої нітратами та нітритами. Це процес дозволить зняти деяку частину азотних забруднень на початку процесу очищення, а також дає можливість зменшити час очищення та витрати енергії. Також вже відомі нові процеси: часткова нітрифікація або нітрифікація, денітрифікація з допомогою нітрифікуючих бактерій, анаеробне окиснення амонію, деамоніфікація, нітрифікація-денітрифікація метанотрофними

Піп. і лата	Піп. і лата
Взаєм. інв.	Взаєм. інв.
Інв. № до бл.	Інв. № до бл.
Інв. № полд.	Інв. № полд.

Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						53

бактеріями та ін., що отримали назви ANAMMOX, CANON, OLAND, SHARON та ін.

Екологічну небезпеку здоров'ю людини та навколишньому середовищу чинить забруднення вод іонами амонію. За даним характером забруднення стічних вод можна зробити попередні висновки про джерело та характер забруднення. Якщо у воді знаходиться іон амонію  $\text{NH}_4^+$ , але немає іонів нітритів  $\text{NO}_2^-$  та нітратів  $\text{NO}_3^-$ , це вказує про нещодавнє забруднення стічної води господарсько-фекальними речовинами.

Амоній призводить до збільшення чисельності зоопланктону, оскільки є одним із біогенних елементів. Це призводить до евтрофікації, зниження рівня розчиненого кисню та прозорості води. Такі фактори вказують на підвищені вимоги до концентрації амонійного азоту у стічних водах. Основними нормами скиду, щодо якості стічної води є гранично допустима концентрація забруднюючої речовини.

Спостереження що тривали за процесом ANAMMOX дають можливість зробити можливі перспективи, щодо можливого використання, що він являється високоефективним та перспективним методом очищення стоків від азотовмісних сполук. Одним із позитивних моментів в дослідженні є фактор, що як носій використовували цеоліт (клинотилоліт), у сукупності з яким, мікроорганізми краще видаляли сполуки азоту із забрудненої стічної води. Використання цеоліту, як природний носій, дає можливість ефективно очищувати стічну воду від амонійного азоту, бо клинотилоліт може і сам використовуватися як адсорбент. Такі можливості сприяють регулюванню збільшення біомаси за рахунок адсорбування поверхнею клинотилоліту іонів амонію у разі їх великої кількості та віддача адсорбованих іонів за нестачею їх кількості у стічній воді. Також знижується вартість очищення за умов доступності та невеликої вартості природного носія [23].

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

									ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докум.	Підп.	Дат						54

Запропонована схема складається з аноксидної та аеробної зони із внутрішньою рециркуляцією мулової суміші з кінця нітрифікатору на початок денітрифікатору, яка можлива при впровадженні на КОС м. Суми (рис. 3.3).

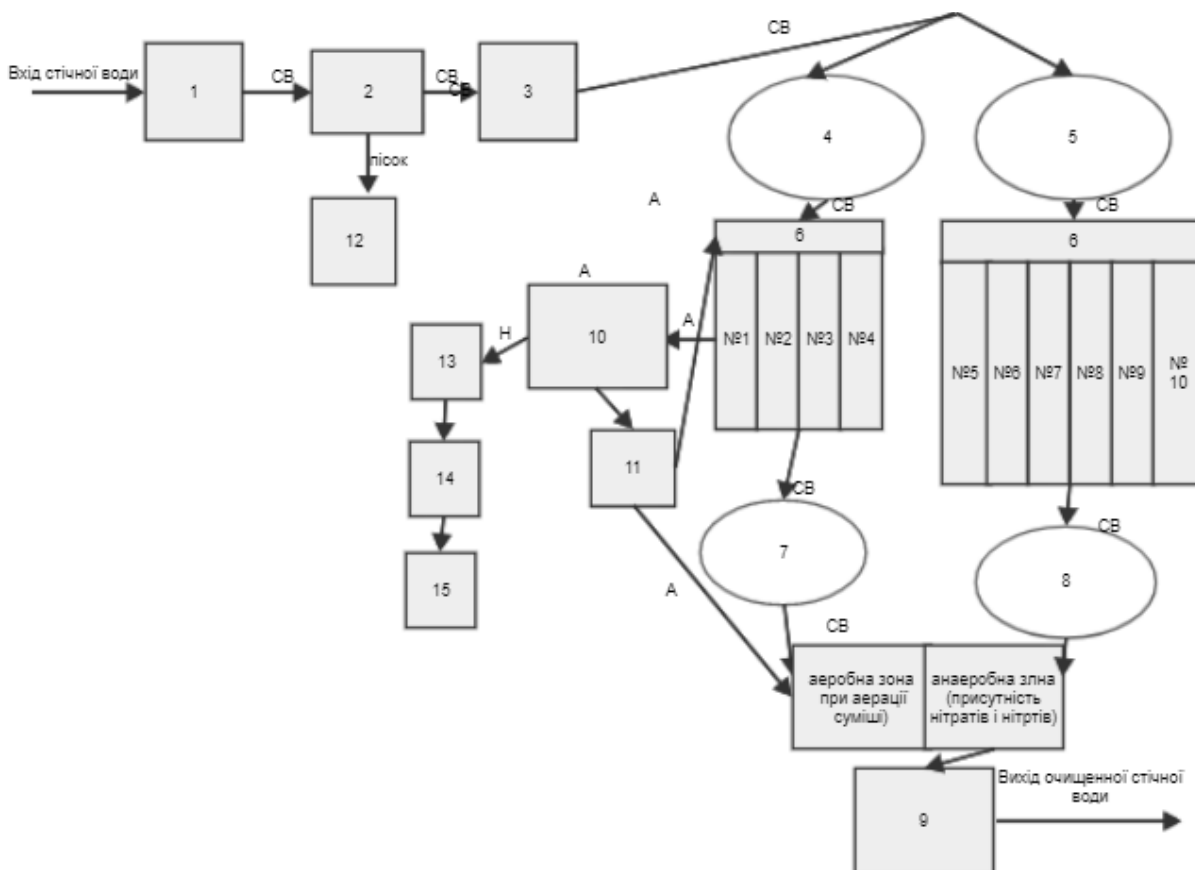


Рисунок 3.3 – Принципова схема модифікованого процесу Людчака – Етінгера з попередньою денітрифікацією на КОС м. Суми:

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 – мулоуцілювачі, 14 – мулозгущувачі, 15 – мулові ставки.

Величина внутрішньої рециркуляції складає від 50% до 200–500% кількості стічних вод, що надходять на очистку.

Отже, запропоновані схеми очищення стічної води від сполук азоту і фосфору, можуть бути застосовані на очисних спорудах. Вони дають змогу розробити комбіновані технології з використанням нових сорбційних матеріалів, що приведе до зменшити вмісту сполук азоту і фосфору, які надходять до водоймищ. Також можливе покращення ефективності роботи комунальних очисних споруд м. Суми.

Інв.№полд.	Піп. і лата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Піп. і лата	ТС 16510061	Арк
Інв.№полд.	Піп. і лата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Піп. і лата		56
Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат		



## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Правила безпеки при проведенні ремонтних робіт на очисних спорудах

Технічна експлуатація систем водопостачання та водовідведення проводиться підприємствами згідно із Водним кодексом України, Кодексом України про надра, законами України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про питну воду та питне водопостачання", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про охорону праці", "Про житлово-комунальні послуги", іншими нормативно-правовими актами, а також державними будівельними нормами і правилами, державними санітарними нормами і правилами.

Основними завданнями експлуатації каналізаційних очисних споруд є:

- організація та забезпечення продуктивної і надійної роботи очисних споруд;
- забезпечення очистки стічної води і обробка осаду, зниження собівартості обробки стічних вод;
- зменшення електроенергії, реагентів і води, що витрачаються на технологічні цілі;
- систематичний лабораторно-виробничий і технологічний контроль роботи очисних споруд та стан стічної води;
- захист водойм від забруднення стічними водами;
- недопущення забруднення водойм недостатньо очищеними стічними водами.

До складу обслуговуючого персоналу дільниці очисних споруд повинні входити:

— Начальник дільниці очисних споруд – працівник, що керує роботою очисних споруд.

Інв.№полт.	Піпп. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піпп. і лага	Піпп. і лага

Ви	Арк	№ докum.	Піпп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						57

— Механік – працівник, який відповідальний за технічну експлуатацію електричного і механічного обладнання.

— Інженер-технолог очисних споруд - працівник, що відповідає за якість очищення стічних вод згідно з проектом і технологічним регламентом, додержання вимог природоохоронних та санітарних органів, вчасний контроль технологічного та санітарного режимів очищення стічних вод, організацію змінних чергувань, вчасний ремонт технологічних споруд і устаткування.

— Інженер –

— Технік – технолог

— Майстер зміни – працівник, який відповідає за роботу очисних споруд згідно з технологічним регламентом.

— Майстер мулових ставків – працівник ,який відповідає за якісне зневоднення осаду та своєчасне звільнення мулових ставків.

— Машиністи насосних установок – працівники,які відповідають за роботу механічного устаткування насосних станцій.

— Машиніст компресорних установок – працівник,який віджповідає за безперебійну роботу повітродувного обладнання.

— Оператор мулових майданчиків – працівник,який відповідає за утримання в належному стані мулових ставків,дренажної системи.

— Оператор на пісколовках та жироловках – працівник,який відповідає за за економічний та надійний режим роботи пісколовок та жироловок згідно з технологічним регламентом.

— Інженер - лаборант лабораторії очисних споруд – працівник, що відповідає за проведення лабораторних досліджень, вчасний контроль складу стічних вод, встановлення доз реагентів і контроль якості реагентів.

— Майстер хлораторних установок – працівник, який відповідає за роботу хлораторної, контролює дози та витрати хлору.

Піпп. і лага
Інв. № дубл.
Взаєм. інв.
Піпп. і лага
Інв. № полд.

					ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Піпп.	Дат		58

— Оператори хлораторних установок, лаборант лабораторії очисних споруд, пробовідбірник стічних вод – працівники, що здійснюють усі необхідні технологічні операції в цехах і лабораторії.

— Слюсарі – ремонтники – працівники, які відповідають за технічну експлуатацію та ремонт механічного обладнання та ін..

Обслуговуючий персонал повинен зобов'язаний дотримуватись правил експлуатації машин, механізмів, інвентарю, користуючись засобами індивідуального захисту, спецодягом, строго дотримуватись інструкцій з охорони праці і правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства [25].

Забороняється виконувати роботу на поламаному обладнанні, при знятих або несправних огороженнях, відсутності захисних засобів і в інших умовах, що загрожує життю або здоров'ю персоналу.

Агрегати та електродвигуни повинні аварійно виводитися з роботи в наступних випадках:

- a) при нещасному випадку з людиною, через поломку даного обладнання;
- b) з появою диму або вогню з електродвигуна або пускорегулювальної апаратури;
- c) при сильній вібрації;
- d) при перегріві підшипників;
- e) при значному зниженні швидкості обертання, що супроводжується нагріванням двигуна або агрегату.

При проведенні в приміщеннях робіт, пов'язаних з виділенням шкідливих речовин, повинна бути забезпечена постійна вентиляція. Освітлення місць виробництва ремонтних робіт у приміщеннях з підвищеною вологістю повинно здійснюватися переносними електричними лампами, що живляться від трансформаторів із вторинною напругою не більше 12 В.

Можна використовувати підвісну зовнішню освітлювальну апаратуру за умови кріплення на висоті не менше 2,5 метри від полу, проводка повинна бути виконана відповідно до діючих правил.

Інв.№полт.	Піп. і лата
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піп. і лата	Піп. і лата

Ви	Арк	№ докум.	Піп.	Дат	ТС 16510061	Арк
						59

При роботі в колодязях і інших комунікаціях насосних станцій, споруджень, і інших місцях, де можуть накопичуватись вибухонебезпечні гази, можливе використання для освітлення акумуляторні ліхтарі з напругою не більше 6 В.

Всі експлуатаційні та ремонтні роботи робітники очисних споруд повинні виконувати в спецодезді.

Машини і механізми, які використовуються на підприємстві, повинні мати технічні паспорти з указівкою терміну їхнього огляду і іспиту.

Обслуговування машин і механізмів повинне виконуватись відповідно до правил експлуатації даних машин і механізмів.

Енергоустаткування, що вводиться в експлуатацію, повинне бути попередньо випробуване і зареєстроване. Енергоустаткування, що знаходиться в експлуатації, апарати електроустановок, захисне заземлення і кабельні лінії повинні випробуватися у встановлений термін.

Регулярній перевірці й іспитам повинні підлягати засоби індивідуального захисту.

Персонал, пов'язаний з обслуговуванням енергоустановок, зобов'язаний пройти навчання з наступною перевіркою знань на присвоєння відповідної кваліфікаційної групи.

Для безперебійної, безаварійної роботи очисних споруд, для запобігання травм і нещасних випадків, необхідно дотримуватись наступних правил:

- вести технологічний процес очистки стічних вод з дотриманням даного регламенту й інструкцій з ОП;
- до самостійної роботи допускаються особи, що досягли 18-літнього віку, що пройшли медогляд, інструктажі з правил ОП, теоретичне і практичне навчання і здали іспити кваліфікаційної комісії;
- вчасно і якісно проводити ремонт устаткування відповідно до графіків ППР;

Інв.№полл.	Піп. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Піп. і лага	

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Піп.	Дат			60

- утримувати в справності устаткування, трубопроводи, контроль-но-вимірювальні прилади й інші пристрої;
- усі колодязі, запірна арматура, устаткування повинні бути пронумеровані у відповідності зі схемами об'єктів;
- улаштування камер, колодязів повинне забезпечувати вільний доступ для проведення ремонту й обслуговування встановленого в них обладнання;
- всі роботи всередині колодязів робити з дотримання правил і інструкцій з охорони праці;
- основними небезпеками при обслуговуванні устаткування очисних споруд :

- механічні травми (порізи, забиті місця, вивихи, переломи).;
- ураження електричним струмом;
- частини механізмів, що рухаються ( засувки, насосів і інших агрегатів);
- отруєння шкідливими речовинами, пошкодження ними шкіри.

Всі технологічні процеси очищення та знезараження стічних вод повинні вестись згідно затверджених технологічних регламентів з додержанням \вимог інструкцій з охорони праці на види робіт. Споруди та обладнання по очистці стічних вод повинні дотримуватися вимог СНіП та діючих санітарних правил.

Канали, що подають стічну рідину, активний мул, шириною більшою 0,8 м, допускаються незакритими з обов'язковим обладнанням захисних огорожень висотою не менше 1 м. Для переходів через відкриті канали споруджуються містки шириною не менше 0,7 м з перилами висотою не менше 1 м [26].

Робочі проходи по аеротенкам обладнуються захисними огороженнями висотою не менше 1 м .

Для видалення речовин, що плавають та очистку водозливів і збірних лотків відстійників необхідно використовувати відповідні пристосування.

Інв.№полд.	Пілл. і лага
Взаєм.інв.	Інв.№дубл.
Пілл. і лага	Пілл. і лага

						ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докум.	Пілл.	Дат			61

При очищенні аераторів розчинами соляної кислоти повинні прийматися міри безпеки проти опіків, отруєнь, роботи проводити тільки при включеній відсмоктуючій вентиляції.

Знезаражування стічних вод після механічної та біологічної очистки проводиться хлоруванням . При хлоруванні стічних вод необхідно виконувати вимоги „Правил безпеки при виробництві, зберіганні, транспортуванні хлору (ПБХ-93)”.

В зв'язку з тим, необхідний для знезараження стічних вод хлор знаходиться тільки в технологічних апаратах, немає необхідності в зберіганні його запасів. Транспортування хлору повинно здійснюватися згідно „Технічних умов на безпечне перевезення автомобільним транспортом КП „Міськводоканал” рідкого хлору”.

Визначення категорії по вибухо- і пожежній небезпеці та класів зон виробничих приміщень проводиться згідно ОНТП 24-86 та ПУЕ.

Інв.№полд.	Піпп. і лата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Піпп. і лата
ТС 16510061				
Ви	Арк	№ докум.	Піпп.	Дат
				62

## ВИСНОВОК

В даному проекті розглянуті технології очищення комунальної стічної води, а саме увагу приділяли очищення води на комунальних очисних споруд м. Суми.

Розглянуто параметри стічної води та загальні ефективні методи очищення, визначено шляхи інтенсифікації для покращення стану комунальних очисних споруд.

Проведено аналіз стану комунальних очисних споруд (КОС) м. Суми та описані технології очищення стічних вод. Встановлено, що прийнятий метод очистки стічних вод в м. Суми – повна штучна біологічна очистка стоків. Суміш виробничих та побутових стічних вод міста на очисних спорудах проходить механічне та біологічне очищення, знезаражування рідким хлором, після чого скидається в р. Псел. Обсяги надходить стічної води (гідравлічне навантаження) становить 26,1% від проектної продуктивності, при цьому годинна нерівномірність надходження стічної води знаходиться в межах нормативних значень.

На КОС реалізується класична технологія видалення органічних речовин з нітрифікація. Існуюча технологічна схема очищення без комплексної реконструкції та впровадження сучасних технологій не здатна забезпечити високу ефективність очищення. Навіть з великою кількістю задіяних споруд не забезпечується нормативні показники очищення за завислими речовинами, БПК і амонійного азоту, фосфатів.

Порівнявши якість стічної води з нормами ГДК, визначили що, найбільшим забруднювачем є БСК5, нітрати, нітрити, фосфати та сполуки азоту. На теперішній час основним забруднювачем поверхневих вод після скиду стоків, що очищаються на очисних спорудах є фосфатовмісні та азотні сполуки.

Інв.№полл.	Пілл. і лата	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Пілл. і лата	ТС 16510061	Арк
						63
Ви	Арк	№ докум.	Пілл.	Дат		

Таким чином, було запропоновано сучасні технології очищення стічних вод від біогенних елементів, а саме видалення з'єднань азоту і фосфору. Можливість впровадження технологій денітрифікації з симультанним видаленням фосфору та азоту, за допомогою сорбентів ( модифіковані цеоліти). Для цих цілей потрібна глибока реконструкція КОС і значні капітальні вкладення.

У розділі охорони праці були наведені умови праці під час проведення ремонтних робіт на очисних спорудах, що відповідають всім вимогам та стандартам.

Інв.№полл.	Піп. і лага	Взаєм.інв.	Інв.№лвбл.	Піп. і лага

											ТС 16510061	Арк
												64
Ви	Арк	№ докum.	Піп.	Дат								



## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Хенце М. Очистка сточных вод: Пер. с англ. / Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. – М.: Мир, 2004. – 480 с.
2. Лондонг Й. Очистка сточных вод: Пер. с нем. – СПб.: Новый журнал, 2013. – 496 с.
3. Эрвин Стир, Манфред Фишер Пособие специалиста по очистке стоков: Пер. с нем. / Оригинал 14 издание. Варшава 2002 г
4. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. Т.1: пер. с фр. – СПб.: Новый журнал, 2007
5. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. - Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. - 622 с.: іл.
6. М.Д. Волошин, О.Л. Щербак, Я.М. Черненко, І.М. Корнієнко. Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод. — Дніпродзержинськ: Дніпродзержинський державний технічний університет, 2009. — 230 с.
7. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення»/ Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун–т міськ. госп–ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.
8. Інформаційний портал Сумської міської ради / [Електронний ресурс]: <https://www.smr.gov.ua/uk/novini/miske-gospodarstvo/11590-sumskij-vodokanal-skidi-neochishchenikh-stokiv-ne-zdijsnyue.html>
9. Технічні дані: система водопостачання м. Суми / [Електронний ресурс]: <https://vodokanal.sumy.ua/pro-nas/tehnicni-dani/>
- 10.Роботи по розробці проектно-кошторисної документації по об'єкту: «Реконструкція міських каналізаційних очисних споруд Комунального підприємства «Міськводоканал» Сумської міської ради [Електронний ресурс]: <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2020-01-15-003354-c>

Інв.№полг.	Піпп. і лага	Взаєм.інв.	Інв.№дубл.	Піпп. і лага	ТС 16510061	Арк
						65
Ви	Арк	№ докум.	Піпп.	Дат		

11.Соколов Л.И. Инвестиционное проектирование объектов и систем водоснабжения и водоотведения: Учеб. Пособие.– Вологда: ВоГТУ, 2002 – с.

12.Николаенко Е.В., Авдин В.В., Сперанский В.С. Проектирование очистных сооружений канализации: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 41 с.

13.Каналтзация населенных мест и промышленных предприятий / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаски и др.; Под общ. ред. В. Н. Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

14.Пеховка М. В. Водовідведення : навч. посіб. / Боброва Т. В., Високок С. М. – Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 147 с.

15.Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 квітня 2014 року №197 / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15 січня 2018 р за № 56 /31508

16.Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Спецкурс з очистки стічних вод» / Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 90 с.

17.Вдосконалення технології біологічного очищення стічних вод за рахунок нових тепломасообмінних аераційно – окиснювальних апаратів роторного типа / Долінський А. А., Ободович О. М., Сидоренко В. В. // Тепло- и массообменные процессы. Пром. теплотехника, 2017 – 6 с.

18.Іванько О. М. Сучасні методи знезараження стічних вод / Іванько О. М., Бідненко Л.І. / Українська військова-медична академія – 14 с

19.Мишуков Б. Г., Соловьева Е. А. Удаление азота и фосфора на очистных сооружениях городской канализации. Приложение к журналу «Вода и экология. Проблемы и решения», 2004.

20.Дедков Ю. М., Коничев М. А. Кельина С. Ю. Методы доочистки сточных вод от фосфатов. // ВСТ. – 2003. – №11. – с.25-31.

Піп. і лата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв.
Піп. і лата
Інв. № полд.

							ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ докum.	Піп.	Дат				66

21.Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2017 році , Суми, 2018 – 225 с.

22.Водоподготовка: Справочник. /Под ред. д.т.н., С.Е. Беликова. М.: Акватерм, 2007. – 240 с.

23.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).

24. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография / С. С. Душкин, А. Н. Коваленко, М. В. Дегтярь, Т. А. Шевченко. – Х.: ХНАГХ, 2011.– 146 с.

25.Василенко Л.О. Впровадження технології біологічної очистки стічних вод від сполук азоту і фосфору на міських очисних спорудах / О. А. Василенко, О. В. Поліщук, Л. О. Василенко // Екологічна безпека та природокористування. – м. Київ - 12 с.

26.Щетинин А.И. Особенности реконструкции городских очистных сооружений канализации // Вода и экология. – 2002, № 2. – С. 22–28.

27. Васильев Б.В., Мишуков Б.Г. и др. Технологии биологического удаления азота и фосфора на станциях аэрации // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001, № 5. – С. 22–25.

28.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.

29.Про затвердження Порядку повторного використання очищених стічних вод та осаду за умови дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 квітня 2014 року № 197.

30.Отчет: Обследование очистных сооружений канализации КП «Горводоканал» СГС г. Сумы / Чугуев – 2016 г.

Піпп. і лата	
Інв. № до бл.	
Взаєм. інв.	
Піпп. і лата	
Інв. № до бл.	

										ТС 16510061	Арк
Ви	Арк	№ док.	Піпп.	Дат							67