

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут екологічної економіки і менеджменту

Кафедра екології

УДК 658.265

Пояснювальна записка
до дипломної роботи магістра на тему:
**Оптимізація процесу очищення стічних вод
на КОС Буського ПВКГ**

Виконав: студент групи ЕК-61м
спеціальності 101
“Екологія”
Линдюк С.М.

Керівник: доц. Панківський Ю.І.

Рецензент: доц. Марутяк С.Б.
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Державний вищий навчальний заклад
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Факультет _____ ІЕЕМ
Кафедра _____ екології
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр
Спеціальність _____ 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
д.с.-г.н. проф. Копій Л.І.

“ 14 ” 11 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Линдюку Сергію Миколайовичу

1. Тема роботи Оптимізація процесу очищення стічних вод на КОС Буського ПВКГ

керівник проекту Панківський Ю.І., к.ф.-м.н., доц.
затверджені наказом університету від “ 12 ” 11 2024 року № С-873

2. Термін подання студентом роботи 16.12.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Технологічний регламент роботи КОС Буського ПВКГ; Статистична звітність форма 2-ТП водгосп; Державні Будівельні Норми, Дозвіл на спеціальне водокористування Буського ПВКГ; Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у водоймах рибогосподарського користування.

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити)
Вступ; 1. Водоканалізаційне господарство м. Буська; 2. Аналіз роботи каналізаційних очисних споруд м. Буська; 3. Гідрохімічні дослідження приймача зворотних вод; 4. Оптимізація роботи каналізаційних очисних споруд м. Буська; Висновки; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Карта-схема розташування споруд каналізаційної мережі Буського ПВКГ; карта розміщення КОС; технологічна схема КОС; схема випуску зворотних вод КОС; оптимізована технологічна схема КОС.



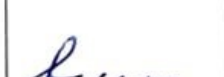



6. Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

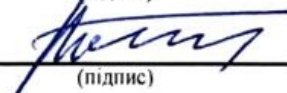
7. Дата видачі завдання 12.08.2024

Керівник проекту  Панківський Ю.І.
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика водоканалізаційного господарства м. Буська	12.08.24-24.08.24	
2	Аналіз роботи каналізаційних очисних споруд м. Буська	26.08.24-14.09.24	
3	Гідрохімічні дослідження приймача зворотних вод	16.09.24-05.10.24	
4	Технологічні розрахунки схеми очищення	07.10.24-02.11.2	
5	Оптимізація роботи каналізаційних очисних споруд м. Буська	04.11.24-16.1.24	
6	Оформлення пояснювальної записки	18.11.24-15.12.24	

Студент  Линдюк С.М.
(підпис)

Керівник проекту  Панківський Ю.І.
(підпис)

АНОТАЦІЯ

УДК 658.265. Линдюк С.М. Оптимізація процесу очищення стічних вод на КОС Буського ПВКГ: кваліфікаційна робота магістра: 101 Екологія/ Сергій Миколайович Линдюк; наук. кер.: Юрій Іванович Панківський; НЛТУ України. – Львів, 2024. – 72 с.

У дипломній роботі проаналізовано роботу водоканалізаційного господарства м. Буська; вивчено умови надходження стічних вод на каналізаційні очисні споруди; проаналізовано ефективність роботи технологічної схеми очищення стоків; проведено гідрохімічні дослідження зворотних вод КОС та природних вод у р. Західний Буг, виконано технологічні розрахунки схеми очищення на фактичне надходження стічних вод, розроблено шляхи її оптимізації.

Ключові слова: стічні води, зворотні води, каналізаційні очисні споруди, прояснювач, активний мул, аеротенк, біоставок

SUMMARY

UDK 658.265. Lyndiuk Serhii Optimization of the wastewater treatment process at the Busk EWSM WWTP: Master Diploma Thesis: 101 Ecology/ Serhii Lyndiuk; scientific supervisor: Yuriy Pankivskyi; UNFU. – Lviv, 2024. – 72 p.

The work of the water supply and sewage system of Busk town has been studied in current Diploma Thesis. The wastewater flow formation and the efficiency of the technological scheme of sewage treatment have been analyzed. The hydrochemical studies of the return waters of the wastewater treatment plant and natural waters in the Zakhidnyi Bug river have been conducted. The technological calculations of the treatment scheme for the actual wastewater inflow were performed, and ways of its optimization were developed.

Key words: waste waters return waters, waste waters treatment plant, clarifier, activated sludge, aeration tank, lagoon

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ВОДОКАНАЛІЗАЦІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО М. БУСЬКА.....	8
1.1. Водопостачання.....	8
1.2. Водовідведення.....	11
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ РОБОТИ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД М. БУСЬКА.....	15
2.1. Проектна характеристика КОС.....	15
2.2. Технологічна схема очищення стічних вод.....	24
2.3. Ефективність очищення стічних вод.....	26
РОЗДІЛ 3. ГІДРОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЙМАЧА ЗВОРОТНИХ ВОД.....	29
3.1. Гідрологічна характеристика р. Західний Буг.....	29
3.2. Гідрохімічні дослідження.....	45
РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД М. БУСЬКА.....	33
4.1. Контактно-стабілізаційна схема біохімічного очищення.....	33
4.2. Розрахунок оптимізованої технологічної схеми очищення.....	35
ВИСНОВКИ.....	52
Список використаних джерел.....	53
Додатки.....	57

ВСТУП

Одним з основних екологічних викликів сьогодення є стан водних ресурсів, джерел водопостачання, що знаходяться під загрозою забруднення скидами як стічних вод, так і, головню, недостатньо очищених зворотних вод. Організація систем водовідведення в населених пунктах, їхня коректна робота є одним з пріоритетних завдань новостворених об'єднаних територіальних громад в Україні. Враховуючи що часто доволі густонаселені селища не мають добре розвинутої каналізаційної мережі, або ж вона взагалі відсутня, на фоні зростання благоустрою житлового фонду виникає проблема несанкціонованих скидів стічних вод. Але й навіть там, де функціонують водоканалізаційні господарства є також свої труднощі. По-перше це проблематичне приєднання нових абонентів через низьку свідомість населення та високі тарифи на послуги водопостачання та водовідведення в малих населених пунктах. Найголовнішим є зношеність основних фондів водоканалізаційних господарств, що експлуатуються ще 70-х років минулого століття. Системи водопостачання та водовідведення потребують капітальних ремонтів, реконструкцій, оптимізації технологічних схем. А у бюджетах місцевих громад нема коштів для їхнього підтримування у робочому стані.

Мала кількість споживачів води через демографічні проблеми, відтік населення, вимушену еміграцію через військові дії спричиняє зростання тарифів, зниження надходження стічних вод у системи водовідведення, що суттєво утруднює їхню роботу, подекуди на віть зупинку очисних споруд. Подібна ситуація склалася і у Буському ПВКГ.

Мета роботи полягає у пошуку шляхів оптимізації роботи каналізаційних очисних споруд м. Буська.

Досягнення мети забезпечується виконанням таких завдань:

- проаналізувати умови надходження стічних вод на каналізаційні очисні споруди;

- проаналізовано ефективність роботи технологічної схеми очищення стоків
- виконати аналітичні дослідження показників якості зворотних вод та природних вод у створі КОС м.Буська;
- виконати інженерно-технологічні розрахунки схеми очищення на фактичну витрату стічних вод.

Отримані у дипломній роботі результати, висновки та рекомендації можуть бути використані для впровадження у діяльність Буського ПВКГ, водоканалізаційних господарств міст і селищ Львівської області, України.

РОЗДІЛ 1

ВОДОКАНАЛІЗАЦІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО М. БУСЬКА

Місто Буськ – українське місто Золочівського району Львівської області, центр Буської міської громади. Місто розміщене за 50 км на північний Схід від обласного центру – м. Львова, у долині річки Західний Буг.

Найближча залізнична станція Красне розміщена 5 км від Буська. Зв'язок з містом здійснюється по автомагістралі державного значення Львів-Київ [28].

Територія міста займає широку прирічкову долину, утворену терасами Західного Бугу і його притоками (річки Полтва, річки Солотвина та ін.).

Населення міста станом на 2020 рік дорівнює 8667 осіб.

Для забезпечення господарсько-питних та виробничих потреб населення та вторинних водокористувачів м. Буська, смт. Олесько та смт. Красне створене Буське підприємство водоканалізаційного господарства (Буське ПВКГ), що належить до Управління житлово-комунального господарства Львівської облдержадміністрації, Державного комітету будівництва, архітектури і житлової політики України. Підприємство знаходиться за адресою: Львівська область, м. Буськ, пл. Ринок 2, тел. 2-16-63. На підприємстві працює 45 працівників, режим роботи Буського ПВКГ - 365 днів на рік.

1.1. Водопостачання

Централізована система водопостачання м. Буська знаходиться в експлуатації з 1961 року. На теперішній час система водопостачання

забезпечує водою м. Буськ (3751 абонентів), смт. Олесько (869 абонентів) і смт. Красне-2 (538 абонентів).

Ступінь благоустрою міста Буська: у будинках з водопроводом та каналізацією, з ваннами та газовими нагрівачами проживає 46 % населення у будинках з водопроводом і каналізацією, без ванн – 10 %; у будинках з водопостачанням, з ваннами та газом, без каналізації – 37 %; у будинках з водопостачанням з вуличної колонки – 4 %; район забудови будинками з каналізацією 3 % населення. [18].

У смт. Олесько в будинках з водопроводом, без каналізації, з ваннами та місцевими водонагрівачами на твердому паливі проживає 17 % населення; у будинках з водопроводом, без каналізації, без ванн – 70 %; у будинках з водопостачанням з вуличної колонки, без каналізації – 13 %.

У смт. Красне-2 у будинках з водопроводом і каналізацією, з ваннами та місцевими водонагрівачами на газі проживає 72 % населення; у будинках з водопроводом та каналізацією, без ванн – 1 %; у будинках з водопостачанням з дворових колонок – 19 %; у будинках з водопостачанням з вуличних колонок – 8 % [18].

Джерелом водопостачання є підземні води.

У м. Буську фактично відбирається 432,9 м³/добу вод:

- водозабором №1 (що розміщений у північно-західній околиці міста на вододілі рік Слотвина і Західний Буг) з проектною потужністю 107,0 м³/год.: свердловина №5 глибиною 100 м продуктивністю 7,0 м³/год., свердловина №8 глибиною 65 м продуктивністю 40,0 м³/год., свердловина №10 глибиною 62 м продуктивністю 14,0 м³/год., свердловина №11 глибиною 45 м продуктивністю 25,0 м³/год., свердловини №№ 2,3 – резервні; вода зі свердловин насосами закачується у два резервуари об'ємом 103 м³ кожний; у резервуарах воду знезаражують хлорним розчином [18]; Після знезараження воду відцентровим насосом подають у мережу міста споживачам.

- водозабором №2 проектною потужністю 12,5 м³/год.: свердловина №1 (по вул. Будівельників) глибиною 34 м продуктивністю 10,0 м³/год., свердловина №2 (по вул. Львівській) глибиною 63 м, продуктивністю 2,5 м³/год; вода з водозабору подається у відокремлену систему водопостачання, яка обслуговує окремий мікрорайон; це обумовлено тим, що свердловини не мають організованої санітарно-захисної охорони та не має технічної можливості проводити знезараження води, у зв'язку з цим вода з водозабору віднесена до категорії технічної; населення попереджене про необхідність використання води тільки в господарсько-побутових цілях [12]; з кожної свердловини вода надходить у дві окремі водонапірні башти об'ємом 25 м³ кожна; з башт відбувається розбір води споживачами.

У смт. Олесько фактично відбирається 132,3 м³/добу:

- поверхневим водозабором №1 - природне джерело біля с. Циків потужністю 16 м³/год, глибиною 3,0 м; водозабір обладнаний каптажною спорудою. Вода з джерела самопливом надходить у резервуар-відстійник загальним об'ємом 30 м³, де відбувається очищення води від завислих речовин, а також знезараження хлорним розчином; з резервуара вода надходить у водонапірну вежу об'ємом 25 м³ і далі подається у водопровідну мережу селища споживачам.
- водозабором №2 - свердловина на території ПТУ потужністю 36 м³/год; вода зі свердловини по окремому трубопроводу насосом закачується у водонапірну башту, звідки надходить у водопровідну мережу селища; на теперішній час свердловина знаходиться у резерві.

У смт. Красне-2 - свердловиною №1 глибиною 72 м продуктивністю 5 м³/год, що знаходиться на території цукрового заводу; зі свердловини вода насосом закачується у резервуар об'ємом 400 м³, де її знезаражують хлорним

розчином; з резервуара вода перекачується у водонапірну вежу, з якої подається у мережу селища споживачам.

Загальні обсяги водоспоживання по населених пунктах показані у таблиці 1.1 [15, 18].

Таблиця 1.1

Обсяги водоспоживання по Буському ПВКГ

Населений пункт	$Q_{\text{нормативно-розрахункове}}$		$Q_{\text{фактичне}}$	
	м ³ /добу	тис. м ³ /рік	м ³ /добу	тис. м ³ /рік
смт. Красне-2	107,18	39,121	107,18	39,121
смт. Олесько	134,45	49,087	132,33	48,3
м. Буськ	916,01	332,072	432,90	158,0

1.2. Водовідведення

Система водовідведення м. Буськ є роздільною, при якій господарсько-побутові і виробничі стічні води самопливними колекторами відводяться на головну каналізаційну насосну станцію (ГКНС), яка по напірних трубопроводах перекачує їх на каналізаційні очисні споруди повного біохімічного очищення. Стоки з не каналізованої частини міста відводяться у вигрібні ями. Очищення вигрібних ям виконують асенізаційними машинами комунального господарства з подальшим скидом у каналізаційний колектор очисних споруд; дощова каналізація відсутня.

У смт.Красне-2 стоки з каналізованої частини селища самопливом надходять на каналізаційну насосну станцію (КНС), яка знаходиться у селищі. З КНС стоки перекачуються на КНС-2, а з неї - на каналізаційні очисні споруди м. Буська. Стоки з не каналізованої частини смт. Красне-2 відводяться у вигрібні ями. Очищення ям проводиться асенізаційними машинами з подальшим скидом на КНС. Дощова каналізація у селищі відсутня.

У зв'язку з тим, що смт. Олесько не каналізоване, водовідведення у селищі здійснюється у вигрібні ями.

Абонентами Буського ПВКГ окрім житлових будинків є низка бюджетних установ та державних та приватних підприємств (Додаток А) [18]. Загальне споживання свіжої води підприємствами води дорівнює: 42,2 м³/добу; 15415,6 м³/рік [15]. Водночас водовідведення стічних вод від цих же підприємств у 3,4 рази більше і становить відповідно: 143,27 м³/добу; 52263,2 м³/рік. Дисбаланс між водоспоживанням і водовідведенням, очевидно, можна пояснити тим, що не усі підприємства одночасно під'єднані до мережі централізованого водопостачання та до каналізаційної мережі. Є установи, які лиш забирають свіжу воду з водогону, а свої стічні води або передають іншим організаціям, або очищають і скидають самостійно. Найбільші такі споживачі – це військові частини №2051 та №1120. Проте більше підприємств не використовують води з централізованої мережі, а мають власні джерела водопостачання (як правило, підземні свердловини). Найбільші з них за обсягами водовідведення – це районна лікарня, пивзавод, консервний завод та Львівська залізниця, обсяги стічних вод якої сягають майже половини загального водовідведення від підприємств.

Стічні води м. Буська та смт. Красне-2 від головної каналізаційної насосної станції (ГКНС) напірним трубопроводом надходять на каналізаційні очисні споруди (КОС) для очищення.

Умови надходження стічних вод на КОС. Фактичне надходження стічних вод на очисні споруди міста дорівнює: $Q = 27,8 \text{ м}^3/\text{год} = 666,2 \text{ м}^3/\text{добу} = 243,177 \text{ тис. м}^3/\text{рік}$ (табл. 1.2) [18, 15]. Як бачимо, обсяги стічних вод, що відводяться у вигрібні ями, з неканалізованих територій населених пунктів становлять половину надходження стічних вод на КОС міста Буська. Така ситуація склалася через відсутність охоплення централізованим водовідведенням значних території населених пунктів і навіть цілого населеного пункту (сmt. Олесько), через цілковиту відсутність дощової мережі. Іншими словами, водоканалізаційне господарство має значний потенціал для росту, шляхом розбудови каналізаційної мережі,

приєднанням нових абонентів серед житлового сектору, можна збільшити надходження стічних вод на КОС мінімум на 30 %.

Таблиця 1.2

Обсяги водовідведення по Буському ПВКГ

Найменування	Витрата стічних вод		
	м ³ /год	м ³ /добу	тис. м ³ /рік
• забруднених, що потребують очищення	27,8	666,2	243,177
• що скидаються у вигрібні ями	15,05	361,1	120,436

Згідно з нормативним документом [18] якісний склад стічних вод, що надходять на КОС, відповідає граничним нормам прийому у міську каналізаційну систему (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Склад стічних вод, які надходять на КОС м. Буська

№ з/п	Показник	Концентрації, мг/л	Граничні норми прийому, мг/л
1	Завислі речовини	280	500
2	БСК _{повне}	250	350
3	ХСК	574	810
4	Азот амонійний	23	-
5	Нітрати	1,2	-
6	Нітроти	0,03	-
7	Сульфати	92	400
8	Хлориди	171	350
9	Фосфати	3,94	-

Як бачимо, вміст основних забруднювачів є типовим для господарсько-побутових стічних вод. Проте концентрація завислих речовин на рівні – вище середнього, що, на нашу думку, спричинене відсутністю

дощові мережі. Атмосферні стічні води є менш концентрованими порівняно з господарсько-побутовими і вважаються «умовно чистими». У загальносплавній каналізації вони суттєво розбавляють концентровані чи комунальні, чи виробничі стоки.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ РОБОТИ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

М. БУСЬКА

2.1. Проектна характеристика КОС

Каналізаційні очисні споруди проектною потужністю 3,0 тис. м³/добу [33], прийняті за схемою повного біохімічного очищення з доочисткою.

Майданчик КОС споруд розташований західніше міста Буськ, на лівій заплаві р. Західний Буг (рис 2.1).

Інженерно-геологічні умови майданчика відзначаються: верхнім родючим шаром ґрунту потужністю до 0,5 м; суглинистими ґрунтами до глибини 5 м; рівнем ґрунтових вод 1,5-3,0 м; висотою на рівнем моря у межах 210-217 м. Площа майданчика станції – 4,1 га.

Згідно з вимогами санітарних правил планування населених місць [16] ширина нормативної санітарно-захисної зони (СЗЗ) для споруд механічної та біологічної очистки потужністю 0,2-50 тис. м³/добу становить 200 м. Нормативна СЗЗ для КОС Буська витримана (рис. 2.2), відстань до найближчої житлової забудови дорівнює 520 м.

Згідно з проектом очисні споруди складаються: з приймальної камери, водовимірювального лотка, 2 пісколовок; блоку ємностей: первинні відстійники – 3 секції, аеробні стабілізатори – 2 секції, аеротенки – 3 секції, вторинні відстійники – 3 секції; установки доочистки стічних вод: блок фільтрів (барабанні сітки і піскові фільтри), контактні резервуари – 2 секції, хлораторної, піскових бункерів, мулових майданчиків – 4 карти, майданчика компостування осаду – 1 (рис. 2.3). Проте їх склад змінений згідно з корегуванням проекту КОС [33]. Так до технологічної схеми включені проціджувачі - 2 шт.,

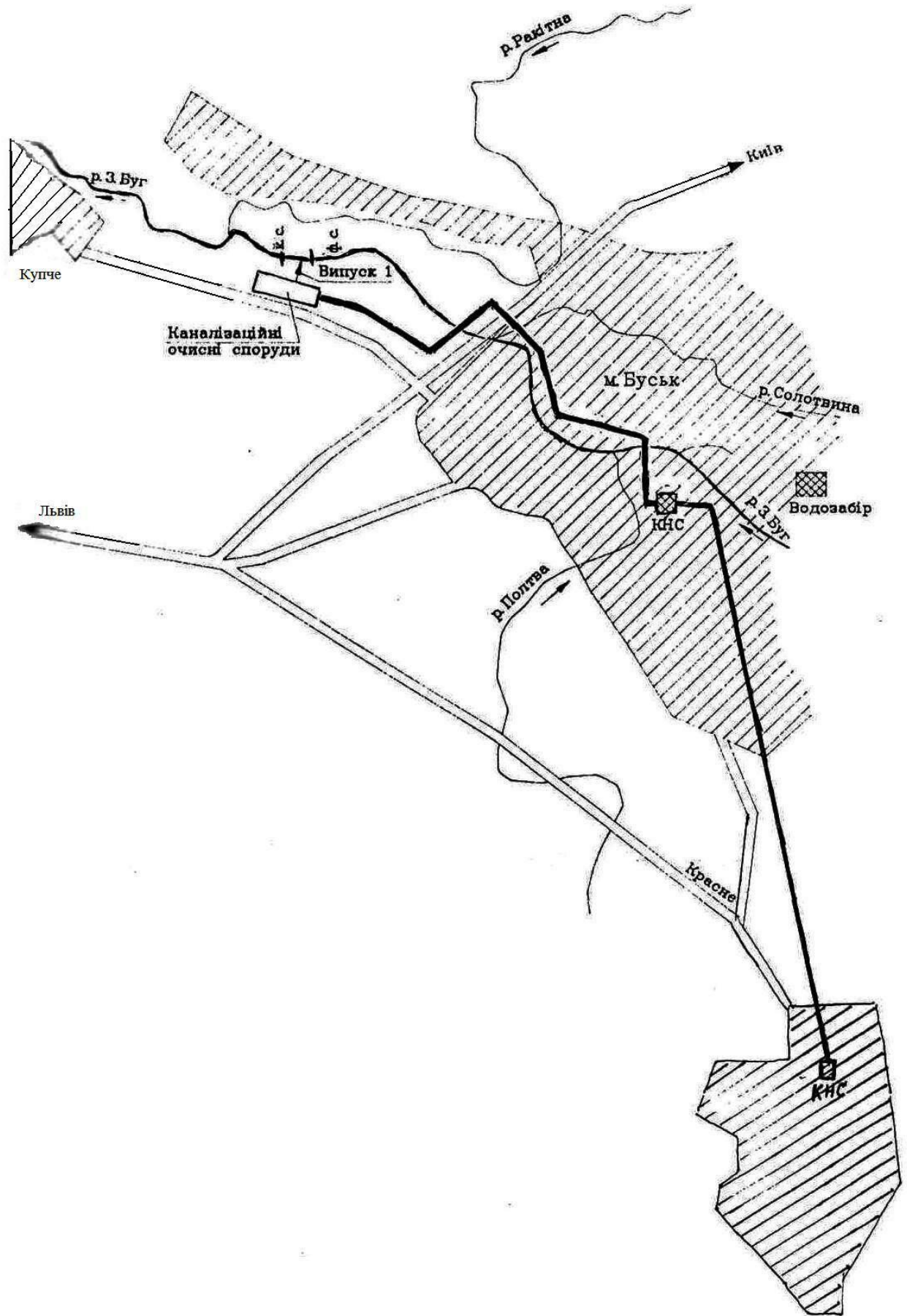


Рис. 2.1. Карта-схема розміщення споруд системи водовідведення Буського ПВКГ

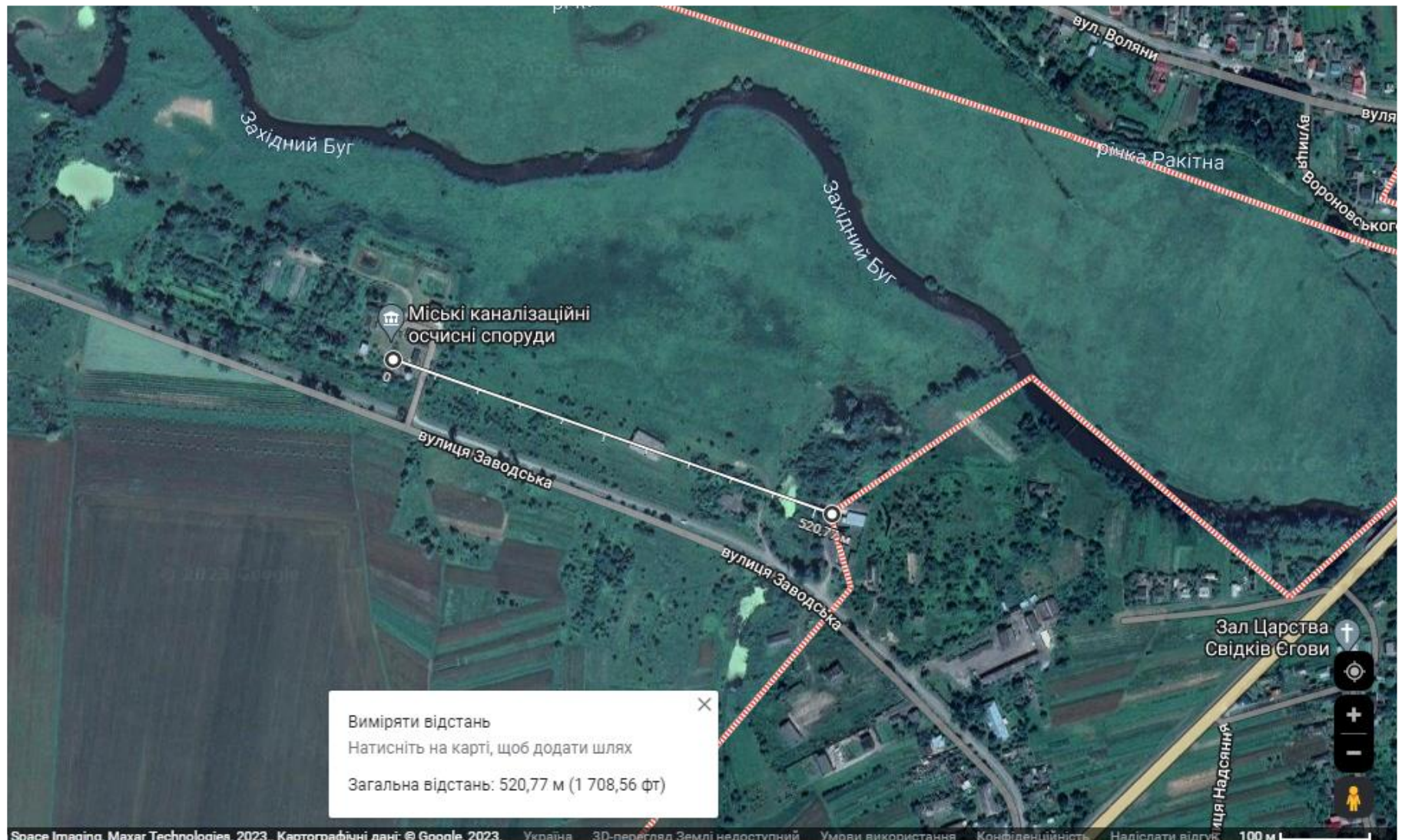


Рис. 2.2. Карта розміщення КОС м.Буська

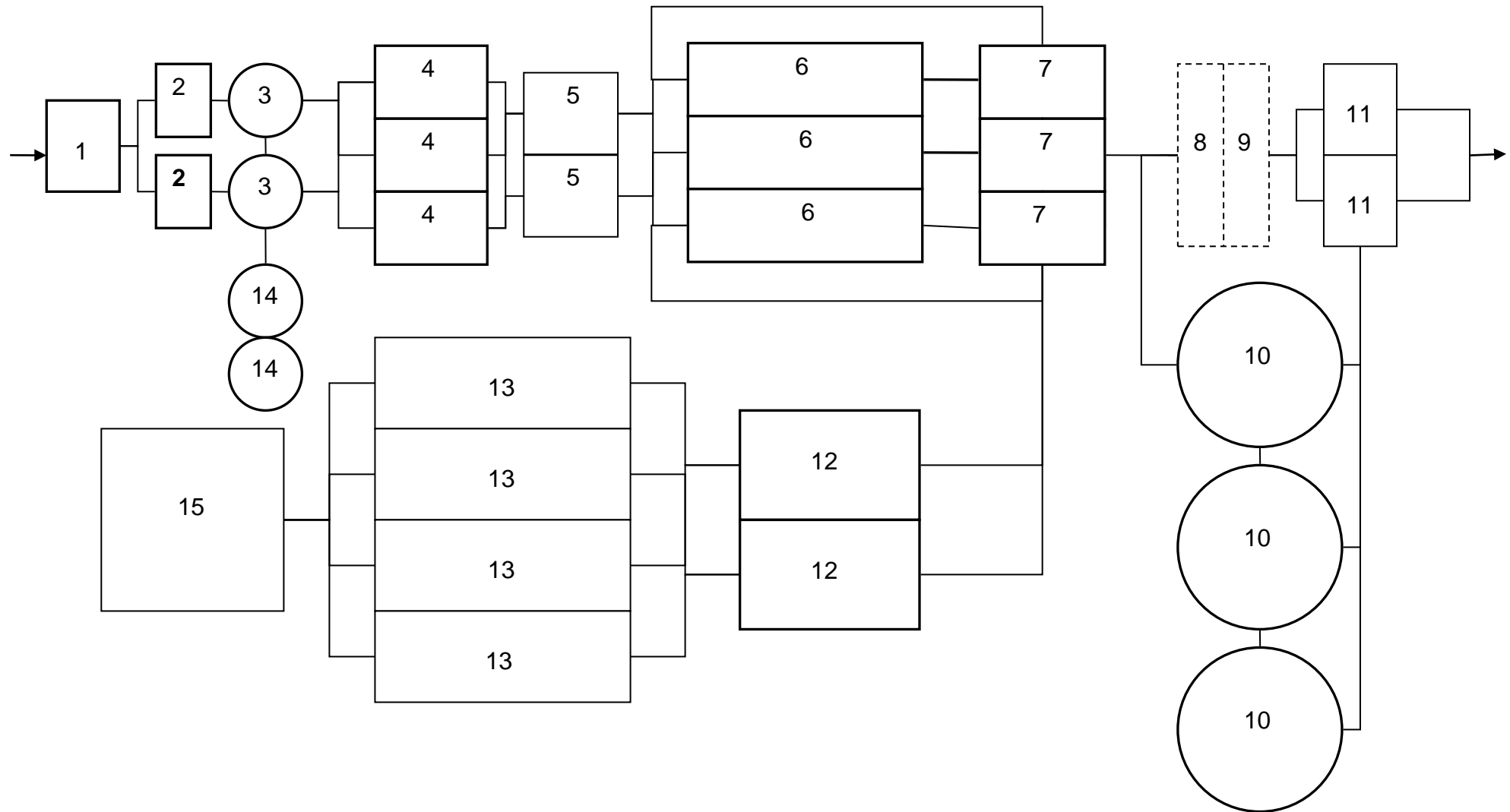


Рис. 2.3. Технологічна схема КОС м. Буська: 1 – приймальна камера; 2 – проціджувачі; 3 – пісковловлювачі; 4 -первинні відстійники; 5 – усереднювач; 6 - аеротенки; 7 – вторинні відстійники; 8 – барабанні сітки; 9 – піскові фільтри; 10 – біоставки; 11 - контактні резервуари; 12 – стабілізатори мулу; 13 – мулові майданчики; 14 – піскові бункери; 15 – майданчик для компостування осаду

двосекційний усереднювач і тріступеневі біологічні ставки доочистки стічних вод замість недобудованої системи доочистки у блоці фільтрів.

Приймальна камера. Для рівномірного розподілу стічних вод, що надходять на КОС, а також для прийому побутових стоків станції, брудних промивних вод, дренажних вод з мулових майданчиків і піскових бункерів у технологічній схемі прийнята приймальна камера: 1 м × 0,5 м × 1 м марки ПК-2-30а.

Водомірний лоток. Для вимірювання витрати стічних вод у проекті КОС передбачений збірний лоток Вентурі за Т.П.902-9-5, третього типу з пропускною здатністю 3000 м³/добу. Лоток виконаний з монолітного залізобетону.

Пісколовки. Для вловлювання піску передбачені пісколовки з коловим рухом стічних вод за Т.П.902-2-331 тип II. Це круглі резервуари діаметром 4 м з конічним дном, виготовленим з монолітного залізобетону. Всередині пісколовки знаходиться кільцевий лоток, що закінчується внизу щілинним отвором. Видалення піску з пісколовки відбувається за допомогою гідроелеватора у піскові бункери. Вузол споруд складається з двох пісколовок і камери перемикання. Розрахункова кількість піску, що вловлюється – 0,38 м³/добу, його вологість – 60 %.

Блок ємностей. Для забезпечення біохімічного очищення стічних вод і доведення концентрацій забруднювачів за зваженими речовинами і БСК_{повн.} до 15 мг/л передбачений блок ємностей, виконаний за типовим проектом 902-3-14. Це напівзаглиблена у ґрунт споруда з розмірами у плані 18 м × 60 м.

Блок ємностей складається з трьох секцій шириною 6 м кожна. До складу кожної секції входять: первинний відстійник, аеробний стабілізатор, аеротенк, вторинний відстійник, проміжна ємність.

Стічні води у блоці ємностей послідовно проходять: первинні відстійники, аеротенки, вторинні відстійники, проміжні ємності. Обробка осадів відбувається в аеробних стабілізаторах.

Повітря, необхідне для роботи блока ємностей, подається повітродувками з виробничо-допоміжної будівлі.

Первинні відстійники – горизонтального типу довжиною 9 м. Днища відстійників мають форму бункерів і виготовлені з монолітного залізобетону. Щодоби у них вловлюється 11,8 м³ сирого осаду вологістю 95 %.

Усереднювач – прямокутна у плані двосекційна залізобетонна ємність розмірами 6×22×3,6 м для усереднення, нормалізації подачі проясненої рідини на біологічне очищення.

Аеротенки – однокоридорні, без регенерації активного мулу, з розосередженим подаванням стічної води та мулу. Довжина аеротенка – 24 м. Днища плоскі, виготовлені з монолітного залізобетону.

Вторинні відстійники – горизонтального типу, довжиною 15 м. Днища відстійників мають форму бункерів і виготовлені з монолітного залізобетону. Щодоби від них надходить на мінералізацію 130 м³ надлишкового активного мулу вологістю 99,6 %.

Проміжні ємності використовуються в якості споруд для збагачення очищених стічних вод киснем перед доочисткою, що знижує можливість створення анаеробних умов у завантаженні фільтрів.

Аеробні стабілізатори – двосекційні, шириною – 9 м. Днища плоскі, виготовлені з монолітного залізобетону. Навантаження стабілізаторів – 141,8 м³/добу сирого осаду і надлишкового активного мулу. Крім мінералізації у стабілізаторі передбачено ущільнення осаду відстоюванням. Вологість стабілізованого осаду – 98 %. Мулова вода після ущільнення осаду подається в аеротенк.

Для підтримання у стабілізаторах оптимального температурного режиму у зимовий період передбачена можливість тимчасового підігріву осаду за допомогою гладких труб.

Проектом блока ємностей передбачені пристрої-вимикачі, які дозволяють при ремонті чи аварії на одній секції перерозподіляти воду на

інші паралельні секції. Крім того передбачена можливість відключення первинних відстійників від решти споруд.

У блоці ємностей передбачені трубопроводи опорожнення аеротенків. Опорожнення стабілізаторів передбачене через трубопроводи випуску стабілізованого осаду.

Первинні і вторинні відстійники та проміжні ємності спорожняються за допомогою ерліфтів та насоса марки НЦС-2.

Установка доочистки. У складі установки доочищення стічних вод запроєктовані вхідна камера і фільтри у виробничо-допоміжному приміщенні та контактні резервуари.

Блок фільтрів і виробничо-допоміжні приміщення – це будівля, де технологічні ємності (барабанні сітки та піщані фільтри і допоміжні резервуари) розміщені паралельними блоками, зв'язані між собою галереєю обслуговування. Між ємностями розміщена насосна станція і відділення барабанних сіток.

Вхідна камера фільтрів – це вертикальна циліндрична ємність призначення для подавання води на фільтри з постійним напором.

Недобудовані барабанні і піскові фільтри замінені на аеровані трьох ступеневі біологічні ставки загальним об'ємом 3600 м³.

Контактні резервуари – це горизонтальна, напівзаглиблена у ґрунт, збірно-монолітна залізобетонна, прямокутна у плані двосекційна ємність з розмірами 6 × 9 м і глибиною 3,6 м. Для знезараження очищеної води перед випуском використовується 0,92 кг/год хлору.

Резервуар побутових стічних вод. Резервуар призначений для збору побутових стічних вод від всіх об'єктів станції. Об'єм резервуара розрахований на п'ятихвилинну продуктивність насоса.

Резервуар для збору плаваючих речовин. Резервуар призначений для збору плаваючих речовин з первинних відстійників. Він складається з двох секцій, з'єднаних між собою. Одна секція використовується для видалення плаваючих речовин, друга – для видалення води, що транспортує

плаваючі речовини. Вода самопливом пере пускається у побутову каналізацію майданчика.

Камера випуску ущільненого стабілізованого осаду. Камера служить для забезпечення почергового випуску ущільненого стабілізованого осаду з секцій аеробних стабілізаторів блока ємностей. У камері встановлені засувки з ручним управлінням.

Камера опорожнення блока ємностей. Камера служить для спорожнення секцій аеротенків блока ємностей. У камері встановлені засувки з ручним приводом.

Камера випуску очищених стічних вод. Камера служить для випуску стічних вод з блоків ємностей і одночасно для забору технічної води для гідроелеваторів пісколовок і технічного водопостачання виробничо-допоміжної будівлі [33].

Піскові бункери та мулові майданчики. Для обробки піску передбачені *два піскових бункери* об'ємом $5,34 \text{ м}^3$ кожний. Вони складаються з монолітної залізобетонної плити з отворами $D=2,1 \text{ м}$ для встановлення бункерів і підтримуючих монолітних залізобетонних колон.

Мулові майданчики запроектовані для підсушування осаду, що надходить з аеробних стабілізаторів. Навантаження осадом – $5 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Запроектовані мулові майданчики складаються з 4-х карт розмірами $13 \times 41,9 \text{ м}$. Максимальна глибина карт $0,6 \text{ м}$, розрахункове наповнення $0,3 \text{ м}$. Мулові майданчики розділені на карти земляними валами шириною $0,7 \text{ м}$. Для обслуговування карт транспортними засобами влаштовуються з'їзди.

У дно карт влаштований дренажний лоток зі збірних залізобетонних елементів та дренажної керамічної труби $D=150 \text{ мм}$ для відведення дренажних вод.

Напуск осаду і заповнення карт відбувається по лотках з шиберним регулюванням наповнення. Збирання підсушеного осаду здійснюється трактором, а завантаженням на транспортні засоби екскаватором.

Кожна карта мулових майданчиків повинна працювати у режимі: запуск осаду, зневоднення і підсушування, прибирання зневодненого осаду. Ці операції складають цикл роботи карти.

Заповнення карти осадом повинне відбуватись у найкоротший термін – не більше доби. Зневоднення осаду до вологості приблизно 80 % відбувається протягом 5 днів. Товщина шару зневодненого осаду дорівнює 5-6 см. Після зневоднення осаду його підсушують протягом більше 5 днів до вологості 70 %.

У зимовий період рекомендується заморожування осаду. Заморожування здійснюють невеликим шаром для того, щоб налитий шар осаду повністю промерз. Режим роботи майданчиків у зимовий період аналогічний до літнього, у цьому разі зневоднення здійснюється заморожуванням з наступним сколюванням і вивезенням.

Запроектований *майданчик для компостування осаду* має розміри 21,9 × 23,45 м. Максимальна глибина 0,6 м, розрахункове наповнення 0,3 м. Майданчик обвалований земляними валами шириною 0,7 м. У дно карти влаштований дренажний лоток зі збірних залізобетонних елементів та дренажної керамічної труби $D=150$ мм для відведення дренажних вод.

Насосна станція дренажних вод. Насосна станція служить для підкачування дренажних вод з мулових майданчиків і піскових бункерів в голову очисних споруд. У ній встановлено два насоси типу ЦМК16-27 (один робочий, другий резервний).

Допоміжні будівлі майданчика очисних споруд. На майданчику очисних споруд розміщені такі допоміжні будівлі [33]:

- адміністративно-побутовий корпус, в якому знаходяться майстерня приладів, майстерня поточного ремонту дрібного обладнання, комора, лабораторія, кімната прийому їжі, кабінет начальника станції, кімната зберігання реактивів, побутові приміщення, вентиляційна камера;
- котельня;

- хлораторна суміщена з витратним складом хлору.

Технологічні мережі на майданчику виконані зі сталевих, керамічних, чавунних, азбестоцементних і полівінілхлоридних труб.

2.2. Технологічна схема очищення стічних вод

Стічні води від ГНСК надходять у приймальну камеру, а потім у водовимірювальний лоток Вентурі. Далі стоки прямують на пісколовки, де відбувається затримка важких мінеральних забруднювачів.

Після пісколовок стоки надходять у блок ємностей, спочатку у первинні горизонтальні відстійники для прояснення. Пройшовши механічну очистку, стоки подаються насосами в аеротенки, де відбувається процес біохімічного очищення за допомогою активного мулу, а далі у вторинні відстійники для вторинного прояснення.

Після біохімічного очищення в аеротенках, стічні води з концентрацією забруднень за БСК_{повн.} – 15 мг/л і за завислими речовинами – 15 мг/л надходять на установку доочистки, де проходить зниження забруднень за БСК_{повн.} до 6,0 мг/л і за завислими речовинами до 4 мг/л. Згідно з коректуванням проекту [33] доочищення відбувається в аерованих біоставках.

Після очищення стічні води знезаражують розчином хлорного вапна у контактному резервуарі і трубопроводом надходять до випуску, звідки зворотні води скидають у річку Західний Буг з лівого берега.

Схема руху піску, осаду і мулу. Затриманий у пісколовках пісок вивантажується з них за допомогою гідроелеваторів і подається у піскові бункери, де пісок зневоднюється й автомашинами вивозиться у спеціально відведені місця за межі майданчика, а вода подається муловою насосною станцією у голову очисних споруд.

Сирий осад, що випав у первинних відстійниках за допомогою ерліфтів подається у мулову камеру, а з неї самопливом в аеробний стабілізатор.

Активний мул з вторинних відстійників за допомогою ерліфтів подається у мулову камеру. У муловій камері передбачене розділення (за допомогою затвора з рухомими водозливом) активного мулу на рециркуляційний і надлишковий з вимірюванням їх витрати. Після змішування з осадом з первинних відстійників надлишковий активний мул направляється в аеробний стабілізатор, рециркуляційний активний мул – в аеротенк.

В аеробному стабілізаторі відбувається в аеробних умовах біологічна деструкція суміші сирого осаду з первинних відстійників та надлишкового активного мулу до такого ступеня розпаду беззольної речовини, якому забезпечується найбільша водовіддача і можливість наступного інтенсивного компостування осаду. В аеробному стабілізаторі відбувається також ущільнення осаду. Мулова вода відводить в аеротенк.

Оброблений осад зі стабілізаторів перекачується насосами, встановленими у виробничо-допоміжній будівлі, на мулові майданчики. Після підсушки на мулових майданчиках осад видалається на майданчики компостування, а потім автомашинами вивозиться на поля.

Мулова вода з мулових майданчиків муловою насосною станцією разом з водою з піскових бункерів подається у голову очисних споруд.

На майданчику очисних споруд передбачена пневмоаерація. Повітря подається турбоповітродувками, встановленими у виробничо-допоміжній будівлі. Повітря надходить у фільтросні канали аеротенків, в аеробні стабілізатори, ерліфти первинних і вторинних відстійників.

2.3. Ефективність очищення стічних вод

Згідно з нормативним документом [10] зворотні води КОС Буського ПВКГ скидаються у річку Західний Буг. Для визначення ефективності очищення стічних вод ми провели аналітичні дослідження зворотних вод КОС на випуску у р. Західний Буг, використавши методики, викладені у Додатку В.

Результати аналітичних визначень зворотних вод на випуску у Західний Буг наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Якісний склад зворотних вод КОС Буського ПВКГ

№ з/п	Показник	Концентрація, мг/л	Допустима до скиду концентрація, мг/л [10]
1	Завислі речовини	16,0	15,07
2	Мінералізація	852,6	841,6
3	БСК ₅	15,0	16,23
4	ХСК	76,0	77,5
5	Азот амонійний	3,0	2,83
6	Нітрати	4,5	1,62
7	Нітроти	0,04	0,05
8	Хлориди	168,5	142,0
9	Сульфати	77,9	73,0
10	Фосфати	3,1	3,30

Як бачимо, у якості зворотних вод простежуються незначні перевищення вмісту таких речовин: завислих речовин – на 6 %, мінералізації – на 1 %, азоту амонійного – на 6 %, хлоридів – на 19 %, сульфатів – на 7 %.

А ось концентрація нітратів у зворотних водах у 2,8 (майже у 3) рази перевищує допустиму.

На основі якісної характеристики стічних водна на вході в КОС (див. табл. 1.3) та результатів аналізу зворотних вод розрахуємо ефективність очищення за формулою [34]:

$$\eta = \frac{c_{ст} - c_{зв}}{c_{ст}} \times 100, \% \quad (2.1)$$

де

$c_{ст}$ – концентрація забруднюючої речовини у стічних водах;

$c_{зв}$ – концентрація забруднюючої речовини у зворотних водах.

Результати розрахунків занесені у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

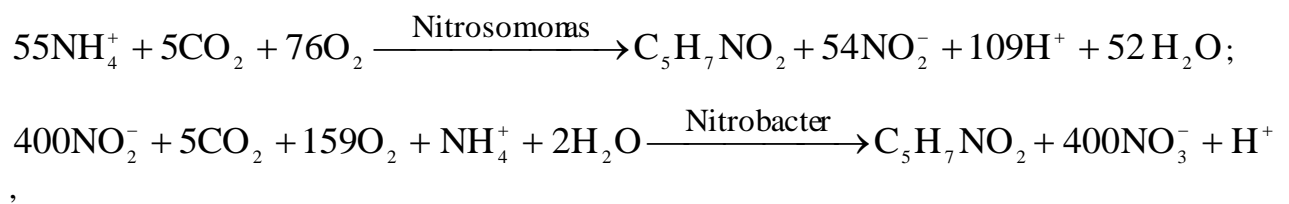
Показники ефективності роботи КОС Буського ПВКГ

№ з/п	Показник	Концентрація, мг/л		Ефективність, %	Типові показники роботи ОС, мг/л [31]	
		у стічних водах	у зворотних водах		повного біологічного очищення	ПБО з доочисткою
1	Завислі речовини	280	16,0	94	15	10
2	Мінералізація	-	852,6	-	-	-
3	БСК ₅	250	15,0	94	15	6-8
4	ХСК	574	76,0	87	80	40-60
5	Азот амонійний	23	3,0	87	6-8	3-4
6	Нітрати	1,2	4,5	-	<45	-
7	Нітрити	0,03	0,04	25	0,65-1	0,65
8	Хлориди	171	168,5		-	-
9	Сульфати	92	77,9		-	-
10	Фосфати	3,94	3,1	21	7	3,5

Як бачимо, КОС демонструють доволі високу ефективність очищення за основними забруднювачами: завислими речовинами, БСК, ХСК, азотом

амонійним та фосфатами: 94%, 94%, 87%, 87% , 21% відповідно. Проте, якщо взяти до уваги типові технологічні показники якості зворотних вод для очисних споруд повного біологічного очищення і з доочисткою (а у випадку КОС Буського ПВКГ це повна біологічне очищення з доочисткою у біоставках та фільтрах), то ефективність роботи КОС відповідає лише технологічній схемі повного біологічного очищення ще й з незначним перевищенням вмісту завислих речовин.

Враховуючи особливості технології очищення стічних вод за допомогою активного мулу в аеробних умовах, а саме видалення органічного Нітрогену, окиснення якого відбувається у двостадійному процесі нітрифікації [5, 34]:



важко говорити про ефективність видалення нітрогену (нітратного чи нітритного), бо органічний Нітроген за цих умов окиснюється до нітратів. Тобто матимемо приріст, а не зниження концентрації нітратів, що й простежується у роботі КОС Буська (уміст нітратів зростає у 3,75 рази).

У процесі біологічного очищення за рахунок того, що одні мінеральні речовини поглинаються активним мулом інші, навпаки, виділяться, говорити про ефективність видалення мінералізації, сульфатів і хлоридів недоцільно. Недоцільним це є ще й з точки значення мінералізації, яке є меншим 1000 мг/л. Такі води відносять до слабо мінералізованих.

З огляду на викладені міркування, можна стверджувати, що цех доочистки на КОС Буського ПВКГ не працює.

Щоб з'ясувати як КОС м. Буська впливають на природне водне середовище провели гідрохімічні дослідження приймача зворотних вод.

РОЗДІЛ 3

ГІДРОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЙМАЧА ЗВОРОТНИХ ВОД

3.1. Гідрологічна характеристика р.Західний Буг

Приймач зворотних вод каналізаційних очисних споруд м. Буська – річка Західний Буг – водний об'єкт рибогосподарського користування. Західний Буг є правобережною притокою річки Вісла. Річка Західний Буг бере початок на західному схилі Волино-Подільської височини з джерел на висоті 335 м, біля села Верхобуж Золочівського району [9]. Долина річки V-подібна, шириною 0,8-1,4 км. Заплава двостороння, шириною 0,2-1,0 км. Русло нерозгалужене, помірно звивисте (з коефіцієнтом звивистості $K_{зв}=1,56$), ширина річки до 3 м, середня глибина - 0,5-1,5 м, швидкість течії змінюється від 0,1-1,3 м/с. Русло відкрите. Дно рівне піщано-мулисте. Коефіцієнт шорсткості русла $n=0,04$.

Льодовий режим річки нестійкий. Льодостав утворюється на початку грудня, скресає річка у другій декаді березня. Найбільша товща льоду досягає 64 см. Межень настає у травні місяці, найчастіше спостерігається у вересні-жовтні [25] .

Гідрологічний режим ділянки описано за даними дев'яти гідропостів. За річним ходом рівнів річка приближається до рівних рік. Внаслідок танення снігу простежується велике весняне водопілля. У цей період зафіксовано найвищий річний рівень води. Значне підняття рівня починається ще при льодоставі, за 10-15 днів до скресання льоду, і триває до середини травня, після чого починається меженний період, що триває по жовтень (інколи до середини листопада). Найнижчі річні рівні спостерігаються у період з липня по вересень [17].

Річний стік та його розподіл в році 95% забезпеченості наведено у таблиці 3.1 [11].

Розподіл річного стоку Західного Бугу

$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	Місяць												Середньо річний
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	1,25	7,63	16,1	10,6	4,19	3,5	2,6	1,87	2,0	2,44	3,45	2,27	4,82

3.2. Гідрохімічні дослідження

Схема випуску зворотних вод КОС Буського ПКВГ (рис. 1) затверджена нормативним документом [18]. Фоновий ствір вибрано на віддалі 50 м вище місця випуску в р. Західний Буг, а розрахунковий ствір – 300 м нижче випуску.

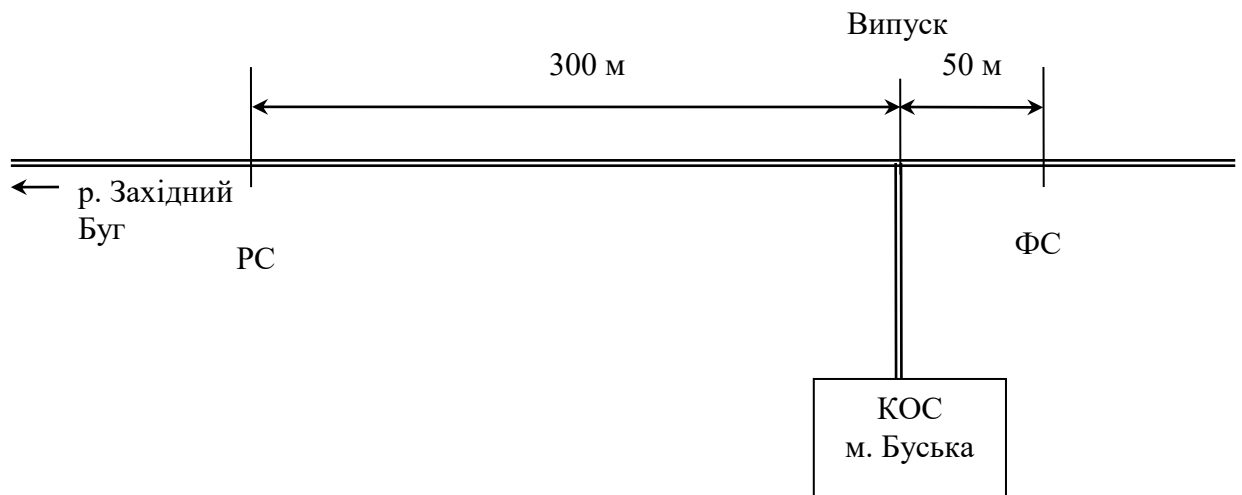


Рис. 4.1. Схема випуску зворотних вод КОС Буського ПКВГ:

ФС - фоновий ствір; РС – розрахунковий ствір

Гідрохімічні дослідження природних води проводили в обох контрольних створах (фоновому і розрахунковому). Відбір проб та аналітичні визначення показників якості води у річці Західний Буг виконували згідно з методиками, викладеними у Додатку В. Результати аналітичних вимірювань занесені у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Гідрохімічна характеристика р. Західний Буг - приймача зворотних вод

№ з/п	Показник	Концентрація, мг/л			ГДК _{р/г} , мг/л
		ФС	випуск	РС	
1	Температура, °С	15	16	15	-
2	рН	7,5	7,0	6,75	6,5-7,5
3	Завислі речовини, мг/л	13,5	16,0	14,8	25
4	Мінералізація	639	852,6	694	-
5	БСК ₅ , мг/л	3,0	15,0	3,2	3
6	ХСК, мг/л	9,1	76,0	10	50
7	Азот амонійний, мг/л	2,4	3,0	2,4	0,5-1,0
8	Нітрати, мг/л	34,0	4,5	33	40
9	Нітрити, мг/л	0,6	0,04	0,5	0,08
10	Хлориди, мг/л	36,3	168,5	110	300
11	Сульфати, мг/л	131,7	77,9	125	100/фон
12	Фосфати	2,45	3,1	2,5	2,14

Як бачимо, якість води у річці за такими показниками як азот амонійний, нітрити, сульфати, фосфати не відповідає вимогам рибогосподарського користування. Високі концентрації азоту амонійного (2,4ГДК) та нітритів (7,5ГДК) свідчать про тривале забруднення річки

органікою. Цей факт, очевидно, пов'язаний з тим, що річка протікає через місто, і спосіб користування земель, на її берегах, позначився на якості води у ній. Крім того, у середмісті у Західний Буг впадає його ліва притока – р. Полтва, що несе зворотні води КОС м. Львова.

Крім того, у недавньому минулому за даними планової перевірки додержання природоохоронного законодавства при експлуатації каналізаційних очисних споруд Буського ПВКГ Державною екологічною інспекцією у Львівській області [7, 8] встановлено, що підприємство проводило самовільний аварійний скид неочищених стічних вод міста з каналізаційної насосної станції у річку Полтву.

Результати аналітичних досліджень води у контрольну створі нижче випуску вказують на те, що зворотні води очисних споруд практично не впливають на якість води у Західному Бузі. Незначні коливання значень вмісту основних забруднювачів швидше пов'язані з похибкою вимірювань. Згідно з даними гідрологічних досліджень [20] (табл. 3.1) мінімальна витрата природних вод у ФС дорівнює $1,25 \text{ м}^3/\text{с} = 4500 \text{ м}^3/\text{год} = 108000 \text{ м}^3/\text{добу}$, що більш, ніж 160 разів перевищує скид зворотних вод з КОС ($666,2 \text{ м}^3/\text{добу}$). Це свідчить про те, що повна кратність розведення зворотних вод природними $n=160$. Отже, водність Західного Бугу є порівняно високою, відповідно й асимілююча здатність мала б бути також, але за вмістом біогенних елементів (нітрогену та фосфору) вона вичерпана, «фон завантажений». Асимілююча здатність річки за головним забруднювачем у господарсько-побутових стічних водах – БСК, знаходиться на межі і лише завдяки своїй водності річка «не відчуває» скидів органіки з КОС м. Буська.

На нашу думку, для запобігання напруженій екологічній ситуації у річці Західних Буг у створі КОС м. Буська доцільно розробити шляхи оптимізації їхньої роботи.

РОЗДІЛ 4

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ КОС М. БУСЬКА

На очисних спорудах м. Буська, запроектованих ще у 1972 році на велике надходження стічних вод і з його ростом на перспективу (3 тис.м³/добу), і навіть, враховуючи корегування проекту КОС у 1978-1982 р.р. у вигляді зміни блоку доочистки, склалася ситуація, характерна для більшості біохімічних очисних споруд, що працюють у недовантаженому режимі (фактична витрата стічних вод, що надходять на КОС, у 4,5 рази менша за проектну). Але запроектована секційна трьохлінійна технологічна схема системи очищення дозволяє реагувати на зміну витрати стічних вод, що й було зроблено під час капітального ремонту у 2019-2020 р.р., а саме замінено обладнання на одній технологічній лінії (компресори, насоси, ерліфти, засувки, шибери). Проте блок доочистки так і не запрацював.

На нашу думку, доцільно добудувати, розчистити каскад біологічних ставків і використовувати їхні стабілізуючі ємності. У якості таких ємностей можуть слугувати вивільнені резервуари інших технологічних ліній.

4.1. Контактнастабілізаційна схема біохімічної очистки

Для біохімічної очищення стічних вод на КОС м. Буськ замість традиційної схеми (біологічний реактор з вторинним прояснювачем) пропонуємо одноступеневий аеротенк з регенерацією мулу (тобто контактнастабілізаційну схему вторинного очищення води [23, 25]). Згідно з вимогами нормативної документації [23] таку схему рекомендовано застосовувати, коли уміст БСК на вході у біологічний реактор більше 150 мг/л.

За такою схемою внаслідок контакту активованого мулу в аеротенку зі стічною водою, усунення органічної матерії відбувається стрибкоподібно, протягом короткого періоду часу (20-40 хв.), коли більша частина органіки у

колоїдному, завислому і розчиненому стані адсорбується активним мулом [12]. Таке явище адсорбції запропоновано використовувати для підвищення швидкості мінералізації органіки у каналізаційних очисних системах. За такою схемою у технологічну карту вторинного (біохімічного) очищення необхідно включити додатковий стабілізаційний резервуар для зворотного (сепарованого у вторинному прояснювачі) мулу для його реактивації (регенерації) протягом однієї години.

За даними досліджень [13, 14] очищення комунально побутових стоків від органіки за контактної стабілізаційною схемою відбувається протягом 2-4 годин, що значно скорочує енергозатрати на очищення стічних вод. Результати роботи (рис. 4.1) [25] показують, що усунення розчиненої органіки відбувається за 4 год. роботи такого реактора навіть при низьких температурах (5 - 10°C).

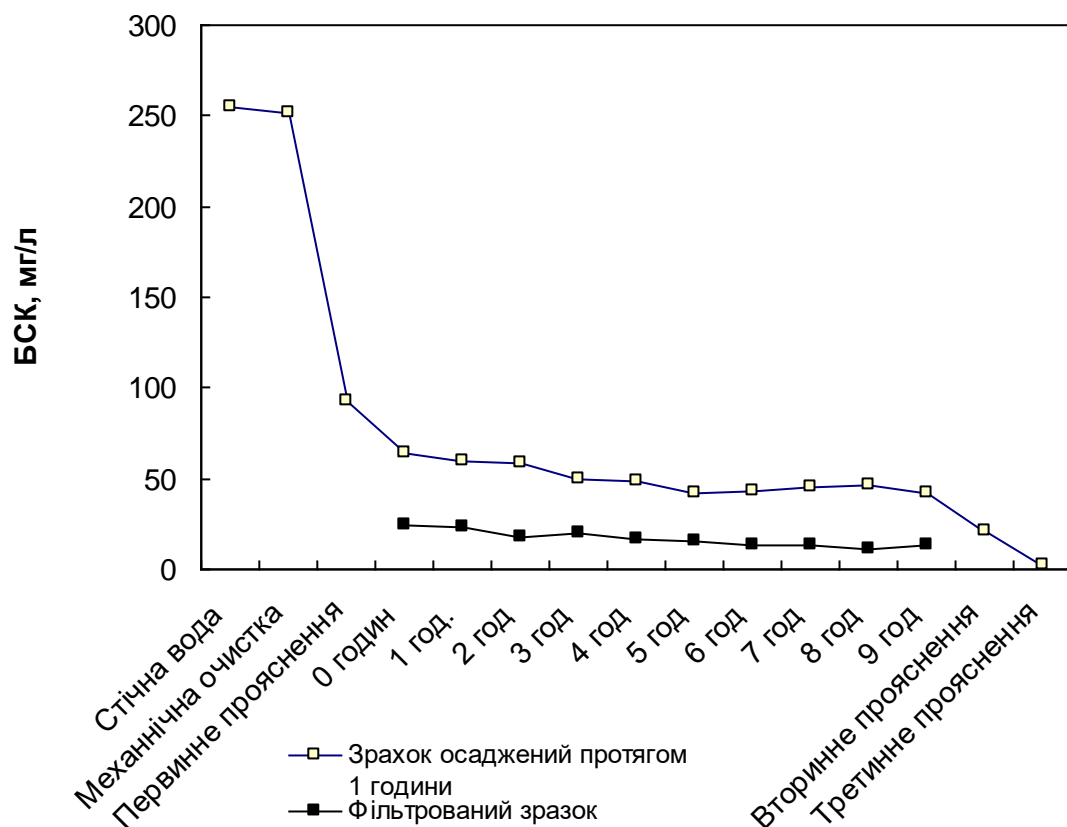


Рис. 4.1. Усунення БСК в аеротенку з регенератором

4.2. Розрахунок оптимізованої технологічної схеми очищення стічних вод

Для розрахунку оптимізованої схеми використаємо дані про фактичне надходження стічних вод на КОС $Q_{\text{ф}}=666,2 \text{ м}^3/\text{добу}$, що, як зазначено вище, у 4,5 рази є меншим за проектну потужність ($3000 \text{ м}^3/\text{добу}$, $125 \text{ м}^3/\text{год}$, $34,7 \text{ л/с}$). Кількість зворотних вод, що скидаються в річку Західний Буг, затверджена у «Дозволі на спеціальне водокористування» дорівнює $666,2 \text{ м}^3/\text{добу}$, $27,8 \text{ м}^3/\text{год}$. Для розрахунку за погодженням з керівництвом Буського ПВКГ приймаємо $Q = 700 \text{ м}^3/\text{добу} \approx 30 \text{ м}^3/\text{год} = 8,3 \text{ л/с}$.

Приймальна камера. Існуюча приймальна камера має розміри: $1 \text{ м} \times 0,5 \text{ м} \times 1 \text{ м}$, її довжина всього $0,5 \text{ м}$. Перевіримо чи за такої довжини у ній не випадатиме пісок. Для цього скористаємось формулою розрахунку довжини, необхідної для осадження піску [14]:

$$L = \frac{1000 \cdot K \cdot H \cdot v}{U_o}, \quad (4.1)$$

де

K - коефіцієнт [14];

H - розрахункова глибина пісколовки, м;

v - швидкість руху стічної води, м/с [13];

U_o - гідравлічна крупність піску, що осідає, мм/с [14].

Для розрахунку приймаємо:

$$H = 0,5 \cdot h = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ (м)}$$

$$K = 1,3;$$

$$v = 0,45;$$

$$U_o = 24,2, \text{ тоді}$$

$$L = \frac{1000 \times 1,3 \times 0,5 \times 0,45}{24,2} \approx 12,1 \text{ (м)}.$$

Отже, пісок випадатиме в резервуарі довжиною мінімум 12,1 м. Зрозуміло, що довжини існуючої камери 0,5 м для цього недостатньо.

З огляду на це, приймаємо існуючу приймальну камеру: 1 × 0,5 × 1 м.

Решітки-проціджувачі. Згідно вимог [12] при видаленні зі стічних вод твердих частинок (відходів) у кількостях $\geq 0,1 \text{ м}^3/\text{добу}$ доцільно ставити механізовані решітки з прозорами 16-20 мм. Таких решіток має бути 2 (одна – робоча, одна – резервна), як передбачено проектом. Для цього підходять рухомі решітки вітчизняного виробництва (завод «Луцьккомунмаш») марки ПСЖ-30 з продуктивністю за осадом $0,466 \text{ м}^3/\text{добу}$. Крім того, на нашу думку, для вловлення крупного осаду (відходів) у впускному каналі перед блоком рухомих решіток залишити одну нерухому з ручним вивантаження сміття.

Пісковловлювачі. На КОС експлуатують пісколовки з коловим рухом води, що є горизонтальними пісколовками. Пісок, що осів в них, видаляють гідроелеваторами, при цьому, відмиваючи його від органіки.

Оптимальне гідравлічне навантаження на пісколовки з коловим рухом води - $47,7 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ год}$. Вони здатні затримати до 45 л осаду на 100 м^3 стічної води. 76-86 % цього осаду становить добре відмитий пісок. Пісколовки стабільно працюють при коефіцієнті нерівномірності 1,5.

У попередніх розрахунках за формулою (4.1) ми вже знайшли необхідну довжину горизонтальної пісколовки - 12 м.

Існуючі пісколовки мають діаметр 4 м. Враховуючи коловий рух води і дані з [26, 27] колова пісколовка пропускає до 31-56 л/с води, що задовольняє проектну витрату стічних вод - 37,7 л/с. Розрахуємо приблизну довжину шляху частинки піску у пісколовці за її периметром:

$$L = 2\pi \cdot r = 2 \times 3,14 \times 2 = 12,56 \text{ (м)},$$

що забезпечує очищення фактичної витрати стічних вод.

Отже, для нормальної роботи очисних споруд достатньо однієї такої пісколовки, проте згідно з [12, 14] для безперебійної роботи КОС та обслуговування пісколовок доцільно ставити 2 пісколовки (обидві робочі).

Первинні відстійники. Чотири первинних відстійники з горизонтальним рухом води забезпечують прояснення проектної витрати стічної води. За цією витратою об'єм первинних відстійників (за висоти мінімально допустимого рівня води 1,5 м) забезпечує час утримання стічної рідини 2 год, що достатньо для ефективного прояснення шляхом осадження сирого органічного осаду :

$$V = 6 \times 9 \times 1,5 = 81 \text{ (м}^3\text{)} - 3 \text{ секції.}$$

$$Q_{\phi \text{ год}} = 30 \text{ м}^3/\text{год, } t = 2 \text{ год}$$

Розрахуємо необхідний об'єм відстійників для перепускання фактичної витрати:

$$V = Q_{\phi} \times t = 30 \times 2 = 60 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Для забезпечення пропускання Q_{ϕ} стічної води достатній об'єм приблизно однієї існуючої секції. Якщо врахувати, що повна глибина відстійника 3,6 м, робоча – 3 м, то

$$V_{\text{макс}} = 6 \times 9 \times 3 \approx 162 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Це дає можливість влаштувати $162/60 \approx 2$ секції, як цього вимагає нормативний документ [14] в одному існуючому відстійнику, оскільки первинні відстійники проектують не менше 2 шт. (усі робочі).

Розраховуємо значення гідравлічної крупності частинок що вловлюються у первинному відстійнику, мм/с за формулою [12, 14]:

$$U_o = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}, \quad (4.2)$$

де

H_{set} — глибина проточної частини у відстійнику, м;

K_{set} — коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника;

t_{set} — тривалість відстоювання, відповідна заданому ефекту очистки і отримана в лабораторному циліндрі в шарі h_1 ; для міських стічних вод цю величину допускається приймати [14];

n_2 — показник міри, залежний від агрегації суспензії в процесі осадження.

$$u_0 = \frac{1000 \times 3 \times 0,5}{3600 \times \left(\frac{0,5 \times 3}{0,5} \right) \times 0,3} = 0,30 \quad (\text{мм/с}).$$

Продуктивність одного відстійника визначаємо за формулою [27]:

$$q_{set} = 3,6 K_{set} L_{set} B_{set} (u_0 - v_{tb}), \quad (4.3)$$

де

v_{tb} - турбулентна складова [27], мм/с;

B_{set} - ширина секції відділення, м;

L_{set} - довжина секції, відділення, м.

Глибина первинного горизонтального відстійника – 3,6 м.

Розрахункова горизонтальна швидкість потоку від 5-7 мм/с, тоді довжину відстійника визначають за такою формулою:

$$L = v \times H \times K_s / u_0, \quad (4.4)$$

де

$$K_s = 0,2, \text{ тоді}$$

$$L = 7 \times 3,6 \times 0,2 / 0,3 = 16,8 \text{ (м)}.$$

Ширина відстійника - 6 м. Тоді його продуктивність дорівнює:

$$q_{set} = 3,6 \times 0,5 \times 16,8 \times 6 \times (0,3 - 0,05) = 45,4 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

Фактична витрата дорівнює 30 м³/год, то кількість горизонтальних відстійників:

$$n = Q_{np.} / q_{set} = 30 / 45,4 \approx 0,7.$$

Отже, для первинного осадження достатньо менше однієї секції існуючих горизонтальних відстійників, проте, враховуючи оптимальне наповнення відстійника (3 м), ефективне первинне прояснення відбуватиметься в одній секції існуючих відстійників. Згідно з вимогами [ДБН] число відстійників слід приймати за умови забезпечення освітлення стічних вод при ремонті одного з них. Тому приймаємо дві секції існуючих відстійників: одна робоча, інша – запасна.

Біохімічне очищення. Якщо вхідне значення БСК у стічних водах перевищує 150 мг/л при проектуванні біологічних реакторів згідно з [12, 14] враховувати регенерацію активного мулу. Базуючись орієнтовних значеннях

дозу мулу в аеротенку $a=3$ мг/л та мулового індексу $j=100$ см³/г згідно з [14], визначимо ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{j} - a_i} = \frac{3}{\frac{1000}{100} - 3} = 0,43.$$

Для регенератора розрахуємо дозу мулу згідно з [14]:

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{2R_i} + 1 \right) = 3 \left(\frac{1}{2 \cdot 0,43} + 1 \right) = 8,26 \text{ (г/л)}.$$

Знайдемо питому швидкість окиснення при максимальній швидкості окиснення $\rho_{\max}=85$ мг/г·год., $L_{en} = 230$ мг/л – БСК_{повн.}, $L_{ex} = 15$ мг/л – БСК_{повн.} константи $K_1 = 33$ мг/л, $K_0=0,625$ мг/л, коефіцієнти інгібування продуктами розпаду активного мулу $\varphi=0,07$ і зольності $S=0,3$ [14], концентрацію розчиненого кисню в аеротенку приймаємо $c_o = 2$ мг/л [6]:

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_{\max} \frac{L_{ex} \cdot c_o}{L_{ex} c_o + K_1 c_o + K_0 L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi a_r} = \\ &= 85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 8,26} = 15,32 \text{ (мг/г·год.)}. \end{aligned}$$

Тоді період окиснення дорівнюватиме:

$$t_a = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i a_r (1 - S) \rho} = \frac{230 - 15}{0,43 \cdot 8,26 (1 - 0,3) \cdot 15,32} = 5,64 \text{ (год.)}.$$

Час обробки води в аеротенку визначимо за формулою згідно з [14]:

$$t_{at} = \frac{25}{\sqrt{a_i}} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}, \quad (4.5)$$

$$t_{at} = \frac{25}{\sqrt{3}} \lg \frac{230}{15} = 1,72 \quad (\text{год.}).$$

Регенерація триватиме за розрахунками згідно з рівнянням:

$$t_r = t_0 - t_{at} \quad (4.6)$$

$$t_r = 5,64 - 1,72 = 3,92 \quad (\text{год.}).$$

За розрахованими параметрами знайдемо необхідний об'єм аеротенка

$$W_{at} = t_{at} (1 + R_i) q_w = 1,72 \times (1 + 0,43) \times 30 = 73,8 \text{ (м}^3\text{)} \quad (4.7)$$

та об'єм регенератора:

$$W_r = t_n R_i q_w = 3,92 \times 0,43 \times 30 = 50,6 \text{ (м}^3\text{)} \quad (4.8)$$

Сумарний об'єм біологічного реактора дорівнює:

$$W = W_{at} + W_r = 73,8 + 50,6 = 124,4 \text{ (м}^3\text{)}:$$

Приріст активного мулу в аеротенках розраховуємо за формулою:

$$P_i = 0,8C_{cdp} + K_q L_{en}, \quad (4.9)$$

де

C_{cdp} - концентрація завислих речовин в стічних водах, яка надходить в аеротенк, мг/л;

K_q - коефіцієнт приросту: для міських і близьких до них по складу виробничих стічних вод - $K_q = 0,3$.

$$P_i = 0,8 \times 150 + 0,3 \times 230 = 189 \text{ (мг/л)}.$$

Розрахуємо об'єм однієї секції існуючих аеротенків:

$$V_l = 6 \times 24 \times 3,6 = 518,4 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Знайдемо необхідну кількість аеротенків для фактичної витрати стічної води:

$$n = 124,4/518,4 \approx 0,25 \text{ аеротенка}.$$

Число секцій аеротенків згідно з вимогами [12, 14] слід приймати не менше двох (усі робочі). Для станцій очищення господарсько-побутових стічних вод продуктивністю до 200 м³/добу, а також для комбінованих установок очищення виробничих стічних вод більшої продуктивності допускається одна секція аеротенка. Так як оптимізовану технологічну схему ми вибудовуємо у дві лінії, пропонуємо розмістити дві секції аеротенків в одній існуючій, розділивши її навпіл по довжині та по ширині. Таким способом ми утворимо блок ємностей біологічної очистки: 2 секції аеротенків 3 м × 12 м.

Кількість аераторів визначаємо за формулою [27]:

$$N_{ma} = \frac{q_0(L_{en} - L_{ex})W_{at}}{1000K_T K_3((C_a - C_0)/C_a t_{at} Q_{ma}} \quad (4.10)$$

де

q_0 – питома витрата O_2 з повітря;

$K_T = 1$ – коефіцієнт температури стічних вод;

$K_3 = 0,85$ – коефіцієнт, визначається якістю води;

$Q_{ma} \geq 1,5$ кг/год – продуктивність аератора потужністю 1,25 кВт;

C_a – розчинність O_2 у воді:

$$C_a = (1 + h_a / 20,6)C_T = (1 + 2,2 / 20,6) \times 9,02 = 9,98 \text{ (мг/л)},$$

де

C_T – розчинність кисню у воді при $t=20$ °C $C_T=9,02$ мг/л;

$h_a = 2,2$ м – глибина встановлення аератора.

Тоді кількість аераторів дорівнюватиме:

$$N_{ma} = \frac{1,1 \times (230 - 15) \times 124,4}{1000 \times 1 \times 0,85((9,98 - 2) / 9,98) \times 5,64 \times 1,5} = 5,1 \text{ (шт.)}.$$

Приймаємо 5 аераторів.

Вторинний відстійник (сепаратор мулу). Для розрахунку вторинних відстійників згідно вимог [14] враховують гідравлічне навантаження g_{ssa} ($M^3/(M^2 \cdot \text{год})$), концентрацію активного мулу в біологічному реакторі (г/л), його індекс j_i ($CM^3/г$), і концентрацію мулу у воді після прояснення a_i (мг/л) за рівнянням:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 K_{ss} H_{set}^{0,8}}{(0,1 j_i a_i)^{0,5 - 0,01 a_i}} \quad (4.11)$$

де

K_{ss} - коефіцієнт використання об'єму зони відстоювання, для горизонтальних відстійників – 0,45;

a_t - приймають ≥ 10 мг/л;

a_i - приймають ≤ 15 г/л.

Отже,

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \times 0,45 \times 3^{0,8}}{(0,1 \times 100 \times 3)^{0,5 - 0,01 \times 10}} = 1,3 \text{ (м}^3 \text{ / (м} \cdot \text{год))}.$$

За фактичної витрати $30 \text{ м}^3 \text{ / год}$ необхідна площа відстійників:

$$S = 30 / 1,3 \approx 23 \text{ (м}^2 \text{)}$$

Проектна площа однієї секції вторинних відстійників:

$$S = 6 \times 15 = 90 \text{ (м}^2 \text{)}.$$

Знайдемо необхідну кількість відстійників за фактичної витрати стічної води:

$$n = 23 / 90 = 0,25 \text{ секції}.$$

Отже, дві секції вторинного прояснення можна влаштувати у четвертині об'єму існуючого відстійника або ж, використати вивільнене місце у першій секції аеротенку.

Для організації вторинних відстійників буде забагато вивільненої площі аеротенка: $6 \times 12 = 72 \text{ м}^2$, що у 3 рази більше необхідного значення. Збільшення вторинного відстійника не приведе до покращення ефекту прояснення, а лиш до загнивання/деактивації активного мулу [34] На нашу

думку, доцільно влаштувати дві секції вторинних відстійників по $3 \text{ м} \times 5 \text{ м}$ у вивільненому просторі і заблокувати їх з двома секціями аеротенків.

Доочистка. Вихідні дані для розрахунку аерованих біологічних ставів: БСК₂₀ після біохімічного очищення стічних вод - 15 мг/л; вміст розчиненого кисню в очищеній воді – 2 мг/л; БСК₂₀, допустиме до скидання у водойму – 3 мг/л; температура стічної води у ставах узимку - 2°C; $Q_{\text{сер.}} = 700 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Визначимо необхідний час перебування стічних вод в аерованих біологічних ставах з метою їх доочищення за формулою [27]:

$$t'_{\text{lag}} = \frac{N}{2,3K_g} \left(\sqrt[N]{\frac{L_{\text{en}}}{L_{\text{en}} - L_{\text{fin}}} - 1} \right), \quad (5.12)$$

де

K_g – динамічна константа споживання кисню, що дорівнює:

$$K_g = \beta_1 \cdot K,$$

де β_1 – коефіцієнт, що залежить від швидкості руху води у ставах, при швидкості $v_{\text{lag}} > 0,05 \text{ м/с}$ $\beta_1 = 7$;

L_{en} – БСК_{повне} води, що надходить у певний ступінь ставу;

L_{ex} – БСК_{повне} води, що виходить з певного ступеня ставу;

L_{fin} – залишкове БСК, зумовлене внутрішніми процесами у водоймищі, приймаються влітку – 2-3 мг/, узимку – 1-2 мг/л;

K – константа швидкості споживання кисню за добу;

N – кількість послідовних ступенів очищення.

Для ставів глибокого очищення при температурі стічних вод 20°C значення K приймають: для першого ступеня – 0,07, для другого – 0,06, для наступних – 0,5-0,4.

Для температур стічних вод, що відрізняються від 20°C, значення K необхідно перерахувати за формулами:

$$\text{для температур } 5\text{-}30^\circ\text{C: } K_T = K - 1,047T^{T-20};$$

$$\text{для } 0\text{-}5^\circ\text{C: } K_T = K[1,12(T + 1)^{-0,022}]^{T-20}.$$

Час перебування стічних вод у біоставах першого ступеня при ефекті очищення 50 % дорівнює:

у літній період ($T=20^\circ\text{C}$):

$$t_{lag}^I = \frac{1}{2,3 \cdot 7 \cdot 0,07} \left(\frac{15}{15 - 7,5} - 1 \right) = 0,89 \text{ (доби);}$$

у зимовий період ($T=12^\circ\text{C}$):

$$K_{T(12)} = K_{20} \cdot 1,047^{(12-20)} = 0,057;$$

$$t_{lag}^I = \frac{1}{2,3 \cdot 7 \cdot 0,05} \left(\frac{15}{15 - 7,5} - 1 \right) = 1,28 \text{ (доби).}$$

Час перебування стічних вод у біологічних ставках другого ступеня:

у літній період ($T=20^\circ\text{C}$):

$$t_{lag}^{II} = \frac{2}{2,3 \cdot 7 \cdot 0,06} \left(\sqrt{\frac{7,5}{7,5 - 3}} - 1 \right) = 0,58 \text{ (доби);}$$

у зимовий період ($T=6^\circ\text{C}$):

$$K_{T(6)} = 0,06 \cdot 1,047^{(6-20)} = 0,035;$$

$$t_{lag}^{II} = \frac{2}{2,3 \cdot 7 \cdot 0,035} \left(\sqrt{\frac{7,5}{7,5 - 2}} - 1 \right) = 0,62 \text{ (доби).}$$

Час перебування очищеної води у біологічних ставках третього ступеня згідно з [14, 27] приймаємо $t_{lag}^{III} = 0,104$ доби (2,5 год), у літній та зимовий періоди час однаковий.

За розрахунковий період приймаємо зимовий період року, тоді необхідні об'єми першого, другого та третього ступенів біологічних ставків дорівнюють:

$$\begin{aligned} V_I &= 3000 \times 1,29 = 3870 \text{ (м}^3\text{)}, & V_{\phi.} &= 700 \times 1,29 = 903 \text{ (м}^3\text{)}; \\ V_{II} &= 3000 \times 0,62 = 1860 \text{ (м}^3\text{)}, & V_{\phi.} &= 700 \times 0,62 = 434 \text{ (м}^3\text{)}; \\ V_{III} &= 3000 \times 0,104 = 312 \text{ (м}^3\text{)}, & V_{\phi.} &= 700 \times 0,104 = 73 \text{ (м}^3\text{)}; \\ V_{\text{заг.}} &= 6042 \text{ м}^3, & V_{\phi.\text{заг.}} &= 1410 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Загальний об'єм існуючих біоставків 3600 м^3 , що у 1,7 рази менше, ніж потрібно для стабілізації очищених вод проектного надходження, але більш, ніж у 2,5 рази більше, ніж потрібно для фактичного надходження. Отже, розрахунки показали, що для біоставів усіх ступенів по фактичній витраті стічних вод існує суттєвий резерв потужностей, час утримання збільшиться у 2,5 рази, що забезпечуватиме ефективну доочистку. Лише за умови економії ресурсів на керування доцільно було б зменшувати їх об'єм.

Дві секції *контактні резервуари* блоку ємностей мають об'єм:

$$\begin{aligned} V &= 6 \times 9 \times 3,6 \times 2 = 388,8 \text{ (м}^3\text{)}; \\ \text{кожна секція: } V_i &= 390/2 = 194 \text{ (м}^3\text{)}, \end{aligned}$$

що мало б забезпечувати перепускання проектної витрати води з часом контакту $t \approx 30$ хв.

Для фактичної витрати об'єм контактних резервуарів дорівнює:

$$V = q t = \frac{30}{60} \times 30 = 15 (\text{м}^3),$$

тобто це $15/194 \approx 0,1$ однієї з існуючих секції контактного резервуару. Приймаємо 1 існуючу секцію контактних резервуарів, що забезпечуватиме тривалий контакт та осадження окиснених хлором речовин. Решта об'єму контактних резервуарів можна використати для *дехлорування* перед випуском.

Аеробний окислювач - стабілізатор мулу. Згідно з [14] та [34] для аеробної стабілізації проектують споруди типу аеротенків, час утримання не ущільненого мулу (як у нашому випадку) ≈ 7 днів, але при сушінні сирого осаду і мулу час збільшується до 10-12 діб.

Розрахуємо об'єм запроектованого мінералізатора мулу:

$$V = 9 \times 15 \times 3,6 \times 2 = 972 (\text{м}^3),$$

$$V_i = 972 / 2 = 486 (\text{м}^3)$$

Згідно з даними [7] навантаження мулу при фактичній витраті стічної води:

$$Q = \frac{700 \times 141,8}{3000} = 33 (\text{м}^3),$$

тоді об'єм стабілізатора мулу дорівнює

$$V = 33 \times 7 = 231 (\text{м}^3).$$

Для стабілізації фактичної кількості осаду потрібно $231/486=0,5$ однієї існуючої секції мінералізатора, приймаємо 1 секцію існуючого стабілізатора мулу.

Результати розрахунків та потужності прийнятих у технологічну схему очисних одиниць занесемо у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1

Технологічні потужності КОС м. Буська

Обладнання технологічної ланки	Потужність	
	проектна	прийнята за розрахунками
Приймальна камера	1 м × 0,5 м × 1 м	існуюча
Проціджувачі-решітки	2 од. з ручним вивантаженням	1 од. – нерухома + 2 од. механічні
Пісколовки	2 од. $D=4$ м	2 од. існуючі
Первинні відстійники	3 секції по 6 м × 9 м × 3,6 м	2 секції по 3 м × 9 м в існуючому відстійнику
Біохімічний реактор	Аеротенк 3 секції по 6 м × 24 м × 3,6 м	Аеротенк з регенератором мулу 1/4 існуючої аеротенка: 2 секції по 3 м × 12 м, 5 од. аераторів
Вторинні відстійники	3 секції по 6 × 15 = 90 м ²	0,25 існуючого відстійника: 2 секції по 3 м × 5 м
Біологічні стави: I ступінь II ступінь III ступінь Загальний об'єм	3870 м ³ 1860 м ³ 312 м ³ 6042 м ³	903 м ³ 434 м ³ 73 м ³ 1410 м ³ Існуючий 3600 м ³
Контактні резервуари	2 секції по 6 × 9 × 3,6 = 194 м ³	15 м ³ 1 існуюча секція
Стабілізатор мулу	2 секції по 6 × 15 × 3,6 = 486 м ³	231 м ³ 1 існуюча секція

Для оптимізації роботи КОС м. Буська за результатами технологічних розрахунків доцільно:

- прийняти існуючі розміри приймальної камери;
- залишити одну нерухому решітку для вловлення сміття з ручним вивантаженням, додатково встановити 2 механізовані решітки-проціджувачі марки ПСЖ-30 виробництва заводу «Луцьккомунмаш»;
- залишити обидві існуючі пісколовки з коловим рухом води (обидві робочі);
- для первинного прояснення облаштувати 2 існуючі секції відстійників в одному існуючому відстійнику, подальшу схему очищення організувати у 2 лінії;
- цех біологічної очистки організувати як блок ємностей в одній секції існуючого аеротенка: 2 секції аеротенків по 3 м × 12 м заблокувати з 2 секціями вторинних відстійників 3 м × 5 м;
- у цеху доочистки усі три ступені біологічних ставків організувати в існуючих об'ємах, забезпечивши суттєвий резерв потужностей за рахунок збільшення часу утримання у 2,5 рази для забезпечення ефективної доочистки.
- для знезараження очищеної води приймаємо одну існуючу секцію контактних резервуарів, що забезпечуватиме тривалий контакт та осадження окиснених хлором речовин, вивільнену секцію можна використати для *дехлорування* перед випуском;
- для стабілізації мулу прийняти 1 секцію існуючого стабілізатора мулу, решта мулового господарства залишити без змін.

У підсумку, згідно з отриманими результатами технологічна схема очищення комунально-побутових стоків на КОС м. Буська матиме такий вигляд (рис. 5.3).

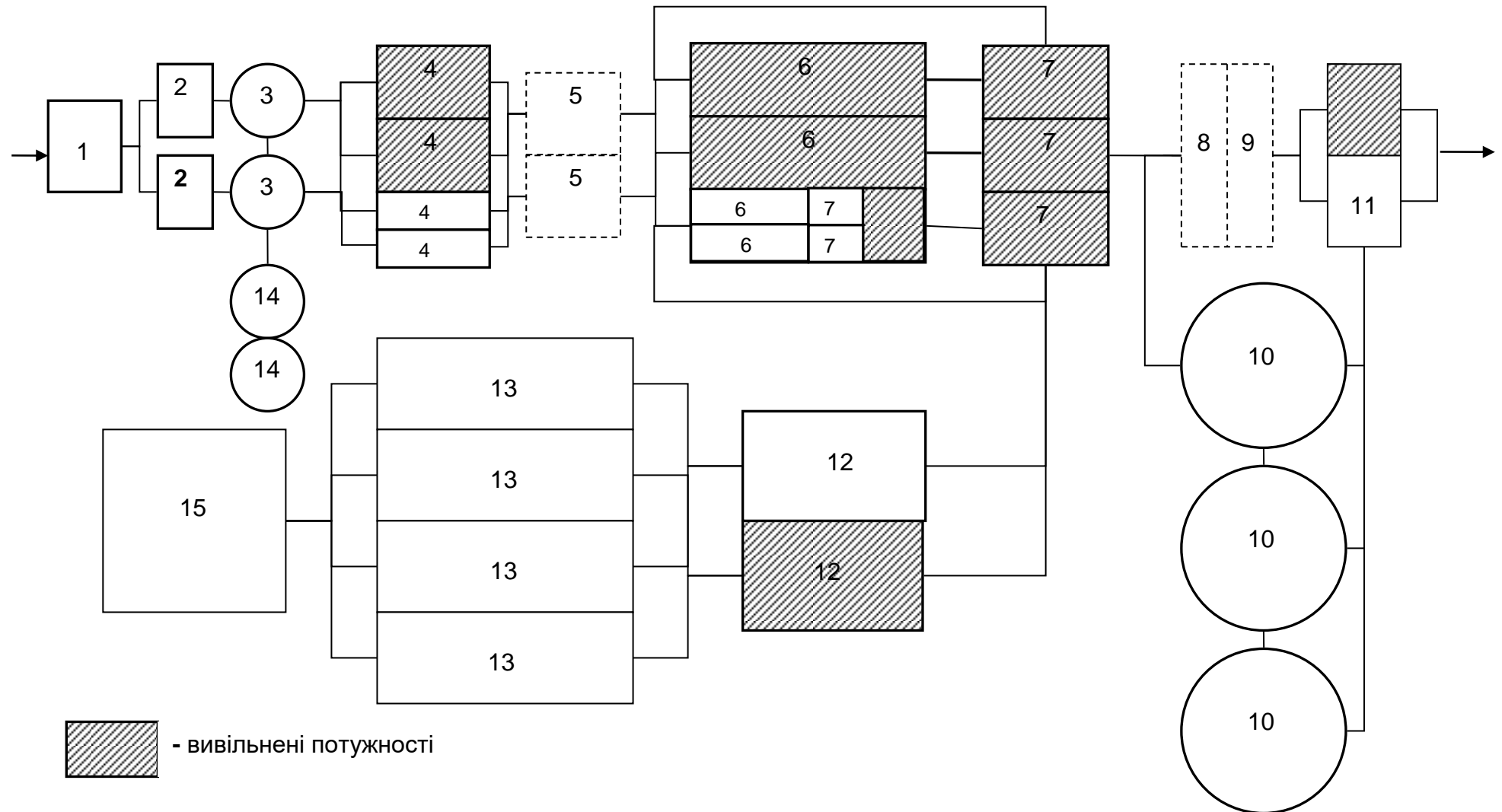


Рис. 5.3. Оптимізована технологічна схема КОС м. Буська: 1 – приймальна камера; 2 – проціджувачі; 3 – пісколовки; 4 – первинні відстійники; 5 – блок секцій біохімічної очистки; 6 - аеротенки; 7 – вторинні відстійники; 8 – барабанні сітки; 9 – піскові фільтри; 10 – біостави 11 - контактні резервуари; 12 – стабілізатори мулу; 13 – мулові майданчики; 14 – піскові бункери; 15 – майданчик для компостування осаду

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано роботу ВКГ м. Буська, вивчено умови надходження стічних вод на каналізаційні очисні споруди; проаналізовано ефективність роботи технологічної схеми очищення стоків; проведено гідрохімічні дослідження зворотних вод КОС та природних вод у р. Західний Буг, виконано технологічні розрахунки схеми очищення на фактичне надходження стічних вод, розроблено шляхи її оптимізації. Головні висновки та рекомендації полягають у тому, що:

- невідповідність планів розвитку регіону з демографічною ситуацією, низький технічний рівень облаштування водоспоживачів є головними причинами розходження проектів будівництва та реконструкції КОС з фактичним надходженням стічних вод на очистку, що у 4,5 рази менше за проектне;
- очисні споруди не виконують нормативного очищення стічних вод у повному обсязі;
- асимілююча здатність р. Західний Буг у межах міста Буська вичерпана за основними біогенними показниками через надмірне водокористування;
- оптимізацію роботи КОС доцільно провести шляхом компонування очисних одиниць обладнання у дві технологічні лінії, посилити роботу блоку доочистки шляхом відновлення біоставків у межах проектних потужностей і задіяння двох вивільнених технологічних ліній блоку ємностей.

Список використаних джерел

1. Karl Imhoff's Handbook of Urban Drainage and Wastewater Disposal / Ed. By V. Novotny, K.R. Imhoff, M. Olthof, P.A. Krenkel. – A Wiley-Interscience Publication, 1989. – 390 p.
2. Natural Systems for Wasterwater Treatment / Manual of Practice FD-16. – Alexandria: Water Environment Federation, 1990. – 270 p.
3. Wang L.K., Pereira N.C. Handbook of Environmental Engineering // Biological Treatment Process, Vol. 3. - The Humana press, 1986. - 498 p.
4. Wastewater Engineering. Treatment, Disposal and Reuse, Metcalf&Eddy Inc. / Rev. by G. Tchobanoglous, F.L. Burton. - Irwin/McGraw-Hill, 1991. -1334 p.
5. Water and Wastewater Analysis / Laboratory Manual. – Lenox Institute of Water Technology, Inc. – 1998. -345 p.
6. Yuriy I. Pankivskyi, Lawrence K. Wang Innovative Wastewater Treatment Using Activated Sludge and Flotation Clarifications Under Cold Weather Conditions. Handbook of Environmental Engineering, Volume 21: Environmental Flotation Engineering. - Springer Nature Switzerland AG, 2021. – P.229-300. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-54642-7>
7. Акт №107 від 06-07.05.2009 р. перевірки дотримання вимог природоохоронного законодавства Буського ПВКГ.
8. Акт №80 від 27.04.2010 р. перевірки дотримання вимог природоохоронного законодавства Буського ПВКГ.
9. Географічна енциклопедія України. В 3-х т. / За ред. Маринич О.М. та ін. – Київ: Вид-во: „Українська енциклопедія” ім. М.П.Бажана, 1993. – Т.3. – 416 с.
- 10.Гранично допустимий скид (ГДС) забруднюючих речовин у водний об'єкт із зворотними водами КОС Буського ПВКГ / Державне управління екології та природних ресурсів у Львівській області. – Львів, 2018 р. – 35 с.

- 11.ДБН В.2.4-8:2014 Визначення розрахункових гідрологічних характеристик. – Київ: Мінрегіон України, 2015. – 107 с.
- 12.ДБН В.2.5-64:2013. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I: Проектування, Частина II: Будівництво. / Київ: Мінрегіон України, 2013. – 223 с.
- 13.ДБН В.2.5-74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. / Київ: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.
- 14.ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. / Київ: Мінрегіон України, 2013. – 223 с.
- 15.Державний облік водокористування. Звітність. Звіт про використання води за 2022 рік Буське ПВКГ/ Державний облік водокористування. Звітність. Форма 2ТП-водгосп. – 4 с.
- 16.Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено наказом МОЗУ від 19.06.96 № 173. – К.: Світ, 1996. - 25 с.
- 17.Довкілля Львівщини. Статистичний збірник за 2018 рік. – Львів: Головне управління статистики у Львівській області, 2019. – 109 с.
- 18.Дозвіл на спеціальне водокористування №Укр-758-04/Льв. Буське ПВКГ / Державне управління екології та природних ресурсів у Львівській області. – Львів, 2004 р. – 25 с.
- 19.ДСТУ ISO 5664:2007. Якість води. Визначення амонію. Метод дистиляції та титрування./ Київ: Мінекономрозвитку України, 2007. – 30 с.
- 20.ДСТУ ISO 5667-1:2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо проекту програм відбирання проб. / Київ: Мінекономрозвитку України, 2003. – 27 с.
- 21.ДСТУ ISO 5667-2:2003 Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб. / Київ: Мінекономрозвитку України, 2002. – 30 с.

- 22.ДСТУ ISO 5667-3-2001 Якість води. Відбирання проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами. / Київ: Мінекономрозвитку України, 2001. – 33 с.
- 23.ДСТУ ISO 7890-1:2003 Якість води. Визначання нітрату. Частина 1. Спектрометричний метод із застосуванням 2,6-диметилфенолу. / Київ: Мінекономрозвитку України, 2003. – 23с.
- 24.ДСТУ ISO 9297:2007 Якість води. Визначення хлоридів. Титрування нітратом срібла із застосуванням хромату як індикатору (метод Мора). / Київ: Мінекономрозвитку України, 2007. – 16 с.
- 25.Екологічний паспорт Львівської області 2019 [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/1XFjbIdlsBrsB8kDuWo2n9nWEiGT8jX6K/viewя>.
- 26.Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води / А.К. Запольський. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
- 27.Каналізація / С.В. Яковлев, Я.А. Карелін, А.І.Жуков, С.К. Колобанов. – М.: Стройіздат, 1975. – 632 с.
- 28.Квасниця І.Ю Історико-природничі нариси з краєзнавства. – Львів: Укрсервіс, 1994 р. – 232 с.
29. КДП 204-12 Укр. 218-92 / Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації населених пунктів України / Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 1995 р. – 35 с.
- 30.Колобанов С.К. Водопостачання і каналізація / С.К. Колобанов. – К.: Держтехвидав УРСР, 1954. – 426 с.
- 31.Методичні рекомендації з розроблення нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами (Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України №173 від 05.03.2021). – Київ: Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. – 48 с.

- 32.Панківський Ю.І. Лабораторний практикум: Моніторинг довкілля. – Львів: Національний лісотехнічний університет України, 2008 р. – 87 с.
- 33.Технологічний регламент роботи каналізаційних очисних споруд Буського ПВКГ. – Буськ, 2009. - 48 с.
- 34.Хархаліс Б. І. Системи водокористування : Навчальний посібник / Б. І. Хархаліс, Ю. І. Панківський. – Львів. : РВВ НЛТУ України, 2007. – 171 с.

ДОДАТКИ

Список абонентів Буського ПВКГ

№ з\п	Назва абонента	Водоспоживання		Водовідведення	
		м ³ /добу	м ³ /рік	м ³ /добу	м ³ /рік
Бюджетні установи у тому числі:		23,78	8687,80	43,72	15958,8
1.	Військова частина №2051	4,10	1497,0	0,0	0,0
2.	Військова частина №1120	0,49	180,0	0,0	0,0
3.	ДПІ	1,13	413,2	1,13	413,2
4.	СДПЧ-22	0,59	216,0	0,59	216,0
5.	Санстанція	0,59	215,4	0,59	215,4
6.	Центр зайнятості	0,27	99,0	0,27	99,0
7.	СШ №1	0,74	269,0	0,0	0,0
8.	СШ №2	0,97	354,0	0,0	0,0
9.	Дитячий садок №1	1,64	598,6	1,64	598,6
10.	Дитяча установа №2	2,0	731,1	2,0	731,1
11.	Райво	0,17	62,0	0,0	0,0
12.	Гімназія	6,95	2537,5	6,95	2537,5
13.	Лікарня	0,0	0,0	26,13	9536,0
14.	Пенсійний фонд	0,45	163,0	0,45	163,0
15.	Музична школа	0,46	167,0	0,0	0,0
16.	Відділ культури	0,0	0,0	0,0	0,0
17.	Районна Рада	0,19	71,0	0,19	71,0
18.	Міська Рада	0,62	225,0	0,62	225,0
19.	Територіальний центр	2,42	889,0	1,10	403,0
20.	Спортивна школа	0,0	0,0	2,05	750,0
Госпрозрахункові підприємства у тому числі:					
1.	Молокозавод	0,01	3,0	0,01	3,0

№ з\п	Назва абонента	Водоспоживання		Водовідведення	
		м ³ /добу	м ³ /рік	м ³ /добу	м ³ /рік
2.	Друкарня	0,24	86,0	0,24	86,0
3.	Львівнафтопродукт	0,35	127,0	0,0	0,0
4.	Пивзавод	0,0	0,0	11,23	4100,0
5.	Консервний завод	0,0	0,0	16,03	5851,0
6.	ТЗОВ «Україна»	0,33	119,0	0,03	10,0
7.	П-ка «Львівська»	0,03	12,0	0,03	12,0
8.	Ощадбанк	0,34	124,0	0,34	124,0
9.	Райтелеком	1,66	606,0	1,66	606,0
10.	ВАТ «СПМК-46»	0,0	0,0	0,0	0,0
11.	РОСДПУ(о)	0,24	87,0	0,24	87,0
12.	Коопунівермаг	0,28	101,0	0,01	2,0
13.	УЦТЗ	0,23	84,4	0,01	3,0
14.	ПП «Кіш»	0,26	95,0	0,26	95,0
15.	ПП «Оксана»	1,98	723,0	0,92	335,0
16.	ПП «Либідь»	0,28	104,0	0,28	104,0
17.	ПП «Ігнат»	0,04	14,0	0,0	0,0
18.	ПП «Юлія»	0,04	14,0	0,04	14,0
19.	Кутівське СТ	0,0	0,0	0,0	0,0
20.	ПП «Серміш»	2,29	836,4	0,0	0,0
21.	ЗАТ «Побут сервіс»	0,23	84,0	0,1	36,0
22.	Аптека №91	0,06	22,0	0,06	22,0
23.	БТМК	0,90	327,0	0,53	192,0
24.	Кам'янка теплокомуненерго	5,38	1965,0	5,19	1885,0
25.	ПП «Ільків»	0,13	46,0	0,13	46,0
26.	ПП «Воганд»	0,31	113,0	0,31	113,0
27.	Євронафта	0,04	13,0	0,0	0,0
28.	Агротехсервіс	0,0	0,0	0,39	144,0

№ з\п	Назва абонента	Водоспоживання		Водовідведення	
		м ³ /добу	м ³ /рік	м ³ /добу	м ³ /рік
29.	УЕГГ	0,479	173,0	0,48	173,0
30.	Кооператор	0,10	38,0	0,10	38,0
31.	МПП «Колос»	0,20	74,0	0,20	74,0
32.	ТзОВ «Айпіє А»	0,18	66,0	0,0	0,0
33.	Агропродукт	0,55	199,0	0,55	199,0
34.	ЛФАК «Правекс-банк»	0,10	36,0	0,10	36,0
35.	МПП «Стир»	0,15	54,0	0,15	54,0
36.	ПП «Алекс»	0,16	60,2	0,16	60,2
37.	ПП «Почапська»	0,01	3,0	0,08	3,0
38.	ПП «Панна»	0,01	5,0	0,01	5,0
39.	ПП «Бадіда»	0,03	15,0	0,04	15,0
40.	ППБ «Аваль»	0,04	15,0	0,04	15,0
41.	ТзОВ «Віконт»	0,04	15,0	0,04	15,0
42.	ПП «Цьоба»	0,36	130,0	0,0	0,0
43.	ПП «Новосад»	0,0	0,0	0,0	0,0
44.	ТзОВ «Россо»	0,38	140,0	0,38	140,0
45.	ПП «Василишин»	0,01	3,0	0,01	3,0
46.	ПП «Бойчук»	0,0	0,0	0,02	8,0
47.	Львівська залізниця	0,0	0,0	59,19	21600,0
Всього:		42,20	15415,6	143,27	52263,2

ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД

Стічні води, що є сумішшю промислових, господарсько-побутових та частково атмосферних (злизових і талих), через зовнішню каналізацію потрапляють на загальноміські очисні споруди, де відбувається їхнє комплексне очищення: первинне (механічне); вторинне (біологічне); третинне (доочищення зі знезараженням), а також оброблення осаду стічних вод.

Б.1. Механічне очищення

У процесі механічного очищення зі стічних вод видаляють великі включення, завислі й плаваючі домішки. Для цього застосовують способи, що ґрунтуються на використанні гравітаційних і відцентрових сил, а також проціджування і фільтрування. До складу блоків механічного очищення входять решітки, пісковловлювачі і первинні відстійники [1].

За допомогою *решіток* відокремлюють великі включення, які за потреби подрібнюють на дробарках. Досить великі включення вивозять на полігон побутових відходів. Решітки бувають рухомі і нерухомі. Найпростіша нерухома решітка – це металева рама з поздовжніми стержнями, похило розміщена в лотку на шляху руху стічних вод. Ширину щілин між стержнями решітки приймають 15-25 мм. Швидкість стічної води між стержнями не повинна перевищувати 1 м/с [4].

У *пісковловлювачах (пісколовках)* завдяки зменшенню швидкості потоку стоків осаджуються завислі речовини, 40-60 % [34] із яких - дрібні механічні домішки. Їх розраховують так, щоб випадали важкі мінеральні домішки (переважно пісок), але не випадав осад органічного походження. Пісковловлювачі обов'язково застосовують у системах очисних споруд, в

яких є відстійники, щоб важкі мінеральні забруднення у відстійнику не утруднювали видалення осаду і подальшу його обробку.

Пісковловлювачі – це резервуари, в яких пісок, що осів, перекочується водою і потрапляє до щілини, а з неї у бункер, або ж згрібається у нього механічними скребками. З бункера пісок видаляють за допомогою гідроелеватора або піскового насоса. Час перебування стічної води у таких пісколовках приймають 30-60 с. при максимальному припливі у горизонтальних і до 3,5 хв. - вертикальних.

Первинні прояснювачі застосовують для попередньої обробки стічних вод перед біологічним очищенням. Відсотювання є найпростішим і дуже поширеним у практиці способом виділення зі стічних вод нерозчинних у них домішок. З цією метою застосовують різні типи відстійників: радіальні, вертикальні, горизонтальні. Основна маса грубодисперсних завислих речовин у відстійниках випадає в осад протягом 1,5-2 год. У первинних прояснювачах видаляють 70-80 % загальної кількості завислих речовин [26].

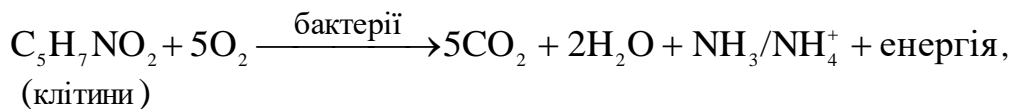
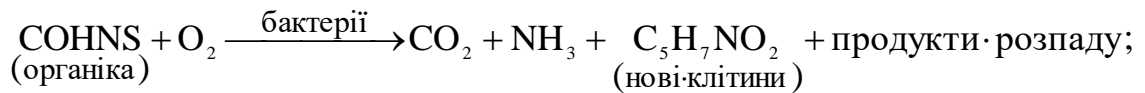
Б.2. Біохімічне очищення

Вода, очищена від механічних крупнодисперсних емульсованих домішок, із первинних відстійників надходить на біологічне (біохімічне) очищення.

Суть біологічного очищення води полягає у застосуванні природних біоценозів гідробіонтів для звільнення забрудненої води від органічних домішок та біогенних елементів: Нітрогену та Фосфору. До складу біоценозів гідробіонтів входять мікроорганізми та інші представники тваринного й рослинного світу (гриби, протозоа, метазоа і, головно, бактерії), які проживають в активному мулі, біоплівці та в очищуваній воді. Біологічне вилучення домішок з води за допомогою мікроорганізмів може відбуватися як за наявності кисню (аеробні окисні процеси), так і без нього (анаеробні відновні процеси) [6].

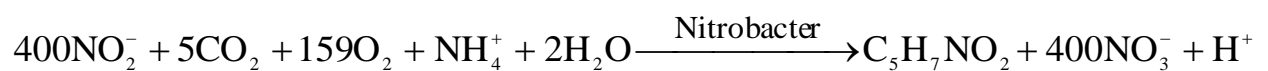
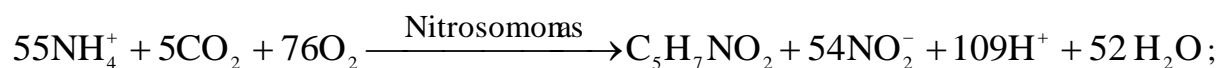
Проектування біологічних реакторів пов'язане з вибором біохімічного процесу очищення, а відповідно з метаболізмом бактерій різних типів: гетеротрофів, що використовують для свого живлення готові органічні речовини і переробляють їх для отримання енергії й біосинтезу клітин; автотрофів, які споживають для синтезу клітин неорганічний карбон, а енергію отримують за рахунок фотосинтезу або хемосинтезу внаслідок окиснення деяких неорганічних сполук - аміаку, нітритів, сірководню, елементарної сірки, солей Феруму (II) [4, 6].

Механізм біологічного окиснення органічної матерії гетеротрофними бактеріями в *аеробних умовах* можна записати у вигляді схем:

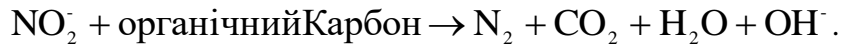


де перша стадія – окислення органічного Карбону до діоксиду вуглецю; друга стадія – амоніфікація, у якій органічний Нітроген трансформується в аміак та іони амонію.

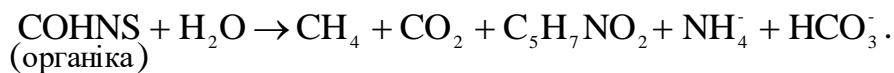
Окиснення автотрофними бактеріями відбувається, у двостадійному процесі нітрифікації:



Вилучення азоту нітратного шляхом трансформації у газ N_2 завершується в аноксичних умовах у процесі анаеробної денітрифікації:



В анаеробному процесі мікроорганізми не мають доступу до розчиненого кисню та до інших, превалюючих в енергетичному відношенні, акцепторів електронів, таких як нітрат-йони. За таких умов мікроорганізми у процесі метаболізму використовують карбон, який входить до складу органічних молекул як акцептор електронів, відбувається метанова ферментація:



У процесі анаеробного очищення води складні органічні речовини - поліцукриди, ліпіди і білки розкладаються бактеріальною масою до метану та оксиду карбону (IV) [2, 3].

Процеси анаеробного бродіння застосовують для очищення стічних вод з високим вмістом органічних речовин і для обробки органічного осаду.

Як для аеробного, так і для анаеробного процесу повнота перебігу біохімічних реакцій (утворення проміжних і кінцевих продуктів) залежать від виду і штаму бактерій, складу і кількості поживних речовин (забруднення води) і таких параметрів середовища як рН, температура, редокс-потенціал.

Для аеробного біохімічного очищення стічних вод застосовують різні типи біологічних реакторів: біофільтри, в яких активна біомаса (біоплівка) закріплюється на нерухомому матеріалі, а стічна вода тонким шаром рухається по поверхні завантаження; аеротенки, окситенки та циркуляційні окисні канали, в яких активна біомаса (активний мул) знаходиться у воді у вільному (завислому) стані; обертові біоконтрактори, аеротенки із заповнювачами, занурені біофільтри, в яких розміщення біомаси здійснюється за першими двома варіантами.

Найбільш широко застосовуваними у практиці очищення стічних вод на каналізаційних очисних спорудах є аеровані біореактори (аеротенки) з активним мулом, що є системою, в якій біологічні пластівці (матриці з мікроорганізмів, неживої органічної матерії та неорганічних речовин) безперервно циркулюють, контактуючи і окислюючи органічні сполуки у присутності кисню [27]. Аеротенки – це залізобетонні резервуари прямокутної форми (рис. 2.1) з розмірами залежно від потужності: глибина 2-5 м; ширина – дві робочі глибини; довжина 50-150 м. Стічну воду подають на вхід біореактора, де вона контактує з активним, перемішується й аерується повітрям, яке подається розпилювальним пристроєм (повітродувки, фільтросні плити). Для інтенсифікації біохімічного розкладу органічних сполук в аеротенк постійно нагнітають стиснене повітря, підтримуючи вміст розчиненого кисню у суміші мулу і води більше 2 мг/л [5]. Вода перебуває в аеротенках упродовж 4-48 год. залежно від ступеня забрудненості. Ефективність вилучення органічних домішок при цьому сягає 90 %. Суміш очищеної води і мулу з аеротенка направляється до *вторинного прояснювача* (зазвичай відстійника), де звільняється від завислих речовин (мулу). За допомогою ерліфта або насоса частину мулу (зворотний мул) подають на вхід аеротенка. Щоб зберегти окиснюючу здатність (активність) мулу і запобігти його загниванню, мул з вторинних відстійників безперервно відкачують, не допускаючи тривалого перебування на дні відстійника. Кількість зворотного мулу встановлюється експериментально. В аеротенках різних конструкцій доза активного мулу коливається від 1 до 20 г/л. Надлишок активного мулу (надлишковий (забруднений) мул) подають у цех переробки мулу.

Вплив різних факторів на ефективність процесів біологічної очистки. Ефективність перебігу процесів біологічного очищення залежить від хімічного складу очищуваної води, наявності в ній біогенних елементів; вмісту кисню, токсичних речовин, значення рН середовища, температури тощо. Значення цих факторів може змінюватися в широкому діапазоні, а їх дія

визначає проникну здатність системи і ступінь очищення води.

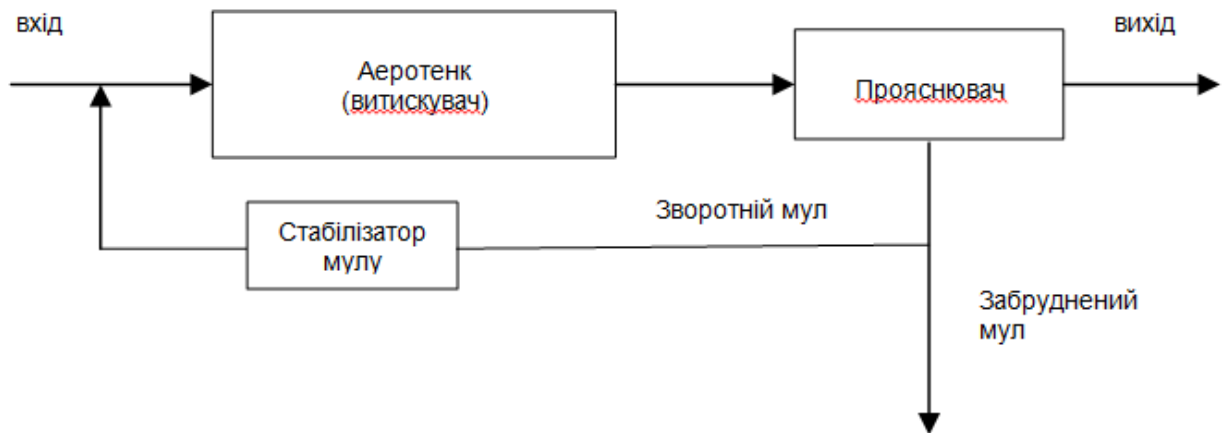


Рис. Б.1. Аеротенк у схемі біологічного очищення

Для нормального розвитку гідробіонтів, що здійснюють очищення води, в середовищі має бути достатня концентрація основних поживних речовин — органічного карбону, нітрогену і фосфору. Крім основних елементів клітини (С, N, O, H) для її будови у невеликій кількості потрібні й інші елементи, такі як Манган, Купрум, Цинк, Молібден, Селен, Магній, Кобальт, Кальцій, Натрій, Калій та ін. Останніх у природних водах достатньо, щоб повністю задовольнити вимоги бактеріального метаболізму. Здебільшого не вистачає Нітрогену й Фосфору, тому їх додають в очищувану воду у вигляді солей фосфатної та нітратної кислот (суперфосфат, амофос, сечовина, сульфат, нітрат або хлорид амонію тощо). Достатня кількість елементів живлення для бактерій в очищуваній воді визначається співвідношенням БСК : N : P. Під час очищення міських стічних вод воно має бути не менше ніж 100 : 5 : 1. В комунально-побутових стічних водах це співвідношення приблизно становить 100 : 20 : 2,5, тобто вміст у них Нітрогену й Фосфору набагато вищий. Тому такі води розбавляють промисловими стічними водами, якщо останні не містять цих елементів [26].

Потребу в біогенних елементах обчислюють за умови, що активна біомаса намулів містить близько 12,3 % Нітрогену і 2,6 % Фосфору, а залишок

після біогенного метаболізму має 7 % Нітрогену та 1 % Фосфору [5]. Потрібну кількість цих елементів перераховують на беззольну частину очікуваного приросту мулу. За міру рівня живлення приймають величину добового навантаження за забрудненнями в перерахунку на 1 м³ очисної споруди на 1 г сухої біомаси або на 1 г беззольної її частини. Переважно навантаження визначають за БСК, проте в деяких випадках величину навантаження розраховують згідно з індивідуальним видом забруднення.

За ступенем навантаження аераційні системи поділяють на високонавантажені (з навантаженням понад 400 мг БСК_{ПОВН} на 1 г беззольної речовини в мулі за добу), класичні (з навантаженням 150 - 400 мг БСК_{ПОВН} на 1 г беззольної речовини за добу) та малонавантажені (з навантаженням менше ніж 150 мг БСК_{ПОВН} на 1 г беззольної речовини в мулі за добу). В перших системах приріст мулу найбільший, ступінь очищення найменший, а мул містить незначне число різних видів найпростіших. У класичних системах досягають найвищого ступеня очищення, інколи часткової нітрифікації. Вони містять мул, заселений різними мікроорганізмами, що добре фільтрує. Приріст мулу незначний (менше максимального), що забезпечується раціональним перебігом його окиснення. У малонавантажуваних аеротенках часто досягають високого ступеня очищення, де глибоко розвинений процес нітрифікації, а приріст мулу мінімальний зі значним різноманіттям мікроорганізмів.

В аеробних очисних спорудах вміст розчиненого кисню в очищуваній воді має бути не менше ніж 2 мг/дм³. Цього досягають подаванням повітря, або повітря збагаченого киснем, чи подаванням чистого кисню. Активна реакція середовища в процесі біологічного очищення повинна мати значення рН = 5 - 9. Оптимальним вважається середовище з рН = 6,5 - 7,5 [1]. За цих умов найкраще розвиваються мікроорганізми та досягається найбільший ефект очищення.

Оптимальною температурою для аеробних процесів в очисних спорудах є 20 - 30°C. За цієї температури біоценоз має найбільше різноманіття, а мікроорганізми - оптимальні умови розвитку. Однак оптимальний

температурний режим для різних бактерій може змінюватись в широких межах: для психрофілів — 10 - 15°C, мезофілів — 25 – 37°C, термофілів — 50 - 60°C. Треба зазначити, що мікроорганізми витримують значні коливання температур. Так, психрофіли можуть існувати за температури від -8 до +30°C, мезофіли — від -5 до + 50°C, термофіли — від +30 до +85°C. Якщо температурний режим виходить за межі оптимального, то швидкість обмінних процесів у клітинах помітно зменшується.

На перебіг біологічного очищення води істотно впливає наявність у ній токсичних органічних і неорганічних речовин [30]. Токсична дія може бути і мікробостатичною, якщо затримується ріст і розвиток мікроорганізмів, а також вбивчою (мікробоцидною). Залежно від концентрації більшість речовин виявляють токсичну дію. Тому одним з головних завдань є встановлення ГДК для індивідуальних хімічних сполук, а також їх сумарного ефекту.

Б.3. Доочищення

Очищену стічну воду після вторинних відстійників знезаражують хлоруванням або озонуванням. Залишковий хлор видаляють дегазацією у каналах, по яких воду випускають у водойми.

У разі неповного очищення стічних вод, коли їхня якість не задовольняє санітарні вимоги до скидання у водні об'єкти або коли ці води потрібно використовувати для технічного водозабезпечення, організовують їх доочищення. Для цього застосовують фільтри із зернистим завантаженням, флоатацію, коагуляцію і флокуляцію, сорбцію та інші спеціальні способи водопідготовки, пов'язані з видаленням сполук Флуору, Силіцію, Фосфору, Нітрогену тощо.

З метою надання очищеним стічним водам якості природної води їх доочищення може здійснюватися у каскаді біологічних ставків або спорудах на зразок біоплато. Біологічні стави є з природним або штучним керуванням.

Як правило, їх влаштовують проточними. У теплу пору року БСК очищеної у ставі води сягає 5-6 мг O_2 /л, уміст завислих речовин – 15-30 мг/л. При цвітінні води ці показники підвищуються. У холодну пору року внаслідок тривалого перебування стічних вод у біологічному ставі можна досягнути зниження БСК до 3-4 мг O_2 /л і уміст завислих речовин до 40 мг/л [14].

МЕТОДИ АНАЛІТИЧНИХ ВИЗНАЧЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ВОДИ

Відбір проб стічної води у системі каналізаційних очисних споруд і на випуску у природну водойму згідно з [20-22]. Якісний і кількісний склад визначали такими методами:

Завислі речовини. Уміст завислих речовин визначали гравіметричним методом шляхом фільтрування визначеного об'єму води з подальшим сушінням фільтрів при температурі 103-105°C [5].

Мінералізація. Уміст розчинених солей (мінералізацію) визначати кондуктометричним методом на основі вимірювання провідності вод [32].

ХСК (хімічне споживання кисню). Уміст ХСК визначали згідно з КНД 211.1.4.02-95 “Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах”. Метод вимірювань ХСК ґрунтується на окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, калієм двохромовокислим у кислому середовищі при кип'ятінні. Для підвищення повноти окислення органічних речовин до проби додають як каталізатор сірчаноокисле срібло. Частина калію двохромовокислого відновлюється присутньою речовиною, що здатна до окислення, а залишок відтитровується розчином амоній-заліза(II) сірчаноокислого. Величину ХСК розраховують по кількості відновлюваного калію двохромовокислого.

БСК (біохімічне споживання кисню). Уміст БСК визначали згідно з КНД 211.1.4.024-95 “Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК) в природних і стічних водах”. Метод включає: нейтралізацію досліджуваної проби води та її розведення різними об'ємами води з великим вмістом розчиненого кисню, з аеробними мікроорганізмами і, в разі потреби, з нітрифікуючими добавками; інкубацію проби на протязі певного періоду (n днів) при температурі 20±1°C без доступу повітря та

світла у повністю заповненій та закоркованій склянці; визначення концентрації розчиненого кисню до і після інкубаційного періоду методом об'ємного йодометричного титрування.

Азот амонійний (NH_4^+). Концентрацію аміаку та іонів амонію (сумарно) визначали згідно з [19] фотоколориметричним методом. Метод ґрунтується на здатності іонів амонію утворювати солуку з реактивом Несслера забарвлену у жовто-корисневий колір. Інтенсивність забарвлення, пропорційну концентрації вимірюють на фотоколориметрі на довжині хвилі 400-425 нм.

Азот нітратний (NO_3^-). Уміст нітратів визначали згідно з [23] колориметричним методом. Метод ґрунтується на реакції між нітратами і фенолдісульфіною кислотою з утворенням нітропохідних фенолу, які з похідними утворюють сполуку, забарвлені у жовтий колір.

Азот нітритний (NO_2^-). Вміст натритів визначали згідно з [5] фотоколориметричним методом. Метод ґрунтується на здатності нітритів діазотувати сульфанілову кислоту та утворенні червоно-фіолетового барвника діазосполуки з 1-Нафтиламіном. Інтенсивність забарвлення, пропорційну концентрації нітритів, визначають на фотоколориметрі на довжині хвилі 520 нм.

Хлориди (Cl^-). Вміст хлоридів визначали згідно з [24] титруванням азотнокислим сріблом. Метод ґрунтується на осадженні хлор-іона в нейтральному або слаболужному середовищі азотнокислим сріблом у присутності хромокислого калію в якості індикатора. Після осадження хлориду срібла у точці еквівалентності утворюється хромовокисле срібло, при цьому розчин змінює забарвлення з жовтого на помаранчево-жовтий.

Сульфати (SO_4^{2-}). Вміст сульфатів визначали згідно з [5] гравіметричним методом. Визначення вмісту сульфатів ґрунтується на осадженні іонів SO_4^{2-} хлористим барієм у вигляді сірчанокислого барію.

Фосфати. Вміст фосфатів визначили згідно з [5]. Метод базується на гідролізі в кислому середовищі, при якому вони переходять у розчинені

ортофосфати, які визначаються колориметричним методом у вигляді фосфорно молібденового комплексу, синього забарвлення.