

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет _____ інженерії _____
(повне найменування факультету)

Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту (роботи)

освітнього ступеня _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)

спеціальності _____ 101 Екологія _____
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Вдосконалення біологічної очистки стічних вод в аеротенку II черги
цеху НОПС потужність 30 тис. м³/добу

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-17з

_____ Синельникова Н. С. _____
(прізвище, та ініціали) (підпис)

Керівник _____ Ожередова М.А. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Завідувач кафедри _____ Суворін О.В. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ Суворін О.В. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Сєверодонецьк - 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет _____ інженерії _____
Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
Освітній ступінь _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)
Спеціальність _____ 101 Екологія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ _____ ” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Синельниковій Ніні Сергіївні _____

1. Тема роботи:

Вдосконалення біологічної очистки стічних вод в аеротенку II черги цеху

НОПС потужність 30 тис. м³/добу

Керівник роботи _____ Ожередова Марина Анатоліївна, к. т. н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 18.03.2021 р. № 53/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 10 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні, патентні та регламентні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Структура і характеристика водних екологічних систем. 2. Оцінка впливу відходів біохімічної очистки цеху НОПС на навколишнє середовище. 3. Екологічне нормування шкідливих речовин у водному середовищі. 4. Аналітичний огляд. 5. Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу. 6. Розробка природоохоронного заходу. 7. Контроль роботи природоохоронного об'єкту. 8. Еколого-економічні розрахунки. Висновки. Анотація. Література. Додатки.

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

1. Технологічна схема очистки побутових стічних вод (1 лист).
2. Аеротенк (1 лист).
3. Таблиця матеріального балансу (1 лист).

6. Дата видачі завдання - 18 березня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	25.03.2021	
2	Структура і характеристика водних екологічних систем	30.03.2021	
3	Оцінка впливу відходів біохімічної очистки цеху НОПС на навколишнє середовище	05.04.2021	
4	Екологічне нормування шкідливих речовин у водному середовищі	20.04.2021	
5	Аналітичний огляд	25.04.2021	
6	Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу	05.05.2021	
7	Розробка природоохоронного заходу	11.05.2021	
8	Контроль роботи природоохоронного об'єкту	21.05.2021	
9	Еколого-економічні розрахунки	28.05.2021	
10	Висновки	05.06.2021	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Синельникова Н.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Ожередова М.А.

(прізвище та ініціали)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка	
Перв. примен.						<u>Текстові документи</u>			
		A4		1	ПД.10.01.ПЗ	Пояснювальна записка дипломного проєкту	85		
							<u>Графічні документи</u>		
Справ. №		A3		2	ПД.10.02.СХ	Технологічна схема очистки побутових стічних вод	1		
		A3		3	ПД.10.03.ВЗ	Аеротенк	1		
		A3		4	ПД.10.04.ТБ	Таблиця матеріального балансу	1		
Подп. и дата									
Ивв. № дубл.									
Взам. ивв. №									
Ивв. № подл.						<i>ПД.10.01.ПЗ</i>			
		<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
		<i>Розробив</i>		<i>Синельникова Н.С</i>					
		<i>Перевірив</i>		<i>Ожередова М.А.</i>				4	85
		<i>Консультант</i>					<i>Відомість дипломного проєкту</i> <i>СНУ ім. В. Даля, гр. ПЕО-17з</i>		
		<i>Н. Контр.</i>							
		<i>Затвердив</i>		<i>Суворін О.В.</i>					

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломного проекту «Вдосконалення біологічної очистки стічних вод в аеротенку II черги цеху НОПС потужність 30 тис. м³/добу» містить: 85 сторінок, 11 таблиць, 3 рисунки, 30 джерел літератури. Графічна частина – 3 листи.

ЕКОСИСТЕМА, СТИЧНІ ВОДИ, БІОЛОГІЧНА ОЧИСТКА, АЕРОТЕНК, АЕРАЦІЯ, БІОЛОГІЧНІ СТАВКИ, БІОЛОГІЧНІ ФІЛЬТРИ, БІОЛОГІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ, ХІМІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ, НОРМУВАННЯ, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМЕ СКИДАННЯ, ЗБИТОК, ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

В дипломному проекті запропоновані заходи щодо вдосконалення технологічного режиму біологічної очистки стічних вод в аеротенку II черги ПрАТ «Азот» потужністю 30 тис. м³/добу. Пропонується заміна діючого аеротенку з пневматичною аерацією на трубчатий аератор з метою реалізації дискретно-безперервного принципу розподілу повітря.

Впровадження нової системи аерації дозволить запобігти загибелі активного мулу; поліпшити показники очищеної стічної води за азотом амонійним з 68% до 97%. Еколого-економічна ефективність з урахуванням нового рішення складає 134772,5 грн/рік.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Структура і характеристика водних екологічних систем.....	10
2 Оцінка впливу відходів біохімічної очистки цеху НОПС на навколишнє середовище.....	16
2.1 Фізико-географічна та кліматична характеристика району.....	16
2.2 Кількість відходів, що утворюється на підприємстві.....	17
2.3 Характеристика компонентів навколишнього середовища і вплив на них відходів біохімічної очистки II черги.....	20
2.4 Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин, пов'язаних з діяльністю базового об'єкта.....	26
3 Екологічне нормування шкідливих речовин у водному середовищі.....	30
3.1 Принципи нормування шкідливих речовин у воді водних об'єктів.....	30
3.2 Розрахунок ГДС, необхідного ступеня очистки стічних вод.....	33
3.2.1 Принципи розрахунку ГДС.....	33
3.2.2 Розрахунок допустимої до скиду концентрації речовин і гранично допустимих скидів речовин, що містяться в господарчо-побутових стічних водах.....	35
4 Аналітичний огляд.....	37
4.1 Методи очистки стічних вод і їх вибір.....	37
4.2 Сутність процесу біологічної очистки.....	40
4.3 Характеристика біоценозу активного мулу.....	44
4.4 Вплив різних факторів на ефективність біологічної очистки.....	45
4.5 Споруди для біологічної очистки.....	47
5 Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу.....	53
6 Розробка природоохоронного заходу.....	54
6.1 Опис технологічної схеми біологічної очистки стічних вод.....	54
6.2 Матеріальний баланс процесу біологічної очистки господарсько- побутових стічних вод.....	55

6.3 Вибір і розрахунок основного устаткування процесу аерації господарсько-побутових стічних вод.....	57
6.3.1 Розрахунок періоду аерації.....	58
6.3.2 Розрахунок навантаження на мул.....	59
6.3.3 Розрахунок приросту активного мулу.....	59
6.3.4 Розрахунок необхідного об'єму зворотнього мулу.....	59
6.3.5 Розрахунок віку активного мулу.....	60
6.3.6 Розрахунок об'єму аеротенку.....	60
6.3.7 Розрахунок окисної потужності аеротенку.....	60
6.4 Підбір допоміжного устаткування.....	60
6.5 Характеристика стічних вод, що надходять на очищення та очищених..	61
7 Контроль роботи природоохоронного об'єкту	65
7.1 Принципи організації спостережень за якістю поверхневих вод	65
7.2 Категорії пунктів спостереження. Особливості розташування.....	67
7.3 Розміщення створів контролю.....	68
7.4 Методи і методики контролю роботи аеротенку другої черги господарчо-побутових стічних вод.....	70
7.4.1 Методика визначення масової концентрації азоту амонійного методом потенціометра.....	70
7.4.2 Методика визначення масової концентрації завислих речовин в стічній воді гравіметричним методом.....	72
7.4.3 Методика визначення БСК титриметричним методом.....	73
8 Еколого-економічні розрахунки.....	77
Висновки.....	80
Анотація.....	81
Список літератури.....	83

ВСТУП

Небажаним наслідком господарської діяльності людини стало порушення природної рівноваги в багатьох водоймищах та погіршення в них якості води. Промислові й побутові стоки, що потрапляють у природні об'єкти, характеризуються високим рівнем вмісту забруднювальних речовин, значною кількістю токсикантів. За таких обставин самостійне відновлення водних джерел стає неможливим. І тут виникає нагальна необхідність у розробці й застосуванні сучасних екологічно безпечних, ефективних методів очищення стічних вод, особливо тих, що повертаються у водні об'єкти, і тих, які підлягають вторинному використанню.

Стічними водами називають водні системи, насичені багатьма речовинами, що утворилися внаслідок господарсько-побутової та виробничої діяльності, у зв'язку з чим набули значних змін у первинному хімічному складі або втратили свої фізичні властивості й стали непридатними для зворотних процесів. Слід зауважити, що складові компоненти промислових стічних вод дуже різноманітні, а їхня характеристика залежить від типу виробництва забруднювача. При цьому його кількість зумовлена продуктивністю технологічних процесів.

Очищення стічних вод - це багатоступеневий складний процес, спрямований на відтворення якісної характеристики забрудненої води для можливості її подальшого господарського використання. Очищення води, перш за все, передбачає зменшення вмісту або видалення з неї забруднювальних компонентів: органічних речовин, колоїдних чи завислих твердих частинок, а також знищення хвороботворних бактерій та ін.

Серед усіх сучасних методів знешкодження промислових і побутових стічних вод найбільш екологічно безпечними визнано біологічні. По-перше, біологічне очищення базується на природних процесах, тобто в ньому важливу роль відіграє здатність гетеротрофних мікроорганізмів використовувати для

живлення поряд з органічними речовинами в стічних водах (це спирти, білки, вуглеводи та ін.), і деякі неорганічні (аміак, нітрати, фосфати, солі або ін.).

Контактуючи з цими сполуками, мікроорганізми в процесі отримання енергії частково їх руйнують, перетворюючи на воду, діоксид карбону, аніони (сульфатні іони) та катіони деяких металів, а частково вони споживають названі речовини для власної репродуктивності, тобто нарощення біомаси. По-друге, мікроорганізмам притаманна властивість швидкого скупчення та утворення колоній, що дає можливість легко відділяти їх від очищеної води [1].

Метою даного дипломного проєкту є вдосконалення системи аерації для біологічної очистки стічних вод.

1 СТРУКТУРА І ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Екологія – наука, яка вивчає функціонування систем і структур надорганізмального рівня (екосистем або біогеоценозів) у їхній взаємодії один з одним і сукупністю факторів навколишнього середовища. Екологія охоплює вивчення широкого кола теоретичних і практичних питань: вивчення різних рівнів біологічної організації від окремих організмів (від популяцій і угруповань) до екосистем, принципи й закономірності їх організації, функціонування, розвитку, рекруторовні й адаптивні механізми; піде суть процесів обміну й перетворення речовин і енергії; веде пошуки природних законів організації життя на інших планетах [2].

Екосистема – основна одиниця біосфери, яка є об'єктом вивчення екології. Це просторова система, яка охоплює, що історично сформувався комплекс живих організмів, зв'язаних між собою трофічними зв'язками й неживих компонентів середовища їх існування, які утягуються в процеси обміну речовин і енергії. У кожній екосистемі відбувається круговорот речовин і обмінні енергетичні процеси.

Кожна екосистема складається з біоценозу й біотопу.

Біотоп – це ділянка поверхні землі з більш-менш однотипними умовами існування.

Біоценоз – це сукупність, що історично сформувався, рослин, тварин і мікроорганізмів, які заселяють біотоп. Кожний біоценоз складається з фітоценозу (сукупності рослин), робиоценоза (сукупності мікроорганізмів).

У кожній екосистемі є два основні компоненти: організми, з одного боку, і фактори неживої природи – з іншої. Таку сукупність організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів) називають біотою екосистемі. Шляхи взаємодії різних категорій організмів – це її біотична структура; неживі (хімічні й фізичні) фактори навколишнього середовища називають абіотичними.

Одна із причин, яка викликає різноманітність екосистем (біоценозів) у природі, - своєрідність абіотичних умов кожного регіону [3].

Природні екосистеми – це відкриті системи: вони повинні одержувати й віддавати речовини й енергію.

Запаси речовин, засвоєваних організмами й, насамперед, продуцентами, у природі не безмежні. Якби ці речовини не використовувалися багаторазово, а точніше не були б залучені у вічний круговорот, то життя на Землі було б неможливе. Такий «нескінченний» круговорот біогенних компонентів можливий лише при наявності функціональної відмінності груп організмів, здатних здійснювати й підтримувати потік речовин, що вилучаються ними з навколишнього середовища.

Для підтримки круговороту в екосистемі необхідна сукупність неорганічних молекул у засвоєваній для продуцентів формі; консументи, що харчуються продуцентами й іншими консументами, а також редуценти, відновлюють органічні речовини знову до неорганічних молекул для харчування продуцентів.

З погляду харчових взаємодій організмів, трофічна структура екосистеми ділиться на два яруси:

- верхній – автотрофний ярус або «зелений пояс», що включає фотосинтезуючі організми, що створюють складні органічні молекули з неорганічних простих сполук;

- нижній – гетеротрофічний ярус або «коричневий пояс» ґрунтів і опадів, у яким переважають розкладання відмерлих органічних речовин знову до простих мінеральних утворів.

Однак щоб розібратися в складних біологічних взаємодіях в екосистемі, слід виділити ряд компонентів, екологічна роль яких украй важлива:

1) неорганічні речовини (С, N, CO₂, H₂O, P, O і ін.), що беруть участь у колооберті;

2) органічні сполуки (білки, вуглеводи, ліпіди, гумусові речовини й ін.) єдині біотичну й абіотичну частини;

3) повітряне, водне, і субстратне середовище, що включають абіотичні частини;

4) продуцентів – автотрофних організмів в основному зелених рослин, здатних робити їжу із простих неорганічних речовин;

5) консументов або фаготрофів (пожирателів) – гетеротрофи, в основному тварини, що харчуються іншими організмами або частками органічної речовини;

б) редуцентов або сапротрофів, (що харчуються гнилизною) – гетеротрофних організмів, в основному бактерій і грибів, що одержують енергію шляхом розкладання, окиснення або поглинання розчиненої органіки. Сапротрофи вивільняють неорганічні елементи живлення для продуцентів і, крім того є їжею для консументов [4].

За класифікацією американського еколога Одума, екосистеми діляться на три групи:

1) наземні – тундра, тайга, степ, савани й ін. наземні ділянки;

2) прісноводні – лотичні (струмки, ріки), лентичні (озера, ставки), заболочені вгіддя (болота, болотисті ліси).

3) морські – відкритий океан, прибережні води шельфу, райони аквеллінга, глибоководні ріфтові зони.

Специфікою водної екосистеми є:

- питома теплоємність води більш вище, чим у повітря;

- більша температура плавлення – для перетворення 1 кг льоду в рідкий стан потрібно 336 Дж енергії;

- найвища температура паротворення із усіх речовин;

- вода має найбільшу густину при $t = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, при більшій або меншій температурі вода легшає й розширюється, що захищає озера від промерзання до дна;

- характеризується певною прозорістю (мутністю), світлопрониканням, певною швидкістю руху (плином), солоністю, змістом розчинених газів,

змістом нерозчинених речовин (, що як впливають на поверхню, що так і осідають на дно), різним тиском на різній глибині [5].

Харчові ланцюги у водоймах добре розвинені й представлені організмами всіх трофічних рівнів. Продуценти представлені автотрофами: фото - і хімічносінтезуючими мікроорганізмами й водяними рослинами. Консументи – повним набором від рослиноїдні і хижаків різних порядків до паразитів і т.д. і, нарешті, редуценти (сапротрофи) відрізняються значною різноманітністю, яка пов'язане із природою субстрату.

Водні організми, з екологічних позицій, можна класифікувати й по місцеперебуванню у водоймі. Бентос – організми, прикріплені до дна, що живуть у мулистих опадах і просто спочиваючі на дні. Перифітон – тварини й рослини, прикріплені до листів і стеблам водяних рослин або до інших виступаючих над дном водойми частинами. Планктони – організми плаваючі, зоопланктон навіть активно може переміщатися сам, але в цілому, вони переміщаються за допомогою плину. Нектон – організми, що вільно переміщаються у воді, – риби, амфібії й ін.

Особливе значення має розподіл організмів за трьома зонами водойми. Літоральна зона – товща води, де сонячне світло доходить до дна. Лімнічна зона – товща води до глибини, куди проникає всього 1% від сонячного світла й де затихає фотосинтез. Евфотична зона – уся освітлена товща води в літоральній і лімнічній зонах. Профундальна зона – дно й товща води, куди не проникає сонячне світло.

У проточних водоймах останні три області не виражені, хоча їх елементи зустрічаються. Перекати – мілководні ділянки зі швидким плином; дно без мулу, переважно прикріплені форми перифитону й бентосу. Плеси – ділянки глибоководні, плин повільний, на дні м'який мулистий субстрат тварини, що й риють.

Лотичні екосистеми (ріки) – відрізняються від стоячих водойм трьома основними умовами:

- 1) плину – важливий фактор, що лімітує;

2) обмін між водою й субстратом суші значно більш активний;

3) розподіл кисню більш рівномірно, тому що практично відсутня стратифікація.

Швидкість плину впливає на розподіл риби у ріках – вони можуть жити під каменями, і в заводях, під перекатами, але це будуть різні види, адаптовані до конкретних умов. Ріка – відкрита екосистема, у яку надходять із прилягаючих просторів більші кількості органічних речовин.

Денергетне харчування – основа трофічних ланцюгів лотичних екосистем: більш 60% енергії консументи одержують від привнесеного матеріалу. Зате кисню в ріках досить його змісту у воді постійно, що обумовило вузьку толерантність організмів стосовно кисню.

Виділяють лотичні співтовариства перекатів і плесів. На перекатах поселяються організми, здатні прикріплюватися до субстрату (нитчасті водорості) або гарні плавці (форель). На ділянках плеса співтовариство нагадують ставкові.

У великих ріках просліджується поздовжня зональність: у верхів'ях – співтовариства перекатів, у низов'ях і дельті – плесів, між ними місцями можуть виникати й ті й інші. Гранична зональність підкреслюється змінами видового складу риби. До низов'їв видовий склад збіднюється, але збільшуються розміри риби [4].

Залежно від інтенсивності зовнішнього впливу на водні екосистеми й характеру протікання процесів, відбувається або відновлення водної екосистеми до фонових станів (самоочищення), або водна екосистема переходить до іншого стійкого стану, який буде характеризуватися вже іншими кількісними і якісними показниками біотичних і абіотичних факторів.

Самоочищення природних вод здійснюється завдяки залученню вступників із зовнішніх джерел речовин у процеси, що безупинно відбуваються, трансформації, у результаті яких речовини, що зробили, вертаються у свій резервний фонд [6].

До факторів самоочищення належать: фізичні фактори; хімічні фактори; біологічні фактори.

Фізичні фактори – розведення, розчинення, перемішування вступників забруднювачів. Інтенсивний плин рік сприяє цим процесам, при яких знижується концентрація суспензій. Осідання у воді нерозчинних речовин, відстоювання забруднених вод сприяє самоочищенню води. Ультрафіолетові промені – дезінфікуючий агент, але це неефективно, якщо вода дуже мутна.

Хімічні фактори – хімічні реакції, між молекулами різних забруднювачів.

Біологічні фактори – самоочищення води за допомогою організмів, що населяють водних об'єкт: бактерій, водоростей, вищих водяних рослин, хребетних тварин і ін.

Роль бактерій у процесі самоочищення – вони харчуються розчиненими й коллоїднорозчиненими органічними речовинами. Продукування бактерій за рахунок органічної речовини фітопланктону, що відмирає, і наступне поїдання їх водними безхребетними є в цьому випадку єдиним можливим шляхом використання в біологічних процесах органічної речовини, яка надходить зі стічними водами, і головним шляхом залучення в харчовий ланцюг органічної речовини, створюваного в процесі фотосинтезу.

Рослини водойм у сумі є постачальниками кисню. На забруднених ділянках спостерігається рясний ріст і видова різноманітність рослин. На мілководдя й у штучних каналах розвиваються нитчасті водорості. На глибоких ділянках роль фітобентосу невелика через недолік світла. Водорості здатні засвоювати крім мінеральних речовин, ще й прості органічні речовини. Особливо велика роль фітопланктону у витягу азоту й фосфору з вод.

Роль тварин визначається способом їх харчування. Рослиноїдний зоопланктон сприяє видаленню органічних забруднень і суспензій, повітлінню й перемішуванню води, знезаражує воду, знижує концентрацію кисню. Хижий зоопланктон бере участь у деструкції органічних речовин тільки певною мірою; але впливає на кисневий режим, зменшуючи зміст кисню [2].

2 ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІДХОДІВ БІОХІМІЧНОЇ ОЧИСТКИ ЦЕХУ НОПС НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Фізико-географічна та кліматична характеристика району

ПрАТ «Азот» розташовано в місті Северодонецьку Луганської області на лівому березі річки Сіверський Донець на відстані 2 км від неї і на відстані 1000 м від західної частини міста. Територія підприємства покрита піщаним ґрунтом з слабо холмистим, практично рівним рельєфом. В геологічній будові майданчика беруть участь верхнемілеві відкладення четвертного віку.

На описуваній території повсюдно поширено два водоносні горизонти – алювіальний і верхньокрейдяний. Алювіальний водоносний горизонт укладений в пісках четвертного віку. Живлення його здійснюється за рахунок атмосферних опадів. Режим його тісно пов'язаний з коливаннями рівня води в річці Сіверський Донець.

Ухил дзеркала ґрунтових вод алювіального водоносного горизонту у бік русла річки. Основним джерелом живлення цього горизонту є атмосферні осідання. Водопором цього водоносного горизонту служать залягаючи нижче за верхню крейду монолітні слаботрещіноваті мергелі. Рівень залягання ґрунтових вод 1,3 – 6,5 м.

Клімат в регіоні помірно-континентальний, характеризується малою кількістю опадів – 400-500 мм в рік, формується він під впливом великої притоки сонячної радіації, тому для нього характерний достатньо жарке і посушливе літо і відносно холодна зима з нестійким сніжним покривом. Середньорічна температура повітря складає від 6,9 °С до 7,4 °С. У формуванні клімату беруть участь декілька типів повітряних мас, але домінують континентальні – 70 % (з них: помірні – 54 %; арктичні – 6 %) [7].

Температура повітря:

- середньорічна – + 8,5 °С;
- абсолютна мінімальна – - 42 °С;

- абсолютна максимальна – + 40 °С;
- середня найхолоднішого місяця – - 5,9 °С;
- середня найжаркішого місяця – + 21,7 °С.

Добовий максимум опадів в теплу пору року – 80 мм. Інтенсивність дощу тривалістю 20 хвилин $q_{20}=100$ м/с з 1 га. Глибина промерзання ґрунту досягає 1,2 м.

Відповідно до районування території України і метеорологічних умов місто Сєверодонецьк відноситься до 3-ої зони – зони підвищеного потенціалу забруднення, яка характеризується повторюваністю слабих вітрів і туманів до 20%, приземних інверсій до 40%.

Пануючими є вітри східного, південно-східного і західного напрямів. Середні швидкості 2,7 – 5,3 м/с, часті штилі [7].

2.2 Кількість відходів, що утворюється на підприємстві

Комплекс очисних споруджень цеху нейтралізації й очищення промислових стоків міста Сєверодонецька призначене для приймання й очищення господарсько-побутових і промислових стоків міста Сєверодонецька, господарсько-бутових і промислових стоків ПАТ «Азот» і підприємств розташованих на його території [8].

Основна стадія технологічного процесу протікає на спорудженнях штучного біологічного очищення. Попереднє очищення стічних вод проводиться на спеціальних локальних установках. Персонал, що обслуговує спорудження цеху, безпосереднього контакту із вступниками хімічно забрудненими стоками не має.

Процес приймання й очищення стоків на спорудженнях цеху не є вибухонебезпечним.

Хімічно забруднені стоки, що надходять на локальні установки споруджень фізико-хімічного очищення, містять у своєму складі аміак, оцтову

кислоту, метилацетат, полівінілацетатною продукцію, вінілацетат, метиловий спирт, сірчану кислоту, луги й інші.

Хімбрудні стоки, що надходять на спорудження, локальні установки очищення пункту промивання вагонів і цистерн, у своєму складі можуть містити аміак, сірчану, азотну, оцтову кислоти, метиловий спирт, полівінілацетатною продукцію, ПАВ і інші розчинені продукти, що утворювалися в процесі мийки цистерн і вагонів.

Кількісний склад хімічних забруднень у стоках повинен відповідати нормам скидання стічних вод, передбаченим технологічними регламентами відповідних цехів і виробництв.

Господарсько-побутові стічні води міста, що надходять на біохімічне очищення, у своєму складі токсичних речовин не мають, але бактеріально забруднені. У процесі очищення господарсько-побутових стоків виділяються сірководень і метан, які накопичуються в знижених місцях.

Фізико-хімічні властивості застосовуваних видів сировини, напівпродуктів, готової продукції, відходів виробництва.

Стічні води міста Сєверодонецька – рідина попелястого кольору зі стійким неприємним запахом, температурою близько 250⁰С. Не токсична, але бактеріально забруднена.

Стічні води, які поступають на очисні споруди, проходять багатоступінчате очищення, в результаті якого утворюються газоподібні і тверді відходи [8].

До газоподібних відходів відноситься циклогексанол, циклогексанон і метан.

До твердих відходів відноситься стабілізований осад і шлам з промислових відстійників біохімічного очищення (БХО).

Характеристика газоподібних відходів приведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Газоподібні відходи біохімічної очистки II черги

Найменування відходів	Тривалість викиду, год./рік	Річний валовий викид, т/рік	ГДК в атмосферному повітрі населених місць, ДСП – 201-97, мг/м ³
метан	8760	0,901	50
циклогексанол		0,975	0,06
циклогексанон		0,741	0,04

Кількість і склад твердих відходів, що утворюються, приведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Тверді відходи, що утворюються на біохімічній очистці II черги

Найменування відходів	Місце складування, транспорт, тара	Кількість			Періодичність	Склад відходів
		За сухою речовиною, т/рік	кг/добу	т/год		
Стабілізований осад (суміш надмірного активного мулу і сирого осаду)	3 мулових полів самоскидом на полігон твердих відходів, селище Фугарівка	3034	14000	5110	періодично	- органічні речовини: 22,4% - азот: 3,5 % - фосфор: 1,3 % - калій: 0,1 % - метали (Cu, Zn, Ni): 17,7 % - вода: 86 %
Шлам з промислових відстійників	На шламонакопичувач № 1	240	500000	182500	постійно	- органічні речовини: 65% - окисел заліза: 9,8% - окисел алюмінію: 0,3 % - окисел кремнію: 3,8 % - окисел кальцію: 19,4 % - метали: 1,7% - вода: 98 %

2.3 Характеристика компонентів навколишнього середовища і вплив на них відходів біохімічної очистки II черги

Діяльність очисних споруд може призвести до різних видів порушень охорони природи, що може спричинити промислове забруднення вод, атмосфери, ґрунту.

Очисні споруди цеху НОПС не мають організованого скидання, тому стічна вода пройшовши багатоступінчате очищення на очисних спорудах повертається назад на підприємство [8].

Повітряне середовище

Атмосфера – це складова частина біосфери, яка забезпечує людину і тварин необхідним складом газів для дихання людини. Вона є зовнішньою газовою оболонкою землі, що сягає від її поверхні в космічний простір приблизно на 3000 км і ділиться на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу та екзосферу.

До складу атмосфери входить азот – 78 %, кисень – 21 %, аргон – 1 %, гелій, криптон та деякі інші постійні компоненти. Серед змінних складових атмосфери – водяна пара, озон, вуглекислий газ, які мають велике значення для атмосферних процесів.

Повітряне середовище захищає атмосферу від перегріву і замерзання, осколків, рівномірно розсіює світло, завдяки ній розповсюджується звук [9].

У наш час у всьому світі атмосферне повітря забруднюється шкідливими речовинами. Основним забруднювачем атмосфери стадії біологічного очищення в цеху НОПС є метан.

Збільшення вмісту метану в атмосфері сприяє посиленню парникового ефекту, оскільки метан інтенсивно поглинає теплове випромінювання землі в інфрачервоній області спектру на довжині хвилі 7,66 мкм. Метан займає друге місце після вуглекислого газу за ефективністю поглинання теплового випромінювання землі. Внесок метану в створення парникового ефекту складає приблизно 30% від величини, прийнятої для вуглекислого газу. Із зростанням

вмісту метану змінюються хімічні процеси в атмосфері, що може призвести до погіршення екологічної ситуації на землі [9].

Водне середовище

Гідросфера – водяна оболонка землі, включає: світовий океан, води суші (ріки, озера, льодовики), підземні води. Гідросфера знаходиться в тісному зв'язку з літосферою (підземні води), атмосферою (пароподібна вода) і живою речовиною, до складу якої вона входить як обов'язковий компонент. Вода в біосфері виступає як універсальний розчинник, тому що взаємодіє з усіма речовинами, не вступаючи з ними в хімічні реакції.

Вода в природних умовах завжди містить солі, гази і органічні речовини. Найменш мінералізовані води у вигляді атмосферних опадів, у яких концентрація солей 10 – 20 мг/л, потім прісні озера і ріки – 5 – 1000 мг/л. Солоність океану коливається близько 35 г/л. Моря менш мінералізовані.

Роль океану в стабілізації природних умов на поверхні Землі особливо велика. Це обумовлено його масою і великою площею. Найбільша глибина 11,2 км у Маріанському жолобі Тихого океану [10].

Забруднення води, зміна її якості обмежує подальше її вживання. При всіх типах водокористування міняються або фізичний стан (наприклад, при нагріванні), або хімічний склад води – під час надходження забруднюючих речовин.

Основними забруднювачами очисних споруд є азот, фосфор, калій, цинк, мідь, окисел заліза, окисел алюмінію, окисел кремнію, окисел кальцію.

Азотвмісні сполуки знаходяться в поверхневих водах в розчиненому, колоїдному і завислому стані і можуть під впливом багатьох фізико-хімічних і біохімічних чинників переходити з одного стану в інше [10].

Азот і фосфор сприяють евтрофікації водоймища. В результаті надмірного збагачення водоймища даними речовинами відбувається поступове заростання озера і перетворення його в болото, заповнене мулом і рослинними залишками, що розкладаються, яке врешті-решт повністю висихає [9].

Фосфор – найважливіший біогенний елемент, найчастіше лімітуючий розвиток продуктивності водоймищ. Тому надходження надлишку сполук фосфору з водозбору, з побутовими стічними водами, що не доочищують або неочищеними, а також з деякими виробничими відходами приводить до різкого неконтрольованого приросту рослинної біомаси водного об'єкту. Відбувається так звана зміна трофічного статусу водоймища, що супроводжується перебудовою всього водного співтовариства і веде до переважання гнильних процесів (і, відповідно, зростанню мутності, солоності, концентрації бактерій) [9].

Цинк і мідь, поглинаються мулистими донними опадами водотоків, що приймають стічні води, а потім разом з цими тонкими частинками транспортується течією. Їх токсична дія сильніша в кислому середовищі, ніж в нейтральній або лужній.

Залізо, потрапляючи у водоймище окислюється в результаті хімічних або біологічних процесів. Утворюється іржа на поверхні заліза і його сполук. Солі заліза, що окислюються у воді, стають менш розчинними і утворюють тверді забарвлені опади, випадні з розчинів. Тому вода набуває кольору і стає мутною [9].

У природних водах алюміній присутній в іонній, колоїдній і завислій формах. Міграційна здатність невисока. Утворює досить стійкі комплекси, зокрема органомінеральні, що знаходяться у воді в розчиненому або колоїдному стані. Іони алюмінію володіють токсичністю по відношенню до багатьох видів водних живих організмів і людини [10].

Кремній є постійним компонентом хімічного складу природних вод. Він малотоксичен.

Характерною особливістю кальцію є схильність утворювати в поверхневих водах досить стійкі пересичені розчини CaCO_3 . У річкових водах вміст кальцію рідко перевищує $1 \text{ г Ca}^{2+}/\text{дм}^3$. Звично ж його концентрації значно нижче. Концентрація кальцію в поверхневих водах схильна до помітних сезонних коливань [9].

Ґрунт

Літосфера – це зовнішня оболонка Землі, що включає всю земну кору з частиною верхньої мантії Землі і складається з осадових порід, магматичних і метаморфічних порід. Найбільше людина впливає на земну кору – тонкий верхній шар Землі, що має товщину на континентах 40 – 80 км, а під океанами 5 – 10 км і складає близько 1 % маси Землі. Вісім елементів: кисень, кремній, водень, алюміній, залізо, магній, кальцій, натрій – утворюють 99,5% земної кори [3].

Ґрунт – самостійне природне історичне органо-мінеральне тіло, яке виникло на поверхні землі внаслідок тривалого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів. Ґрунт складається з твердих мінеральних і органічних частинок. Він має специфічні генетико-морфологічні властивості, які створюють відповідні умови для росту та розвитку рослин і родючості. Ґрунти виникли разом з живою речовиною і розвивалися під впливом діяльності рослин, тварин і мікроорганізмів, поки не стали цінним для людини родючим субстратом. Залежно від кліматичних, геологічних та географічних умов ґрунти мають товщину від 15 – 25 см до 2 – 3 м [9].

Самоочищення ґрунтів, як правило, – повільний процес. Токсичні речовини накопичуються, що сприяє поступовій зміні хімічного складу ґрунтів, порушенню єдності геохімічного середовища і живих організмів. З ґрунту токсичні речовини можуть потрапити в організми тварин, людей і викликати важкі хвороби і смертельні результати.

На території цеху НОПС розташовані мулові поля, на яких накопичується перероблений надлишковий активний мул. Стабілізований осад, в якому присутній надлишковий активний мул і сирий осад містять важкі метали, такі як мідь і цинк. З часом ці метали потрапляють в ґрунт.

Накопичення цинку негативно впливає на більшість ґрунтових процесів: викликає зміну фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту, знижує біологічну діяльність. Цинк пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів, унаслідок чого порушуються процеси утворення органічної речовини в

грунтах. Надлишок цинку в ґрунтовому покриві утрудняє ферментацію розкладання целюлози, дихання, дії уреаз.

Недостатній вміст міді в ґрунтах негативно впливає на синтез білків, жирів і вітамінів і сприяє безплідності рослинних організмів. Накопичення міді забруднює ґрунт і пригноблюючи діє на зростання мікроорганізмів, знижує ферментативну активність ґрунтів, знижує урожай рослин [10].

Рослинний і тваринний світ

Рослинний світ України – багатий та різноманітний. Він характеризується певним флористичним складом і структурою рослинного покриву. Флора країни налічує понад 25 тисяч видів, у тому числі судинних рослин – понад 4,5 тисячі, мохоподібних – майже 800, водоростей – близько 4 тисяч, лишайників – понад 1000, грибів – понад 15 тисяч.

Під впливом господарської діяльності людини рослинний покрив України дуже змінився: поспіль (за винятком кількох заповідних ділянок) розорано степи, ліси на значних площах викорчовано і замінено на сільськогосподарські угіддя, осушено багато боліт тощо. Тому проблема збереження рослинного світу стала надзвичайно актуальною, життєво важливою. Наукове узагальнення інформації в галузі охорони популяцій окремих видів рослин і грибів відображається в Червоних книгах – Міжнародного Союзу охорони природи та природних ресурсів (МСОП), Європейського Червоного списку тварин і рослин, що знаходяться під загрозою зникнення у світовому масштабі (1991), а також окремих країн.

Тваринний світ України відрізняється різноманітним видовим складом і нараховує майже 45 тисяч видів тварин. На території України – багато унікальних природних місцевостей, де водяться рідкісні реліктові тварини [10].

Вплив хімічних елементів на людину, рослинний і тваринний світ різноманітний. Найбільшої шкоди завдають наступні елементи: азот, фосфор, калій, залізо, алюміній, кремній, кальцій, цинк, мідь, нікель.

Вміст азоту і фосфору вище за допустиму концентрацію призводить до евтрофікації водоймища або до його «цвітіння». Азот є важливим елементом, яким харчуються рослини.

Калій регулює діяльність ферментів, які контролюють протікання процесу фотосинтезу. Калій бере участь в багатьох фізіологічних процесах в рослині, таких як зростання і розмноження, транспорт речовин, передача сигналів і імпульсів, підтримка тургору (осмотичного тиску). Недолік калію в рослині може бути неявним. Часто на першій стадії відбувається тільки уповільнення швидкості росту і розвитку рослини, часто звані «прихованим голодуванням» [9]. Основними проявами недоліку калію в організмі людини є уповільнення зростання організму і порушення статевих функцій, м'язові судоми, перебої в роботі серця [10].

Будучи біологічно активним елементом, залізо певною мірою впливає на інтенсивність розвитку фітопланктону і якісний склад мікрофлори у водоймищі [9].

Алюміній. У організм людини алюміній щодня поступає з їжею (близько 2-3 мг), але його біологічна роль не встановлена. В середньому в організмі людини (70 кг) в кістках, м'язах міститься близько 60 мг алюмінію. Як мікроелемент алюміній присутній в тканинах рослин і тварин. Існують організми-концентратори, що накопичують алюміній в своїх органах, – деякі плавуни, молюски [9].

Кремній. Для людей і теплокровних тварин малотоксичен через нерозчинність у воді. Для водних організмів і мікроорганізмів також малотоксичен.

Кальцій. Людина споживає в добу 0,7 – 2,0 г кальцію з їжею. У воді концентрація більше 1800 мг/л надає токсична дія. Кальцій в дозі 3,5 – 5,2 мг/кг маси або концентрація в питній воді 100 – 150 мг/л збільшує захворюваність населення хворобами нирок, артритами і поліартритами. Кальцій знижує здатність відтворення дафній в концентрації 116 мг/л. ЛК₅₀ для нижчих водних організмів через 48 годин (дафній і інших) складає 3000 – 7000 мг/л [9].

Цинк відноситься до числа активних мікроелементів, що впливають на зростання і нормальний розвиток організмів. В той же час багато сполук цинку токсичні, перш за все його сульфат і хлорид [9].

Мідь бере участь в процесі фотосинтезу і впливає на засвоєння азоту рослинами. Разом з тим, надмірні концентрації міді надають несприятливу дію на рослинні і тваринні організми.

Сполуки нікелю виконують важливу роль в кровотворних процесах, будучи каталізаторами. Підвищений його вміст надає специфічну дію на серцево-судинну систему. Нікель належить до числа канцерогенних елементів. Він здатний викликати респіраторні захворювання [9].

2.4 Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин, пов'язаних з діяльністю базового об'єкта

Головними компонентами відходів II черги біохімічної очистки є: метан, циклогексанол, циклогексанон, азот, фосфор, калій, мідь, цинк, нікель, оксиди заліза, алюмінію, кремнію, кальцію.

Азот – середня концентрація загального азоту в природних водах коливається в значних межах і залежить від трофності водного об'єкту: для оліготрофних змінюється звичайно в межах 0,3 – 0,7 мг/дм³, для мезотрофних – 0,7 – 1,3 мг/дм³, для евтрофних – 0,8 – 2,0 мг/дм³. На частку органічного азоту доводиться 50 – 75% загального розчиненого у воді азоту. Концентрація органічного азоту схильна до значних сезонних змін із загальною тенденцією до збільшення у вегетаційний період (1,5 – 2,0 мг/дм³) і зменшення в період льодоставу (0,2 – 0,5 мг/дм³). Розподіл органічного азоту по глибині нерівномірний – підвищена концентрація спостерігається, як правило, в зоні фотосинтезу і в придонних шарах води [11].

Фосфор – концентрація загального розчиненого фосфору (мінерального і органічного) в незабруднених природних водах змінюється від 5 до 200

мкг/дм³. Найважливіший біогенний елемент, найчастіше лімітуючий розвиток продуктивності водоймищ. Тому надходження надлишку сполук фосфору з водозбору, з побутовими стічними водами, що не доочищують або неочищеними, а також з деякими виробничими відходами приводить до різкого неконтрольованого приросту рослинної біомаси водного об'єкту [11].

Циклогексанол – безбарвні кристали із слабким запахом камфори, застосовують як напівпродукт у виробництві капролактаму, з полімеру якого виготовляють поліамідне волокно, і як розчинник [11].

Циклогексанон – є маслянистою рідиною із запахом ацетону і м'яти. Потрапляє у водоймища із стічними водами лісохімічного виробництва, виробництва капролактаму і пластмас. У концентрації 1 мг/дм³ додає воді запах. Токсичні концентрації для риб коливаються від 1 до 100 мг/дм³, для дафній ЛД₅₀ = 800 мг/дм³. Циклогексанон є наркотиком з дратівливою дією. ГДК в водоймищі – 0,2 мг/дм³ (лімітуючий показник шкідливості – санітарно-токсикологічний).

Метан – безбарвний газ без запаху. Основним джерелом його утворення служать дисперсні органічні речовини в породах. Цей газ в природних водах знаходиться в молекулярно-дисперсному стані і не вступає з водою в хімічну взаємодію. Є парниковим газом. Якщо ступінь дії вуглекислого газу на клімат умовно прийняти за одиницю, то парникова активність метану складе 21 одиницю.

Калій – сріблясто-білий метал, швидко окислюється на повітрі і бурхливо реагує з водою. Загальний вміст калію в організмі людини складає приблизно 250 г. Добова потреба в калії складає 1,5 – 2 г. Один з головних компонентів хімічного складу природних вод. У природні води калій поступає також з господарсько-побутовими і промисловими стічними водами, а також з водою, що скидається із зрошуваних полів, і з поверхневим водним стоком з сільськогосподарських угідь. Концентрація в річковій воді звичайно не перевищує 18 мг/дм³, в підземних водах коливається від міліграм до грамів і десятків грамів в 1 дм³ [11].

Кальцій – сполуки кальцію містяться у воді і в стічних водах ряду виробництв. Вміст кальцію у воді зменшує розчинність багатьох металів. Людина споживає в добу 0,7 – 2,0 г кальцію з їжею. У воді концентрація більше 1800 мг/л надає токсичну дію. Кальцій в дозі 3,5 – 5,2 мг/кг маси або концентрація в питній воді 100 – 150 мг/л збільшує захворюваність населення хворобами нирок, артритами і поліартритами. Кальцій знижує відтворення дафній в концентрації 116 мг/л. ЛД₅₀ для нижчих водних організмів через 48 годин (дафній і інших) складає 6000 – 7000 мг/л.

Кремній – в колоїдному і завислому стані міститься в природних водах в концентраціях від 0 до 40 мг/л. Для людей і теплокровних тварин малотоксичний через нерозчинність у воді. Для водних організмів і мікроорганізмів також малотоксичний [11].

Мідь - смертельна доза для людини становить 10 г/кг, доза 60-100 мг/кг викликає нудоту, блювоту, гастроентерит, доза 10-30 мг/кг маси не виявляє токсичного впливу при споживанні міді усередину протягом декількох тижнів. Мідь у концентрації 1 мг/л токсична для сільськогосподарських тварин, вона підозріла по мутагенній дії, але ні експериментальних, ні статистичних доказів поки немає. Перевищення ЛК₅₀ шкідливе для водних організмів.

Кадмій - ставиться до числа сильно отруйних речовин. Смертельна доза для людини становить 150 мг/кг маси через 1,5 години. Здатний накопичуватися в організмі, збільшує токсичність інших отрут. Кадмій володіє тератогенною і мутагенною дією.

Цинк - цинк і його сполуки малотоксичні для людей і теплокровних тварин, при вступі в організм із їжею й питною водою. Цинк підозрілий по мутагенній і канцерогенній дії на організм. Для риб цинк у багато разів токсичен, ніж для людей, і шкідлива дія проявляється в багато разів раніше, чим змінюються органолептичні властивості води. Цинк здатний до кумуляції тканинами риб і нижчих водних організмів. Токсичний для рослин.

Нікель - малотоксичний для людей, але здатний викликати алергійні реакції, всмоктуватися шкірою, виявляється загальнотоксична дія. Має канцерогенну й мутагенну дію. Токсичний для водних організмів і рослин.

Свинець - при концентрації в питній воді 0,042 – 1,0 мг/л відбуваються випадки хронічного отруєння людей. Свинець збільшує токсичність інших металів, підозрілий по мутагенній дії на організм. Сполуки свинцю шкідливі для рослин у всіх концентраціях, впливає на водні організми.

Залізо - сполуки заліза для людей і теплокровних тварин при введенні усередину малотоксичні. При низькій значенні рН у воді водойм виявляють токсична дія на риб і дрібні водні організми.

Кобальт - у дозі 0,1 мг/кг маси або концентрації 10 мг/л питної води вважаються нешкідливими для людини й теплокровних тварин. Сполуки кобальту виявляють канцерогенну й мутагенну дію. Викликає загибель водних організмів, токсичний для рослин.

Алюміній - відрізняється незначною токсичною дією на людину й теплокровних тварин, але виявляє негативний вплив через питну воду. Найбільш отрутні хлориди, нітрати, ацетати, сульфати й інші, розчинні у воді сполуки, вони накопичуються в тканинах. Найбільш шкідливі для раб сполуки алюмінію – нітрат, хлорид, оксид. Менш токсичні сульфат і квасци [11].

3 ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

3.1 Принципи нормування шкідливих речовин у воді водних об'єктів

Норми якості води являють собою сукупність встановлених допустимих значень показників складу і властивостей води водних об'єктів, в межах яких надійно відвертається шкода здоров'ю населення, забезпечуються нормальні умови водокористування і екологічне благополуччя водного об'єкта. Показники, що входять до сукупності норм якості води, називаються нормованими показниками складу і властивостей води. Вони включають нормовані властивості, тобто загальні вимоги до фізичних, хімічних, біологічних характеристик властивостей води (температури, водневого показника рН, запахів, присмаків, токсичності води та ін.) і нормовані речовини, що характеризуються нормами їх вмісту і гранично допустимими концентраціями (ГДК) у воді водних об'єктів для різних категорій водокористування (або ОБР - орієнтовно безпечних рівній шкідливих речовин у воді рибогосподарських водних об'єктів і орієнтовно допустимих рівнів вмісту таких речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та комунальнопобутового водокористування). Нормовані речовини розподіляються на групи з однаковими лімітуючими ознаками шкідливості, класами безпеки [12].

Хімічні речовини у воді поділяються на 4 класи небезпеки:

1 клас – надзвичайно небезпечні, для яких виконується повна схема тестування (гостре, підгостре, хронічне дослідження, та дослідження впродовж життя на різних групах тварин);

2 клас – високонебезпечні речовини, для яких виконується повна схема тестування;

3 клас – небезпечні речовини, для яких не виконується хронічний експеримент;

4 клас – помірно небезпечні, які нормуються експрес тестуванням.

Клас небезпеки характеризує наступні властивості шкідливої речовини:

- здатність до накопичення в організмі та кумуляції ефекту шкідливого впливу;

- вірогідність викликати віддалені ефекти (небезпека хронічного отруєння);

- швидкість резорбції речовини тканинами живого організму (більш небезпечні гідрофільні та ліпофільні хімічні сполуки, які легко потрапляють до чутливих центрів біологічних реципієнтів) [13].

Класи небезпеки речовин, що забруднюють у водні об'єкти, приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Класи небезпеки речовин, що забруднюють воду

Найменування показників	Класи небезпеки			
	1	2	3	4
МНК/ПКорг.ср.	-	<1	1	>10
МНК, мг/л	<0,001	0,001-0,1	>0,1-10	>10
СД ₅₀ /МНД	>10 ⁶	10 ⁶ -10 ⁴	<10 ⁴ -10 ²	<10 ²
ГДод./ГДзаг.токс.	<1	1-10	>10	-

ГД_{од.} – гранична доза, встановлена з урахуванням віддалених ефектів; одиниці виміру – мг/кг ваги піддослідних тварин.

ГД_{заг.токс} – гранична доза, яка встановлюється з урахуванням результатів загальної-токсикологічної дії; одиниці виміру – мг/кг ваги [13].

Величину гранично допустимої концентрації речовин у воді визначають за ознакою, яка характеризується найменшою підпороговою та пороговою концентрацією. Всього у воді нормують вміст більше як 1500 речовин, серед яких 60 для рибних господарств. Найбільш жорстко нормують вміст речовин у господарсько-побутових водах. Однак ці нормативи не відповідають нормативам інших споживачів та водокористувачів.

Для речовин ГДК визначають за вказаними нижче показниками.

1. Санітарний режим водойми, який включає процес мінералізації органічних речовин (БСК); спостереження за розвитком бактеріальної флори. Пороговою вважається доза речовини, при якій процеси у водоймі перебігають аналогічно до природних.

2. Органолептичні властивості – вивчають воду з уведеною сторонньою речовиною на запах, колір, на смак звареної у такій воді риби. Так встановлюють порогову дозу.

3. Здоров'я людини. Вивчають токсикологічну і біохімічну дію різних концентрацій певної речовини у воді на тваринах, визначають дози хронічних ефектів або підпорогову дозу (після дії речовини протягом 6–8 місяців), підгостру (вплив після дії речовини протягом 1–3 місяців) та гостру або смертельну дози. Вважається, що підпорогові дози не приводять до зміни стану і функцій організму.

Розроблені стандарти якості води України, Європи, США, Міжнародний. Вода для споживання, як і вода після очищення, повинна відповідати цим вимогам. Вода для побутово-господарського споживання не має містити шкідливих речовин, у ній не може бути грубодисперсних частинок як завислих, так і у вигляді плівок на поверхні, вона не може мати кольору, каламуті, запаху і неприємного смаку [12].

Обчислення величини ГДК речовин у водоймах проводять математичними методами з врахуванням середньої смертельної дози та концентрації (мг/кг і мг/л відповідно). Так для речовин, як, проявляють неспецифічну токсичну дію,

$$\lg ГДК_{(токс.)} = 0,8 \cdot \lg ЛД_{50} - 0,8 \cdot \lg \frac{ЛД_{50(перор.)}}{ЛД_{50(інгаляц.)}} - 0,64 \quad (3.1)$$

Якщо дія речовин специфічна, то величину ГДК зменшують у 2–5 разів.
ГДК речовин у воді пов'язана з ГДК речовин у повітрі:

$$\lg ГДК_{(токс.)} = 0,61 \cdot \lg ГДК_{р.з.} - 0,1 \quad (3.2)$$

Сумарним показником для водойм є розрахунок мінімальної концентрації, при якій не відбувається забруднення водойми.

Максимально допустима концентрація речовин у водоймі:

$$C_{i,max} = \frac{k_{змішування} \cdot Q_{сток}}{Q_{рік}} (ГДК_i - C_{i,фону}) + ГДК_i, \quad (3.3)$$

де Q – витрата води у водоймі, м³/с.

3.2 Розрахунок ГДС, необхідного ступеня очистки стічних вод

3.2.1 Принципи розрахунку ГДС

Гранично-допустимий скид (ГДС) – скид забруднювачів із стічними водами в одиницю часу з метою не перевищення їх ГДК в контрольних створах водного об'єкту. ГДС встановлюється з урахуванням ГДК шкідливих речовин в місцях водокористування і водовідведення і оптимального розподілу маси речовин, які скидаються між водокористувачами. ГДС звільняє від контролю кожного окремого компоненту на рівні ГДК.

Визначення ГДС – складна задача, для вирішення якої потрібно провести розрахунок багатьох показників. Розрахунок здійснюють на підставі «Інструкції про порядок розробки і затвердження гранично допустимих скидів речовин у водні об'єкти з оборотними водами».

Значення ГДС визначається для всіх категорій водокористування за основними забруднюючими речовинами [12].

Величина ГДС визначається як множення максимальної почасової витрати оборотних вод, q , м³/год, на допустиму концентрацію забруднюючої речовини, $C_{ГДС}$ г/м³, що забезпечує нормативну якість води в контрольних створах.

Величина ГДС визначається за формулою:

$$ПДС = g \cdot C_{ГДС} \quad (3.4)$$

Якщо фонові концентрації забруднюючої речовини у водному об'єкті не перевищує ГДК, то $C_{ГДС}$ визначається залежно від типу водного об'єкту.

Для показників з однаковими лімітуючими ознаками шкідливості речовин у воді $C_{ГДС}$ вибирається так, щоб для кожної речовини виконувалася умова:

$$\sum_{j=1}^L \frac{C_{КJ}}{C_{ГДКJ}} \leq 1, \quad (3.5)$$

де $C_{КJ}$ – концентрація забруднюючої речовини j у воді водного об'єкту в контрольному створі;

$C_{ГДКJ}$ – ГДК речовини;

L - кількість речовин з однаковими лімітуючими ознаками шкідливості.

Для окремого випуску розрахункова формула для визначення без врахування неконсервативності речовин має вигляд:

$$C_{ГДС} = n(C_{ГДК} - C_{\phi}) + C_{\phi}, \quad (3.6)$$

де $C_{ГДК}$ - ГДК забруднюючої речовини у воді водоймища, г/м³;

C_{ϕ} - розрахункова фонові концентрації забруднюючої речовини у водоймищі до випуску поворотних вод, г/м³;

n - кратність спільного розбавлення поворотних вод в контрольному створі;

$$n = n_n \cdot n_0, \quad (3.7)$$

де n_n і n_0 - відповідно кратності початкового і основного розбавлення.

Також кратність розбавлення можна знайти за формулою (3.8):

$$n = \frac{Q + q}{q}, \quad (3.8)$$

де Q - розбавляюча вода водоймища, м³/год.;

q - стічна вода, що розбавляється, поступає у водоймище, м³/год.

Проте необхідно враховувати, що на деякій відстані нижче за спуск стічних вод, змішування не буде повним, і тому реальну кратність розбавлення в спільному випадку правильніше буде визначити за формулою (3.9):

$$n_{\text{заг}} = \frac{a \cdot Q + q}{q}, \quad (3.9)$$

де a - коефіцієнт, що вказує на ступінь повноти змішування і розбавлення стічних вод у водоймищі [12].

3.2.2 Розрахунок допустимої до скиду концентрації речовин і гранично допустимих скидів речовин, що містяться в господарчо-побутових стічних водах

1. Розрахуємо кратність загального розбавлення стічних вод у контрольному створі.

Початкові дані для розрахунку:

$$a = 0,85;$$

$$Q = 73440 \text{ м}^3/\text{Г};$$

$$q = 30000 \text{ м}^3/\text{добу} \text{ або } q = 1250 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Підставивши початкові дані у формулу (3.9), отримаємо:

$$n_{\text{заг}} = \frac{0,85 \cdot 73440 + 1250}{1250} = 50,9 \approx 51$$

2. Розрахуємо допустимі до скиду концентрації наступних речовин: БСК₅, азот амонійний, нітратам, нітратам фосфати, ХСК.

Початкові дані для розрахунку занесені в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Значення гранично допустимих концентрацій і розрахункових фонових концентрацій забруднюючих речовин у воді р. Сіверський Донець до випуску господарсько-побутових стічних вод

Найменування речовини	$C_{ГДС}$, г/м ³	C_{ϕ} , г/м ³
БСК ₅	3	2,23
Азот амонійний	2	0,199
Азот нітритний	3,3	0,19
Азот нітратний	45	14

Підставивши початкові дані у формулу (3.3), отримаємо:

$$БСК_5: C_{ГДС} = 51 * (3 - 2,23) + 2,23 = 41,5 \text{ г/м}^3$$

$$N - NH_4^+: C_{ГДС} = 51 * (2 - 0,199) + 0,199 = 92,05 \text{ г/м}^3$$

$$N - NO_2^-: C_{ГДС} = 51 * (3,3 - 0,19) + 0,19 = 158,8 \text{ г/м}^3$$

$$N - NO_3^-: C_{ГДС} = 51 * (45 - 14) + 14 = 1595 \text{ г/м}^3$$

3. Розрахуємо ГДС для даних речовин з формули (3.1):

$$БСК_5: ГДС = 41,5 * 1250 = 51875 \text{ г/год}$$

$$N - NH_4^+: ГДС = 92,05 * 1250 = 115062,5 \text{ г/год}$$

$$N - NO_2^-: ГДС = 158,8 * 1250 = 198500 \text{ г/год}$$

$$N - NO_3^-: ГДС = 1595 * 1250 = 1993750 \text{ г/год}$$

$$ГДС_{заг} = 51875 + 115062,5 + 198500 + 1993750 = 2359187,5 \text{ г/год} = 2,4 \text{ т/год}$$

4 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

4.1 Загальна характеристика методів очищення стічних вод

Велика кількість різних забруднень у виробничих стічних водах обумовлює і численні способи, методи і технологічні схеми, які використовуються при їх очищенні. Нині широко застосовуються механічне, фізико-хімічне та біологічне очищення стічних вод.

Механічне очищення полягає в проціджуванні стічної води через решітки, уловлювання піску в пісколовках і освітленні води в первинних відстійниках. Забруднення, затримані на решітках, дробляться на спеціальних дробарках і повертаються в потік очищуваної води до або після решіток. Ці забруднення можна відправляти і на зброджування в метантенки. Осад з пісколовок складається в основному з піску. Його обробка зазвичай полягає в обезводнюванні на піскових майданчиках.

Тверда фаза осаду, який утворився у відстійниках, переважно має органічне походження, в зв'язку з чим осад спрямовується на зброджування в метантенки [14].

Біологічне очищення стічних вод на біологічних фільтрах здійснюється аеробними мікроорганізмами, які розвиваються на фільтруючій загрузці споруд у вигляді так званої біологічної плівки. Вона періодично відмирає і виноситься з очищеною водою. Для її уловлювання застосовують вторинні відстійники. З метою зниження ступеня забруднення води, яка надходить на біологічні фільтри, частину очищеної води повертають для розбавлення неочищеної (рециркуляція води).

Механічне очищення передбачає відокремлення нерозчинних речовин у процесах відстоювання, фільтрування і центрифугування, його застосовують у випадках, коли стічні води після проходження через вищезазначене устаткування можуть бути використані для потреб виробництва, та як попередні при використанні інших засобів очищення [15].

Хімічні та фізико-хімічні засоби застосовуються для очищення виробничих стічних вод від колоїдних і розчинних забруднювальних речовин:

- коагулювання з введенням у стічні води речовин – коагулянтів, здатних прискорити видалення з них нерозчинної і частини розчинної речовини забруднення;

- нейтралізація з введенням у стічні води речовин з кислотою або лужною реакцією з метою забезпечення в них водневого показника в межах 6,5 - 8,5 рН.

При фізико-хімічному очищенні використовуються такі методи:

- сорбція – здатність деяких речовин поглинати або концентрувати на своїй поверхні забруднювальні речовини, що містять у собі стічні води;

- екстракція – введення в стічні води речовини, яка б не змішувалася з ними, але могла вилучати забруднення, що в них містяться;

- флотація – пропускання через стічну воду повітря, бульбашки якого, рухаючись вгору, підхоплюють забруднювальні речовини;

- евапорація – пропускання через нагріту стічну воду водяної пари для відгону забруднювальних летких речовин;

- іонний обмін – вилучення зі стічних вод розчинених аніонів і катіонів забруднень іонами (наприклад, штучними іонообмінними смолами);

- електродіаліз – пропускання струму через електроди, що розміщені у стічних водах. Це сприяє розчиненню матеріалу - електродів у воді і утворенню пластівців коагулянту, осаджуючих забруднення стічних вод;

- реагентний метод – використання флокулянтів, які сприяють більш повному очищенню стічних вод у первинних і підвищують ступінь їх освітлення у вторинних відстійниках.

Застосовуються для очищення стічних вод і підвищення ступеня ущільнення активного мулу, внаслідок чого використання флокулянтів дає змогу значно підвищити навантаження аеротенків [15].

Ефективним заходом очищення стічних вод є також озонування, позитивна якість якого полягає у здатності руйнування забруднень, що не окисляються при біохімічному очищенні.

Біохімічне очищення базується на здатності деяких мікроорганізмів використовувати для свого розвитку органічні речовини, що містяться в стічних водах у колоїдному і розчиненому стані. Цей спосіб застосовується після очищення стічної води від мінеральних і нерозчинних органічних речовин. Він дає змогу майже повністю видалити забруднення органічного походження. Біохімічне очищення проводять у природних (на полях зрошення, фільтрації або в біологічних ставках) і штучних умовах (в біологічних фільтрах, аеротенках, окислювальних каналах та інших типах окислювачів).

Виробничі і побутові стоки, що пройшли біологічне очищення, втрачають більшу частину бактерій, які в них містяться, але повністю вони можуть бути знищені тільки за допомогою дезінфекції – хлоруванням, електролізом, використанням бактерицидних променів тощо.

Одним із методів, що збільшує ефективність біохімічного розкладання, є мікробний, який полягає у спеціальному вирощуванні мікроорганізмів, адаптованих до високих (на кілька порядків вище за середніх) концентрацій токсичних і важкоокислюваних речовин, внаслідок чого процес очищення стічних вод стає ефективнішим. Перспективним є також підвищення фізіологічної активності мікроорганізмів різними хімічними мутагенами. Вибір методу і технологічної схеми очищення стічних вод залежить від характеру та кількості забруднень, їх подальшого використання, необхідного ступеня очищення тощо.

На рис. 4.1 показана поширена схема очищення побутових стічних вод і суміші побутових й виробничих стічних вод в разі використання для біохімічного очищення біологічних фільтрів.

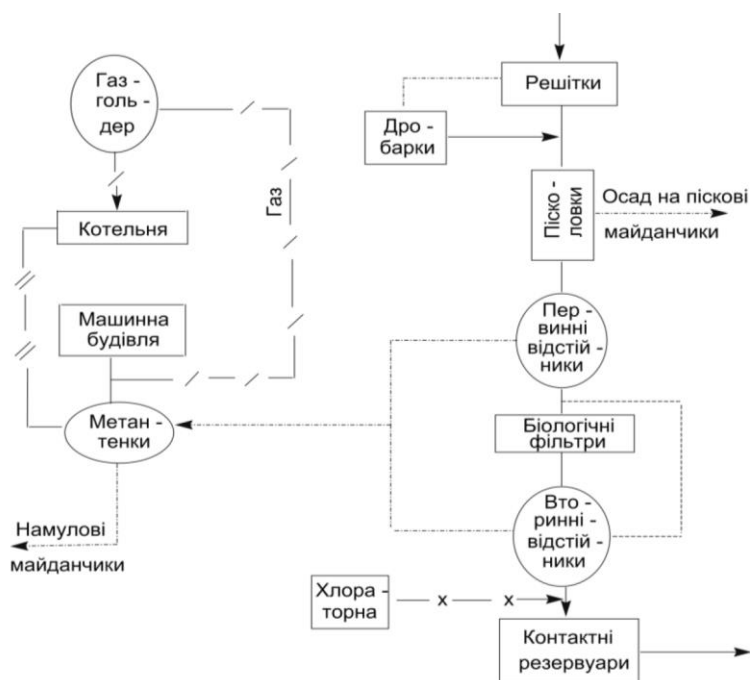


Рис. 4.1 – Схема механічного і біологічного очищення стічних вод

За такою схемою проєктують очисні станції на середній витраті води від 5 до 30 тис. м³/д. Стічні води механічно і біохімічно очищаються, а потім дезінфікуються. Осад зброджують в метантенках, а обезводнюють і сушать на мулових майданчиках [15].

Осад із вторинних відстійників також спрямовують в метантенки.

Для дезінфекції води використовується хлор. Приготовлену в хлораторній хлорну воду змішують з очищеною водою.

Обеззараження води відбувається в контактних резервуарах.

При зброджуванні осаду в метантенках утворюється газ, основою якого є метан. Цей газ використовують на потреби станції, в тому числі для підігріву осаду в метантенках [15].

4.2 Сутність процесу біологічної очистки

Повне видалення із стічних вод органічних забруднень практично можливе тільки шляхом їх біологічного очищення, що засноване на використанні життєдіяльності мікроорганізмів, окислювальних органічні

речовини, які перебувають в стічних водах в колоїдному або розчиненому стані. Таким чином, біологічне очищення є другим ступенем в процесі очищення стічних вод.

Спори біологічного очищення, на які стічні води попадають після механічного очищення, можуть бути поділені на дві основні групи [14]:

- спори, в яких очищення здійснюється в умовах, близьких до природних;

- спори, в яких очищення здійснюється в штучно створених умовах.

До першої групи належать поля фільтрації, поля зрошення, поля підземної фільтрації, піщано-гравійні фільтри і фільтрувальні траншеї, септики, фільтрувальні колодязі і біологічні ставки. Відстояні стічні води очищаються на них досить повільно за рахунок запасу кисню в ґрунті і воді, а також внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів-мініералізаторів, окислювальних органічних забруднень.

До другої групи споруд належать біологічні фільтри, аеротенки і циркуляційні окислювальні канали. В цих спорудах штучно створюються умови, за яких процеси очищення стічних вод відбуваються значно інтенсивніше.

Штучне біологічне очищення стічних вод застосовується тоді, коли за місцевими умовами, санітарними вимогами або за техніко-економічними показниками біологічне очищення в природних умовах виявляється недоцільним.

Біологічні методи очистки призначені для очистки стічних вод від розчинених органічних і колоїдно-розчинених органічних речовин і деяких мінеральних речовин, зокрема для очистки від сульфатів, нітратів, фосфатів. Дані методи очистки здійснюються за допомогою мікроорганізмів, що розвиваються у воді і створюючих активний мул. З мікробіологічної точки зору, активний мул – це скупчення мікроорганізмів (бактерій), здатних утворювати білковий слиз що склеює їх. Біологічні методи застосовуються як універсальні, для очищення практично всіх органівмісних стічних вод у всіх

країнах. Окислення забруднень здійснюється бактеріями, що володіють великим набором ферментів. Можливість біологічного очищення визначається наступними чинниками [15]:

- здатністю органічних речовин, що містяться в стічних водах, біологічно окислюватися;
- наявністю в стічних водах (або що вносяться додатково) необхідних для життєдіяльності мікроорганізмів живильних речовин: азоту, вуглецю, фосфору і мікроелементів;
- нейтральної (або близької до неї) реакції середовища;
- вмістом в стічній воді достатньої кількості кисню, необхідного для життєдіяльності мікроорганізмів.

При цьому концентрація забруднюючих речовин не повинна перевищувати встановлену норму, щоб не пригноблювати зростання мікроорганізмів.

Більшість видів господарчо-побутових стоків не відповідають вимогам біологічного очищення, і тому проходять спеціальну попередню обробку (механічне очищення, нейтралізація і усереднювання).

Сутність біологічного очищення стічних вод зводиться до двох процесів:

- адсорбція забруднюючих речовин на поверхні пластівців активного мула;
- мінералізація забруднень мікроорганізмами [15].

Перший процес протікає швидко (10-15 хв.), другий - затягується на тривалий час.

У основі сумісного очищення забруднень стічних вод лежать процеси дезамінування, гідролізу карбаміду, нітрифікації, денітрифікації і окислювальної деструкції органічних забруднень до вуглекислого газу (CO_2) і води (H_2O).

В процесі дезамінування азот органічних сполук переводиться в амонійну форму, наприклад [16]:



Органічні речовини при повному аеробному окисленні розкладаються до вуглекислого газу і води:



де $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$ - клітинна речовина мікроорганізмів.

Нітрифікація. Сполуки азоту амонійного, що входять до складу стічних вод і утворилися в процесі амоніфікації, піддаються окисленню до нітратів розчиненим у воді киснем за допомогою нітрифікуючих бактерій [17]



Вуглекислота потім розпадається на CO_2 і воду.

На окислення 1 міліграм аміаку (NH_3) до нітратів витрачається 4,57 міліграм кисню (O_2). Для оптимальної швидкості нітрифікації необхідно підтримувати розчинений кисень в рідині, що очищається, не менше 2,0 мг/дм³.

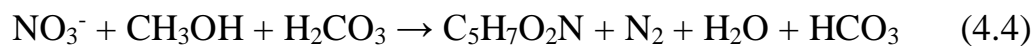
В процесі нітрифікації відбувається підкислення середовища і нітрифікація сповільнюється, тому необхідна нейтралізація кислоти, що утворюється.

Що утворився CO_2 , використовується автотрофними нітрифікуючими мікроорганізмами як джерело вуглецевого живлення, що сприяє підвищенню ефективності нітрифікації.

Денітрифікація

Нітрати, що входять до складу стічних вод і утворилися в процесі нітрифікації, піддаються відновленню до елементарного азоту за допомогою денітрифікуючих бактерій. При цьому кисень нітратів використовується на окислення органічних сполук до вуглекислого газу і води, а енергія окислення,

що звільняється, використовується мікроорганізмами для їх життєдіяльності [17].



Таким чином, в процесі денітрифікації досягається очищення стоків від азоту і органічних сполук. В процесі денітрифікації відбувається підлугування середовища.

4.3 Характеристика біоценозу активного мулу

Процес біологічного очищення здійснює складне співтовариство мікроорганізмів (біоценоз активного мулу) - бактерій, простіших, ряду вищих організмів - в умовах аеробіозу, тобто при наявності у воді розчиненого кисню. Біоценоз активного мулу – комплекс всіх організмів в споруді, основну роль в якому грають бактерії, здатні утворювати колонії - активний мул. Зовнішній вигляд активного мула: дрібні пластівці з кольором від біло-коричневого до темно-коричневого і навіть чорного. Пластівці складаються з бактерійних кліток, які складають багато шарів, поміщених в слиз. Ці скупчення називаються зооглеї.

Існує дві теорії механізму утворення пластівців активного мулу [17]:

- 1) пластівці формуються в результаті утворення специфічних хімічних зв'язків (пептидних або ефірних), що з'єднують клітини;
- 2) пластівці утворюються бактеріями, які не виділяють слизистої желатиноподібної міжклітинної речовини.

Утворення пластівців активного мула – складний процес, залежний від багатьох чинників, що включають явище полімеризації міжклітинної речовини, нейтралізацію поверхневих клітинних зарядів і утворення іонних містків між клітинами. Розмір пластівців коливається від ледве помітних оком до 2-3 мм і більше.

Забруднення стічних вод є для багатьох мікроорганізмів джерелом живлення, при використанні якого вони одержують все необхідне для їх

життєдіяльності - енергію і матеріал для конструктивного обміну (відновлення речовин клітки, що розпадаються, приріст біомаси). Вилучаючи з води живильні речовини (забруднення), мікроорганізми очищають від них стічну воду, але одночасно вони вносять в неї нові речовини - продукти обміну, що виділяються в зовнішнє середовище.

4.4 Влив різних факторів на ефективність біологічної очистки

Ефективність біологічної очистки залежить ряду чинників, один з яких піддається зміні і регулюванню в широких діапазонах в межах біологічної системи, регулювання ж інших, таких, наприклад, як склад поступаючих на очищення стічних вод, практично виключено [17].

Температура

Оптимальною температурою для аеробних процесів, що відбуваються в очисних спорудах, вважається 20-30⁰С, при цьому біоценоз за інших сприятливих умов представлений найбільш різноманітними і добре розвиненими мікроорганізмами. У цей же час температурний оптимізм бактерій різних груп варіює в широких межах від 10-16⁰С до 50-60⁰С. Якщо температурний режим не відповідає оптимальному, то зростання культури, а також швидкість обмінних процесів у клітині помітно нижче максимальних значень. Найбільш несприятливий вплив на розвиток культур надає різка зміна температури. Дуже чутливі до температури бактерії - нітріфікаторів, їх найбільша активність спостерігається при температурі не нижче 25⁰С.

Активна реакція середовища

Концентрація водневих іонів істотно впливає на розвиток мікроорганізмів. Значна частина бактерій розвивається краще за все в середовищі нейтральною або близькою до неї, однак є види, що добре розвиваються в кислому середовищі (актиноміцети). Біоочищення вважається найбільш ефективною при рН в межах 5-9, оптимально рН = 6,5-7,5. Відхилення рН за межі 5-9 тягне за собою зменшення швидкості окислення внаслідок

уповільнення обмінних процесів клітини, порушення проникності її цитоплазматичної мембрани та ін.

Біогенні елементи

Для нормального синтезу клітинної речовини, а отже, і для ефективного процесу очищення стічної води в середовищі повинна бути достатня концентрація всіх основних елементів живлення - органічного вуглецю (БСК), азоту і фосфору. Достатність елементів живлення для бактерій у стічних водах визначається співвідношенням БСК: N: P. Згідно з рекомендаціями СНіП 11-32-74, при обробці міських стічних вод співвідношення БПК: N: P повинно бути не менше 100:5:1. Можна підрахувати, що в побутових стічних водах, що надходять після механічного очищення на біологічну, це співвідношення становить 100:20:2,5.

Рівень харчування

У технічній літературі за міру рівня харчування приймають величину добового навантаження по забрудненню в перерахунку на 1 м³ очисної споруди на 1г сухої біомаси або на 1г беззольної частини біомаси. Найбільш часто оперують значеннями навантаження по БСК, в ряді випадків підраховують і величину навантаження по окремих видах забруднення. Для аераційних споруд величина навантаження на активний мул в сукупності з іншими характеристиками дає можливість передбачити ефективність процесу очищення і, зокрема, седментаційні властивості мулу. Високонавантажувальні системи мають навантаження більше 400мг БСК_{заг} на 1г беззольної речовини мулу на добу, найбільшу приросту біомасу мулу, найменший ступінь очищення, або містить незначну кількість видів найпростіших. Класичні системи мають навантаження 150-400мг БСК на 1г беззольної речовини на добу.

Кисневий режим

В аеробних біологічних системах подача повітря (збагаченого киснем або технічного кисню) повинна забезпечувати постійну наявність у суміші, розчиненого кисню не нижче 2мг/л. Аераційна система може працювати і при

1 мг/л кисню, але при визначенні мулу у вторинних відстійниках, втрачається розчиненого кисню від 1 до 2 мг/л, мінімальний її рівень встановлений в 2 мг/л, щоб виключити тривалість перебування мулу в анаеробних умовах. Система аерації забезпечує також постійне підтримування мулу в підвішеному стані.

Токсичні речовини

Важливим завданням є встановлення величини ГДК для індивідуальних хімічних речовин, а також виявлення можливої дії суміші речовин, одночасно присутніх в очищуємих стічних водах. За величину ГДК беруть максимальну концентрацію токсичної речовини, що знаходиться у воді і не надає помітного негативного дії на роботу біологічних очисних споруд (ГДК_{б.о.с.}). У той же час деяка мікробостатична дія може проявлятися вже за значно менших концентраціях, ніж ГДК_{б.о.с.}. Тому крім величини ГДК_{б.о.с.} іноді вказується величина ГДК_{б.о.} - концентрація речовини, при підвищенні якої може бути зазначено будь-який негативний вплив на процеси біоокислення і на процеси життєдіяльності клітини.

Нерівномірний витрата стічних вод

Приводить до порушення мікробіологічних процесів очищення, а саме: при нестачі БСК мікроорганізми можуть гинути, а при надмірній БСК (вище встановленої для даного технологічного процесу) теж можуть гинути мікроорганізми, не пристосовані до раптових навантажень.

4.5 Споруди для біологічної очистки

Серед методів очищення стічних вод велику роль грає біологічний метод, заснований на використанні закономірностей біохімічного і фізіологічного самоочищення річок та інших водойм. Біохімічні методи очищення засновані на використанні життєдіяльності мікроорганізмів, які окисляють органічні речовини, що знаходяться в стічних водах в колоїдному і розчиненому станах. Біохімічним методом вдається майже повністю звільнитися від органічних забруднень, що залишаються у воді після механічного очищення. В результаті

процесів біологічного очищення стічна вода може бути очищена від багатьох органічних і деяких неорганічних (фосфати, сульфати, нітрати) речовин методом деструкції їх мікроорганізмами. Є кілька типів біологічних споруд для очищення стічних вод: біофільтри, біологічні ставки і аеротенки. У біофільтрах стічні води пропускаються через шар грубозернистого матеріалу, покритого тонкою бактеріальною плівкою. Завдяки цій плівці інтенсивно протікають процеси біологічного окислення. Саме вона служить діючим початком у біофільтрах. У біологічних ставках в очищенні стічних вод беруть участь всі організми, що населяють водойму.

Споруди для біологічного (біохімічної) очищення стічних вод можуть бути розділені на два основні типи [15]:

1) споруди, в яких біологічне очищення здійснюється в умовах, близьких до природних (поля фільтрації і біологічні ставки). Стічна рідина очищається на них досить поволі за рахунок запасу кисню в ґрунті і у воді біологічних ставків, а також унаслідок життєдіяльності мікроорганізмів-мінералізаторів, що окисляють що потрапляють в ґрунт і воду органічні забруднення;

2) споруди, в яких очищення стічних вод здійснюється в штучно створених умовах (біологічні фільтри і аеротенки). У цих спорудах штучно створюються умови, при яких процеси очищення стічних вод йдуть значно інтенсивніше.

Аеротенки

Аеротенки - величезні резервуари із залізобетону. Тут очищаючим фактором є активний мул з бактеріями і мікроскопічними тваринами. Всі живі істоти бурхливо розвиваються в аеротенках, чому сприяють органічні речовини стічних вод і надлишок кисню, що надходить у спорудження з потоком повітря, що подається. Бактерії склеюються в пластівці і виділяють ферменти, які мінералізують органічні забруднення. Мул з пластівцями швидко осідає, відділяючись від очищеної води. Інфузорії, джгутикові, амеби, коловертки й інші дрібні тварини, використовуючи для живлення бактерій, омолоджують бактеріальну масу мулу.

Розрізняють три основних типи аеротенків в залежності від ступеня змішання надходить стічної рідини з рідиною, що знаходиться в очисному спорудженні [16]:

1. аеротенк-витискувач, в якому надходить стічна рідина не змішується з рідиною, що знаходиться в аеротенку (рис. 4.2а та 4.2б);

2. аеротенк зі східчастим (розосередженим) впуском стічних вод, при якому надходить рідина змішується з частиною рідини, що знаходиться в аеротенку (рис. 4.2в);

3. аеротенки-змішувачі, в яких надходить стічна рідина змішується з усім обсягом рідини, що знаходиться в аеротенку (рис. 4.2г).

Основна відмінність в умовах біоокислення в аеротенках-змішувачах і аеротенках-витискувача полягає в тому, що в перших навантаження забруднень на мул і швидкість їх окислення (швидкість споживання кисню) однакові у всіх точках споруди, а по друге вони змінюються від найбільших (на початку спорудження) до найменших (в його кінці). При розосередженої подачі стічної води по довжині аеротенках одноразові навантаження на мул зменшуються при одночасному зниженні межі коливань навантажень від одного впуску до іншого. Умови окислення забруднень у таких аеротенках наближаються до умов роботи аеротенках-змішувача.

При постійному навантаженні на мул або при невеликих коливаннях цієї величини постачання аеротенках повітрям повинно забезпечувати однаковий кисневий режим у всіх точках споруди. У аеротенках-витискувача це завдання ускладнюється, тому що при наявності різниці в швидкостях процесу по довжині споруди необхідна і відповідна диференційована подача повітря. Однак через технічні труднощі, пов'язані із здійсненням такого розподілу, цей аеротенк розповсюдження не отримав.

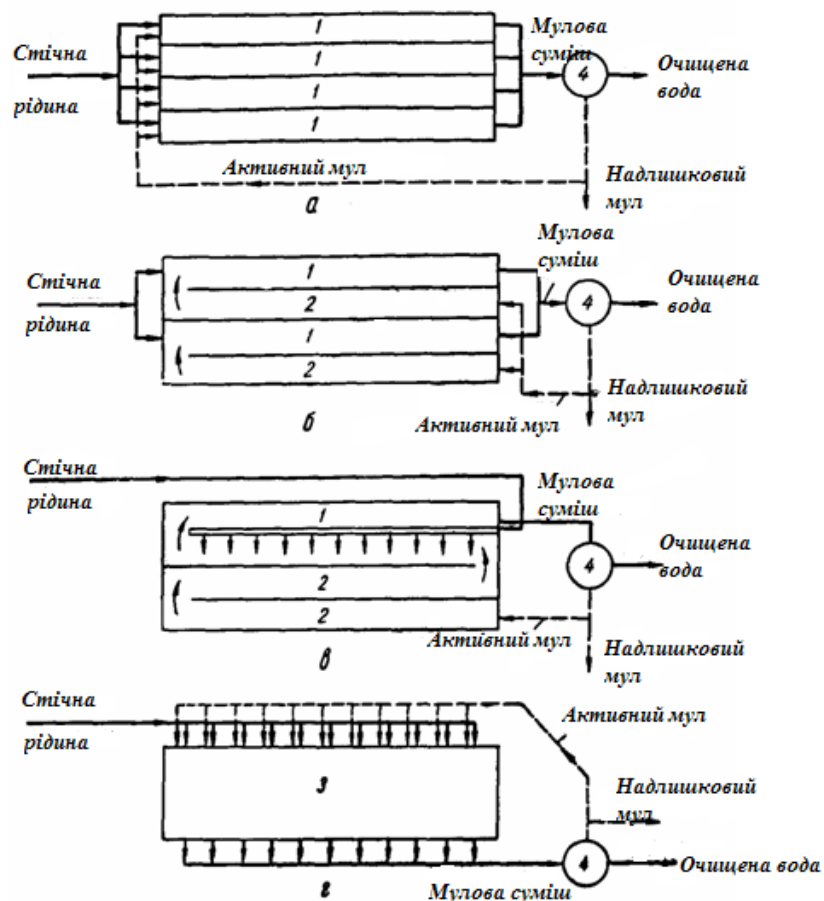


Рис. 4.2 - Схеми аеротенків:

а - з зосередженим надходженням стічної рідини; б - із зосередженим надходженням стічної рідини і аерацією зворотного мулу; в - зі ступінчастим впуском стічної рідини; г - з розосередженим впуском і випуском суміші стічної рідини і активного мулу.

1 - аеротенк; 2 - регенератор; 3 - аеротенк-змішувач, 4 - відстійник

Конструкторську розробку і вибір типорозмірів аеротенків слід орієнтувати на типові проекти.

При виборі типу аеротенка необхідно враховувати наступне:

- аеротенки-витискувачі застосовують для очищення порівняно слабо забруднених міських і подібних ним виробничих вод ($BCK_{\text{заг}}$ до 500 мг/л);

- регенерацію активного мулу необхідно передбачати при $BCK_{\text{заг}}$ стічної води, що надходить в аеротенк, більше 150 мг/л, а також за наявності у воді шкідливих виробничих домішок;

- аеротенки-змішувачі більш пристосовані для очищення концентрованих виробничих стічних вод ($BCK_{\text{заг}}$ до 1000 мг / л) при різких коливаннях їх витрати і складу;

- аеротенки з розосередженим впуском стічної води займають проміжне положення між змішувачами і витіснювачами; їх застосовують для очищення сумішей промислових і міських стоків;

- аеротенки-відстійники рекомендується застосовувати на станціях біологічного очищення стічних вод продуктивністю до 50 тис. м³/добу.

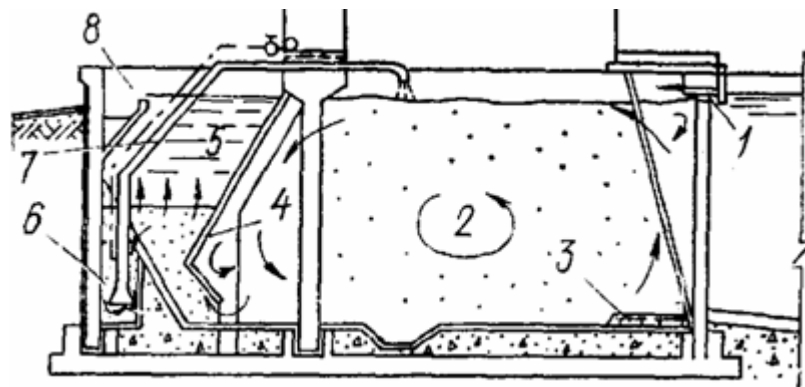


Рис. 4.3. Аеротенк-відстійник з примусовою циркуляцією активного мулу:

1 - подача вихідної стічної води; 2 - зона аерації; 3 - фільтраційні канали для подачі повітря; 4 - роздільна перегородка; 5 - зона відстоювання; 6 - муловий бункер; 7 - ерліфт; 8 - відвідний лоток

Двоступенева схема очищення з вторинними відстійниками після кожного ступеня застосовується для очищення концентрованих стічних вод ($BCK_{\text{заг}}$ більше 1000 мг/л) або вод, що містять домішки, які складно окислюються. Для першого ступеня доцільно використовувати аеротенки-змішувачі, для другої - витіснювачі.

Пневматична аерація застосовна для всього діапазону потужностей аеротенків; механічна аерація рентабельна для споруд малої та середньої потужності; струменеві аератори доцільні в малих спорудах.

Об'єм аеротенків визначають за середньогодинним притоком стічної води протягом доби, якщо загальний коефіцієнт нерівномірності надходження

стічних вод в аеротенки не перевищує 1,25; при більшому коефіцієнті нерівномірності - за середньогодинним надходженням стічних вод в аеротенки за час аерації в години максимального притоку. Кількість циркуляційного активного мулу при визначенні об'єм аеротенків не враховується.

Проаналізувавши зібрані дані науково-технічної літератури стосовно біологічної очистки стічних вод в біологічних ставках, на біологічних фільтрах та аеротенках можна зробити наступні висновки:

1. Біологічний метод очистки стічних вод є класичний, достатньо поширений і економічно обгрунтований. Він застосовується при очищенні рідких відходів підприємств хімічної, нафтопереробної, целюлозно-паперової промисловості, виробництві штучного волокна.

2. Біологічний метод дає також ефективні результати при очищенні комунально-побутових стоків. Господарсько-побутові стічні води характеризуються помірним вмістом таких забруднюючих речовин як азот амонійний, органічні речовини, фосфати та ін. Високоєфективне очищення таких компонентів можливе з використанням мікроорганізмів та біологічного методу.

3. Дослід експлуатації роботи аеротенків традиційних конструкцій показує, що ефективність їх роботи в більшості випадків невисока і складає 50-70% від теоретично розрахованої величини, що пояснюється різними конструктивними недоліками.

4. Ефективним способом покращення біологічної очистки стічних вод є оснащення аеротенків аераторами, що забезпечують роботу аеротенків в режимі безперервної аерації.

5 ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАХОДУ

Біологічна очистка стічних вод на II - й черзі цеху НОПС, яка проходить в 4-х коридорах, забезпечує очистку промислових стічних вод від іонів амоніаку, нітритів, нітратів, фосфатів. Ефективність очистки за БСК_{повн} складає 93%, ХСК – 84% амоніаку - 68%, нітритами - 95%, нітратами – 96%, фосфатами - 60%. Застосовується пневматична аерація, яка забезпечує киснем на рівні 2мг/л.

Не рідкій випадок на очисних спорудах коли при нормативній витраті стічних вод, що надходять на очищення, порушується безперервна подача кисню повітря. У результаті активний мул частково або повністю гине, очисні споруди виходять з ладу. Усунути недолік і важко, і тривало. На випадок раптового збільшення концентрації органічних речовин за ХСК або БСК крайнє необхідно збільшувати концентрацію кисню. Тому головним завданням є оптимізувати систему аерації в аеротенках.

Проаналізувавши науково-технічну і патентну літературу пропонується впровадження трубчастих аераторів АКВА-ПРО фірми «Екополімер».

Впровадження нової системи аерації дозволить реалізувати дискретно-безперервний принцип розподілу повітря, що сприятиме припиненню загибелі активного мулу. Впровадження трубчастого аератора АКВА-ПРО дозволить підвищити ефективність очищення за азотом амонійним з 68% до 97% [18].

6 РОЗРОБКА ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАХОДУ

6.1 Опис технологічної схеми біологічної очистки стічних вод

Побутові стічні води м. Сєвєродонецька і ПрАТ «Сєвєродонецьке об'єднання Азот», які складають II чергу - перед подачею на біологічне очищення піддаються механічному очищенню.

Для біологічного очищення стічних вод спільно з промивними і дренажними використовуються чотирьохкоридорні аеротенки II черги загальним об'ємом 33000 м³ з розмірами коридорів 6×108×5,5. В аеротенк стоки поступають розосереджено в другі коридори, де здійснюється аеробне окислення органіки, нітрифікація азоту амонійного з подальшою денітрифікацією нітратів. Перші коридори аеротенків виконують роль регенераторів, в які поступає зворотний активний мул. Регенератор служить для збільшення фізіологічної активності бактерій, обумовленою аерацією. У третьому коридорі протікає процес біохімічної денітрифікації з використанням водно - метанольної суміші, що поступила із змішувача із стічними водами. Переміщуючись по четвертому коридору, стоки дочищаються від залишкових забруднень.

Перемішування стічної рідини і постачання мікроорганізмів киснем здійснюється стислим повітрям, що подається через аератори. Кількість повітря, що подається, забезпечує вміст розчиненого кисню у перших двох і четвертому коридорах 2 мг/дм³, а в третьому коридорі - зоні денітрифікації - 0,5-1 мг/дм³, фактичний час аерації складає 17 годин.

В кінці четвертого коридору стоки через водозлив перетікають в загальний лоток і потім, розділяючись на дві частини, поступають в розподільні камери вторинних радіальних відстійників діаметром 20 м.

Суміш очищених стічних вод з активним мулом подається у відстійники по центральних трубах, що підводять. За рахунок зміни напрямку руху і зниження швидкості унаслідок розосередження рідини за всім обсягом

відстійника відбувається розшаровування очищеного стоку з осіданням активного мула. Час відстоювання складає 3,5 години.

Видалення активного мула з відстійників відбувається під гідростатичним тиском за допомогою мулосмоктачів. Осаджений активний мул по самопливних колекторах діаметром 200 мм, зливається в гасільні камери, а потім в камеру мула насосної станції. Рециркуляційний активний мул насосами по напірному трубопроводу подається в аеротенки, а надлишковий активний мул по трубопроводах діаметром 200 мм - в мулоущільнювачі. Ущільнений активний мул з мулоущільнювачів відводиться самопливом по трубопроводах, обладнаних засувкою випуску в приймальну камеру мулової насосної станції і далі насосами в аеробний стабілізатор, і в камеру мула і сирого осаду.

Мулова вода з мулоущільнювачів поступає в камеру дренажних вод мулової насосної станції.

Освітлені очищені стоки через водозлив по всьому периметру вторинних відстійників збираються в лоток і каналом відводяться на споруди доочистки - буферний ставок і фільтрувальну станцію [6].

6.2 Матеріальний баланс процесу біологічної очистки господарсько-побутових стічних вод

Дані для матеріального балансу занесені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 - Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу

Показники	Одиниці вимірювання	Склад стічних вод до очистки	Склад стічних вод після очистки
$XSK_{біхр}$	мг O_2 /дм 3	350	56
$BCK_{повн}$	мг O_2 /дм 3	280	19,6
$N - NH_4^+$	мг/дм 3	40	1,2
$N - NO_2^-$	мг/дм 3	3,73	0,19
$N - NO_3^-$	мг/дм 3	240,0	9,6
PO_4^{3-}	мг/дм 3	8,0	3,2
<i>Завислі речовини</i>	мг/дм 3	325,0	67

Оскільки відома концентрація кожного компоненту, що поступає із стічною водою у аеротенк, то можна розрахувати кількість кожного компоненту, в кг, що поступає з 30000м³ стічної води.

$$XCK_{\text{біл}} : \frac{0,35}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 10500 \text{ кг/добу}$$

$$BCK_{\text{повн}} : \frac{0,28}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 8400 \text{ кг/добу}$$

$$N - NH_4^+ : \frac{0,04}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 1200 \text{ кг/добу}$$

$$N - NO_2^- : \frac{0,00373}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 111,9 \text{ кг/добу}$$

$$N - NO_3^- : \frac{0,024}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 7200 \text{ кг/добу}$$

$$PO_4^{3-} : \frac{0,008}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 240 \text{ кг/добу}$$

$$\text{Завислі речовини} : \frac{0,325}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 9750 \text{ кг/добу}$$

Оскільки відома концентрація кожного компоненту, що виноситься з очищеною водою з аеротенку з урахуванням нового рішення, прийнятого у дипломному проекті, можна розрахувати кількість кожного компоненту, в кг, що виноситься з 30000м³ очищеної води.

$$XCK_{\text{біл}} : \frac{0,056}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 1680 \text{ кг/добу}$$

$$BCK_{\text{повн}} : \frac{0,0196}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 588 \text{ кг/добу}$$

$$N - NH_4^+ : \frac{0,0012}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 36 \text{ кг/добу}$$

$$N - NO_2^- : \frac{0,00019}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 5,7 \text{ кг/добу}$$

$$N - NO_3^- : \frac{0,0096}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 288 \text{ кг/добу}$$

$$PO_4^{3-} : \frac{0,0032}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 96 \text{ кг/добу}$$

$$\text{Завислі речовини: } \frac{0,067}{x} = \frac{1}{30000}; \quad x = 2010 \text{ кг/добу}$$

Розрахуємо кількість кожного компоненту, в кг, яке піддається аерації.

$$XCK_{\text{біхр}} : 10500 - 1680 = 8820 \text{ кг/добу}$$

$$BCK_{\text{повн}} : 8400 - 588 = 7812 \text{ кг/добу}$$

$$N - NH_4^+ : 1200 - 36 = 1164 \text{ кг/добу}$$

$$N - NO_2^- : 111,9 - 5,7 = 106,2 \text{ кг/добу}$$

$$N - NO_3^- : 7200 - 288 = 6912 \text{ кг/добу}$$

$$PO_4^{3-} : 240 - 96 = 144 \text{ кг/добу}$$

$$\text{Завислі речовини: } 9750 - 2010 = 7740 \text{ кг/добу}$$

Отримані дані зводяться в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 - Матеріальний баланс

Прихід		Очищення		Витрата	
компонент	кг	компонент	кг	компонент	кг
XCK _{біхр}	10500	XCK _{біхр}	8820	XCK _{біхр}	1680
BCK _{повн}	8400	BCK _{повн}	7812	BCK _{повн}	588
$N - NH_4^+$	1200	$N - NH_4^+$	1164	$N - NH_4^+$	36
$N - NO_2^-$	111,9	$N - NO_2^-$	106,2	$N - NO_2^-$	5,7
$N - NO_3^-$	7200	$N - NO_3^-$	6912	$N - NO_3^-$	288
PO_4^{3-}	240	PO_4^{3-}	144	PO_4^{3-}	96
Завислі речовини	9750	Завислі речовини	7740	Завислі речовини	2010
Разом: 37401,9		Разом: 32698,2		Разом: 4703,7	
		Разом: 307401,9			

6.3 Вибір і розрахунок основного устаткування процесу аерації господарсько-побутових стічних вод

Аеротенк представляє собою резервуар, до якого повільно рухається суміш активного мулу та стічної рідини, що очищується. Для кращого та безупинного контакту вони постійно перемішуються шляхом подачі стиснутого повітря або за допомогою спеціальних приладів. Для нормальної

життєдіяльності мікроорганізмів-мінералізаторів в аеротенк повинен безперервно поступати кисень.

Розрахунок аеротенку-змішувача включає в себе розрахунок аерації в аеротенку, навантаження на мул, приріст активного мулу, вік мулу, розрахунок окисної потужності аеротенку та об'єм аеротенку.

6.3.1 Розрахунок періоду аерації

Період аерації в аеротенках-змішувачах t , год., визначається за формулою:

$$t = \frac{L_a - L_t}{a(1 - S)p}$$

де L_a – БСК_{повн} поступаючої води, мг/л, ; $L_a=280$ мг/л;

L_t – БСК_{повн} очищуємої води, мг/л, $L_t=19,6$ мг/л;

a – доза активного мулу, г/л, $a=3$ г/л;

S – зольність активного мулу, долі одиниць, $S=0,3$;

p – швидкість окиснення забруднювачів, мг БСК на 1г бізсолної речовини мула, визначається за формулою:

$$p = p_{max} \frac{L_t C_o}{L_t C_o + K_1 C_o + K_0 L_t} * \frac{1}{\varphi a + 1}$$

де p_{max} – максимальна швидкість окиснення, мг/(г*год), для стічних вод азотної промисловості $p_{max} = 140$ мг БСК_{повн}/(г*год);

C_o - концентрація розчиненого кисню, мг/л, $C_o=5$ мг/л;

K_1 – константа, яка характеризує властивості органічних речовин, мгБСК_{повн}/л, для стічних вод азотної промисловості $K_1=6$;

K_0 – константа, яка характеризує вплив кисню, мгО₂/л, для стічних вод азотної промисловості $K_0=2,4$.

Тоді

$$p = 140 \frac{19,6 * 5}{19,6 * 5 + 6 * 5 + 2,4 * 19,6} * \frac{1}{1,11 * 3 + 1} = 18,0 \frac{\text{мгБСК}}{1\text{г}}$$

Тоді період аерації в аеротенку складає:

$$t = \frac{280 - 19,6}{3(1 - 0,3)18,0} = 6,9 \text{ год}$$

6.3.2 Розрахунок навантаження на мул

Навантаження на мул g_i , мгБСК_{повн}/1г беззольної речовини мула за добу, розраховується по формулі:

$$g_i = \frac{24(L_a - L_t)}{a(1 - S)t} = \frac{24(280 - 19,6)}{3(1 - 0,3)6,9} = 431,3 \frac{\text{мгБСК}_{\text{повн}}}{1\text{г} * \text{добу}}$$

6.3.3 Розрахунок приросту активного мулу

Прирост активного мулу у аеротенку P_i , мг/л, розраховується по формулі:

$$P_i = 0,08C_{\text{взв}} + K_d L_a$$

де $C_{\text{взв}}$ – концентрація завислих речовин в поступаючій на очистку воді у аеротенк, мг/л;

K_d – коефіцієнт прироста, для міських стічних вод та близьких до них по складу промислових стічних вод дорівнює 0,3.

$$P_i = 0,08 * 325 + 0,3 * 280 = 110 \text{ мг/л}$$

6.3.4 Розрахунок необхідного об'єму зворотнього мулу

Необхідний об'єм зворотнього мулу розраховується за формулою:

$$g = \frac{C_1 Q}{C_2 - C_1}$$

де C_1 - доза активного мулу по сухій речовині в аеротенку, $C_1 = 3 \text{ г/м}^3$;

C_2 – концентрація зворотнього мулу по сухій вазі, $C_2 = 12 \text{ г/м}^3$;

Q – об'єм очищуваної стічної води, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$g = \frac{3 * 1250}{12 - 3} = 416,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

6.3.5 Розрахунок віку активного мулу

Вік активного мулу розраховується за формулою:

$$W = \frac{a * t}{P_i * 24}$$

де P_i - приріст активного мулу, $P_i=110\text{мг/л}$.

$$W = \frac{3 * 10^3 * 6,9}{110 * 24} = 8\text{діб}$$

6.3.6 Розрахунок об'єма аеротенку

Об'єм аеротенку розраховується за формулою:

$$V_a = Q * t = 1250 * 6,9 = 8625\text{м}^3$$

6.3.7 Розрахунок окисної потужності аеротенку.

$$OM = \frac{(L_a - L_t)Q}{V_a} = \frac{(280 - 19,6) * 30000}{8626} = 905,6 \frac{\text{гБСК}_{\text{повн}}}{\text{м}^3 * \text{добу}}$$

6.4 Підбір допоміжного устаткування

1. Вторинні відстійники (позиція 12/5-12):

діаметр - 20м;

глибина – 3,8мм;

глибина відстійної зони – 3,1мм;

глибина мулової зони – 0,6м;

об'єм відстійної зони – 973м³;

об'єм мулової зони зони – 188м³

Електродвигун мулососа відстійника:

напруга – 380В;

потужність – 0,6кВт;

число оборотів – 1450 об/хв.;

номінальний струм – 2,2А.

2. Дренажна насосна станція (корп. 12-Б)

тип – СМ-100-65-200/2

потужність – 125м³/год

Електродвигун:

напруга – 380В;

потужність – 37кВт;

число оборотів – 2900об/хв.;

номінальний струм – 2,5А.

Насос (поз. 12-Б/2)

тип – СМ-100-65-250/4

потужність – 62,5м³/год

Електродвигун:

напруга – 380В;

потужність – 5,5кВт;

число оборотів – 1450об/хв.;

номінальний струм – 2,5А.

3. Змішувач (позиція 5):

довжина – 12м;

ширина – 6м;

глибина – 5,2м[3].

6.5 Характеристика стічних вод, що надходять на очищення та очищених

Стічні води після змішувача поз. 5, поступають в аеротенк поз. 8, 8а:

1. Температура – не більше 30⁰С;
2. рН – 6,5 – 8,5;
3. Масова концентрація азоту амонійного – не більше 40мг/л;

4. Масова концентрація азоту нітратного – не більше 3,73мг/л;
5. Масова концентрація азоту нітратного – не більше 240мг/л;
6. Масова концентрація фосфатів – не більше 8,0мг/л;
7. Масова концентрація завислих речовин – не більше 325мг/л;
8. БСК_{повн} – 280мгО₂/л;
9. ХПК – не більше 350 мгО₂/л

Очищені стічні води після вторинних відстійника 12/1-12, 19-21 при нормальній роботі споруд мають такі параметри:

1. Температура – не більше 30⁰С;
2. рН – 6,5 – 8,5;
3. Масова концентрація азоту амонійного – не більше 12,8мг/л;
4. Масова концентрація азоту нітратного – не більше 0,19мг/л;
5. Масова концентрація азоту нітратного – не більше 9,6мг/л;
6. Масова концентрація фосфатів – не більше 3,2мг/л;
7. Масова концентрація завислих речовин – не більше 67мг/л;
8. БСК_{повн} – 19,6мгО₂/л;
9. ХПК – не більше 56 мгО₂/л

Ефективність роботи радіальних первинних відстійників по даних речовинах, складе:

$$XCK_{\text{біхр}} : E = \frac{350-56}{350} \cdot 100\% = 84\%;$$

$$BCK_{\text{повн}} : E = \frac{280-19,6}{280} \cdot 100\% = 93\%;$$

$$N - NH_4^+ : E = \frac{40-12,8}{40} \cdot 100\% = 68\%;$$

$$N - NO_2^- : E = \frac{3,73-0,19}{3,73} \cdot 100\% = 95\%;$$

$$N - NO_3^- : E = \frac{240-9,6}{240} \cdot 100\% = 96\%;$$

$$PO_4^{3-} : E = \frac{8,0-3,2}{8,0} \cdot 100\% = 60\%;$$

$$\text{Завислі речовини: } E = \frac{325-67}{325} \cdot 100\% = 79\%;$$

Очищені стічні води після вторинних відстійника 12/1-12, 19-21 при нормальній роботі споруд, з урахуванням нового рішення, мають такі параметри

1. Температура – не більше 30⁰С;
2. рН – 6,5 – 8,5;
3. Масова концентрація азоту амонійного – не більше 1,2мг/л;
4. Масова концентрація азоту нітратного – не більше 0,19мг/л;
5. Масова концентрація азоту нітратного – не більше 9,6мг/л;
6. Масова концентрація фосфатів – не більше 3,2мг/л;
7. Масова концентрація завислих речовин – не більше 67мг/л;
8. БСК_{повн} – 19,6мгО₂/л;
9. ХПК – не більше 56 мгО₂/л

Ефективність роботи радіальних первинних відстійників по даних речовинах, складе:

$$XCK_{\text{бiр}} : E = \frac{350-56}{350} \cdot 100\% = 84\%;$$

$$BCK_{\text{повн}} : E = \frac{280-19,6}{280} \cdot 100\% = 93\%;$$

$$N - NH_4^+ : E = \frac{40-1,2}{40} \cdot 100\% = 97\%;$$

$$N - NO_2^- : E = \frac{3,73-0,19}{3,73} \cdot 100\% = 95\%;$$

$$N - NO_3^- : E = \frac{240-9,6}{240} \cdot 100\% = 96\%;$$

$$PO_4^{3-} : E = \frac{8,0-3,2}{8,0} \cdot 100\% = 60\%;$$

$$\text{Завислі речовини: } E = \frac{325-67}{325} \cdot 100\% = 79\%;$$

За результатами проведених розрахунків ефективності процесу аерації господарсько-побутових стічних вод до і після впровадження нового рішення, можна зробити висновки, представлені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Ефективність процесу аерації господарсько-побутових стічних вод до і після впровадження нового рішення

Показник	Од. вим.	Стічні води				
		До очищення	Після очищення	Ефективність %	Після очищення з урахуванням нового рішення	Ефективність %
$XSK_{бi\text{xp}}$	мгО ₂ /л	350	56	84	56	84
$BCK_{\text{повн}}$	мгО ₂ /л	280	19,6	93	19,6	93
$N - NH_4^+$	мг/дм ³	40	12,8	68	1,2	97
$N - NO_2^-$	мг/дм ³	3,73	0,19	95	0,19	95
$N - NO_3^-$	мг/дм ³	240	9,6	96	9,6	96
PO_4^{3-}	мг/дм ³	8,0	3,2	60	3,2	60
<i>Завислі речовини</i>	мг/дм ³	325	67	79	67	79

Таким чином, можна зробити висновки, що з впровадженням нового рішення ефективність процесу аерації збільшилася по азоту амонійному – з 68% до 97%.

7 КОНТРОЛЬ РОБОТИ ПРИРОДООХОРОННОГО ОБ'ЄКТУ

7.1 Принципи організації спостережень за якістю поверхневих вод

Моніторинг якості поверхневих вод передбачає організацію стаціонарної мережі пунктів спостережень за природним складом і забрудненням поверхневих вод; спеціалізованої мережі пунктів спостережень за забрудненими водними об'єктами; тимчасової експедиційної мережі пунктів спостережень [19 - 21]. Мережі спостережень створюють з дотриманням певних вимог:

- надання переваги вивченню і контролю антропогенної дії на поверхневій воді;
- систематичність і комплексність спостережень за фізичними, хімічними та біологічними показниками та проведення відповідних гідрологічних вимірів;
- узгодження строків спостережень з характерними гідрологічними ситуаціями;
- визначення показників якості води єдиними методами;
- оперативність одержання інформації про якість води.

Основним принципом організації спостережень є їх комплексність, яка передбачає узгоджену програму робіт з гідрохімії, гідрології, гідробіології та забезпечує моніторинг якості води за фізичними, хімічними, гідробіологічними показниками.

Найважливішим етапом організації робіт є вибір місця розташування пункту спостереження.

Моніторинг забруднення вод проводиться на постійних та тимчасових пунктах спостереження, які розміщують у місцях, де наявний або відсутній вплив господарської діяльності.

Пункт спостереження за якістю поверхневих вод – місце на водоймищі або водотоці, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні й кількісні характеристики води.

Основними об'єктами, які потребують моніторингу, є:

- місця скиду стічних і дощових вод міст, селищ, сільськогосподарських комплексів; місця скиду стічних вод окремих підприємств, ТЕС, АЕС;
- місця скиду колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель;
- кінцеві створи великих і середніх річок, які впадають в моря, внутрішні водоймища;
- кордони економічних районів, республік, країн, що перетинають транзитні річки;
- кінцеві гідрологічні створи річкових басейнів, за якими складають водогосподарські баланси;
- гирлові зони забруднених приток головної річки.

Для вивчення природних процесів і визначення фонових стану водойм і водотоків пункти спостережень створюють також на ділянках, які не зазнають прямого антропогенного впливу, у тому числі на водоймах і водотоках, розташованих на території державних заповідників і природних національних парків, що є унікальними природними утвореннями [22].

Для реалізації задач локальної системи моніторингу, забезпечення цього рівня, на базі державного управління екологічної безпеки створений локальний центр екологічного моніторингу (ЛЦЕМ) в Сєвєродонецьку.

На даний момент ЛЦЕМ здійснює:

- контроль і лабораторні дослідження стічних вод, поверхневих вод річки Сіверський Донець;
- контроль діяльності і методичне обслуговування відділів екології підприємства;
- інформаційне обслуговування Сєвєродонецьких органів за станом навколишнього природного середовища регіону;
- контроль стану повітряного середовища, який ведеться за ініціативою самих працівників контрольно-аналітичного підрозділу, контроль ґрунтів і твердих відходів не здійснюється;

- виробниче визначення характерних забруднювачів в скидах низки підприємств, організацій, установ, розташованих в межах міста, оскільки з причини відсутності міського стоку, скид здійснюється в стік ПрАТ «СО Азот».

Одним з основних напрямів діяльності центру є контроль стану промислових стічних вод, їх вплив на якість води в річці Сіверський Донець.

Параметри і показники відомчих режимних спостережень за станом навколишнього природного середовища в поверхневих водах суші зведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1. - Параметри і показники відомчих режимних спостережень за станом поверхневих вод

Необхідні параметри і показники	Фактичні визначення
1. органолептичні: запах, суспензії, прозорість, кольоровість	1. органолептичні: суспензії
2. гідрохімічні: рН, розчинений кисень, гідрокарбонати, сульфати, хлориди, мінералізація, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати, фториди, Fe _{заг} , катіони Ca ²⁺ , Zn ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ , K ⁺ , Cu ²⁺ , Cr ³⁺ , Cr ⁶⁺ , Hg ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb, Al, Mn, Ni, Co, V, ціаніди, родоніди, сірковуглець, нафтопродукти, жири, масла, СПАР, феноли, формальдегід, ХСК, БСК	2. гідростатичні: рН, розчинений кисень, сульфати, хлориди, катіони Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , мінералізація, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати, Fe _{заг} , Zn ²⁺ , Cu ²⁺ , Cr ³⁺ , Cr ⁶⁺ , Cd ²⁺ , Al, Mn, Ni, нафтопродукти, СПАР, феноли, ХСК, БСК ₅

Контроль очищення від забруднювачів здійснюється по графіку в певній послідовності [21].

7.2 Категорії пунктів спостереження. Особливості розташування

Пункти стаціонарної мережі спостереження поділяють на чотири категорії. Пункти спостережень першої категорії розміщують на водотоках і водоймищах, що мають особливо важливе народногосподарське значення, коли існує ймовірність перевищення концентрації певних показників. Пункти спостереження другої категорії розташовують на водних об'єктах, які знаходяться в районах промислових міст, селищ з централізованим

водопостачанням, у місцях відпочинку населення, в місцях скиду колекторно-дренажних вод з сільськогосподарських полів, на граничних і кінцевих створах рік. Пункти спостереження третьої категорії розміщують на водних об'єктах, що характеризуються помірним або слабким навантаженням (в районах невеликих населених пунктів та промислових підприємств). Пункти спостереження четвертої категорії формують на незабруднених водних об'єктах (фонових ділянках).

Пункти спостереження розташовують з урахуванням стану та перспектив використання водних об'єктів на підставі попередніх досліджень, які передбачають:

- збір та аналіз відомостей про водокористувачів, джерела забруднення вод, аварійні скиди забруднюючих речовин, що відбувалися раніше, даних про режимні, фізико-географічні морфометричні ознаки водойми або водотоку;

- обстеження водойми або водотоку та прибережних водоохоронних смуг з метою визначення їх стану, виявлення додаткових джерел забруднення, визначення зон забрудненості та переліку специфічних забруднюючих речовин, виокремлення характерних біотопів.

7.3 Розміщення створів контролю

На пунктах спостереження досліджують один або кілька створів.

Ствір пункту спостереження – умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, де проводиться комплекс робіт для одержання інформації про якість води.

Створи спостережень розміщують з урахуванням гідрометричних умов і морфологічних особливостей водоймища або водотоку, наявності джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод, зокрема зворотних [22].

Вода зворотна – вода, яка повертається за допомогою технічних споруд і господарських засобів до природних ланок кругообігу води (річкової, озерної, морської, літогенної) у вигляді стічної, скидної або дренажної.

На водотоках у разі відсутності організованого скиду зворотних вод, у гирлах забруднених приток, на незабруднених ділянках водотоків, на передгреблевих ділянках річок, на кінцевих ділянках річок і в місцях перетину державного кордону України встановлюють один створ.

На водотоках при наявності організованого скиду зворотних вод встановлюють два і більше створів.

Перший (фоновий) створ рекомендовано розміщувати на відстані 1 км вище від джерела забруднення.

Другий створ призначений для контролю за зміною якості води водотоку поблизу випуску стічних вод, тобто в зоні забруднення. Відповідно до санітарних нормативів бажано розташувати його на відстані 1 км вище від найближчого місця водозабору. На річках, що використовуються для рибогосподарських потреб, цей створ встановлюють на відстані 0,5 км нижче по течії від місця скиду стічних вод, а на водоймищах – 0,5 км в бік найбільш вираженої течії. У містах та селищах, де є численні скиди, контрольний створ розміщують на відстані 0,5-1 км нижче від останнього колектора.

Третій створ розміщують у такий спосіб, щоб дані спостережень характеризували якість води, водного потоку загалом, тобто у місці достатнього змішування стічних вод з водами річки.

При спостереженнях за водоймою загалом встановлюють не менше трьох створів, по можливості, рівномірно розподілених її акваторією з урахуванням конфігурації берегової лінії. У разі спостережень за окремими ділянками водойми створи розташовують у такий спосіб:

– на водоймах з інтенсивним водообміном: один створ вище джерела забруднення і решта створів (не менше двох) нижче джерела забруднення на відстані 0,5 км від місця скиду зворотних вод та безпосередньо за межею зони забруднення;

– на водоймах з помірним та уповільненим водообміном – один створ поза зоною впливу джерела, другий створ суміщають зі створом скиду зворотних вод, решту створів (не менше двох) розташовують по обидва боки

від останнього на відстані 0,5 км від місця скиду та безпосередньо за межею зони забрудненості.

7.4 Методи і методики контролю роботи аеротенку другої черги господарчо-побутових стічних вод

У лабораторії хімічного аналізу цеху НОПС проводять роботи за визначенням масових концентрацій речовин в твердій, рідкій і газоподібному середовищі згідно плану-графіку аналітичного контролю по методиках виконання вимірів, затвердженим начальником НТЦ, а також згідно ДСТУ, ТУ і інструкціям до лабораторних приладів і установок.

У лабораторії цеху НОПС проводять аналізи за визначенням: температури води, кольоровості, рН, розчиненого кисню, БСК₅ і БСК_{заг}, азоту амонійного, азоту нітратного, азоту нітритного, зважених речовин по вазі, щільності сухого залишку, миючих речовин, летких жирних кислот, оцтової кислоти, вінілацетату, вільного аміаку і сульфату амонію.

Проводять також бактеріологічний аналіз, визначення дози активного мула, його швидкості осідання, вологості і зольності.

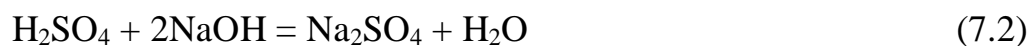
7.4.1 Методика визначення масової концентрації азоту амонійного методом потенціометра

Дана методика призначена для виконання вимірів масової концентрації азоту амонійного в хімзабруднених стоках цеху № 7 виробництв № 1, цехи НОПС.

Метод дозволяє вимірювати не менше 1,5 мг/дм³ азоту амонійного.

Метод виміру – потенціометр, заснований на взаємодії солей амонію з формальдегідом з утворенням уротропіну і виділенням вільної кислоти, яку титрують розчином гідроокису натрію до рН=9,0:





Підготовка до виконання вимірів.

Проби з ємкостей відбирають в потрібних точках в склянку, яку заздалегідь обполіскують досліджуваною водою 2-3 рази.

Готують до роботи рН-метр.

Доводять рН формаліну до 9,0. Для цього вносять 50 см³ формаліну в стакан і при постійному перемішуванні титрують розчином гідроксиду натрію.

Виконання вимірів.

Перед виконанням вимірів електроди обполіскують досліджуваною водою і сушать фільтрувальним папером. Вносять 100см³ в стакан, поміщають на магнітну мішалку і нейтралізують залежно від рН проби розчином сірчаної кислоти або розчином гідроксиду натрію до рН 7,0 при постійному перемішуванні.

До нейтралізованої проби вносять 10см³ заздалегідь нейтралізованого формаліну. Через 10 хвилин кислоту, що виділилася, при постійному перемішуванні титрують розчином гідроксиду натрію до рН 9,0, стійкого протягом однієї хвилини.

Обчислення результатів вимірів.

Масову концентрацію іонів амонію в перерахунку на азот амонійний (X) в мг/дм³ розраховують за формулою:

$$X = \frac{Y \cdot K \cdot C \cdot 14 \cdot 1000}{Y_1} \quad (7.3)$$

де Y – об'єм розчину гідроксиду натрію, витрачений на титрування проби після додавання розчину формаліну, см³;

K – коефіцієнт приведення концентрації розчину гідроксиду натрію до точно молярної концентрації $C(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/дм³;

C – молярна концентрація розчину гідроксиду натрію, моль/дм³;

14 – молярна маса еквіваленту азоту, г/міль;

V_1 – об'єм проби, см³.

За результат вимірів приймають середнє арифметичне значення результатів двох паралельних вимірів [16].

7.4.2 Методика визначення масової концентрації завислих речовин в стічній воді гравіметричним методом

Методика призначена для виконання вимірів масової концентрації зважених речовин у воді цехів НОПС, зовнішнього водопостачання, синтезу метанолу.

Метод дозволяє зміряти не менше 5мг/дм³ зважених речовин.

Метод вимірів – гравіметричний. Полягає у відокремленні на фільтрі «біла стрічка» всіх зважених речовин, що містяться в пробі досліджуваної води, і вимір їх маси після висушування при температурі 105⁰С.

Підготовка до виконання вимірів.

Проби з ємкостей відбирають спеціальними пробовідбірними пристроями різних конструкцій, з апаратів і трубопроводів – за допомогою вентилів, стаціонарно обладнаних в потрібних точках. Склянку перед відбором обполіскують досліджуваною водою кілька разів.

Потім необхідно підготувати фільтр «біла стрічка» до роботи, для чого його поміщають в стаканчик для зважування і висушують в сушильній шафі, протягом 2 годин при температурі 105⁰С. охолоджують в ексікаторі і зважують стаканчик з погрішністю 0,0002 р.

Виконання вимірів.

Перед виміром досліджувану воду ретельно перемішують. Через підготовлений фільтр, укладений в скляну воронку пропускають 200 або 500см³ досліджуваної води. Осад, що залишився на стінках циліндра, змивають невеликою порцією фільтрату і повертають на фільтр.

Фільтр поміщають в стаканчик, висушують в сушильній шафі протягом 2 годин при температурі 105⁰С, охолоджують в ексікаторі і зважують з погрішністю 0,0002 р.

Висушування, охолоджування, зважування повторюють до досягнення постійної маси.

Обчислення результатів вимірів.

Масову концентрацію сухого залишку (X) в мг/дм³ розраховують за формулою:

$$X = \frac{(m - m_1) \cdot 1000 \cdot 1000}{V}, \quad (7.4)$$

де m – маса стаканчика з фільтром із зваженими речовинами, г;

m_1 – маса стаканчика з фільтром, г;

V – об'єм проби, см³.

За результат вимірів приймають середнє арифметичне значення результатів двох паралельних вимірів [16].

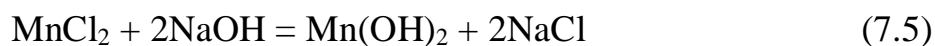
7.4.3 Методика визначення БСК титрометричним методом

Методика призначена для виконання вимірів масової концентрації кисню, потрібного для окислення органічних речовин в аеробних умовах, в результаті біологічних процесів (біохімічне споживання або БСК), що відбуваються у воді, за п'ять і двадцять діб (відповідно БСК₅ і БСК₂₀) в цеху НОПС.

Точки аналізу: 1) поступаючи хімічно забрудненні і господарсько побутові стоки; 2) очищені стоки.

Метод виміру – титрометричний.

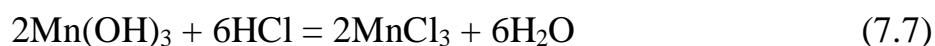
Біохімічним споживанням кисню в міліграмах, потрібне для окислення органічних речовин, що знаходяться в 1 дм³, в аеробних умовах в результаті біологічних процесів, що відбуваються у воді. Масову концентрацію розчиненого кисню в досліджуваній воді вимірюють по методу Вінклера, який заснований на утворенні гідроокису марганцю:



Під впливом розчиненого у воді кисню марганець двовалентний окислюється до тривалентного:



При додаванні розчину йодиду калію і підкисленні проби, тривалентний марганець знов відновлюється до двовалентного, при цьому виділяється йод в кількості еквівалентному кількості кисню, що прореагував. Йод, що виділився, титрують розчином тіосульфату натрію:



При вимірі масової концентрації кисню в розбавленій досліджуваній воді через п'ять діб отримують БСК₅, через двадцять діб – відповідно БСК₂₀.

Підготовка до виконання вимірів.

Пробу води з колодязів і відкритих водоймищ відбирають спеціальними провідбірними пристроями різних конструкцій, з апаратів і трубопроводів – за допомогою вентилів, стаціонарно обладнаних в потрібних точках.

Досліджувану воду після двогодинного відстоювання розбавляють аерованою водою. Розбавлення проводять таким чином: у мірну колбу місткістю 1000см³ наливають за допомогою сифона розбавляючу воду до половини колби, додають точно відміряний об'єм досліджуваної води піпеткою і доливають до мітки розбавляючою водою. Колбу закривають пробкою і ретельно перемішують.

Після всього періоду інкубації масова концентрація кисню в рідині має бути не менше 3мг/дм³, що указує на правильність розбавлення проби.

Виконання вимірів.

Розбавлену пробу наливають в три калібровані склянки для інкубації і закривають пробками так, щоб під пробками не опинилося бульбашок повітря. Потім наливають цю ж воду в ковпачки від склянок і, перевернувши склянки до верху дном, вставляють їх в ковпачки, витісняючи з останніх воду так, щоб бульбашки не потрапили в ковпачки. Після цього склянки ставлять в нормальне положення.

У одній з склянок з досліджуваною водою і в одній з склянок з розбавляючою водою відразу ж проводять вимір масової концентрації розчиненого кисню. Решта склянок поміщає в термостат і витримує в нім при температурі 20⁰С протягом п'яти і двадцяти діб.

Через п'ять діб (і потім через двадцять діб) виймають з термостата по одній склянці з досліджуваною водою і по одній склянці з розбавляючою водою і вимірюють в них масову концентрацію розчиненого кисню.

Обчислення результатів вимірів

Біохімічне споживання кисню розбавляючої води (X) в міліграмах розчиненого кисню на кубічний дециметр розраховують за формулою:

$$X = \left(\frac{V_1}{V_2 - 2} - \frac{V_3}{V_4 - 2} \right) \cdot K \cdot C \cdot 8 \cdot 1000, \quad (7.10)$$

де V_1 – об'єм розчину тіосульфату натрію, витрачений на титрування при вимірі масової концентрації розчиненого кисню в розбавляючій воді до інкубації, см³;

V_2 – місткість склянки, см³;

V_3 – об'єм розчину тіосульфату натрію, витрачений на титрування при зміні масової концентрації розчиненого кисню в розбавляючій воді після інкубації, см³;

V_4 – місткість склянки, см³;

2 – поправка на об'єм води, витисненої з склянки при введенні реактивів;
 k – коефіцієнт поправки молярної концентрації розчину тіосульфату натрію;

C – молярна концентрація тіосульфату натрію, моль/дм³;

8 – молярна маса еквіваленту, г/міль.

Біохімічне споживання кисню досліджуваної води (X_1) в міліграмах розчиненого кисню на кубічний дециметр розраховують за формулою:

$$X_1 = \left(\frac{V_5}{V_6 - 2} - \frac{V_7}{V_8 - 2} \right) \cdot K \cdot C \cdot 8 \cdot 1000 - X \cdot \frac{V_9}{V}, \quad (7.11)$$

де V_5 – об'єм тіосульфату натрію, витрачений на титрування при вимірі масової концентрації розчиненого кисню в розбавленій досліджуваній пробі до інкубації, см³;

V_6 – місткість склянки, см³;

V_7 – об'єм розчину тіосульфату натрію, витрачений на титрування при вимірі масової концентрації розчиненого кисню в розбавленій досліджуваній пробі після інкубації, см³;

V_8 – місткість склянки, см³;

X – біохімічне споживання кисню розбавляючої води, мг/дм³O₂;

V_9 – місткість колби, в якій проводять розбавлення досліджуваної води, см³;

V – об'єм досліджуваної проби, см³.

За результат вимірів приймають середнє арифметичне значення результатів двох паралельних вимірів [23].

8 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Еколого-економічний ефект розраховується за формулою:

$$EEE = B_2 - B_1, \quad (8.1)$$

де B_1 – відвернений збиток на діючому підприємстві;

B_2 – відвернений збиток з урахуванням нового рішення.

Величину відверненого збитку визначають за формулою:

$$B = Z_1 - Z_2, \quad (8.2)$$

де Z_1 - збиток, заподіяний забрудненням водного об'єкту в результаті наднормативних скидів до впровадження водоохоронного заходу;

Z_2 - збиток, заподіяний забрудненням водного об'єкту в результаті наднормативних скидів у водні об'єкти після впровадження водоохоронного заходу.

Тобто економічний відвернений збиток – це ефективність впровадженого природоохоронного заходу.

Еколого-економічний збиток, Z , (грн/рік) від скиду забруднюючих домішок в водогосподарську ділянку деяким джерелом (або кількома) визначається за формулою:

$$Z = \gamma \cdot \sigma_k \cdot M \quad (8.3)$$

де γ – константа, що визначає розмір шкоди при надходженні в природне середовище 1т умовної забруднюючої речовини, грн./ум.т, її чисельне значення дорівнює 140 (грн. /ум. т);

σ_k – басейновий коефіцієнт, що має різні значення для різних водогосподарських ділянок (безрозмірний). Значення σ_k для Сіверського Донця в нашому регіоні = 3,79;

M – приведена маса річного скиду домішок даним джерелом в деяку водогосподарську ділянку (ум. т/рік)

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i^1 \quad (8.4)$$

де i – номер домішки, що скидається з водою;

n – загальне число домішок;

A_i – показник відносної небезпечності скиду i -ї речовини в водойми (ум.т/рік)

$$A_i = \frac{1}{ГДК_i}, \quad (8.5)$$

де $ГДК_i$ – ГДК речовин в рыбогосподарській водоймі,

m_i – загальна маса річного скиду i – ї домішки оцінюваним джерелом, т/рік.

Дані для розрахунку еколого-економічного збитку зведено в таблицю 8.1.

Таблиця 8.1 - Дані для розрахунку еколого-економічного збитку

Показник	A_i	До очистки		Після очистки на діючому підприємстві		Після очистки, з урахуванням нового рішення	
		C_1 , г/м ³	M_1 , умв.т/рік	C_2 , г/м ³	M_2 , умв.т/рік	C_3 , г/м ³	M_3 , умв.т/рік
	0,33	350	1264,7	56	202,4	56	202,4
	0,33	280	1011,8	19,6	70,8	19,6	70,8
$N - NH_4^+$	2,0	40	876	12,8	280,3	1,2	26,28
$N - NO_2^-$	100	3,73	4080	0,19	208,1	0,19	208,1
$N - NO_3^-$	0,022	240	57,8	9,6	2,3	9,6	2,3
PO_4^{3-}	1000	8,0	87600	3,2	35040	3,2	35040
Завислі речовини	0,05	325	177,9	67	36,7	67	36,7
Σ			95068,2		35840,6		35586,6

Тоді $Z_1 = 140 \cdot 3,79 \cdot 95068,2 = 50443186,92$ грн/рік

$$Z_2 = 140 \cdot 3,79 \cdot 35840,6 = 19017722,36 \text{ грн/рік}$$

$$Z_3 = 140 \cdot 3,79 \cdot 35586,6 = 18882249,96 \text{ грн/рік}$$

де Z_3 – збиток після впровадження нового технічного рішення

$$B_1 = Z_1 - Z_2 = 50443186,92 - 19017722,36 = 31425464,56 \text{ грн/рік}$$

$$B_2 = Z_1 - Z_3 = 50443186,92 - 18882249,96 = 31560956,96 \text{ грн/рік}$$

$$EEE = B_2 - B_1 = 31560956,96 - 31425464,56 = 135492,4 \text{ грн/рік}$$

Таким чином, еколого-економічна ефективність пропонованого трубчатого аератору складає: 135492,4 грн/рік.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті описана структура і характеристика прісноводної екосистеми, її продуктивність і енергетика, процеси самоочищення водоймищ, види взаємодії людини з природною середою.

Викладені принципи нормування шкідливих речовин у воді водоймищ, проведений розрахунок необхідного ступеня очищення виробничих стічних вод і величин гранично допустимих скидів.

Не рідкій випадок на очисних спорудах коли при нормативній витраті стічних вод, що надходять на очищення, порушується безперервна подача кисню повітря. У результаті активний мул частково або повністю гине, очисні споруди виходять з ладу. Усунути недолік і важко, і тривало. На випадок раптового збільшення концентрації органічних речовин за ХСК або БСК вкрай необхідно збільшувати концентрацію кисню. Проаналізувавши науково-технічну і патентну літературу стосовно біологічної очистки стічних вод запропоновано нове технічне рішення - впровадження трубчастих аераторів АКВА-ПРО фірми «Екополімер».

Впровадження нової системи аерації дозволить реалізувати дискретно-безперервний принцип розподілу повітря, що запобіжить загибелю активного мулу; поліпшити показники очищеної стічної води за азотом амонійним з 68% до 97%. Еколого-економічна ефективність з урахуванням нового рішення складе 134772,5грн/рік.

АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт присвячено вдосконаленню технологічного режиму біологічної очистки стічних вод в аеротенку II черги ПрАТ «Азот» потужністю 30 тис. м³/добу. На відміну від діючого аеротенку з пневматичною аерацією запропоновано трубчатий аератор.

Впровадження нової системи аерації дозволить реалізувати дискретно-безперервний принцип розподілу повітря, що запобіжить загибель активного мулу; поліпшити показники очищеної стічної води за азотом амонійним з 68% до 97%. Еколого-економічна ефективність з урахуванням нового рішення складе 134772,5грн/рік.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящен совершенствованию технологического режима биологической очистки сточных вод в аэротенке II очереди ЧАО «Азот» мощностью 30 тыс. м³/сут. В отличие от действующего аэротенка с пневматической аэрацией предложено трубчатый аэратор.

Внедрение новой системы аэрации позволит реализовать дискретно-непрерывный принцип распределения воздуха, что предотвратит гибель активного ила; улучшить показатели очищенной сточной воды по азоту аммонийному с 68% до 97%. Эколого-экономическая эффективность с учетом нового решения составит 134772,5грн/год.

AN ABSTRACT

The diploma project is dedicated to improving the technological regime of biological wastewater treatment in the aeration tank of Stage II of PJSC Azot with a capacity of 30 thousand m³ / day. In contrast to the existing aerotank with pneumatic aeration, a tubular aerator was proposed.

The introduction of a new aeration system will allow implementing the discrete-continuous principle of air distribution, which will prevent the destruction of activated sludge; to improve the performance of treated wastewater ammonium nitrogen from 68% to 97%. Ecological and economic efficiency with the new solution will be 134772.5 UAH/year.

СПИСОК ЛІТЕРАТИ

1. Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Д. : Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
2. Дорогунцов С.І. Екологія: Підручник / С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. - К.: КНЕУ, 2005. - 371 с.
3. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова; худож.-оформлювач Г. В. Кісель. - Харків: Фоліо, 2014. - 666 с.
4. Екологія : навч.-метод. посіб. / Володимир Худоба, Юлія Чикайло. – Львів : ЛДУФК, 2016. – 92 с.
5. Промислова екологія: навчальний посібник / С.О. Апоталюк, В.С. Джигірей та ін. – К.: Знання, 2012. – 430 с.
6. Дорогунцов С.І. Екологія: Підручник / С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. - К.: КНЕУ, 2005. - 371 с.
7. Северодонецк [Електронний ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org>
8. Временный технологический регламент. Цех нейтрализации и очистки промышленных стоков. Биохимическая очистка сточных вод. Книга № 1. – Северодонецк, 2008. – 305 с.
9. Фурдичко О.І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище / О.І. Фурдичко, В.П. Славов, А.П. Войцицький. – К: Основа, 2008. – 356 с.
10. Шматько В.Г. Екологія і організація природоохоронної діяльності: Навч. посібник / В.Г. Шматько, Ю.В. Нікітін. – К.: КНТ, 2008. – 304 с.
11. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах: Справочник. – Л.: Химия, 1979. – 160 с.
12. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Северодонецьк : в-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с.

- 13.Блінова Н.К., Мохонько В.І., Саломахіна С.О., Суворін О.В. Екологічна стандартизація і сертифікація: Навч. посібник. Луганськ: Вид-во СНУ ім. В Даля, 2009. – 160 с.
- 14.Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підр. К.: Лібра, 2000. - 552 с.
- 15.Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І. Природоохоронні технології: навч. посі.. Ч.2 : Методи очищення стічних вод . Вінниця : ВНТУ, 2014. - 254 с.
- 16.Запольский А.К і ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. – Київ: Лібра, 2000. – 552с.
- 17.Біотехнології в екології : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Д. : Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
- 18.Мешенгиссер Ю.М., Галич Р.А., Марченко Ю.Г., Чернуха В.А. Аэраторы АКВА-ПРО и комбинированные системы аэрации //Водоснабжение и санитарная техника. 2010. - № 12. - Ч. 2. - С. 11-13.
- 19.Моніторинг довкілля: підручник / Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін. За ред. В.М. Боголюбова і Т.А. Сафранова. – Херсон: Грінь Д.С., 2012. – 530 с.
- 20.Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. Підручник. – Київ: Академія, 2006. – 308 с.
- 21.Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : підруч. / Г. І. Грінь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Северодонецьк : в-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с.
- 22.Керівні нормативні документи (КНД 211.1.1.106 –2003) «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів)» / Білогунов В.П., Бакланова В.Ю., Діяконова С.О. – К.: Мінекоресурсів, 2003. – 70 с.

23. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки производственных сточных вод. – М.: Стройиздат, 1990. – 104 с.
24. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія. Практичний курс: Навчальний посібник у 2 ч. Частина 1. Урбоекосистеми. – Чернівці: Книги–ХХІ, 2008. – 342 с.
25. Экология города: Учебник / Под ред. Ф.В. Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
26. Фурдичко О.І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище / О.І. Фурдичко, В.П. Славов, А.П. Войцицький. – К: Основа, 2008. – 356 с.
27. Техноекологія: навч. посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.
28. Хенце М. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы: Пер. с англ. / Хенце М., Армоэс П., Ля–Кур–Янсен Й., Арван Э. – М.: Мир, 2004. – 480 с.
29. Инструкция машиниста насосных установок цеха НОПС / Под ред. Шевченко Ю.С. – Северодонецк: НОПС. – 28 с.
30. Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломних проектів (робіт) (для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія освітнього ступеня бакалавр) / Укладачі Мохонько В.І., Блінова Н.К., Ожередова М.А. – Северодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2020. – 67 с.