

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет інженерії
(повне найменування факультету)

Кафедра хімічної інженерії та екології
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної магістерської роботи

освітнього ступеня магістр
(бакалавр, магістр)

спеціальності 101 – Екологія
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Дослідження методів аеробної очистки стічних вод з використанням класичної системи «аеротенк-відстійник»

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-19зм

Руснакова Т.В. _____ (підпис)
(прізвище, та ініціали)

Керівник Блінова Н.К. _____ (підпис)
(прізвище та ініціали)

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

Рецензент Лисиця В.Є. _____ (підпис)
(прізвище та ініціали)

Севєродонецьк - 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ _____ ” _____ 2020 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Руснаковій Тетяні Володимирівні _____

1. Тема роботи:

Дослідження методів аеробної очистки стічних вод з використанням класичної системи «аеротенк-відстійник»

Керівник роботи _____ Блінова Наталія Костянтинівна, к.б.н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 19.11.2020 р. № 163/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 15 січня 2021 р.

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

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

Вступ. 1. Закономірності існування водних екосистем. 2 Вплив діяльності підприємств хімічної промисловості на водні екосистеми. 3. Класифікація стічних вод . 4. Аналітичний огляд методів очистки стічних вод. 5. Дослідження методів аеробної очистки стічних вод з використанням класичної системи «аеротенк-відстійник» 6. Розрахунок відверненого еколого-економічного збитку. 7. Розрахунок відверненого еколого-економічного збитку. 8. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Анотація. Література.

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

1. Технологічна схема очистки стічних вод (1 лист).
2. Технологічна схема очистки промислових стічних вод (1 лист).
3. Система «аеротенк-відстійник» (1 лист).
4. Аеротенк (1 лист).
5. Вторинний відстійник (1 лист).
6. Таблиця оптимальних технологічних параметрів (1 лист).

6. Дата видачі завдання – 20 листопада 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	23.11.2020	
2	Закономірності існування водних екосистем	25.11.2020	
3	Вплив діяльності підприємств хімічної промисловості на водні екосистеми.	27.11.2020	
	Класифікація стічних вод	30.11.2020	
4	Аналітичний огляд	02.12.2020	
5	Дослідження методів аеробної очистки стічних вод з використанням класичної системи «аеротенк-відстійник»	05.12.2020	
6	Розрахунок відверненого еколого-економічного збитку	15.12.2020	
7	Еколого-економічні розрахунки	20.12.2020	
8	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	10.01.2021	
9	Висновки	14.01.2021	

Здобувач вищої освіти

_____ Руснакова Т.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Блінова Н.К.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Перв. примен.	Формаг	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка												
	A4		1	<i>PM.00.01.ПЗ</i>	Пояснювальна записка магістерської роботи	106													
					<u>Графічні документи</u>														
Справ. №	A4		2	<i>PM.00.02. СХ</i>	Технологічна схема очистки стічних вод	1													
	A4		3	<i>PM.00.03. СХ</i>	Технологічна схема очистки промислових стічних вод	1													
	A4		4	<i>PM.00.04. СХ</i>	Система «аеротенк-відстійник»	1													
	A4		5	<i>PM.00.05. ВЗ</i>	Аеротенк	1													
	A4		6	<i>PM.00.06. СХ</i>	Вторинний відстійник	1													
	A4		7	<i>PM.00.07.ТБ</i>	Таблиця оптимальних технологічних параметрів	1													
Подп. и дата																			
Инв. № дубл.																			
Взам. инв. №																			
	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><i>PM.00.01.ПЗ</i></td> </tr> <tr> <td>Зм.</td> <td>Арк</td> <td>№ докум.</td> <td>Підп.</td> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </table>										<i>PM.00.01.ПЗ</i>	Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			
					<i>PM.00.01.ПЗ</i>														
Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата															
Инв. № подл.	<i>Розробив</i>	<i>Руснакова Т.</i>			<i>Відомість</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркуші</i>											
	<i>Перевірів</i>	<i>Блінова Н.К.</i>																	
	<i>Консульт.</i>						4												
	<i>Н. Контр.</i>					<i>СНУ ім. В. Даля, гр. ПЕО-19 зМ</i>													
	<i>Затвердив.</i>	<i>Суворін О.В.</i>																	

ЗМІСТ

1	Закономірності існування водних екосистем	10
1.1	Класифікація водних екосистем	11
1.2	Динаміка водних екосистем	11
1.3	Біологічна продуктивність водних екосистем	12
1.4	Самоочищення та саморегуляція у водних екосистемах	14
2	Вплив діяльності підприємств хімічної промисловості на водні екосистеми	16
2.1	Вплив діяльності об'єкта на навколишнє природне середовище	16
2.2	Антропогенний вплив на гідросферу	17
2.3	Токсикологічна характеристика відходів	21
3	Класифікація стічних вод	27
4	Аналітичний огляд методів очистки стічних вод	34
4.1	Загальна характеристика методів очищення стічних вод	34
4.2	Механічні методи очищення стічних вод	35
4.3	Фізико – механічні методи очистки	36
4.4	Біологічні методи очистки	39
4.5	Класифікація аеротенків	43
4.6	Класифікація аеротенків за конструкцією.	47
5	Дослідження методів аеробної очистки стічних вод з використанням класичної системи «аеротенк-відстійник»	56
5.1	Характеристика біоценозу активного мулу	56
5.2	Аеробна гетеротрофна конверсія органічних речовин	60

					РМ.00.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Руснакова Т.В				Закономірність існування водних екосистем	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Блінова Н.К							
Реценз.						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		
Н. Контр.								
Затверд.	Суворін О.В.							

5.3	Селекція мікроорганізмів аеробного активного мулу	64
5.4	Рівновага в системі «аеротенк-відстійник» - умова стабільної ефективною очистки стічних вод	66
6	Аеробна біологічна очистки промислових стічних вод у цеху НОПС	72
6.1	Опис технологічного процесу	72
6.2	Розрахунок матеріального балансу процесу	78
6.3	Розрахунок оптимальних технологічних параметрів	82
7	Розрахунок відверненого еколого-економічного збитку	89
8	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.	94
	Висновки	101
	Анотація	103
	Література	104

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Дослідження методів аеробної очистки стічних вод з використанням класичної системи «аеротенк-відстійник» » складається з пояснювальної записки, що містить 106 с., 16 таблиць, 8 малюнків, використано 34 найменувань літературних джерел.

Графічна частина – 6 листів.

БІОЛОГІЧНА ОЧИСТКА, АЕРОБНЕ ОКИСЛЕННЯ, МІКРООРГАНІЗМИ, БІОЦЕНОЗ АКТИВНОГО МУЛУ, ВІДСТІЙНИК, АЕРОТЕНК

В роботі розглянуті питання біологічної очистки стічних вод з використанням аеробного біологічного реактора с завислим мулом. Як модельна ситуація розглянута технологія аеробної очистки промислових стічних вод на спорудах БХО ПрАТ «АЗОТ». Для процесу аеробного окислення промислових стічних вод (з частковою нітри-денітрифікацією) розраховані оптимальні технологічні параметри. Обов'язкове дотримання цих параметрів забезпечить сталий задовільний стан біоценозу активного мулу, динамічну рівновагу в системі «аеротенк-відстійник», і в кінцевому рахунку, якісну нормативну очистку стічних вод. Відвернений еколого-економічний збиток при впровадженні природоохоронного заходу складає 1647715,74 грн/рік.

					РМ.00.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Руснакова Т.В</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ</i>		

ВСТУП

Стічні води є найбільш потужними антропогенними джерелами забруднення природних вод. Проблема якісної очистки побутових та промислових стічних вод є найважливішою проблемою захисту природних водоем від забруднення. Існує багато методів очистки стічних вод, які дозволяють достатньо ефективно вилучати значну кількість основних видів забруднень.

Біологічний метод очищення стічних вод застосовують для очищення виробничих і побутових стічних вод від органічних забруднень. Даний процес заснований на здатності деяких мікроорганізмів використовувати забруднюючі речовини в стічних водах як трофічний та енергетичний субстрат.

На сучасних станціях очистки стічних вод аеротенки є найпоширенішими спорудами біологічного очищення. На стадії біологічного очищення видаляється не тільки основна маса органічних забруднень, але й забезпечується очищення від сполук азоту й основної частини сполук фосфору.

Перші схеми очисних споруд були описані ще в 1949р., а лабораторні дослідження з можливості використання аеротенків для біологічної очистки стічних вод у 1912р. доктором технічних наук Б.О. Ботуком. Великий вклад в розвиток біологічних технологій очистки стічних вод у 50-ті-70-ті роки були зроблені Ц.І. Роговської, яка відмічала важливість даних, що описують фізіологічні особливості мікроорганізмів, які безпосередньо здійснюють процеси очищення. Необхідно знання умов, в яких бактерії-мінералізатори будуть почуватися найбільш комфортно, швидко та ефективно переробляти забруднюючі речовини, що містяться в стоках. Зараз є багато досягнень в розвитку технологій біологічної очистки, але й далі ведуться дослідження щодо підвищення стабільності та ефективності цього процесу. Важливу роль виконують не тільки самі біологічні аеробні реактори (аеротенки) з мулом, але й вторинні відстійники, що уявляють разом замкнену циклічну систему «аеротенк-

					РМ.00.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Руснакова Т.В						
Перевір.		Блінова Н.К						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Суворін О.В.						
						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		

вторинний відстійник-аеротенк».

Метою даної магістерської роботи є дослідження методів аеробної очистки стічних вод з використанням класичної системи «аеротенк-відстійник».

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАКОНОМІРНОСТІ ІСНУВАННЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Живі організми в біоценозах тісно пов'язані не тільки один з одним, але і з неживою природою через речовину та енергію. Протікають через живі організми потоки речовини та енергії в процесі обміну речовин досить великі. Людина, наприклад, за своє життя споживає десятки тонн їжі і води, тисячі кубометрів повітря.

Надзвичайно висока інтенсивність потоків речовини з неорганічної природи у живі тіла давно призвела б до повного вичерпання запасів необхідних для життя з'єднань, тобто біогенних елементів. Але цього не відбувається, і життя не припиняється, так як зазначені елементи постійно повертаються в навколишнє середовище. І відбувається це завдяки біоценозів, у яких в результаті харчових відносин між видами синтезовані рослинами складні органічні речовини перетворюються в решті-решт на такі прості сполуки, як діоксид вуглецю, вода, ряд елементів, які можуть бути знову використані рослинами в процесі фотосинтезу. Так виникає біологічний кругообіг речовини. Отже, біоценоз, будучи і сам по собі складною системою живих організмів, є частиною ще більш складної системи. В останню, окрім живих організмів входить і їх неживе оточення, яке містить різні речовини і енергію, необхідні для розвитку та забезпечення життєдіяльності.

Природні екосистеми можуть бути самого різного обсягу і протяжності. Це та крапля води з її мешканцями, і калюжа, ставок, луг, тайга, степ. Однак будь-яка екосистема, незалежно від розміру, включає в себе живу частину (біоценоз) і її фізичне, тобто неживе, оточення. При цьому малі екосистеми входять до складу усе більш великих, аж до глобальної екосистеми Земля. Аналогічно загальний біологічний кругообіг речовини на планеті також складається з взаємодії безлічі більш дрібних, приватних кругообігів.

					РМ.00.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Руснакова Т.В			Закономірність існування водних екосистем	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Блінова Н.К						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Суворін О.В.						
						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		

1.1 Класифікація водних екосистем

Водні екосистеми відрізняються від екосистем суші насамперед своїми фізичними і хімічними властивостями. При розгляді водних екосистем їх поділяють на прісноводні та екосистеми Світового океану.

Існує декілька типів прісноводних екосистем:

- Лентичні (стоячі води). Прикладом такого типу є озера, ставки і т.д.
- Лотичні (текучі води). Прикладом такого типу є річки, струмки і т.д.
- Заболочені угіддя (болота і болотисті ліси).

Морські екосистеми так само можна поділити на типи:

- Відкритий океан;
- Води континентального шельфу або прибережні води;
- Райони апвеллінга. До них відносяться родючі райони з продуктивним рибальством.
- Естуарії. Прикладом такого типу є прибережні бухти, протоки, гирла річок, солоні марші і т.д. [1].

1.2 Динаміка водних екосистем

У своєму розвитку екосистема прагне до стійкого стану. Сукцесійні зміни відбуваються до тих пір, поки не сформується стабільна екосистема, що виробляє максимальну біомасу на одиницю енергетичного потоку. На основі конкурентних взаємодій видів в ході сукцесії відбувається поступове формування більш стійких комбінацій, відповідних конкретних абіотичних умов середовища. Приклад сукцесії, що приводить до зміни одного співтовариства іншим, - заростання невеликого озера з наступною появою на його місці болота, а потім лісу.

У процесі сукцесії структурні зміни екосистеми проявляються перш за все в ускладненні організації біоценозу. Зростає число видів, посилюється

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стратифікація, в результаті чого в співтоваристві з'являються нові екологічні ніші. Безперервно зростає різноманітність речовин, що виділяються компонентами біоценозу в воду, як побічних продуктів підвищеного метаболізму спільноти. У зв'язку з цим зростає роль метаболітів як регулятора, що стабілізує стан екосистеми. Якщо продукти метаболізму накопичуються в біотопі, відбувається його «забруднення», тобто погіршення умов існування для мешкають тут гідробіонтів. Разом з тим біотоп стає більш сприятливим місцем для життя для інших організмів. В результаті змінюється структура і, відповідно, функціональні особливості біоценозу. Загальна кількість органічної речовини в системі підвищується, харчові ланцюги з лінійних, в основному пасовищних з переважанням фітофагів, стають розгалуженими.

Вкрай слабо або зовсім не виражена сукцесія в річках. Основна маса продуктів метаболізму річкових біоценозів несеться течією і не змінює вихідних біотопів.

Вельми значні зміни водних екосистем спостерігаються в результаті антропогенних впливів на водойми. Зарегулювання стоку річок веде до перебудови річкових екосистем в водосховищ, значні відбори води на зрошення та інші цілі змінюють гідрологічний і відповідно біологічний режим водойм. Зменшення стоку річок супроводжується засоленням естуарій та прилеглої до них морської акваторії. Відповідно до цього перебудовуються естуарії і морські екосистеми.

1.3 Біологічна продуктивність водних екосистем

Поступальні і циклічні зміни в екосистемах, чому вони не були б викликані супроводжуються зміною сумарної біомаси екосистеми.

Біомаса - загальна маса всіх тіл живих організмів екосистеми або окремих її трофічних рівнів. Виражається звичайно в одиницях маси (ваги), що припадає на одиницю площі або об'єму (г/м^2 , кг/га).

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У результаті росту і розмноження гідробіонтів у водоймах відбувається безперервне новоутворення біомаси.

Органічна речовина, що створюється в екосистемах в одиницю часу (рік, місяць тощо), називають біологічною продукцією.

Розрізняють первинну і вторинну продукцію співтовариства.

Первинна продукція - біомаса, створена за одиницю часу продуцентами. Вона ділиться на валову і чисту. Валова первинна продукція - це загальна біомаса, створена рослинами. Частина її витрачається на підтримання життєдіяльності рослин - витрати на дихання (40-70 %). Частина, що залишилася, становить чисту первинну продукцію, яка в подальшому використовується консументами і редуцентами.

Вторинна продукція - біомаса, створена за одиницю часу консументами. Вона різна для кожного наступного трофічного рівня.

Продуктивність водойми залежить в першу чергу від фотосинтетичної діяльності автотрофних організмів і різна в різних водоймах. За рівнем продуктивності природні водойми можуть класифікуватися як:

- дистрофні (непродуктивні);
- оліготрофні (малопродуктивні);
- мезотрофні (середньопродуктивні);
- евтрофні (високопродуктивні).

Класифікація водойм за їх продуктивністю застосовна для всіх природних водойм. Трофічний рівень водної екосистеми сильно пов'язаний із вмістом у воді біогенних речовин - розчинених мінеральних речовин, які є добривом для водних рослин. До них належать насамперед сполуки фосфору і азоту.

Первинна продукція водойм, поверхня яких висвітлюється у подібною мірою, може різнитися в десятки і сотні разів. Вона залежить від видового складу рослин у водоймі, їх кількості, оптичних властивостей води, концентрації біогенів, температури. Оскільки з просуванням вглиб освітленість знижується, а концентрація біогенних речовин зростає, вертикальне розподіл пер-

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

винної продукції має два максимуми. Один максимум спостерігається поблизу поверхні за рахунок оптимуму освітленості, другий - на деякій глибині, де є багато біогенів і необхідний мінімум освітленості.

1.4 Самоочищення та саморегуляція у водних екосистемах

Процес розкладання і видалення забруднюючих речовин з кругообігу водного середовища внаслідок взаємодії механічних, фізичних, фізико-хімічних та біологічних факторів отримав назву самоочищення вод.

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 поступає на біологічні фільтри, частину очищеної вода 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 попередній при використанні інших засобів очищення.

Хімічні та фізико-хімічні засоби застосовуються для очищення виробничих стічних вод від колоїдних і розчинних речовин забруднення. Це такі:

- 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 кислою або лужною реакцією з метою забезпечення в них водневого показника в межах 6,5 - 8,5 рН.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порушення природних ланцюгів живлення під впливом антропогенного чинника, безрозсудне втручання в екосистеми може привести до неконтрольованого зростання чисельності особин окремих популяцій і до порушення природних екологічних співтовариств [2].

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ВПЛИВ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ

2.1 Вплив діяльності об'єкта на навколишнє природне середовище

На порівняно невеликій території Лисичансько-Рубіжанського регіону зосереджені великі промислові підприємства хімії, нафтохімії, приладобудування, обчислювальної техніки, вугільної та скляної промисловості, будівельної індустрії. Рубіжне, Сєверодонецьк, Лисичанськ входять до реєстру міст України з найбільшим рівнем забруднення атмосфери, перевищуючим санітарні норми в 3-50 разів.

Найбільш небезпечними є виробництва аміаку, кислот, анілінових фарб, фосфорних добрив, хлору, гербіцидів і пестицидів, синтетичного каучуку, каустичної соди, ртуті, карбїду кальцію, фтору. Це один з головних джерел забруднення навколишнього середовища, об'єкти якої викидають у повітря сірчаний ангїдрид, оксиди азоту, вуглеводні. Підприємства об'єднання «Азот» забруднюють навколишнє середовище фосгеном, вінілхлоридом, хлористим воднем, фенолом, аміаком - дуже небезпечними токсикантами. Дуже шкодять навколишньому середовищу підприємства, що виробляють отрутохімікати, синтетичні продукти. Сумним фактом є і те, що практично всі підприємства хімічної промисловості мають застаріле обладнання, порушують межі санітарно-захисних зон, не мають очисних споруд, або мають застарілі зношені установки.

Основне техногенне навантаження області практично сконцентровано в басейні Сїверського Донця, де розташовані полігони та накопичувачі промислових та побутових відходів [14].

					PM.00.01.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Руснакова Т.В			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Блінова Н.К					
Реценз.					СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		
Н. Контр.							
Затверд.		Суворін О.В.					

Безпосередньо в долині р. Сіверський Донець, де існує основне родовище підземних вод, розташовані накопичувачі промислових підприємств хімічної галузі ВАТ «Лисичанська сода», ВАТ «Краситель», ПрАТ «СЕВЕРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ», заводу «Зоря». В районі розташування їх накопичувачів сформований осередок забруднення мінеральними солями, сполуками азоту та специфічними компонентами такими, як феноли, аміно- та нітропродукти, формальдегіди. Безпосередньо в Сіверський Донець здійснюють скид води 20 шахт ДП «Луганськвугілля», «Краснодонвугілля», «Лисичанськвугілля» й чотири центральні збагачувальні фабрики.

Як правило, дія промислових викидів на ґрунт і її властивості у край негативно з позицій сільського господарства і лише випадково може виявитися позитивно. В цілому газоподібні викиди кислотного характеру, такі як ді- та триоксиди сірки, оксиди азоту і гідро хлорид, є шкідливими, оскільки вони нейтралізують лужні компоненти в ґрунті і, отже, призводять до її закиснення. За тривалий час кислотність ґрунту зросла до такої міри, що її доводиться нейтралізувати вапном, аби запобігти різкому погіршенню родючості.

Ґрунт також серйозно руйнується, якщо в нього потрапляють токсичні речовини, наприклад сполуки фтору і деякі важкі метали, які згодом поглинаються кореневою системою, руйнують її, наводячи до погіршення зростання і врожайності [14].

Забруднюючі речовини негативно впливають на сільськогосподарські рослини: безпосередньо - за рахунок поглинання забруднень з повітря зеленою масою, а також побічно - шляхом інтоксикації ґрунту, звідки рослини через кореневу систему отримують шкідливі речовини. Хоча дія може бути і гострою, найчастіше відбувається хронічне пошкодження унаслідок тривалої дії малих концентрацій забруднень.

2.2 Антропогенний вплив на гідросферу

Усяк водойм або водне джерело пов'язане з його навколишнім середовищем. На нього впливають умови формування поверхневого або підземного

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

водного стоку, різноманітні природні явища, індустрія, промислове й комунальне будівництво, транспорт, господарська й побутова діяльність людини. Наслідком цих впливів є перенесення у водне середовище нових, невластивих йому речовин - забруднювачів, що погіршують якість води. Забруднення, що надходять у водне середовище, класифікують по різному, залежно від підходів, критеріїв і завдань. Так, звичайно виділяють хімічне, фізичне й біологічне забруднення. Хімічне забруднення являє собою зміну природних хімічних властивостей води за рахунок збільшення вмісту в ній шкідливих домішок як неорганічної (мінеральні солі, кислоти, луги, глинисті частинки), так і органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні залишки, поверхнево-активні речовини, пестициди). Неорганічне забруднення. Основними неорганічними (мінеральними) забруднювачами прісних і морських вод є різноманітні хімічні сполуки, токсичні для мешканців водного середовища. Це сполуки миш'яку, свинцю, кадмію, ртуті, хрому, міді, фтору. Більшість із них попадає у воду в результаті людської діяльності. Важкі метали поглинаються фітопланктоном, а потім передаються по харчовому ланцюгу більше високоорганізованим організмам [16].

Мікроорганізми, що містяться в господарчо-побутових стічних водах, не мають токсикологічної характеристики. І не дивлячись на те, що у водах інколи можуть бути присутніми і хвороботворні форми мікроорганізмів (бактерії і віруси), вони не надають токсикологічної дії на здоров'ї людей і тварин. Мікроорганізми можуть викликати бактерійне забруднення водних об'єктів, яке виражається в появі у воді патогенних бактерій і вірусів, але найчастіше це явище носить тимчасовий характер.

Під забрудненням водоймищ розуміють зниження їх біосферних функцій і екологічного значення в результаті надходження в них шкідливих речовин.

Забруднення вод виявляється в зміні фізичних і органолептичних властивостей, збільшенні змісту сульфатів, хлоридів, нітратів, токсичних важких

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металів, скороченні розчиненого у воді кисню повітря, появи радіоактивних елементів, хвороботворних бактерій і інших забруднювачів.

Встановлено, що більше 400 видів речовин можуть викликати забруднення вод. В разі перевищення допустимої норми хоч би по одному з трьох показників шкідливості: санітарно-токсикологічному, загально-санітарному або органолептичному, вода вважається за забруднену.

Розрізняють хімічні, біологічні і фізичні забруднювачі. Серед хімічних забруднювачі до найбільш поширеним відносять нафту і нафтопродукти, СПАР, пестициди, важкі метали, діоксин і ін. Дуже небезпечно забруднюють воду біологічні забруднювачі, наприклад віруси і інші хвороботворні мікроорганізми, і фізичні – радіоактивні речовини, тепло і ін. [15].

Найчастіше зустрічається хімічне і бактерійне забруднення. Значно рідше спостерігається радіоактивне, механічне і теплове забруднення.

Процеси забруднення поверхневих вод обумовлені різними чинниками. До основних з них відносяться: 1) скид у водоймище неочищених стічних вод; 2) змив отрутохімкатів зливовими осіданнями; 3) газо-димові викиди; 4) витoki нафти і нафтопродуктів.

Слід також мати на увазі, що забруднення підземних вод негативно позначається і на екологічному стані поверхневих вод, атмосфери, ґрунтів, інших компонентів природної середи. Наприклад, що забруднюють речовини, що знаходяться в підземних водах, можуть виноситися фільтраційним потоком в поверхневі потоки і забруднювати їх. Як підкреслюють багато учених, круговорот забруднюючих речовин в системі поверхневих і підземних вод зумовлює єдність природоохоронних і водозахисних мерів і їх не можна розривати. Інакше, заходи по охороні підземних вод поза зв'язком із заходами по захисту інших компонентів природної середи будуть неефективними.

Встановлено, що під впливом забруднюючих речовин, в прісноводних екосистемах наголошується падіння їх стійкості унаслідок порушення харчової піраміди і ломки сигнальних зв'язків в біоценозі, мікробіологічного забру-

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

днення, евтрофування і інших край несприятливих процесів. Вони знижують темпи зростання гідробіонтів, їх плодючість, а у ряді випадків приводять до їх загибелі [14].

Найбільш вивчений процес евтрофування водоймищ. Цей природний процес, характерний для всього геологічного минулого планети, зазвичай протікає дуже повільно і поступово, проте в останні десятиліття, у зв'язку із збільшеною антропогенною дією, швидкість його розвитку різко збільшилася.

Прискорена, або так звана антропогенна евтрофікація пов'язана з надходженням у водоймища значної кількості біогенних речовин – азоту, фосфору і інших елементів у вигляді добрив, миючих речовин, відходів тваринництва, атмосферних аерозолів і так далі. У сучасних умовах евтрофікація водоймищ протікає в значно менш тривалі терміни – декілька десятиліть і менш.

Антропогенна евтрофікація негативно впливає на прісноводні екосистеми, приводячи до перебудови структури трофічних зв'язків гідробіонтів, різкого зростання біомаси фітопланктону завдяки масовому розмноженню синьо-зелених водоростей, що викликають «цвітіння» води, погіршення її якості і умови життя гідробіонтів. Зростання маси фітопланктону супроводжується зменшенням різноманітності видів, що приводить до непоправної втрати генфонду, зменшення здатності екосистем до гомеостазу і саморегуляції.

Окрім надлишку біогенних речовин на прісноводні екосистеми згубну дію надають і інші забруднюючі речовини: важкі метали (свинець, кадмій, нікель і ін.), феноли, СПАР і ін. Наприклад, незначна кількість СПАР, що потрапили у водоймище з господарчо-побутовими стічними водами, викликає неприємний смак, запах води і утворення піни і плівки на поверхні, що утрудняє надходження кисню і приводить до загибелі водних організмів. До особливих видів забруднення відносять також заростання водоймища водоростями, особливо синьо-зеленими, гниття яких викликає хвороба і загибель риби [16].

Господарчо-побутові стічні води приводять до біологічного забруднення води, що може викликати кишкові захворювання (холеру, тиф) і захворювання

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

печінки (гепатит). Особливо небезпечні стічні води пунктів санітарної обробки білизни і спецодягу, стічні води лікарень, побутові стічні води, які, потрапивши у воду, можуть викликати захворювання глистами (аскаридоз, ехінокоз). Органічне забруднення часто приводить до непередбачуваних процесів - скріплення кисню у воді, загибелі жвавих організмів і фітопланктону. Надлишок фосфору і азоту у воді приводить до її цвітіння і порушення біологічної рівноваги у водоймищах.

2.3 Токсикологічна характеристика відходів.

В стічних водах, що надходять на стадію доочищення у цеху НОПС найбільш поширеними токсичними речовинами є азотні компоненти, аміак, нітрити, нітрати та цілий ряд компонентів, які характерні для стоків азотної промисловості та побутових стічних вод. Нітрати - це солі азотної кислоти. Найбільш поширеними серед них є нітрат натрію (NaNO_3), нітрат калію (KNO_3), нітрат кальцію (CaNO_3) та нітрат амонію NH_4NO_3 . Нітратний та амонійний азот є основним джерелом азотного харчування рослин. Тому щоденне вживання людиною нітратів з продуктами харчування неминуче. Небезпечним є надходження в організм надмірної кількості нітратів. Механізм токсичної дії нітратів полягає у кисневому голодуванні клітин, внаслідок порушення транспортування кисню кров'ю, а також у пригніченні ферментативних систем тканинного дихання. Нітрити - це солі азотної кислоти, що утворюються з нітратів. Проте утворення нітритів значно активізується при надмірному вмісті нітратів у рослині. Високих токсичних властивостей нітрати набувають в організмі, коли створюються умови для відновлення іонів NO_2^- у високо реакційні сполуки окису NO і двоокису NO_2 [17].

Для зменшення нітратів і нітритів у харчових продуктах належить оптимізувати процес використання азотних добрив, суворо дотримуватись технологій вирощування с/г культур, використовувати арсенал заходів технологічної обробки рослинної сировини - миття, вимочування, варіння, смаження,

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

квашення, маринування. Високі концентрації нітратів у питній воді чи продуктах харчування можуть спричинити гострі отруєння. Особливо чутливі до нітратів діти молодшого шкільного віку, люди з функціональною недостатністю серцево-судинної системи. Вміст нітратів іноді не залежить від їх кількості в ґрунті, продуктах рослинного походження чи воді. Значну кількість їх можуть накопичувати різні продукти тваринного походження (яйця, молоко, м'ясо) в тому випадку, якщо тварини поїдали корми з високим вмістом нітратів. Відомо, що нітрати з тонкого кишечника швидко потрапляють у кров і відновлюються в нітрити (солі азотної кислоти). Отруєння є наслідком впливу комбінації нітратів і нітритів. Чим більше утворюється нітритів, тим сильнішою є токсична дія. Взаємодіючи з гемоглобіном еритроцитів, нітрати утворюють стійку сполуку - метгемоглобін, яка не здатна зв'язувати та переносити до тканин кисень. Смерть може настати вже після прийняття всередину 3,5 г нітрату натрію.

Фосфати в перерахунку на P_2O_5 . Оксид фосфору п'ятивалентний у вигляді диму дратує слизисті оболонки організму. Отруйність може залежати від домішок (зокрема, фосфору). Відбувається інтоксикація організму, через 6-20 годин – нездужання, слабкість, сухий кашель, підвищення температури. Через добу з'являється задишка, кашель з в'язкою мокротою. У деяких людей розвивається головний біль, запаморочення і болі за грудиною, нежить і носові кровотечі. Надає дратівливу дію на шкіру.

Хлориди (солі соляної кислоти). Інколи хлориди можуть містити отруйні домішки (солі синильною, миш'яковистою і інших кислот). Місцева дія виявляється в катарах слизової оболонки носа. Дія речовини сильніше тоді, коли вони концентрованіше. Первинні ураження можуть ускладнюватися інфекцією, що приводить до гнійничкових захворювань шкіри і підшкірної клітковини. Описані випадки висипу з почервонінням і набряклістю особи, вік і країв вушних раковин.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вплив солі амонія, що містяться в господарчо-побутових стічних водах, в даній роботі розглядується на прикладі нітрату амонія, гідрофторид амонія, і родамидамонія. Нітрат амонія надає дратівлива дія на шкіру, що виражається в сильному свербінні, почервонінні навколо фолікулів, лишаєподібному потовщенні шкіри і почервонінні її на тильній стороні кистей і передпліччя. Потрапляючи в дрібні ранки або тріщини, викликає в них пекучий біль. Токсичність роданіду амонія порівняно невелика. Через 4-8 годин після попадання в організм людини розвивається гострий психоз, що нагадує шизофренію з дезорієнтацією і галюцинаціями, а також гострий гастрит. Психічні порушення зникають через декілька днів.

Гідрофторід амонія відноситься до протоплазматичної отрути, що діє в основному на ферменти. Вважають, що фтор вступає в комплексні з'єднання з біоелементами. В результаті порушується обмін, особливо вуглеводний (пригнічуються гліколіз, утворення піровиноградної і молочної кислот і пригнічується тканинне дихання). При гострому отруєнні головне значення має дію на центральну нервову систему і мускулатуру, а також місцеву дію в шлунково-кишковому тракті. При хронічному отруєнні основні зміни можна бачити в кістках і зубах. Разом з цим настають судинні порушення, ураження верхніх дихальних шляхів, травного тракту, нервової системи і шкіри [15].

Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР) не надають токсикологічної дії. Вони можуть робити вплив тільки на органолептичні властивості води, такі як смак і запах води. Також СПАР сприяють утворенню піни і плівки на поверхні води, що утрудняє надходження кисню і приводить до загибелі водних організмів.

Феноли є одним з найбільш поширених забруднень, що надходять у поверхневі води зі стоками підприємств нафтопереробної, сланцепереробної, лісохімічної, коксохімічної, анілінофарбової промисловості, в результаті лісосплаву, а також зі стоками гідролізної промисловості (переробка нехарчового рослинної сировини целюлозно-паперової і частково текстильної промисло-

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сті). У стічних водах промислових підприємств вміст фенолів може перевершувати 5-10 г / л при досить різноманітних поєднаннях, при тому що гранично допустима концентрація фенолів у питній воді і воді рибогосподарських водойм становить 1 мкг/л.

Особливо великі концентрації фенолу в стоках коксохімічне заводів - до 20 г / л, а сучасний коксохімічний завод скидає на добу у водойми до 4-10 т фенолу.

Перевищення природного фону по фенолу може служити вказівкою на забруднення водоймищ. У забруднених фенолами природних водах зміст їх може досягати десятків і навіть сотень мікрограмів в 1 літрі.

Вода водойми набуває забарвлення, специфічний запах карболки, покривається флуоресціює плівкою, що заважає природному перебігу біологічних процесів у водоймі. При концентраціях 75 мг / л фенол гальмує процес біологічний очищення у водоймі, при концентрації 0,01-0,1 мг / л у м'ясі риб з'являється неприємний присмак; неприємний смак і запах води зникають тільки при розведенні фенолу до концентрації 0,11 мг / л.

У поверхневих водах феноли можуть перебувати в розчиненому стані у вигляді фенолятів, фенолят-іонів і вільних фенолів. Феноли у водах можуть вступати в реакції конденсації і полімеризації, утворюючи складні гумусоподібні і інші досить стійкі з'єднання. В умовах природних водоймищ процеси адсорбції фенолів донними відкладеннями і суспензіями грають незначну роль. Скид фенольних вод у водойми і водотоки різко погіршує їх загальний санітарний стан, роблячи вплив на живі організми не тільки своєю токсичністю, але і значною зміною режиму біогенних елементів і розчинених газів (кисню, вуглекислого газу).

В результаті хлорування води, що містить феноли, утворюються стійкі з'єднання хлорфенолів, найменші сліди яких (0,1 мкг/дм³) надають воді характерний присмак і запах.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш різкі запахи дають простий фенол і крезолі. Фенол і фенольні сполуки широко використовуються на різних виробництвах. Якщо на підприємстві працювати з чистими сполуками фенолу у великих кількостях і поза спеціально призначених для цього приміщеннях, то, відповідно до Держстандарту, вони можуть викликати алергію, астму, екзему. Виявляється ж захворювання не відразу, а через тижні і місяці щоденного контакту з чистими сполуками в непристосованих умовах. Забруднення водних екосистем представляє величезну небезпеку для всіх живих організмів і, зокрема, для людини [20].

Нафтопродукти містяться в природних водах у різних міграційних формах: розчиненої, емульгованої, сорбованої на твердих частинках завислих речовин та донних відкладів, у вигляді плівки на поверхні води. Кількісне співвідношення цих форм визначається комплексом факторів, найважливішими з яких є умови надходження нафтопродуктів у водний об'єкт, відстань від місця скидання, швидкість течії і перемішування водних мас, характер та ступінь забрудненості природних вод, а також склад нафтопродуктів, їх в'язкість, розчинність, густина, температура кипіння компонентів. Звичайно в момент надходження основна маса нафтопродуктів зосереджена в плівці. В міру віддалення від джерела забруднення відбувається перерозподіл між основними формами міграції, що направлений в бік підвищення частки розчинених, емульгованих, сорбованих нафтопродуктів, і відповідного зменшення їх вмісту в плівці.

Нафтопродукти несприятливо впливають на організм людини та тварин, водну рослинність, фізичний, хімічний та біологічний стан водного об'єкта. Низькомолекулярні аліфатичні, нафтенові та особливо ароматичні вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів, виявляють токсичний та певною мірою наркотичний вплив на організм, вражаючи серцево-судинну та нервову систему. Найбільшу небезпеку створюють поліциклічні конденсовані вуглеводні типу 3,4-бензпірену, що характеризуються канцерогенними властивостями.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ГДК нафтопродуктів у побутових і питних водах дорівнює $0,3 \text{ мг/дм}^3$, ГДК у водах для рибогосподарського використання $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Присутність канцерогенних вуглеводнів у воді недопустима.

Вміст нафтопродуктів в річкових, озерних, морських, підземних водах та атмосферних осадах звичайно становить соті або десяті частки міліграма в 1 дм^3 . У незабруднених нафтопродуктами водних об'єктах концентрація природних вуглеводнів може коливатися: в морських водах — від $0,01$ до $0,10 \text{ мг/дм}^3$ і вище, в річкових та озерних водах — від $0,10$ до $0,20 \text{ мг/дм}^3$, іноді сягаючи $1,0 - 1,5 \text{ мг/дм}^3$ [19].

Вміст природних вуглеводнів визначається трюфністю водного об'єкта і в значній мірі залежить від біологічної ситуації в ньому (розвиток та розпад фітопланктону, інтенсивність діяльності бактерій тощо). Характер розподілу нафтопродуктів і природних вуглеводнів по вертикалі і акваторії водного об'єкта дуже складний і непостійний. Звичайно найбільш забруднені прибережні зони. Підвищені концентрації спостерігаються в поверхневому та придонному шарах, іноді на окремих ділянках всередині водної товщі.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КЛАСИФІКАЦІЯ СТІЧНИХ ВОД

Стічні води - будь-які води та атмосферні опади, що відводяться у водойми з території промислових підприємств і населених місць через систему каналізації або самопливом, властивості яких виявилися погіршеними в результаті діяльності людини.

Стічні води, що відводяться з території промислових підприємств (ПП), за складом розділяють на три види:

- виробничі, які утворюються в процесі виробництва різних виробів, продуктів, матеріалів (технологічні розчини, що відпрацювали, промивні води, води від охолодження; шахтні і кар'єрні води; води від миття устаткування й виробничих приміщень, води від збагачувальних фабрик, а також від очистки та охолодження газоподібних відходів, очистки твердих відходів і їх транспортування тощо);
- атмосферні води - дощові води та води від танення снігу;
- побутові – стічні води від санітарних вузлів виробничих корпусів і будинків, а також від душових установок, наявних на території промислового підприємства.

Відповідно до цього розподілу на промисловому підприємстві існують 3 колектори для відводу:

- виробничо-технологічних стічних вод, тобто використаних у технологічному процесі або що утворюються при видобутку корисних копалин (вугілля, руди, нафти), технологічних процесах їх переробки на металургійних підприємствах і одержанні готового продукту;
- побутових стічних вод;
- поверхневого стоку з території ПП, що утворюється з дощових і талих вод;

					РМ.00.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Класифікація стічних вод	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Руснакова Т.В						
Перевір.		Блінова Н.К						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Суворін О.В.						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ

Побутова каналізація промислового підприємства підключається до загальноміської. Таким чином, водовідведення промислового підприємства розглядається в основному відносно до виробничих стічних вод і поверхневого стоку з території промислового підприємства.

Побутові стічні води є відносно одноманітними за своїм складом, а концентрація в них забруднень залежить від того, який обсяг води витрачається на одну людину, простіше кажучи - від норм водоспоживання.

В залежності від того, яке значення приймає розбавлення стічних вод, забруднення побутових стоків підрозділяють на наступні категорії:

Нерозчинні, в яких утворюються великі суспензії, розміри частинок у яких перевищують 0,1 мм;

Піни, суспензії й емульсії, розміри частинок яких становлять від 0,1 мкм до 0,1 мм;

Колоїдні - розмір частинок від 1 нм до 0,1 мкм;

Розчинні, до складу яких входять молекулярно-дисперсні частинки, розмір яких не досягає 1 нм.

Крім того, відрізняють органічні, мінеральні та біологічні забруднення побутових стоків:

Мінеральні забруднення - включають в себе частинки піску, глини і шлаку, розчини солей, лугів, кислот та інші речовини.

Органічні забруднення - можуть бути як тварини, так і рослинного походження. Рослинні забруднення - це різні залишки плодів, рослин і овочів, а також папір, рослинні олії тощо, які характеризуються підвищеним вмістом вуглецю. До тварин забруднень можна віднести різні людські та тваринні фізіологічні виділення, залишки органічної тканини, клейкі речовини і т.д., для яких характерно високий вміст азоту.

Біологічні забруднення - включають в себе різні грибки (цвілеві та дріжджові), мікроорганізми, водорості і бактерії, серед яких досить велика кіль-

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кість збудників таких хвороб, як паратиф, черевний тиф, дизентерія, сибірська виразка і т.д.

Такі забруднення можуть бути характерні не тільки для побутових стічних вод, але і для частини промислових стоків, наприклад - відходів м'ясокомбінатів, боєнь і т.д.

Незважаючи на те, що хімічний склад даних забруднень є органічним, створювана ними при надходженні у водойми санітарна небезпека вимагає їх виділення в окрему категорію.

В склад побутових стоків входять наступні забруднення (значення наведено у відсотках від загальної кількості забруднень): мінеральні речовини - 42%; органічні речовини - 58%; зважені речовини осідають - 20%; колоїдні суміші - 10%; розчинні речовини - 50%. Склад промислових стічних вод та їх ступінь забруднення можуть змінюватись в залежності від характеру конкретного виробництва і різних умов застосування води в технологічному процесі.

На кількість атмосферних стічних вод істотний вплив має рельєф і клімат конкретної місцевості, а також такі показники, як характер забудови, вид дорожнього покриття і т.п.

Стічні води підприємств промисловості та населених пунктів є основним джерелом забруднення водойм.

Так, не очищені поверхневі стічні води з високим вмістом мікроорганізмів і органічних речовин, які при попаданні в природні водойми, такі як річки і озера, призводять до порушення їх природного режиму. При цьому відбуваються такі негативні процеси: поглинання кисню, розчиненого у воді; зниження якості води у водоймах; осідання на дно водойм різних відкладень; вода стає непридатною для пиття, а часто навіть для технічного використання; відбувається вимирання риби в водоймах і т.д.

Забруднення природних і штучних водойм стічними водами також призводить до погіршення їх зовнішнього вигляду і істотно знижує їх придатність

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для купання, туризму, водного спорту і т.д., тому біоочищення стічних вод є обов'язковою процедурою.

Стічні води перед скиданням у водойми повинні бути очищені на очисних спорудах. Для цього необхідно знати склад стічних вод і їхню якість.

Класифікація забруднень:

1) За фізичним станом:

а) нерозчинені речовини – частки діаметром більше 0,1мм – піна й емульсія діаметром менше 0,1мм, але більше 0,1мк ;

б) колоїдні речовини, що містять частки діаметром менше 0,1мк, але більше 0,001мк;

в) розчинені речовини, що складаються з молекулярно-дисперсних часток діаметром менше 0,001мк.

2) За походженням:

а) мінеральні забруднення (шлаку, піску, розчини мінеральних солей, лугів, кислот, мінеральних олій)

б) органічні забруднення:

- рослинні (залишки овочів, фруктів, гілок, листя, папір, ганчір'я, основний елемент - С);

- тваринні (виділення людей, тваринні, м'ясні, жирові речовини, клей, основний хімічний елемент - N);

Співвідношення органічних і мінеральних речовин у стічній воді складає відповідно ~58% і 42%.

3) Бактеріальне й біологічне забруднення (розвиваються на базі органічних забруднень):

- сапрофітні бактерії (безпечні)(дріжджові, цвільові грибки, водорості);

- хвороботворні бактерії (черевного тифу, паратифу).

Речовини, що забруднюють виробничі стічні води, різноманітні і залежать від технології та виду виробництва.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За вмістом забруднюючих речовин виробничі стічні води (слабко концентровані та висококонцентровані) розділяються на чотири групи: 1-500, 500-5000, 5000-30000 і більше 30 000 мг/л.

Виробничі стічні води можуть розрізнятися за фізичними властивостями забруднюючих їх органічних продуктів (наприклад, за температурою кипіння): менше 120°C, 120—250°C та вище 250°C.

За ступенем агресивності стічні води розділяють на:

- слабо агресивні (слабко кислі із рН = 6-6,5 і слабо лужні із рН = 8-9);
- сильно агресивні (сильно кислі із рН < 6 і сильно лужні із рН > 9);
- неагресивні (з рН=6, 5-8).

За ступенем мінералізації стічні води також поділяють на три групи.

Першу групу складають стічні води з мінералізацією до 3 кг/м³, їх можна знесолувати методами іонного обміну.

До другої групи відносять стічні води з мінералізацією від 3 до 10—15 кг/м³. Для знесолення таких вод доцільно використовувати мембранні методи.

До третьої групи слід віднести стічні води з мінералізацією понад 15 кг/м³, знесолення яких доцільно здійснювати лише термічними методами.

За концентрацію органічних домішок промислові стічні води поділяють на чотири категорії:

- I — до 500 мг/л, II — 500-5000,
III — 5000-30 000, IV — понад 30 000 мг/л.

При аналізі стічних вод повинні визначатися: вміст компонентів, специфічних для даного виду виробництва (фенолів, нафтопродуктів, поверхнево-активних, радіоактивних, вибухонебезпечних речовин), загальна кількість органічних речовин, що виражається величинами БСКповн і ХСК; активна реакція; інтенсивність фарбованість; ступінь мінералізації. Необхідно встановити такі параметри, як кінетика осідання або спливання механічних домішок та ін.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці дані дозволяють вибрати найбільш доцільний і економічно обгрунтований метод очистки стічних вод для певного підприємства.

Виробничі стічні води різних галузей промисловості істотно відрізняються як за складом забруднюючих речовин, так і за їх концентраціями.

Заводи чорної металургії. Вода забруднена завислими речовинами (0,2–5 г/л – різні цехи), окалиною (0,3–2 г/л – прокатні цехи), залізом 3–5 мг/л і мастилами 200–250 мг/л; сірчаною кислотою до 0,3 г/л і залізним купоросом до 0,7 г/л (травильні установки – промивні води), фенолами 0,7–1 г/л тощо .

Коксохімічні заводи. Стічні води містять завислі речовини (0,3–0,5 г/л), смоли і мастила (0,3–0,5 г/л), феноли (0,4–1,8 г/л), аміак (0,2–3 г/л і більше), ціаніди і роданіди (0,1–0,4 г/л), солі неорганічних кислот. Високий вміст органічних речовин – БСК₅ = 0,8–3 г/л (хімічні цехи – фенольні води).

Нафтопереробні заводи з нафтохімічними виробництвами. Стічні води забруднені нафтою і нафтопродуктами від 150 мг/л до 15 г/л, завислими речовинами до 300 мг/л, солями (хлориди) 3–15 мг/л, різними органічними речовинами. БСК стічних вод коливається від 150 мг/л (більшість виробництв) до 7 г/л (виробництво жирних кислот).

У стічних водах целюлозно-паперових заводів завислих речовин затримуються 400–2000 мг/л – це переважно волокно і целюлоза.

Текстильні підприємства. Основні забруднюючі речовини: миючі засоби (50–120 мг/л), завислі речовини (250–400 мг/л), барвники; БСК досягає 300–350 мг/л. Сильно забруднені СВ фабрик первинної обробки шерсті: завислі речовини (20–40 г/л), тваринний жир (8–12 г/л); БСК₂₀ 16–20 г/л.

У стічних водах підприємств важкої індустрії затримуються в основному забруднення мінерального походження, а харчової й легкої промисловості - забруднення органічного походження.

Машинобудівні й автомобільні заводи. Концентрація забруднень у стічних водах становить: ціанідів – 70–120 мг/л, хрому – 40–60 мг/л, кислот – 70–100 мг/л, нафтопродуктів – 25–40 мг/л (цехи металопокріттів), завислих речо-

									РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

вин – 100–200 мг/л (загальний стік). У відпрацьованих розчинах і емульсіях вміст забруднень досягає: хрому – 200 г/л, ціану – 100 г/л, мастил – 50 г/л, окалини – 15 г/л.

Слід також відмітити, що на різних підприємствах, навіть при однакових технологічних процесах, склад виробничих стічних вод, режим водовідведення і питома витрата на одиницю продукції, що випускається, дуже різноманітні. Велике значення у формуванні складу виробничих стічних вод має вид перероблюваної сировини. Склад стічних вод залежить також від технологічного процесу виробництва, застосовуваних компонентів, проміжних виробів і продуктів, продукції, що випускається, складу вихідної водопровідної води, місцевих умов і інших факторів.

Кількість виробничих стічних вод визначається залежно від продуктивності підприємства за укрупненими нормами водоспоживання та водовідведення для різних галузей промисловості. 9 Нормою водоспоживання вважається доцільна кількість води, яка необхідна для виробничого процесу, встановлена (або що рекомендується) на підставі передового досвіду чи науково обґрунтованого розрахунку.

Нормою водовідведення є встановлена середня кількість стічних вод, що відводяться від виробництва у водойму при доцільній нормі водоспоживання. До укрупненої норми водоспоживання входять всі витрати води на підприємстві, як виробничі, так і господарсько-питні, витрати для приймання душів тощо. Норма водовідведення включає кількість стічних вод, що випускаються у водойму: очищених виробничих і побутових, виробничих, що не потребують очистки, фільтраційних, із ставків-освітлювачів, хвостосховищ і шламонакопичувачів [4].

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

4.1 Загальна характеристика методів очищення стічних вод

Вибір методу очистки залежить від кількісного і якісного стану стічних вод. Склад стічних вод залежить також від технологічного процесу виробництва, застосовуваних компонентів, продуктів, продукції, що випускається, складу вихідної водопровідної води, місцевих умов і інших факторів.

Кількість виробничих стічних вод визначається залежно від продуктивності підприємства за укрупненими нормами водоспоживання та водовідведення для різних галузей промисловості.

Основним фактором при виборі методу обробки води є фазовий стан речовини.

Вибір методу очистки води, типи і розміри очисних споруд залежать від складу, властивостей і витрати промстоків, площі території підприємства та інших факторів, а також вимог до якості очищеної води.

Побутові стічні води, які утворюються на території підприємства, відводять та очищують окремо, якщо промислові стічні води за характером їх забруднення не потребують біохімічного очищення. Сумарне відведення побутових і промислових стічних вод доцільне, якщо останні забруднені органічними речовинами, що піддаються біохімічній деструкції, та якщо концентрація токсичних забруднень у загальному потоці, що надходить в споруди біологічного очищення, не перевищує гранично допустимої концентрації (ГДК) для біологічного очищення.

Для очистки стічних вод промислових підприємств застосовуються головним чином:

- механічні методи (проціджування, відстоювання у відстійниках, піскоуловлювачах, нафтовловлювачах; у гідроциклонах, осаджувальних центрифугах і фільтрування - пропуск води через шар зернистого матеріалу, або фільтр

					РМ.00.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Руснакова Т.В			Аналітичний огляд	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Блінова Н.К						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Суворін О.В.						
						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		

руючу перегородку під дією гравітації, вібрації, відцентрової сили, перепаду тисків);

- хімічні методи (нейтралізація, коагуляція, флокуляція);
- фізико – хімічні методи (флотація, сорбція, екстракція, евапорація) ;
- електрохімічні методи, що пов'язані з накладанням електричного поля - електрокоагуляція, електрофлотація;
- комбіновані методи.

Об'єм промислових стічних вод залежить від ступеня водоспоживання та водовідведення. Нормою водоспоживання вважається доцільний об'єм води, необхідний для виробничого процесу і встановлений (або рекомендований) на підставі досвіду чи науково обґрунтованого розрахунку. Нормою водовідведення є встановлений середній об'єм стічних вод, які відводять від підприємства у водойми, за доцільної норми водоспоживання.

Очищення стічних вод на підприємствах може здійснюватися за однією з таких схем:

- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;
- очищення стічних вод після їхнього забруднення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водойми;
- безперервне очищення промислових вод та розчинів на локальних очисних спорудах протягом певного часу, після чого вони передаються на регенерацію, після регенерації повертаються в оборот та лише після з'ясування неможливості регенерації усереднюються і передаються на заводські очисні споруди та утилізуються.

4.2 Механічні методи очищення стічних вод

Механічні методи очистки застосовуються для очищення стоків від твердих та масляних забруднень. Механічне очищення здійснюється одним з таких методів:

- подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших відстійників;
- розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідроциклонів;
- усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин та домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію
- вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребків та інших пристроїв;
- фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше — шляхом пропускання їх через пісок;
- освітлення води шляхом пропускання її через пісок або спеціальні пристрої, наповнені композиціями або мінералами, здатними поглинати завислі частки.

Вибір схеми очищення води від завислих часток та нафтопродуктів залежить від виду та кількості забруднень, необхідного ступеня очищення.

4.3 Фізико – механічні методи очистки

Фізико-механічні методи очищення стоків та води базуються на флотації, мембранних методах очищення, азотропній відгонці.

Флотація — процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз (вода — повітря, вода — тверда речовина). Процес очищення СПАР, нафтопродуктів, волокнистих матеріалів флотацією полягає в утворенні системи "частинки забруднень — бульбашки повітря", що спливає на поверхню та утилізується. За принципом дії флотаційні установки класифікуються таким чином:

- флотація з механічним диспергуванням повітря;
- флотація з подачею повітря через пористі матеріали;
- електрофлотація;
- біологічна флотація.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

Зворотний осмос (гіперфільтрація) — процес фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском. При концентрації солей 2—5 г/л повинен бути тиск до 1 МПа, а при концентрації солей 10—30 г/л — близько 10 МПа.

Ультрафільтрація — мембранний процес розподілу розчинів, осмотичний тиск котрих малий. Застосовується для очищення стічних вод від високомолекулярних речовин, завислих частинок та колоїдів.

Електродіаліз — процес сепарації іонів солей в мембранному апараті, котрий здійснюється під впливом постійного електричного струму. Електродіаліз застосовується для де-мінералізації стічних вод. Основним обладнанням є електро-діалізатори, що складаються з катіонітових та аніонітових мембран.

Флокуляція — процес агрегації дрібних частинок забруднювачів у воді за рахунок утворення містків між ними та молекулами флокулянтів. Флокулянтами є активна кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні органічні полімери (поліакриламід, поліоксиетилен, поліакрилати, поліетиленаміни тощо). Для освітлення води одночасно використовуються коагулянти та флокулянти, наприклад, сірчаноокислий алюміній та поліакриламід ППА. Коагуляція та флокуляція здійснюються у спеціальних ємностях та камерах.

При очищенні води використовується і електрокоагуляція — процес укрупнення частинок забруднювачів під дією постійного електричного струму.

Сорбція — процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, селікагелем, активною глиною тощо). Адсорбційні властивості сорбентів залежать від структури пор, їхньої величини, розподілу за розмірами, природи утворення. Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м³).

Пристрої для вилучення зі стічних вод або розчинів за цим методом виготовляють у вигляді фільтрів.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ.00.01.ПЗ

Розрізняють три види сорбційних процесів очищення стоків: абсорбція, адсорбція, хемосорбція. При абсорбції поглинання забруднень здійснюється всією масою (об'ємом) абсорбованої речовини. При адсорбції поглинання забруднювачів відбувається тільки поверхнею адсорбента за рахунок молекулярних сил двох тіл, що взаємодіють.

При хемосорбції поглинання забруднювачів сорбентом відбувається з утворенням на поверхні розподілу нового компонента або фази.

Вибір сорбента визначається характером та властивостями забруднень. Процес очищення стоків різними видами сорбентів здійснюється в спеціальних колонах, заповнених сорбентами.

Екстракція — вилучення зі стічних вод цінних речовин за допомогою екстрагентів, котрі повинні мати такі властивості: високу екстрагуючу здатність, селективність, малу розчинність у воді, мати густину, що відрізняється від густини води, невелику питому теплоту випаровування, малу теплоємність, бути вибухобезпечними та нетоксичними, мати невелику вартість.

Екстрагування речовин зі стічних вод здійснюється одним з методів: перекреснопотоковим, ступінчастопротипотоковим, неперервнопротипотоковим. Цей спосіб використовується для вилучення зі стічних вод фенолу.

Іонний обмін базується на вилученні зі стічних вод цінних домішок хрому, цинку, міді, ПАР за рахунок обміну іонами між домішками та іонами (іонообмінними смолами) на поверхні розподілу фаз "розчин — смола". За знаком заряду іоніти поділяються на катіоніти та аніоніти, котрі мають відповідно кислі та лужні властивості. Іоніти можуть бути природними та синтетичними. Практично застосовуються природні іоніти типу алюмосилікатів, гідроокислів та солей багатовалентних металів, іоніти з вугілля та целюлози та різноманітні синтетичні іонообмінні смоли. Основною властивістю іонітів є їхня поглинальна здатність — обмінна ємність (кількість грам-еквівалентів у стічній воді, що поглинається їм3 іоніту до повного насичення).

						РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4.4 Біологічні методи очистки

Біологічні методи очищення засновані на життєдіяльності мікроорганізмів, які сприяють окисленню або відновленню органічних речовин, що знаходяться в стічних водах у вигляді тонких суспензій, колоїдів і в розчині і що є для мікроорганізмів джерелом живлення, внаслідок чого і відбувається очищення стічних вод від органічних забруднень.

Біологічне очищення стічної води застосовують тоді, коли одного механічного очищення недостатньо. Під час механічного очищення стічної води можна видалити приблизно 30 - 35 % забруднень, а решту забруднень видаляють на спорудах біологічного очищення.

Залежно від умов в яких відбуваються очищення стічних вод споруди для біологічного очищення ділять на дві групи:

- споруди, в яких біологічне очищення відбувається в природних умовах (у верхніх шарах ґрунту, або у водоймах):

- поля зрошення;
- поля фільтрування;
- біологічні водойми;

- споруди в яких біологічне очищення здійснюють при штучно створених умовах:

- біологічні фільтри;
- аеротенки.

Поля зрошення – спеціально підготовлені земельні ділянки для біологічного очищення стічної рідини в природних умовах з одночасним використанням вологи та поживних речовин для вирощування сільськогосподарських рослин. Поля зрошення ділять на:

- комунальні;
- землеробні.

Поля фільтрації – призначені виключно тільки для біологічного очищення стічної рідини без вирощування сільськогосподарських рослин.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Суть процесу біологічного очищення полягає в тому, що під час фільтрування через ґрунт у верхньому шарі на поверхні її частин адсорбуються завислі і колоїдні речовини, які з часом утворюють в порах ґрунту мікробну плівку. Мікроби цієї плівки в присутності кисню повітря, який проникає через пори, окислюють органічні речовини, які є в стічній воді.

У виробничих умовах часто доводиться використовувати комплексні методи очищення, котрі базуються на механічних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних способах та пристроях для вилучення забруднень.

При підвищених вимогах до ступеня очищення біологічно очищена вода піддається доочистці. Найширше поширення як споруди для доочистки набули піщані фільтри, головним чином двох- і багат шарові, а також контактні освітлювачі; мікрофільтри застосовуються рідше. Зниження концентрації речовин, які важко окислюються, що фіксується значенням ХСК очищених вод, можливе методом сорбції, наприклад активованим вугіллям, і хімічним окисленням, наприклад шляхом озонування. Зниження концентрації солей можливе методами знесолення, вживаними в практиці водо підготовки [6].

Аеротенки застосовують для повного й неповного біологічного очищення стічних вод. Стічні води надходять в аеротенки, як правило, після споруд механічного очищення. Концентрація завислих речовин у них не повинна перевищувати 150 мг/л, а допустима величина БСКповн залежить від типу аеротенка.

При очищенні суміші виробничих і побутових стічних вод повинні дотримуватися вимоги за активною реакцією середовища, за температурою, сольовим складом, наявністю шкідливих речовин, масел, вмістом біогенних елементів і т. п. З аеротенків суміш стічних вод з активним мулом надходить на вторинні відстійники для вилучення з води активного мулу. Якісний активний мул добре відстоюється у вторинних відстійниках при тривалості відстоювання до 1,5 год, частина його знову повертається в аеротенк (рециркуляція активного мулу), а надлишок (надлишковий мул) направляється на мулоуцільню-

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вачі для зменшення його вологості. Ущільнений активний мул направляють на подальшу обробку в метантенки.

Аеротенки дозволяють отримувати високий ступінь очищення стічних вод з доведенням вмісту органічних речовин в очищених стічних водах за БСКповн до 15 мг/л. Вилучення з очищуваної рідини розчинених або завислих забруднень активним мулом відбувається значно швидше, ніж наступне їх окислювання.

Розподіл на такі стадії процесу очищення має умовний характер, оскільки практично неможливо розмежувати ці фази, тому доцільною є організація роздільного перебігу цих стадій процесу в умовах, оптимальних для кожної з них, що забезпечить підвищення ефективності роботи аеротенків у цілому.

Технологічна сутність такої модифікації полягає у тому, що після вилучення забруднень зі стічної води безпосередньо у аеротенках активний мул з накопиченими в ньому забрудненнями відокремлюється від очищеної води й подається не в аеротенк, а в спеціальну аераційну споруду, так званий регенератор, у якому активний мул аерується протягом певного часу без стічної рідини.

У регенераторі мул звільняється від накопичених ним в аеротенку забруднень і відновлює свою метаболічну активність. Регенерований мул направляють потім з регенератора безпосередньо у аеротенк для нового контакту з очищуваною рідиною і повторення циклу вилучення з неї забруднень. У конструктивному відношенні регенератори нічим не відрізняються від самих аеротенків і можуть улаштуватися у вигляді як окремо стоячих споруд, так і ємкостей, що виділяють в об'ємі аеротенків. Концентрація розчиненого в рідині кисню підтримується в межах 0,5–2,0 мг/л. Швидкість же споживання кисню тут значно вища, ніж у регенераторі, оскільки у самому аеротенку відбуваються швидші процеси первинної трансформації забруднень при їхньому вилученні з очищеної води. Тому інтенсивність аерації тут повинна бути також істотно вищою, ніж у регенераторах. Тривалість перебування мулу в регенера-

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

торі значно більше тривалості аерації у самому аеротенку, хоча сумарна тривалість вилучення й окислювання забруднень залишається тією ж, що й при реалізації процесу за класичною схемою. Однак концентрація мулу в регенераторі в 2–2,5 рази вище, ніж у самому аеротенку, оскільки мул у нього направляється прямо з відстійних споруд і без подачі сюди стічної рідини. Це дозволяє на 15–20% зменшити сумарний обсяг аераційних споруд у порівнянні з обсягом при здійсненні процесу очищення тільки в аеротенку. Тривалість перебування мулу в регенераторі повинна бути достатньою для досягнення необхідної глибини окислювання забруднень, визначається спеціальним розрахунком, що ґрунтується на обліку питомої швидкості окислювання забруднень. Обсяг регенераторів, що вимагається, виражений в % від сумарного обсягу самих аеротенків і регенераторів, одержав назву "відсотка регенерації". Якщо, наприклад, необхідний обсяг регенераторів становить 30 % сумарного обсягу, то забезпечити його можна виділивши один коридор 3–коридорних аеротенків під регенератор (33 % регенерації). Для забезпечення 50 % регенерації можна прийняти під регенератор або 2 коридори 4 – коридорних аеротенків або 1 коридор 2 – коридорних аеротенків. Оскільки типові аеротенки розроблені у вигляді 2–, 3–, 4– коридорних, то в них можна забезпечити 25, 33, 50, 66, 75 % регенерації, виділяючи від 1 до 3 коридорів аеротенка під регенерацію. Загалом, можна забезпечити будь-який відсоток регенерації, виділяючи під регенератори відповідний обсяг аеротенків, але при цьому доведеться розробляти конкретну схему підведення активного мулу в регенератор й очищеної води, безпосередньо у аеротенк у кожному окремому випадку, тобто розробляти індивідуальні проекти аеротенків для конкретного застосування.

Конструкції вторинних відстійників суттєво не відрізняються від конструкцій вертикальних, горизонтальних чи радіальних первинних відстійників. Різниця між ними полягає, головним чином, в умовах експлуатації: вторинні відстійники повинні забезпечити значно більшу ефективність затримання активного мулу чи біоплівки (кінцеві концентрації до 15–20 мг/л) при надхо-

									РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

дженні їх у значно вищих концентраціях (до декількох грамів на літр). Крім того, вторинні відстійники після аеротенків повинні забезпечувати ще й ущільнення затримованого мулу, достатнє для безперервного його повернення в аеротенки і здійснення там біохімічного процесу при заданих технологічних параметрах. Ефективність роботи вторинних відстійників визначається тими самими чинниками, які впливають на роботу первинних відстійників. Але головну роль при цьому відіграють седиментаційні властивості біологічної плівки та активного мулу, які суттєво різняться між собою. Для очисних споруд невеликої продуктивності (до 20 тис. м³ /добу) застосовують вертикальні вторинні відстійники, для очисних станцій середньої й великої пропускної здатності (більше за 15 тис. м³ /добу) – горизонтальні і радіальні. 24літер.

4.5 Класифікація аеротенків

Аеротенк - це інженерне внутрішньозаводські споруди для біоочищення промислових стоків. Який являє собою залізобетонний аерований резервуар, через який протікає суміш стічної води з активним мулом. Аерація необхідна для насичення води киснем і підтримки мулу в підвішеному стані.

Принцип дії аеротенків заснований на мінералізуючий здатності активного мулу, що представляє собою суспензію аеробних мікроорганізмів. Для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів в аеротенках необхідно підтримувати певну концентрацію розчиненого кисню. Для відновлення окисної здатності активний мул регенерують. Процес очищення відбувається в 2 стадії. На першій стадії здійснюється сорбція забруднень активним мулом, швидкість окислення при цьому мала. На другій стадії швидкість окислення починає переважати над швидкістю сорбції, на це вказує зниження органічних речовин накопичених в мулі. На цій стадії відбувається регенерація мулу. Регенерація - відновлення активного мулу.

Розглянемо класифікацію аеротенків за основними ознаками:

1- по гідродинамічного режиму:

а) на аеротенки-витискувачі,

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

- б) аеротенки-змішувачі
- в) аеротенки проміжного типу (з розосередженим введенням стічних вод);

2 - за способом регенерації активного мулу:

- а) аеротенки з окремою регенерацією
- б) аеротенки без окремої регенерації активного мулу;

3- по навантаженню на активний мул:

- а) на високонавантажувані (для неповної очистки),
- б) звичайні
- в) низконавантажувальні (аеротенки продовженою аерацією);

4- за кількістю ступенів:

- а) одноступінчасті,
- б) двоступінчасті,
- в) багатоступінчасті аеротенки;

При цьому під ступенем очищення слід розуміти частину загальної біохімічної системи, в якій підтримується специфічна культура активного мулу;

5- стосовно введення стічної рідини:

- а) проточні,
- б) напівпроточні,
- в) зі змінним робочим рівнем
- г) контактні;

6- за конструктивними ознаками:

- а) прямокутні
- б) круглі
- в) складної форми

7- за типом систем аерації:

- а) з пневматичними аераторами
- б) з механічними аераторами
- в) з гідродинамічними аераторами

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

г) з пневмомеханічними аераторами.

8- за комбінованою системою аерації, по взаємному розташуванню аеротенків і вторинних відстійників:

- а) з блокованими з вторинними відстійниками
- б) з окремо розташованими вторинними відстійниками

9 - за ступенем забрудненості очищувальних стічних вод:

- а) аеротенки для очищення висококонцентрованих стічних вод
- б) аеротенки для очищення концентрованих стічних вод
- в) аеротенки для очищення низькоконцентрованих стічних вод

10 - За способом подачі стічних вод:

- а) аеротенки з зосередженою подачею стічних вод
- б) аеротенки з розсосередженою подачею стічних вод (по довжині споруди або по ширині споруди)

Для насичення мулової суміші киснем повітря, і для підтримки активного мулу в підвішеному стані, застосовуються аератори різних типів:

- а) пневматичні
- б) механічні
- в) струйні.

Пневматичні аератори найбільш часто застосовуються в аеротенках. Вони диспергирують в рідину стисненого повітря.

Залежно від ступеня дисперсності повітря, і середніх розмірів бульбашок рідини, розрізняють 3 види пневматичних аераторів:

- а) дрібнопузирчасті
- б) середньопузирчасті
- в) крупнопузирчасті.

Дрібнопузирчасті аератори складаються з пористого елемента, через який рідина надходить в повітря. Середньопузирчасті аератори складаються з дірчастих труб з отворами 3-6 мм. Крупнопузирчасті аератори виготовлені у

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вигляді відкритих знизу стояків труб діаметром 50 мм, розташованих на відстані 1 - 2 метри один від одного.

Механічні аератори насичують рідину киснем за рахунок інтенсивної її рециркуляції або розбризкування.

Залежно від принципу дії діляться на:

- а) поверхневі (дискові і роторні)
- б) погрузні (струменеві)
- в) дискові

Дискові поверхневі аератори є лопатеві турбіни з діаметром робочого колеса 0,5 -4 м з вертикальним валом. Ці турбіни є різновидом відцентрових коліс. Рідина всмоктується знизу і відкидається до периферії, захоплюючи атмосферне повітря, яке захоплюється спадним потоком в товщу аеріруємої рідини.

Класифікація аеротенків - відстійників. У напрямку руху стічної води:

- а) з центрально розташованою відстійною зоною і периферійною зоною аерації
- б) з центрально розташованою зоною аерації і периферійною зоною відстоювання
- в) споруди проміжного типу.

За типом роботи відстійної зони:

- а) аеротенки з висвітленням в підвішеному слої-
-з гравітаційним відстоюванням
-з відстійником проміжного типу
- б) аеротенки з природним концентруванням осаду
- зі штучним концентруванням осаду

4.6 Класифікація аеротенків за конструкцією.

Класифікація аеротенків по гідравлічній схемі роботи і навантаженні:

1. Аеротенки-витискувачі без регенераторів рекомендується застосовувати для очищення міських і близьких до них за складом виробничих стічних вод з

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

БСКповн; т не більше 150 мг / л, при БСКповн до 300 мг / л - аеротенки-витискувачі з регенераторами.

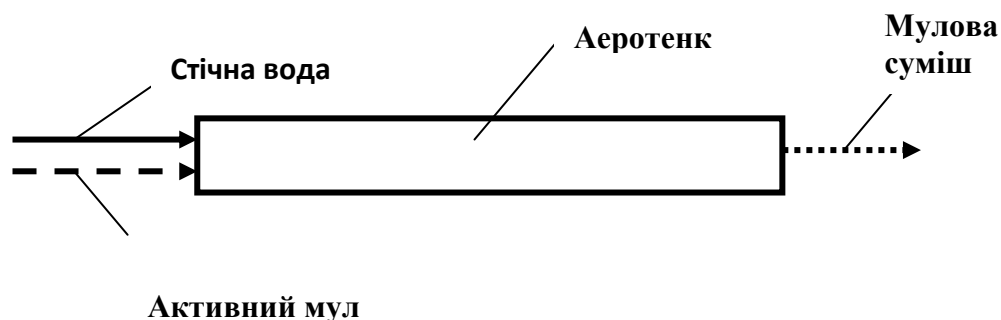


Рис.4.1 Аеротенк-витиснювач

Стічна вода, що надходить, практично не перемішується з вмістом у споруді і, в результаті, як би витісняє зі спорудження воду яка надійшла раніше.

Як правило, це коридорне спорудження, в якому деяка частка стічної води з активним мулом проходить послідовну очистку без повного змішаування з тим об'ємом рідини, що знаходиться в спорудженні.

Глибина очищення стічних вод в цих умовах є функцією від відстані, яку проходить порція стоку від впуску в спорудження до виходу з нього.

Основні фази процесу очищення стічних вод:

- початкова фаза очищення (надлишок поживних речовин і дефіцит кисню);
- фаза оптимальних умов очищення (баланс між кількістю поживних речовин і кількістю кисню);
- кінцева фаза очищення (нестача поживних речовин і надлишок кисню).
- очищення з оптимальними умовами здійснюється протягом незначного проміжку часу перебування стічних вод у спорудженні, тобто технологічний процес очищення стічних вод в аеротенках-витиснювачах не дозволяє досить повно використовувати об'єм споруди.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- крім того, хід очищення і, відповідно, її якість схильні до значних коливань в результаті нерівномірності подачі стічних вод і навантаженню на активний мул по забруднюючим речовинам.

Аеротенки витиснювачі для промислового очищення стічних вод застосовують порівняно рідко через властивих їм недоліків. Вони погано сприймають залпові скиди стічної води, особливо якщо в них містяться важкі метали. Виділення частини обсягу аеротенках під регенерацію активного мулу зменшує можливість його отруєння, але не виключає повністю. Крім того, нерівномірне споживання кисню по довжині установки призводить або до створення анаеробної зони на початку аеротенках, або до перевитрати повітря, якщо його подавати з розрахунку швидкості споживання на початку аеротенках. З цієї причини аеротенки витиснювачі застосовують в тих випадках, якщо БСК стічних вод промислових підприємств не перевищує 500 мг / л.

2. Найбільш рівномірно споживається кисень в аеротенках змішувачах, а токсичні речовини (важкі метали, органічні забруднення та ін.) Дуже швидко розподіляються у всьому об'ємі стічних вод. За цими ознаками аеротенки змішувачі найбільш зручні для очищення концентрованих промислових стічних вод.

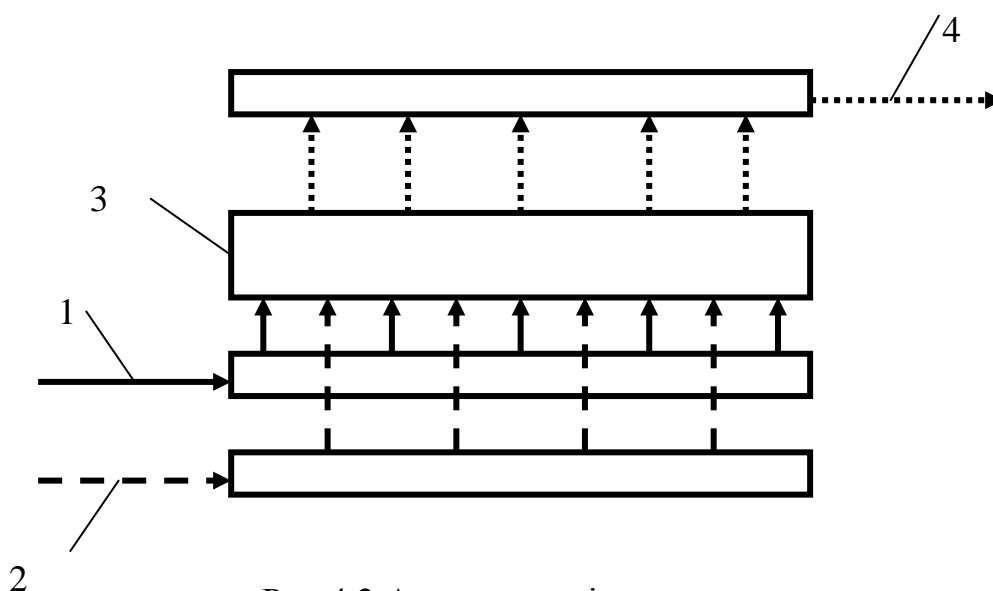


Рис 4.2 Аеротенк-змішувач
1-стічна вода, 2-мул, 3-аеротенк, 4-мулова суміш

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В аеротенках-змішувачах воду і мул вводять рівномірно вздовж довгих сторін коридору аеротенках. Завдяки повного змішання в них стічної води з мулом вирівнюються і концентрації мулу по довжині апарату, і швидкості окислення.

Аеротенки-змішувачі доцільно застосовувати для очищення виробничих стічних вод при відносно невеликих коливаннях їх складу і присутності у воді переважно органічних речовин. При значних коливаннях складу і витрати виробничих стоків необхідно використовувати аеротенки-змішувачі з регенераторами. Технологічні схеми промислового очищення стічних вод в аеротенках та їх конструкції вельми різноманітні, що обумовлено специфікою їх складу і необхідністю підбору в кожному окремому випадку найбільш сприятливого варіанту біохімічного окислення. Їх недоліком є можливість виносу частини неокислених органічних речовин. Щоб уникнути цього, іноді застосовують двоступеневу біологічну очистку, де першою сходинкою служать аеротенки змішувачі, а другий - витиснювачі.

3. Аеротенки проміжного типу. Стічна вода, що надходить, перемішується з частиною того, що знаходиться у спорудженні.

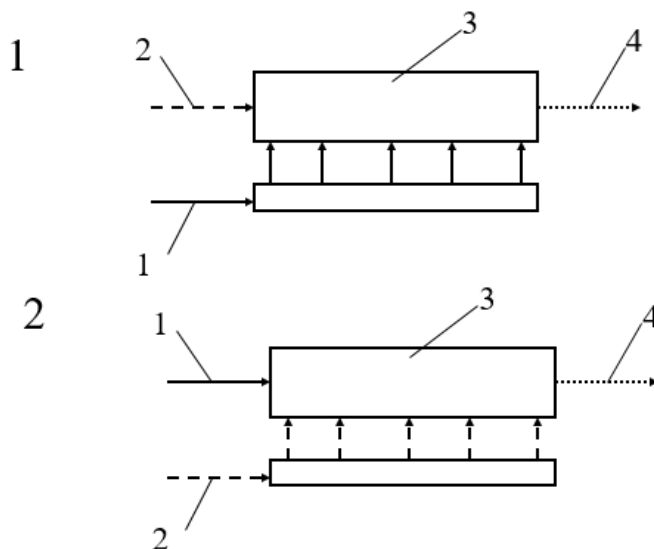


Рис.4.3 Аеротенки проміжного типу

1-стічна вода, 2-мул, 3-аеротенк, 4-мулова суміш

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В аеротенках, виконаних за першою схемою, концентрація активного мулу на вході в споруду дорівнює його вмісту в зворотному активному мулі і поступово зменшується у міру наближення стічної води до виходу зі споруди. Середня його концентрація значно вище, ніж в аеротенках інших типів.

Навантаження на активний мул поступово збільшується від початку споруди до її кінця, дефіцит кисню має зворотню залежність від відстані, яку проходить стічна вода в спорудженні. В аеротенках, виконаних за другою схемою, концентрація активного мулу збільшується до кінця споруди, а дефіцит кисню при цьому зменшується.

Навантаження на активний мул на вході зі споруди дуже велике, і розподіл по довжині споруди ще більш нерівномірний, ніж в аеротенках-витиснювачах. Тому аеротенки проміжного типу мають недоліки як і аеротенки-витиснювачі.

4. Аеротенк з поліпшеним гідродинамічним режимом. В ньому поєднані переваги аеротенків-змішувачів і аеротенків-витиснювачів.

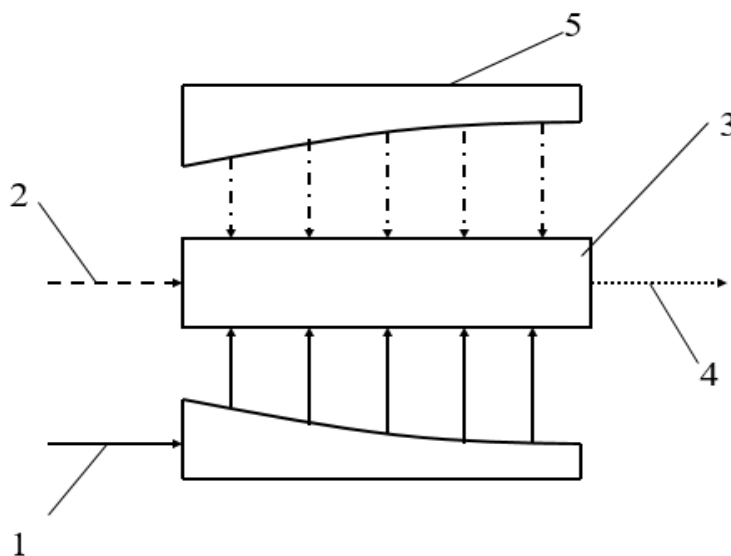


Рис.4.4 Аеротенк з поліпшеним гідродинамічним режимом
1-стічна вода, 2-мул, 3-аеротенк, 4-мулова суміш, 5-емність для стічної води.

						РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Цей аеротенк являє собою аеротенк з розсосередженою, але нерівномірною подачею очищувальної стічної води по довжині споруди при з дуже осередженої подачею активного мулу. Крім того, передбачається зниження інтенсивності аерації від входу в споруду до виходу з нього. Ефективність очищення стічних в даній споруді аналогічна тим же характеристикам що й для аеротенків-витискувачів. При чому, величина БСКповн очищених стічних вод, перебуває в межах 10 - 15 мг / л, залишається практично постійною по всій довжині споруди.

Аеротенки з регенерацією. Регенерація активного мулу може здійснюватися безпосередньо в самому аеротенку або в спеціальному спорудженні - регенераторі.

У першому випадку розрахунковий час перебування стічної води в аеротенках складається з тривалості адсорбції і тривалості регенерації. У другому випадку аеротенк розраховується за часом адсорбції, а регенератор - за часом регенерації. При цьому слід врахувати, що витрата активного мулу, яке зазнає регенерації, значно менше, ніж витрата стічної води.

Отже треба урахувати що, другий спосіб регенерації активного мулу є економічно більш вигідним, ніж перший, через зменшення габаритів споруди. Щоб визначити, який спосіб регенерації необхідний, треба знати час, що витрачається на адсорбцію, і час, необхідний для регенерації активного мулу.

В даній час аеротенки з регенераторами широко використовуються при очищенні стічних вод, що містять токсичні домішки, які згубно діють на мікроорганізми активного мулу і, таким чином, уповільнюють процес очищення. У таких випадках активний мул замінюють поворотним мулом з регенераторів, тому що мікроорганізми останнього більш адаптовані до вказаних речовин.

У конструктивному відношенні регенератор активного мулу, як правило, не відрізняється від аеротенка-витискувача, що працює в умовах продовженої аерації, а його об'єм складає 25 - 75% від об'єму у аеротенках.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш цікавими технологічними процесами використання регенераторів представляються процеси Хатфілда і Крауса.

В процесі Крауса мул, що повертається розділяється на дві частини:

- велика частина зворотнього мулу надсилається відразу в аеротенк (як в звичайних схемах аеротенків);
- менша частина зворотнього мулу (10 - 20% від загального об'єму зворотнього мулу) регенерується разом з муловою водою і / або з родженим осадом з метантенков до появи великої кількості нітратів, після чого направляється в аеротенк.
- Період нітрифікації процесу Хатфілда і Крауса становить 12 - 24 години.
- Застосування регенератора з аеротенком-витискувачем не усуває нерівномірності споживання кисню по довжині всього аеротенку.

Зазначений недолік відсутній в аеротенках-змішувачах з регенераторами.

Принцип роботи аеротенків з окремим регенератором активного мулу.

В основу роботи цих споруд покладено принцип поділу процесу очищення стічних вод на дві стадії:

- адсорбція органічних речовин активним мулом і мінералізація легко окислювальних речовин (здійснюється безпосередньо в аеротенках);
- окислення адсорбованих активним мулом речовин і відновлення початкової активності мулу (здійснюється в регенераторі).

Цей поділ процесу очищення стічних вод на стадії є досить умовним, тому що адсорбція і біохімічне окислення органічних речовин протікають одночасно, але останнім закінчується значно пізніше, ніж перше, через порівняно не високу швидкість процесу мінералізації. В процесі адсорбції органічні речовини з розмірами молекул, меншими розмірів пір оболонки бактеріальних клітин, проникають всередину цих клітин, де піддаються біохімічному окисленню. Органічні речовини великих розмірів піддаються ступінчатому впливу мікроорганізмів: спочатку ці молекули подрібнюються під дією клітинних ек-

									PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

зоферментів, потім під впливом осмотичного тиску проникають всередину бактеріальної клітини і там піддаються біохімічному окисленню.

Після закінчення процесу сорбції стічна вода є практично очищеною від органічних домішок. При цьому процес біохімічного окислення зазначених речовин триває. Він по суті являє собою процес регенерації активного мулу, тобто процес відновлення адсорбційної здатності активного мулу.

Двох і багатоступінчасті аеротенки. В основі створення таких аеротенків лежить ідея культивування на очисних станціях активного мулу, пристосованого до окислення окремих груп речовин. Одним із шляхів реалізації цієї ідеї є поділ процесу очищення стічних вод на окремі послідовні ступені, на кожній з яких очищення здійснюється за допомогою певної культури активного мулу. При чому, чим вище концентрація окремих компонентів, де сильно розрізняється швидкість окислення, тим ефективніше застосування східчастих схем.

Активний мул циркулює тільки в межах своєї ступені, завдяки чому утворюється мул, мікроорганізми які добре пристосовані до окислення забруднюючих речовин, що надходять на цю ступінь.

В якості першої сходинки рекомендується використовувати аеротенки-змішувачі, тому що вони дозволяють усереднити стоки і можуть працювати в умовах високих навантажень, а в якості останньої сходинки - аеротенки-витискувачі, які забезпечують більш повну очистку стічних вод.

Знезараження стічних вод. Після механічних, хімічних та фізико-хімічних методів очищення у стічних водах можуть знаходитись різноманітні віруси та бактерії (дизентерійні бактерії, холерний вібріон, збудники черевного тифу, вірус поліомієліту, вірус гепатиту, аденовірус, віруси, що викликають захворювання очей). Тому з метою запобігання захворюванням стічні води перед повторним використанням для побутових потреб підлягають біологічному очищенню.

Стерилізація води здійснюється шляхом нагрівання, хлорування, озонування, обробки ультрафіолетовими променями, біообробки, електролізу сріб-

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

ла, коли анодом є срібний електрод, а катодом — вугілля. Іони срібла мають бактерицидну дію. Для стерилізації 20 м³ потрібно виділити з анода 1 г срібла.

Другий метод електролізної обробки води полягає в додаванні до води кухонної солі, котра при пропусканні струму розкладається, виділяючи вільний хлор.

Хімічне очищення використовується як самостійний метод або як попередній перед фізико-хімічним та біологічним очищенням. Його використовують для зниження корозійної активності стічних вод, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних дільниць, для окислення сірководню та органічних речовин, для дезінфекції води та її знебарвлення.

Нейтралізація застосовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де застосовуються кислоти та луги. Нейтралізація здійснюється шляхом змішування кислих стічних вод з лугами, додаванням до стічних вод реагентів (вапно, карбонати кальцію та магнію, аміак тощо) або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит, крейда, вапняк тощо).

Окислення застосовується для знезараження стічних вод від токсичних домішок (мідь, цинк, сірководень, сульфіди), а також від органічних сполук. Окислювачами є хлор, озон, кисень, хлорне вапно, гіпохлорид кальцію тощо [5].

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АЕРОБНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД З ВИКОРИСТАННЯМ КЛАСИЧНОЇ СИСТЕМИ «АЕРОТЕНК- ВІДСТІЙНИК»

5.1 Характеристика біоценозу активного мулу

Головним діючим фактором біологічної очистки стічних вод є біологічні, живи системи. В біологічних реакторах формується співтовариство мікроорганізмів, що мають назву «активний мул». В природному середовищі ці угруповання живих істот приймають участь в малому біологічному колообігу, механізмах самоочищення. Слід зауважити, що в ці угруповання входять і хвороботворні мікроорганізми – віруси, бактерії, гриби, найпростіші, яких стічних водах дуже багато. Особливо велике різноманіття патогенних та умовно патогенних організмів притаманне господарсько-побутовим стічним водам.

До складу активного мулу входять наступні групи мікроорганізмів [25]:

- бактерії;
- віруси;
- гриби;
- водорості;
- найпростіші;
- багатоклітинні.

В двох основних типах біологічних споруд, що використовуються для аеробної біологічної очистки – аеротенках (вільно плаваючий активний мул) та біофільтрах (біоплівка) склад мулу суттєво відрізняється. Якщо порівнювати аеробний та анаеробний активний мул, то при середньому навантаженні перший має більше видове різноманіття найпростіших, в той час як анаеробний мул складається здебільшого з бактеріальних популяцій [25].

					PM 00.01.ПЗ			
Змін	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Руснакова Т.В.			Дослідження методів аеробної очистки стічних вод	Лім.	Лист	Листів
Перевір.		Блінова Н.К.						
Реценз.						СНУ ім В.Даля ПЕО-19з		
Н. Контр.								
Затверд.		Суворін О.В.						

Крім того, відрізняється й просторова структура цих співтовариств. Аеробний активний мул аеротенків утворює флокули, як правило сірувато-коричневого кольору, анаеробний – темні, сіро-чорні гранули.

У мікробіоценозі активного мула сформовані харчові ланцюги, в яких кожна ланка має свою функцію.

Перша і головна трофічна ланка – це бактерії. Бактерії здійснюють первинну трансформацію та розкладення розчинених органічних речовин. Вони також приймають участь в розкладенні органічної речовини завислих часток, завдяки синтезу позаклітинних ферментів [26,27]. Бактерії складають 90-95 % від всього населення біоценозу. Бактерій поділяють в залежності від типу окислюваного субстрату та тієї функції, яку вони виконують в біоценозі. В таблиці 5.1 показані окремі роди бактерій, що приймають участь у формуванні аеробних біоценозів активного мулу.

Таблиця 5.1 Бактерії, представники аеробного мулу

Найменування роду бактерій	Основні функції
Pseudomonas, Alcaligenes, Bacillus, Azotobacter Micrococcus, Flavobacterium, та ін.	Окислення спиртів, жирних кислот, парафінів, ароматичних вуглеводнів та інших органічних речовин
Brevibacterium	Здатні розкладати парафіни, нафтени, феноли, альдегіди, жирні кислоти, та інші сполуки, що входять до складу нафти
Bacillus	Окислюють аліфатичні вуглеводні
Zoogloea ramigera	Участь у флокулоутворенні
Cellulomonas	Здатні розкладати целюлозу
Nitrosomonas, Nitrobacter	Здійснюють процес нітрифікації, окислюють амонійні форми азоту до нітритів та нітратів

До першого трофічного рівня відносять також гриби і актиноміцети.

Гриби – конкурують з бактеріями за трофічний субстрат, але їх невелика кількість робить їх неконкурентноспоможними. Але низькі значення рН сприяють їх росту та розвитку, та звеличують процентний вміст грибів в загальній біомасі.

Водорості - можуть з'являтися на поверхні споруд, куди досягає світло та є продукти харчування. При певних умовах можуть активно розмножуватися нитчасті водорості, які є причиною неприємного явища, що ускладнює процес очищення – спухання мулу.

На другому трофічному рівні знаходяться найпростіші. Найпростіші представлені амебами, саркодовими, джгутиковими та війчастими інфузоріями. Вони регулюють видовий склад бактерій, за рахунок оновлення їх видового складу та віку. Найпростіші – типові представники індикаторних організмів у мулі. Їхня кількість залежить від навантаження із забруднень, чим більше навантаження – тим менше видів найпростіших. Вони харчуються бактеріями, грибами, водоростями, тому за їх станом оцінюють хід процесу очистки.

Третій трофічний рівень представлений багатоклітинними організмами. Багатоклітинні – також з'являються при невеликому навантаженні по забруднювачах. Серед цієї групи організмів слід відмітити коловерток, ракоподібних, черв'яків, личинок комах. За станом їх розвитку також можливо судити про хід аеробного процесу очистки – багата кількість коловерток є показником якісної очистки.

Було проведено дослідження стану активного мула з аеротенків 2 черги ПРАТ «Сєверодонецьке об'єднання АЗОТ» за допомогою мікроскопіювання методом «живої» краплі [28]. В результаті візуальних досліджень визначено, що активний мул має чітко сформовані щільні флокули світло-коричневого кольору із середнім розміром 1-2 мм. Запах слабо виражений, характерний для очищення комунальних стоків. Швидкість осідання пластівців мулу досить велика, надсадова рідина прозора. За стандартною методикою ми визначили концентрацію мулу по сухої вазі, динаміку осадження та муловий індекс. Величина мулового індексу дорівнювала близько 110 мл/г, що характерно для щільного, добре осаджуваного мулу. При мікроскопіюванні в складі активного мулу виявлено багате видове різноманіття індикаторних найпростіших (Рис.5.1).

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

За п'ятибальною шкалою частота зустрічальності організмів складає 4 бали. Переважаючими групами організмів були рухомі форми війкових інфузорій Colpoda, прикріплені види родів Epistylis, Opercularia, Vorticella, раковини амеби роду Arcella, а так само коловертки роду Rotifer (Rotatoria). Велика частина перерахованих найпростіших (амеб та інфузорій) є індикаторами хорошого стану мулу, середнього і низького навантаження по органічним речовинам, ефективної нітрифікації. Коловертки – це постійний компонент екосистеми, який частіше зустрічається у зрілому мулі з повною очисткою. Фізіологічний стан організмів хороший - форма тіла чітка, розміри середні. Рухливі види війкових інфузорій активно рухалися в полі зору, у прикріплених видів частіше спостерігали відкритий війковий диск.

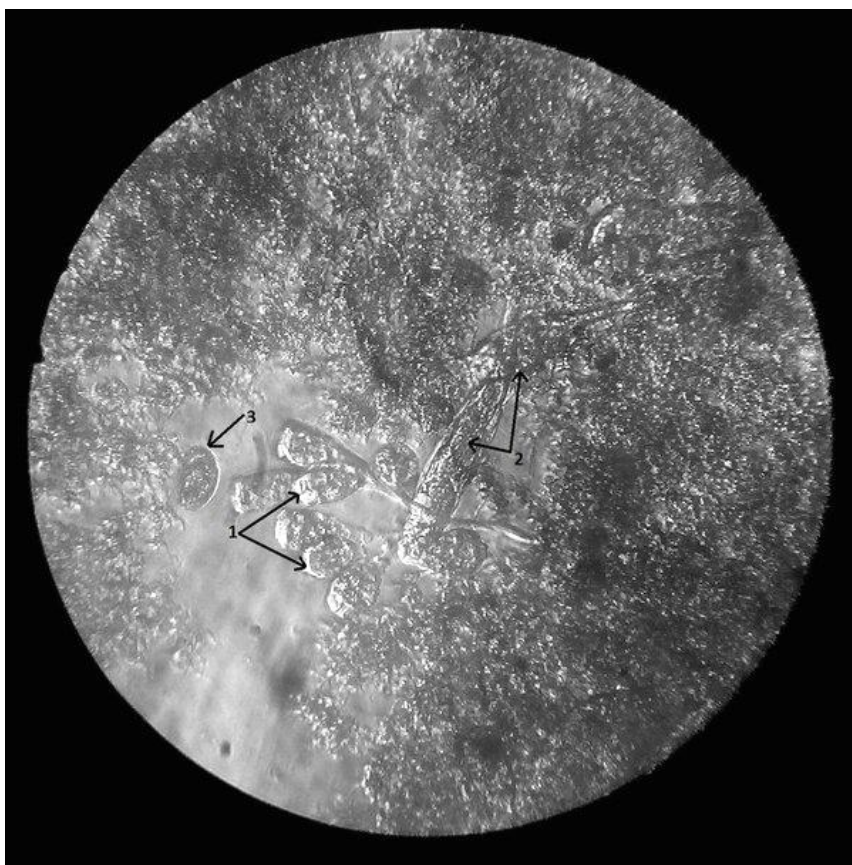


Рис.5.1 Препарат активного мулу. Збільшення 10x10. 1 – прикріплені інфузорії роду Epistylis; 2 – коловертки роду Rotifer; 3 – війкові інфузорії роду Colpoda

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Біоіндикація складу мікроорганізмів активного мулу дозволила зробити висновок про задовільний стан у даному випадку біоценозів та успішний хід процесу очищення стічних вод.

5.2 Аеробна гетеротрофна конверсія органічних речовин

Органічні речовини, що поступають в аеробний біологічний реактор

можуть:

- окислюватися до діоксиду вуглецю та інших живильних продуктів, що містять такі біогенні елементи, як фосфор, азот, сірка;
- асимілюватися в клітинній речовині мулу;
- проходити через реактор без змін (біологічно «жорсткі», інертні речовини);
- перетворюватися в інші органічні речовини.

Зазвичай, цікавляться загальною, підлягаючою видаленню кількістю органічної речовини, що вимірюється показниками ХСК та БСК [29].

Біологічне окислення органічних речовин в аеротенках здійснюється мікроорганізмами сапротрофами-гетеротрофами в аеробних умовах з використанням розчиненого кисню. Воно являє собою ряд складних специфічних реакцій, що каталізуються ензимами. Схематичне рівняння цього процесу можна представити таким чином:

органічні речовини + $O_2 + N + P \rightarrow CO_2 + H_2O +$ біонерозкладні речовини + енергія;

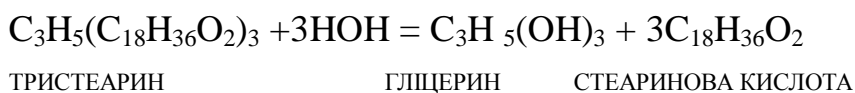
мікроорганізми + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N + P +$ біонерозкладний залишок клітин

або $C_xH_yO_z + O_2 = CO_2 + H_2O$.

В процесі біохімічного окислення мікробні клітини здійснюють деструкцію органічного субстрату і отримують необхідну для життєдіяльності енергію. Біологічне окислення може бути прямим, тобто відбуватися за рахунок приєднання кисню.

						РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Пряме окислення в мікробній клітині відбувається за допомогою ферментів оксидаз. Непряме окислення відбувається за рахунок дегідрогенування субстрату (відібрання водню) або за рахунок віддачі субстратом електронів. Дегідрогенування завжди супроводжується перенесенням електрона, тобто відбувається окислення. З субстрату звільняється енергія, що отримується мікробною клітиною. Отримана енергія використовується мікробною клітиною через систему ферментів аденозиндифосфат-аденозинтрифосфат (АДФ-АТФ). Енергія кумулюється в макроергічних зв'язках АТФ і потім служить клітці для задоволення її енергетичних потреб. Аеробне дегідрогенування здійснюється завдяки системі окислювально-відновних ферментів оксіредуктаз: цитохромів, пірідіннуклеотидних дегідрогеназ (никотінамідаденіндінуклеотид - НАД, нікотинамідаденіндінуклеотидфосфат - НАДФ). Як приклади представляємо процеси біохімічного окислення жирів і клітковини. Принцип механізму окислення аналогічний і для інших органічних субстратів. Першою стадією розщеплення жиру вважається його гідроліз за допомогою ферменту ліпази:



Гліцерин, що утворюється при цьому, легко піддається подальшим перетворенням, а жирні кислоти спочатку накопичуються в субстраті, а потім окислюються до вуглекислоти і води за рівнянням:

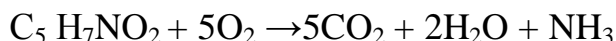


Розкладання клітковини аеробними бактеріями і грибами проводиться в два етапи. Спочатку за допомогою ферменту целюлази відбувається гідроліз клітковини до целлобіози ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), а можуть бути і інші, ще більш складні продукти. Потім при окисненні цих продуктів, за наявними даними, утворюються уранові кислоти. Якщо ж клітковина піддається глибшому гідролізу, аж до утворення глюкози, то остання окислюється далі до вуглекислоти і води через проміжну стадію оксикислот:

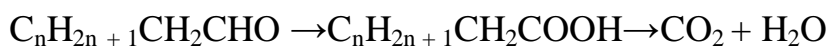
					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



В аеробних умовах можлива і часткова біодеструкція або самоокислення клітинної речовини:



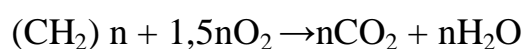
Особливий інтерес представляє біологічне окислення поверхнево-активних речовин (ПАР) і нафтопродуктів. З поверхнево-активних речовин найбільш вивчені процеси трансформації і деструкції аніонних сполук. Біологічне руйнування АПАВ може відбуватися з повною мінералізацією до кінцевих продуктів, таких як CO₂, H₂O, сульфат. У науково-технічній літературі наводяться дані про біологічне руйнуванні мікроорганізмами активного мулу аніоногенних ПАР алкілсульфатів. Алкілсульфати руйнуються бактеріями шляхом ферментативного гідролізу з утворенням вищих жирних спиртів і сульфат іона. Жирні спирти в свою чергу окислюються клітинами до відповідних жирних кислот, які потім деградують через нижчі жирні кислоти до кінцевих продуктів:



Деякі з синтетичних ПАР (ОП, сульфанол, диссольван) відносяться до категорії біологічно жорстких з'єднань і в процесі біологічного очищення стічних вод важко піддаються деструкції мікроорганізмами і не рекомендуються для подачі на спорудження БХО. Неіоногенні ПАР ОП -7 і ОП -10 при концентрації більше 60 мг / л гальмують розвиток бактерій, в т.ч. і найпростіших організмів, які здійснюють процес біологічного очищення стічних вод. Менші концентрації можуть впливати на структуру активного мулу, внаслідок якого відбувається його дроблення і підвищений винос мулу з аеротенків. Використання бактеріями вуглеводнів (нафтопродуктів) можна уявити собі як процес, в якому ці сполуки послідовно окислюються звичайними хімічними реакціями шляхом каталізу їх ензимами.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Достовірних даних про бактеріальному окисленні аліфатичних вуглеводнів майже немає. Мікроорганізми впливають на вуглеводні трьома різними шляхами, вони можуть злегка змінювати їх, перетворюючи вуглеводні в інші аналогічні і прості сполуки; вони можуть значно змінювати їх, перетворюючи в вуглецеві скелети незліченних органічних сполук, що становлять живу протоплазму клітини; вони можуть повністю окисляти їх до вуглекислоти і води. Теоретичне рівняння для повного окислення аліфатичних вуглеводнів з довгим ланцюжком $\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_n \text{CH}_3$ можна буде виразити наступним рівнянням:



Процес окислення органічних речовин та поглинання їх бактеріями відбувається в три етапи:

1 етап – відбувається масопередача забруднюючих речовин зі стоку до поверхні бактеріальної клітини. Забезпечення швидкості і якості процесу очистки на цьому етапі повністю залежить від гідродинамічних умов споруди, впливає режим перемішування, воно повинно забезпечуватися інтенсивно та безперервно. Ці процеси регламентуються відповідними технологічними параметрами – кількість повітря, що подається, тип аерації, тип споруди.

2 етап – здійснюється дифузія органічної речовини через напівпроникнені мембрани бактеріальних клітин. Із специфічним білком переносником забруднюючі речовини утворюють комплекс, що дифундує в клітину.

3 етап – завершення деструкції органічних речовин, яка супроводжується нарощуванням клітинної маси та виділенням енергії. На кожному етапі окислення приймають участь білки-ферменти.

Процеси біологічного окислення, так само як і всі прояви життєдіяльності мікроорганізмів - це результат дії білків - каталізаторів або ферментів. Тому ефективність біоокислення буде залежати перш від активності цих речовин. Активність ферментів, в свою чергу, визначається впливом різних факторів середовища, в якому живуть бактерії.

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

5.3 Селекція мікроорганізмів аеробного активного мулу

Селекція - це механізм, що сприяє переважному зростанню певних видів мікроорганізмів та заважає росту інших видів. Щоб відбувався повноцінний процес селекції необхідна наявність великого різноманіття видів, тоді є ймовірність, що формування біоценозу буде відбуватися повноцінно у визначених умовах [25].

Порівняно до біофільтрів, селекція у вільно плаваючому активному мулі відбувається досить жорстко.

Селекція мікроорганізмів активного мулу розділяється на декілька типів. Ці типи селекції обумовлені факторами навколишнього середовища, що активують розвиток одних форм організмів, та інкубують інші.

Акцептори електронів (тип біологічного окислення, або дисиміляції). Для аеробних процесів акцептором електронів є кисень. Тому концентрація кисню лімітує розвиток анаеробів, тоді як факультативні анаероби можуть виживати.

Субстрат. Має значення вузька спеціалізація до субстрату, що вживається, або використання мікроорганізмами широкого спектру поживних речовин в якості субстрату.

Седиментаційні властивості. Якщо мікробна частка має значні розміри та масу, вона швидко осідає в реакторі, навпаки маленька та легка буде виноситися з реактору.

Температура. По відношенню до температури мікроорганізми поділяються на такі групи: мезофіли, термофіли та психрофіли. В біологічному процесі будуть виживати ті форми, оптимальні діапазони існування яких співпадають із температурою в реакторі.

Швидкість росту. Має велике значення, так як і вік мулу. Для підтримки постійної концентрації мулу в аеротенках слід мати таку швидкість зростання, щоб кількість виведеного зі споруд активного мулу не переважала за чисельністю швидкість їх відтворення.

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Так, відомо, що гетеротрофна мікробна маса, що окислює складні органічні речовини) скоріше наростає, а ніж автотрофна (наприклад, нітрифікатори)

В розвитку мікроорганізмів спостерігаються наступні фази: 1) латентна фаза, що відповідає періоду пристосування мікроорганізмів до середовища; розмноження їх тут майже відсутнє, спостерігається навіть відмирання деяких внесених клітин; 2) фаза логарифмічного росту, коли бактерії починають енергійно розмножуватись і кількість їх досягає максимуму, більш або менш постійного для кожного виду мікроорганізмів; 3) стаціонарна фаза, коли максимальна кількість мікроорганізмів, що розвинулись, тримається деякий час на певному рівні, причому розмноження і відмирання їх врівноважують друга друга; 4) фаза пришвидшеного відмирання мікроорганізмів під впливом накопичених продуктів життєдіяльності, яка закінчується загибеллю культури.

На Рис.5.2 Показана схема селекції аеробного активного мулу. В біологічних реакторах із завислим активним мулом (аеротенках) механізми селекції за субстратом і температурою не є постійними [25]. Два інших механізми - концентрація кисню та швидкість росту залежать від умов роботи реактора. Вміст кисню залежить від концентрації забруднень та інтенсивності аерації, а необхідна мінімальна швидкість росту – від віку мулу, проценту рециркуляції мулової суміші. Із цього можна зробити висновок, що лімітуючі фактори взаємопов'язані один з одним і вони визначені як технологічні параметри процесу аеробної очистки, ми їх розрахували та повинні підтримувати у реакторі.

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

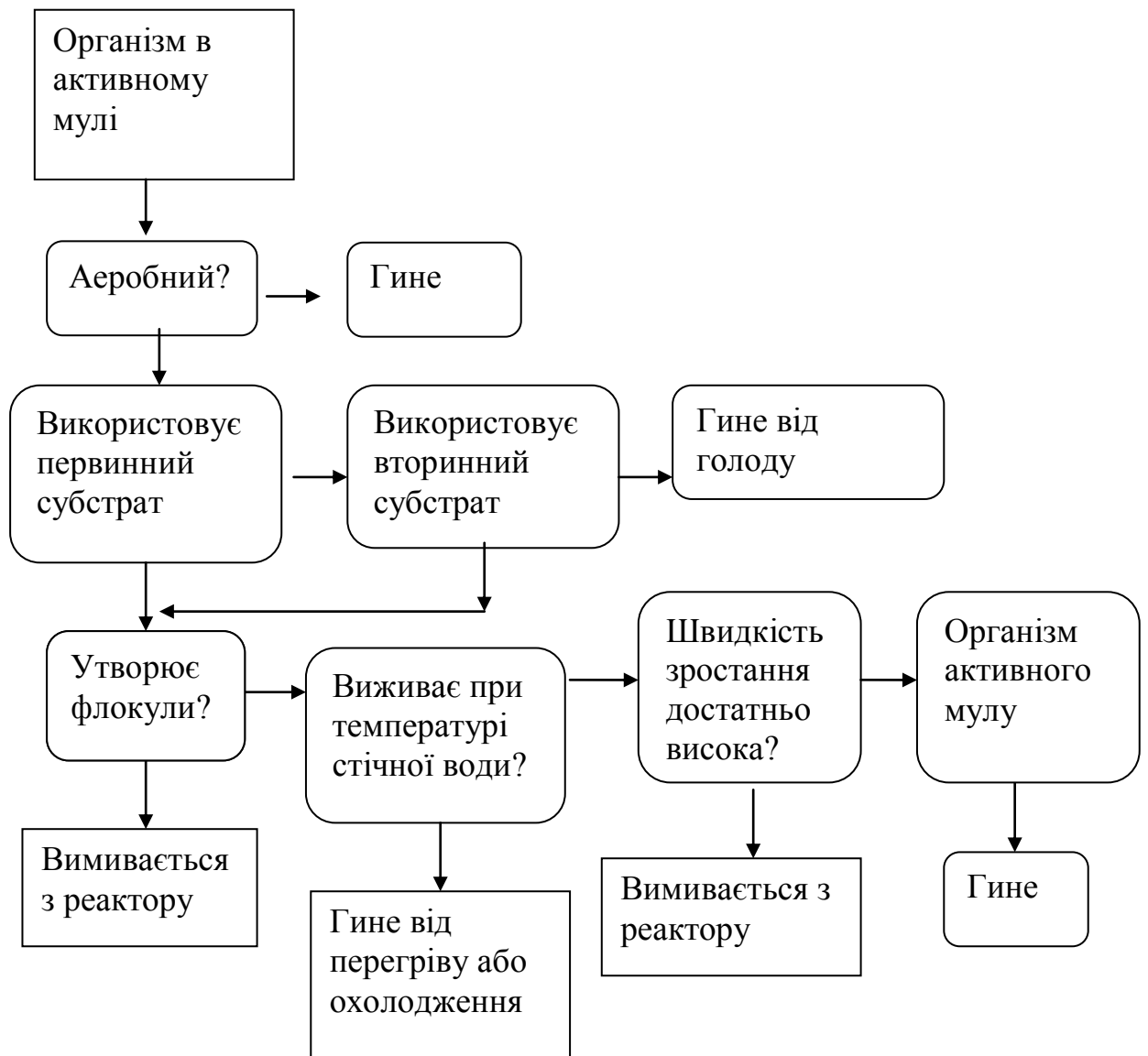


Рис. 5.2 Селекція мікроорганізмів в аеробному активному мулі

5.4 Рівновага в системі «аеротенк-відстійник» - умова стабільної ефективної очистки стічних вод

Нами визначено, що головним діючим агентом при біологічній очистці стічних вод є живі організми, мікроорганізми, які формують біоценоз активного мулу. В аеротенку активний мул знаходиться в завислому вигляді. Сформований аеробний активний мул на протязі тривалого часу циркулює в системі «аеротенк-відстійник-аеротенк», який є, фактично, замкнений контур,

оскільки приплив (приріст) активного мулу, а відповідно і відбір (в тому числі за рахунок селекції мікроорганізмів) з цього контуру складає лише 1-3% від маси циркулюючого мулу в кг/год. Слід додати, що циркулюючий мул проходить дві стадії, які суттєво відрізняються за умовами. А якщо коридорні аеротенки поділені на зони (наприклад, при вилученні сполук азоту Рис 5.3 то умови перебування мулу змінюються декілька разів [30]. Крім аеробних мікроорганізмів в активному мулі стають присутні факультативно анаеробні, а як що є застійні зони – то анаеробні бактерії, що в даному випадку небажано.

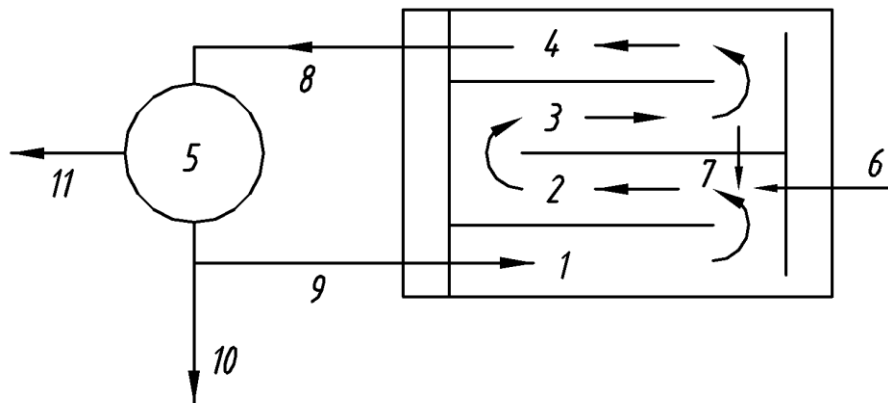


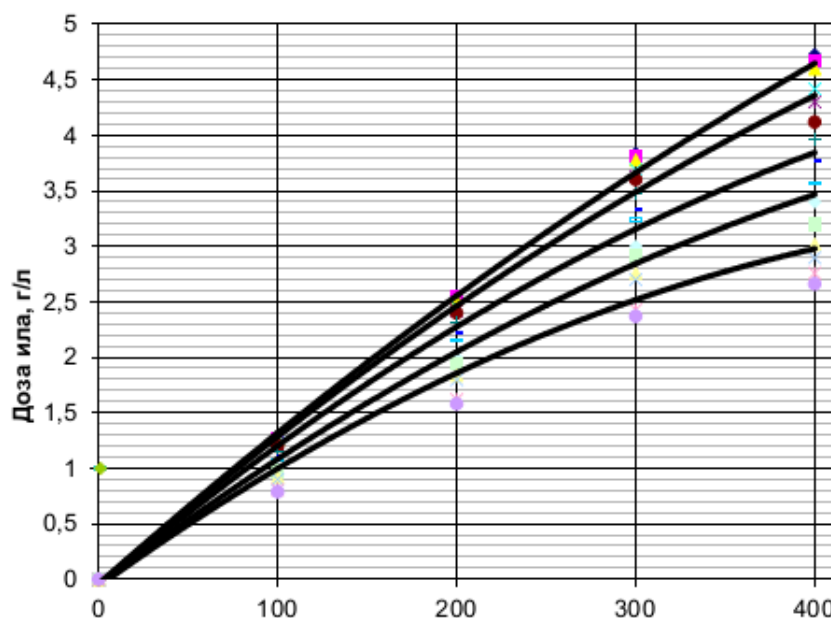
Рис.5.3 Схема біологічної очистки стічних вод з рециркуляцією нітратного стоку.

1,2,3,4 – коридори аеротенки; 5 – відстійник; 6 – забруднені стічні води, 7 – рециркуляція нітратного стоку; 8 – очищені стічні води; - зворотній активний мул; 9 – надлишковий активний мул; 11 – очищені і освітлені стічні води.

В цих умовах в системі біологічного реактору відбувається постійна селекція мікроорганізмів, при якій неминуче старіння та відмирання частини клітин. У підсумку у біомасі циркулюючого мулу встановлюється динамічна рівновага між аеротенком та відстійником, між утворенням нових клітин та деградацією старих, мертвих. Тому важливо суворо дотримуватися технологічних параметрів, а при їх відхиленні рівновага зрушиться в сторону старіння, блокування активності, відмирання клітин, і як результат, зниження ефективності очистки стічних вод.

Важливим показником процесу біологічної очистки є питоме навантаження на мул, яке відображає фізіологічну активність мулу і виражається кількістю «знятого» БСК в розрахунку на 1 г беззольної речовини мулу за одну годину (гБСК/гбеззольної речовини мулу/год). Цей показник регламентується і його значення на годину коливається в діапазоні – 0,15-0,4 гБСК/гмулу. При перевищенні цього показника погуршуються седиментаційні здатності мулу і він виноситься з відстійників, розділення фаз мул-очищена вода відбувається дуже погано.

Ще один показник характеризує окислювальну потужність аеротенку – це кількість «знятого» ХСК в одиниці об'єму аеротенку за годину (або за добу) (Рис.5.4).



Окислювальна потужність, мгХСК/дм³/добу

Рис. 5.2 Залежність дози мулу від окислювальної потужності (при різному віку мулу)

Для технологічного процесу має значення співвідношення дози (концентрації) активного мулу та кількості потрапляючих на очистку забруднюючих речовин. Експериментально або розрахунковим шляхом визначається граничне значення дози мулу при перевищенні якого виникають такі несприятливі явища, як зниження кількості розчиненого кисню, активація

анаеробних процесів (метанове бродіння, десульфофікація), утворення токсичних речовин, гниття, поява неприємного запаху, як результат, теж винос мула з відстійників. При порушенні цього співвідношення страждає такий важливий показник стану біоценозу активного мулу як муловий індекс, допустиме значення якого коливається у межах від 60 до 150 $\text{см}^3/\text{г}$.

Муловий індекс – це об'єм активного мулу (1 мл) після відстоювання 30 хвилин віднесений до 1 г сухої речовини. Значення мулового індексу відображає здібність мулу осаджуватися. Оптимальне значення цього показника дорівнює 100 $\text{см}^3/\text{г}$. При звеличуванні цього значення робота вторинних відстійників, та очисних споруд в цілому погіршується. Велике значення мулового індексу показує, що мул стає легким, займає великий об'єм, погано осаджується і порушує роботу вторинних відстійників. Зазвичай при аеробній очистці встїчних вод в аеротенку значення мулового індексу дорівнює 80-120 $\text{см}^3/\text{г}$. Значення мулового індекса характеризує стан системи біологічної очистки. Його стабільні показники вказують на високу життєздатність активного мулу та вірно розраховані технологічні параметри, і відповідно, вірний режим експлуатації споруд.

Важливе значення в роботі аеротенків має кисневий режим [31]. Для аеробних процесів з невеликим навантаженням із забруднень на активний мул концентрація розчиненого кисню має дорівнювати 2 $\text{мг}/\text{дм}^3$. Концентрація 0,5 $\text{мг}/\text{дм}^3$ буде стимулювати діяльність факультативних анаеробів. Крім забезпечення мулу в аеробному реакторі достатню кількістю кисню, необхідне також активне перемішування рідини, щоб не допускати утворення застійних зон, в яких ініціюються анаеробні процеси. Практикою доведено, що середньопухирчаста аерація забезпечує ідеальне співвідношення кисневого режиму та масообміну в пластівцях активного мулу. Крім того такий тип аерації забезпечують знаходження мулу в завислому стані.

При утрудненні аерації, або при звеличенні органічних забруднень відбувається зміна біоценозу активного мулу.

											Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

PM.00.01.ПЗ

При продовженні анаеробних умів більше ніж 15 хвилин відбувається значне звеличення факультативно анаеробних форм та пригнічуються аеробні. Тобто мул демонструє лабільність свого стану поряд із властивостями стабільності та динамічної рівноваги. Але при визначених умовах зміна груп мікроорганізмів супроводжується утворенням неосідаючого мула (спуханням). При цьому масово розвиваються нитчасті форми бактерій, гриби роду *Fuzarium*.

Відстійник, у якому здійснюється відділення мула від біохімічно очищеної води, є такою ж важливою частиною системи, як і аеротенк. У відстійнику під дією гравітаційних сил відбувається освітлення, розділення осаду у вигляді завислої речовини (мулу) та очищеної води. Вміст завислої речовини чітко регламентується. На виході із вторинних відстійників концентрація завислої речовини дорівнює 20 мг/дм^3 . Більша частина мула вертається як зворотній мул знову до аеротенку, за виключенням тієї частини яка є приростом, та виводиться з системи як надлишковий мул. Як правило, при виході із аеротенків треба мул згустити (до $8-10 \text{ г/дм}^3$) та зберегти фізіологічну активність.

У вторинних відстійниках активний мул змушений існувати в анаеробних [29], або близьких до анаеробних умов, а залишкова концентрація розчиненого кисню дуже низька. В цих умовах облігатно-аеробні мікроорганізми переходять у стан анабіозу, факультативні анаероби переходять на анаеробний тип окислення, і в якості кінцевих продуктів енергетичного обміну утворюються не тільки вуглекислий газ та воду, але і інші газоподібні та водорозчинені продукти. Еле, поряд з цими процесами у мікробних клітинах можуть ініціюватися процеси лізісу (самоперетравлення, саморозкладу).

Для бесперевного протікання процесу очистки активний мул із вторинних відстійників подається знову в аеротенки. Цей рецикл здійснюється перекачуванням осадженого активного мулу у вторинних відстійниках знову в аеротенк. Об'єм зворотнього мулу як правило складає 30-50% від стічної води.

Розвиток анаеробних процесів, процесів розкладу зовсім небажано, тому

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

час перебування мулової рідини у відстійнику (відстоювання) не повинно перебільшувати згідно до будівельних норм 2 години.

Для вирішення проблем управління технологічним процесом аеробної біологічної очистки із завислим активним мулом, підвищенням ефективності процесу, необхідно завжди розглядати модель в системі «аеротенк-відстійник».

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6 АЕРОБНА БІОЛОГІЧНА ОЧИСТКИ ПРОМИСЛОВИХ СТИЧНИХ ВОД У ЦЕХУ НОПС

6.1 Опис технологічного процесу

Розглянемо процес аеробної біологічної очистки на прикладі очистки промислових стічних на підприємстві хімічної промисловості ПрАТ «Севєродонецьке Об'єднання АЗОТ».

Комплекс обладнання біохімічної очистки ПрАТ«Севєродонецьке Об'єднання АЗОТ» в складі цеху нейтралізації та очистки промислових стоків (НОПС) призначений для прийому та очистки побутових і промислових стічних вод підприємств міста Севєродонецьк, хімічно забруднених і побутових стічних вод «Об'єднання Азот» та інших сторонніх організацій, що знаходяться на території підприємства [7].

Очищені стічні води піддаються доочистки та знезараженню хлором, а далі направляються в цех зовнішнього водопостачання ПрАТ «Севєродонецьке Об'єднання АЗОТ».

До складу споруджень стадії біологічної очистки побутових стічних вод входять :

- Аеротенки - споруда для штучного біологічного очищення стічних вод за допомогою активного мулу (бактерії-мініералізатори та нижчі організми) і продування повітрям (аерації). Аеротенк являє собою бетонний проточний басейн глибиною 3—5 м, шириною 3—12 м і довжиною до 150 м. Повітря, що подається через закладені в дні аеротенка пористі пластинки (фільтроси), перемішує попередньо відстояну суміш стічної рідини і активного мулу, постачаючи кисень, потрібний для життєдіяльності бактерій, та окислюючи органічні забруднення. Активний мул випадає у вторинних відстійниках, звідки знову перекачується в аеротенк, а його приріст (завислі речовини) скидається для обробки (бродіння) з осадом первинних відстійників. Час перебу

					РМ.00.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Руснакова Т.В			Аеробна біологічна очистка у цеху НОПС	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Блінова Н.К						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Суворін О.В.						
						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		

вання стічної рідини в аеротенку 6—12 годин.

- Первинні відстійники радіальні (діаметр 20м). У первинних відстійниках затримуються грубо-дисперсні мінеральні завислі речовини, нерозчинені органічні домішки, плаваючі речовини, жири. Діаметр кожного відстійника становить 40 метрів, глибина - 4 метри.

- Насосна станція відкачки дренажних вод №1.

Біохімоочистка стічних вод заснована на фізіологічній особливості мікроорганізмів використовувати в якості поживного субстрату широкий спектр органічних речовин та деякі неорганічні сполуки, які містяться у стічних водах (вуглеводні, ароматичні речовини, органічні кислоти, спирти, жири, білки, вуглеводи, сірководень, аміак ті інші). В процесі роботи очисних споруд формується складний по составу біоценоз активного мулу, що складається в основному із скупчення бактерій, він також включає найпростіші, гриби, водорості. Якісний та кількісний склад мікроорганізмів залежить від характеру стоків.

Процес очистки стічних вод,що надходять на споруди БХО,складається з декількох стадій:

- фізико-хімічна очистка;
- біологічна очистка;
- доочистка;
- знезараження;
- оброблення осадів.

Стічні води піддаються очищенню двома потоками. Перший потік – промислові стічні води об'єднання, другий потік - суміш побутових і промислових стічних вод м. Северодонецька і побутових стічних вод ПрАТ «Об'єднання Азот» [7].

Для очищення першого потоку використовують нітрифікатор, частину потужностей IV, III черг БХО. Для очистки другого потоку – частина потужностей споруд II черги.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стадії доочистки, знезараження, оброблення осадів здійснюється спільно для промислових, міських і побутових стічних вод ПрАТ «Об'єднання Азот».

Біологічна очистка промислових стічних вод здійснюється в три етапи [7]:

- денітрифікація в аеротенках – денітрифікаторі поз.40/1,2;
- біологічна очистка а аеротенкі IV черги поз.42/15,16;
- доочистка в аеротенкі III черги поз. 31/13,32/14;

Денітрифікація стічних вод здійснюється в денітрифікаторі, де відбувається практично повне видалення з промислових стічних вод азотовмісних речовин і значної (переважної) частини органічних забруднень, в основному біохімічно легко окислювальної. Очищення здійснюється методом біохімічної денітрифікації мікроорганізмами.

Денітрифікатор являє собою відкритий залізобетонний двухкоридорний аеротенк з розмірами коридорів 6x72x4,5 (h). В технологічному процесі використовується два аеротенка поз.40/1,2 об'ємом 3900 м³ кожен.

Стічні води по двом напірним колекторам діаметром 250 мм подаються в загальний лоток перед денітрифікатором, звідки за розподільчим каналом через шиберні пристрої розосереджено надходять на початок перших коридорів аеротенків, де вони змішуються з зворотними рециркуляційним активним мулом з концентрацією 4 - 6 мг/дм³, що подається ерліфтами з вторинних відстійників поз.41/17,18.

У загальний потік також передбачена подача:

- надлишкового активного мулу з споруд II і IV черг (при необхідності);
- технічної води (очищених стічних вод) трубопроводом діаметром 200мм.

Ущільнений мул II черги подається (при необхідності) в лоток зворотнього мула або денітрифікатора.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

РМ.00.01.ПЗ

Підтримка мулу в завислому стані і постачання мікроорганізмам кисню здійснюється стисненим повітрям через склопластикові аератори. Повітря в денітрифікатор подається по двом колекторам діаметром 500мм від компресорної станції поз.60. Тиск у магістральних трубопроводах повітря реєструється показаннями манометрів поз.РІІ. Час аерації становить 21год.

Виходячи з якісного складу освітлених промислових стічних вод для життєдіяльності мікроорганізмів - денітрифікаторів передбачається подача біогенного фосфору. Ортофосфорна кислота дозується в приймальну камеру насосної станції поз.58 масовою витратою 149 кг/добу (в розрахунку на 100% ортофосфорну кислоту).

У разі збільшення кількості нітратів в промислових стічних водах або недостатнього надходження органіки передбачається подача воднометанольної суміші в денітрифікатор поз. 40/1,2. Максимальна витрата метанолу в разі відсутності стічних вод виробництва «Оргсинтез» може становить 2066 кг/добу за БСК.

Шляхом витіснення суміш стоків і мула поступає в другі коридорі аеротенка, де в умовах аерації відбувається подальше очищення стічних вод.

В кінці других коридорів стоки стікають у збірний лоток і далі по трубопроводу надходять в розподільну чашу вторинних радіальних відстійників поз. 40/17,18 діаметром 20м. Розподільна камера вторинних відстійників обладнана незатоплюваним водозливом з широким порогом. Мулова суміш з розподільної камери по самостійному трубопроводу направляється в центральний розподільчий пристрій відстійник, а звідти по заглибленому випуску у відстійну зону. За рахунок зміни напрямку руху і зниження швидкості внаслідок розосередження рідини по всьому об'єму відстійника відбувається розширення очищеного стоку з осіданням активного мулу. Час відстоювання становить 3 години.

Вилучення активного мула з відстійників відбувається під гідростатичним тиском за допомогою мулососов. Активний мул, що осів, по самопливно-

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

му колектору зливається у гасильну камеру, звідти рециркуляційний активний мул в об'ємі 80-100% від витрат стічних вод ерліфтами повертається в перший коридор аеротенка поз.40/1,2, а надлишковий активний мул відводиться в аеробний стабілізатор поз.64.

Збирання освітленої води в відстійник здійснюється через водозливи збірним кільцевим лотком, розташованим по периметру відстійника. Із збірного лотка освітлені стоки по системі підземних трубопроводів відводяться у приймальну камеру №3 насосної станції поз.60, звідти насосами поз.60/Н7,8 подаються в аеротенк поз. 42/15,16 на другу стадію біологічної очистки. Основними забрудненнями є неокислена в денітрифікаторі органіка і залишкові кількості азотних сполук.

Для другої стадії біологічного очищення стічних вод використовують один чотирьох коридорний аеротенк поз. 42/15,16 ємністю 11000м³ з розміром коридору 114х6х4,5(г). В аеротенках поз.42/15,16 крім очищених стоків після денітрифікатора поз. 40/1,2 подаються:

- мулова вода з станції зневоднення осадів поз.51;
- очищений сток з ливненакопичувача;
- рециркуляційний активний мул після мулоущільнювача поз.61/4,5 насосами поз.60/Н1,2.

Передбачена також подача:

- частини промстоків з насосної станції поз.58;
- стічних вод з шламонакопичувача №1.

Стоки після денітрифікатора поз.40/1,2 по трубопроводу діаметром 300 мм розосереджено надходять на початок першого коридора аеротенка поз. 42/15,16. Активний мул надходить в загальний лоток перед аеротенками і через шиберні пристрої – в перший коридор аеротенка. Мулова вода з станції зневоднення осадів поз.51 і очищений сток після ливненакопичувача по напірним трубопроводом подаються у верхній розподільний лоток, розташований з протилежного від мулового лотка боку аеротенка. Подача їх безпосередньо в

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

аеротенк здійснюється розподільчим каналом через шибєрні пристрої у другий і третій коридори аеротенків.

Для інтенсивного перемішування рідини і забезпечення мікроорганізмів киснем в аеротенк через аератори надходить стиснене повітря з компресорної станції поз.60. Тиск в магістральних трубопроводах повітря контролюється показаннями манометра поз. ПІ 2,3. Час аерації становить 30 годин.

В кінці четвертих коридорів аеротенка мулова суміш через водозлив перетікає в збірний лоток, з якого по трубопроводу діаметром 700 мм надходить у вторинний відстійник поз.44/15,16 діаметром 24м, ємність 1700м³. Принцип роботи відстійника аналогічний роботі відстійника поз.41/17,18. Час відстоювання становить 4,5 години.

Активний мул з вторинного відстійника самопливом надходить в мулоущільнювачі поз.61/4,5 і далі у прийомний резервуар насосної станції поз.60. Рециркуляційний ущільнений активний мул об'ємом 50% від витрати стічних вод насосами поз.60/Н1,2 надходить в аеротенк поз.42/15,16,а надлишковий активний мул – в аеробний стабілізатор поз.64.

Доочистка промислових стічних вод від біологічно «жорстких» важко окислювальних органічних забруднень здійснюється спільно з побутовими стічними водами на спорудах III черги поз.31/13,32/14.

Біологічно очищені, освітлені стічні води після відстійника поз.44/15,16 по трубопроводу діаметром 800 мм спільно з побутовими стічними водами після змішувача поз.5 надходять в приймальну камеру насосної станції поз.36. Суміш побутових і промислових стоків насосами поз.35/Н1,2 подається в загальний лоток перед аеротенками поз.31/13,32/14. Для сумісної очистки вказаних стічних вод використовується один чотирьох коридорний аеротенк ємністю 11000м³ з розміром коридора 114х6х4,5 (h). Надходження стічної рідини безпосередньо в аеротенк здійснюється через шибєрні пристрої розподільчим каналом в другий і третій коридори аеротенка. Перший коридор функціонує як регенератор мула, рециркуляційний мул об'ємом 30-40% від витрати стічних

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вод подається в перший коридор аеротенка ерліфтами з вторинних відстійників поз.33/13,14. Для відновлення окислювальної здатності активного мулу в регенератор подається 30% повітря більше, ніж в аеротенк. Із регенератора активний мул перетікає у другий коридор аеротенка, де змішується зі стічною рідиною для подальшої спільної доочистки в третьому та четвертому коридорах.

Перемішування стоків і забезпечення мікроорганізмів киснем через аератори здійснюється стисненим повітрям від компресорної станції поз.10. При необхідності можлива подача повітря від компресорної станції поз.60. Тиск в магістральних трубопроводах подачі повітря в аеротенк поз.31/13,32/14 контролюється показаннями манометра поз. РІ 4,5. Час аерації становить 16 годин.

В кінці четвертого коридору стоки через водозлив перетікають в загальний лоток, а потім поступають в розподільну камеру вторинних відстійників поз.33/13,14, для розділення активного мулу і очищеної рідини. Активний мул, що осів, зливається в гасильну камеру, звідки рециркуляційний мул ерліфтами подається в аеротенк поз.31/13,32/14, а надлишковий активний мул поступає а аеробний стабілізатор поз.64. Час відстоювання становить 2,5 години.

Очищені і освітлені стічні води після відстійника поз.33/13,14 по трубопроводу діаметром 700мм і далі по каналу відводяться прямо на фільтрувальну станцію поз.45 або через буферні ставки для доочистки та хлорування.

6.2 Розрахунок матеріального балансу процесу

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу процесу біологічної очистки стічних вод використані з регламентних даних та наведені в таблицях 6.1 та 6.2 [7].

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1

Найменування стадії і потоків реагентів	Найменування параметра і одиниці виміру	Номінальні значення з допустимими відхиленнями або діапазон регулювання	Границі допустимих значень параметрів
Стічні води після промислових відстійників поз.4/1÷4	Об'ємна витрата, м ³ /год(м ³ /добу)	369±111	
		(8856±2656)	
	Температура, °С		40
	Водородний показник, рН	6,5 – 8,5	
	ХСК, мгО ₂ /дм ³		1840
	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³		1813,3
	Масова концентрація, мг/дм ³ :		
	азот амонійний		40
	азот нітрітний		30
	азот нітратний		270
фосфати		10,9	

Таблиця 6.2

Найменування стадії і потоків реагентів	Найменування параметра і одиниці виміру	Границі допустимих значень параметрів	Границі допустимих значень параметрів
Очищені і освітлені стічні води після вторинних відстійників поз.44/15,16 в аеротенки поз. 31/13,32/14	Об'ємна витрата, м ³ /год(м ³ /добу)	377,5±113,3	
		(9061±2718)	
	Температура, °С		40
	Водородний показник, рН	6,5 – 8,5	
	ХСК, мгО ₂ /дм ³		270
	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³		80
	Масова концентрація, мг/дм ³ :		
	азот амонійний		15
	азот нітрітний		1
	азот нітратний		5
фосфати		2	

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок матеріального балансу

1. Розрахунок валової кількості забруднюючих речовин в стічних водах, що поступають на очистку за добу:

$$\text{ХСК: } 1840 * 10000 = 18400000(\text{г}) = 18400(\text{кг})$$

$$\text{БСК}_{\text{повн}}: 1813,3 * 10000 = 18133000(\text{г}) = 18133(\text{кг})$$

$$\text{Азот амонійний: } 40 * 10000 = 400000(\text{г}) = 400(\text{кг})$$

$$\text{Азот нітритний: } 30 * 10000 = 300000(\text{г}) = 300(\text{кг})$$

$$\text{Азот нітратний: } 270 * 10000 = 2700000(\text{г}) = 2700(\text{кг})$$

$$\text{Фосфати: } 10,9 * 10000 = 109000(\text{г}) = 109(\text{кг})$$

2. Визначення валової кількості забруднюючих речовин в очищених стічних водах за добу:

$$\text{ХСК: } 270 * 10000 = 2700000(\text{г}) = 2700(\text{кг})$$

$$\text{БСК}_{\text{повн}}: 80 * 10000 = 800000(\text{г}) = 800(\text{кг})$$

$$\text{Азот амонійний: } 15 * 10000 = 150000(\text{г}) = 150(\text{кг})$$

$$\text{Азот нітритний: } 1 * 10000 = 10000(\text{г}) = 10(\text{кг})$$

$$\text{Азот нітратний: } 5 * 10000 = 50000(\text{г}) = 50(\text{кг})$$

$$\text{Фосфати: } 2 * 10000 = 20000(\text{г}) = 20(\text{кг})$$

3. Визначення кількості забруднюючих речовин, яке було вилучено в ході очищення:

$$\text{ХСК: } 18400 - 2700 = 15700(\text{кг})$$

$$\text{БСК}_{\text{повн}}: 18133 - 800 = 17333(\text{кг})$$

$$\text{Азот амонійний: } 400 - 150 = 250(\text{кг})$$

$$\text{Азот нітритний: } 300 - 10 = 290(\text{кг})$$

$$\text{Азот нітратний: } 2700 - 50 = 2650(\text{кг})$$

$$\text{Фосфати: } 109 - 20 = 89(\text{кг})$$

4. Визначити ступінь вилучення або ступінь очищення по кожному забруднюючому компоненту за формулою:

$$E_{\text{ефект очищення}} = \frac{M_{\text{вх.}} - M_{\text{вих.}}}{M_{\text{вх.}}} * 100\%$$

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ХСК}_{\text{біхр}} : \frac{15700}{18400} * 100\% = 85,3\%$$

$$\text{БСК}_{\text{повн}} \frac{17333}{18133} * 100\% = 95,6\%$$

$$\text{Азот амонійний: } \frac{250}{400} * 100\% = 62,5\%$$

$$\text{Азот нітрітний: } \frac{290}{300} * 100\% = 96,6\%$$

$$\text{Азот нітратний: } \frac{2650}{2700} * 100\% = 98,1\%$$

$$\text{Фосфати: } \frac{89}{109} * 100\% = 81,7\%$$

$$\text{Загальний азот: } \frac{3190}{3400} * 100\% = 93,8\%$$

Таблиця 6.3 Матеріальний баланс процесу біологічного очищення стічних вод (витрата - 10000 м³/добу)

Речовина	Прихід, кг	Вихід		Ефект очищення, %
		Вилучено, кг	Очищені стічні води, кг	
ХСК	18400	15700	105	95,7
БСК _{повн.}	18133	17333	21	95,6
Н заг., в т.ч.	3400	3190*	210	93,8
Азот амонійний	400	250	150	62,5
Азот нітрітний	300	290	10	96,6
Азот нітратний	2700	2650	50	98,1
Фосфати	109	89	20	81,7
Всього:	40042	40042		

* в т.ч. 3190кг використаний мікроорганізмами як біогенний

В ході біологічного окислення (з частковою нітри-денітрифікацією) промислових стічних вод максимальний ефект очистки спостерігається по БСК_{повн.} - 95,6%, азоту нітрітному – 96,6 %, азоту нітратному – 98,1%.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

6.3 Розрахунок оптимальних технологічних параметрів

Розрахунок окислювальної потужності за будівельними нормами [32,33].

Окислювальна потужність аеротенка (ОП) – це кількість знятого БСК(г) з одиниці об'єму (м³) аеротенка за добу:

$$ОП = \frac{(L_H - L_K)Q}{V}$$

де:

ОП – окислювальна потужність;

L_н – БСК_{повн.}, що надходить в аеротенк суміші, г/м³;

L_к – БСК_{повн.}, що виходить з аеротенку очищеної води, г/м³;

Q – добова витрата стічних вод, м³/доб ;

V- об'єм аеротенка, м³.

Вихідні дані наведені у таблиці 6.4

Таблиця 6.4

Показник	Числове значення
L _н	1813,3 мг O ₂ /дм ³
L _к	80 мг O ₂ /дм ³
Добова витрата стічних вод	10000 м ³ /добу
Об'єм аеротенка	14900м ³

Розрахунок

$$ОП = \frac{(1813,3 - 80) * 10000}{14900} = 1163,28 \text{ г/м}^3 \text{ добу}$$

Таким чином окислювальна потужність аеротенка ОП становить 1163,28 г/м³·добу.

Розрахунок навантаження на мул

Навантаження на мул q_i, мг БСК_{повн.}. На 1 г беззольної речовини мула на добу, належить розраховувати за формулою:

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.6

Показник	Числове значення
L_{en}	270 мг O_2 /дм ³
L_{ex}	5 мг /дм ³
Доза мулу	4 г/дм ³
Зольність мулу	0,3
Період аерації	35,76 годин

Розрахунок

$$q_i = \frac{24(270 - 5)}{4(1 - 0,3)35,76} = 63,52 \text{ мг/г} \cdot \text{год}$$

Розрахунок навантаження на мул по азоту нітратному за добу

$$q_i = \frac{(270 - 5)}{4(1 - 0,3)35,76} = 2,65 \text{ мг/г} \cdot \text{добу}$$

Таким чином навантаження на мул по азоту нітратному становить q_i 2,65 мг/г·добу.

Розрахунок питомої витрати повітря

Вихідні дані наведені у таблиці 6.7

Таблиця 6.7

Показник	Числове значення
L_{en}	1813,3 мг O_2 /дм ³
L_{ex}	80 мг O_2 /дм ³
Загальна витрата	10000 м ³ /добу
Висота аеротенка	4,5 м
Глибина занурення аеротенка	4,0 м
Робоча глибина аеротенка	4,2 м
Температура	22 °С
Період аерації	35,76 годин
Тип аерації	середнє пухирчаста
Категорія водокористування	промислові

Розрахунок

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

РМ.00.01.ПЗ

Розрахунок інтенсивності аерації:

$$J_a = \frac{q(\text{air}) * H(\text{at})}{t(\text{at})} = \frac{104,42 \cdot 4,2}{35,76} = 12,26 \text{ (м}^3/\text{м}^2\text{год)}$$

Розрахунок питомої витрати повітря (Q):

$$Q = 10\,000 \cdot 104,42 = 1\,044\,200 \text{ (м}^3/\text{добу)}$$

Висновок: питома витрата повітря води, що очищується складає 30 м³/м³, інтенсивність аерації – 12,26 м³/м²год, загальна витрата повітря при очищенні стічних вод складає 30000 м³/добу.

Достатність елементів живлення для бактерій у стічних водах визначається співвідношенням БСК_{полн} : N : P (азот амонійних солей і фосфор у вигляді розчинених фосфатів). У кожному конкретному випадку це співвідношення індивідуально, так як воно визначається хімічним складом бактеріальних клітин, який, у свою чергу, залежить від складу води, що очищується. У вітчизняній практиці, згідно з рекомендаціями СНіП- 85 [32], при обробці міських стічних вод використовується співвідношення БСК_{полн} : N: P= 100 : 5 : 1.

Розрахунок необхідної кількості біогенних елементів для життєдіяльності мікроорганізмів

$$\text{БСК}_{\text{полн}} : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1$$

$$\text{БСК}_{\text{полн}} : \text{P} = 100 : 1$$

$$100 \text{ ваг.од. БСК}_{\text{повн.}} : 1 \text{ ваг.од. P}$$

$$18133 \text{ кг} : \text{X}$$

$$\text{X} = 181,33 \text{ кг P (фосфора)}$$

Розрахунок необхідної кількості органічного субстрату для процесу денітрифікації [34]

$$\text{БСК}_{\text{повн.}} : \text{N} - \text{NO}_3^- \quad 4 - 6 \quad : 1 \quad 5,33 \quad : 1$$

$$\text{X} = 18133/3400 = 5,33$$

Співвідношення в очищеній стічній воді становить :

БСК_{повн} : P = 181,33 кг по фосфору можна говорити проте, що органічний субстрат достатній для процесу.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Для процесу денітрифікації необхідне співвідношення складає:

$BCK_{\text{повн.}} : N - NO_3^- = 5,33 : 1$. Яке теж виконується згідно до вимог.

Основні технологічні параметри зводимо в таблицю 6.8

Таблиця 6.8 Основні технологічні параметри стадії біологічного окислення промислових стічних вод з урахуванням процесу нітри-денітрифікації (потужність 10000м³/добу)

Параметр, одиниці вимірювання	Розрахункова формула	Значення
Температура, °С	Для мезофільних мікроорганізмів	15-30
Водневий показник рН	Для нейтрофільних мікроорганізмів	6,5-8,5
Окислювальна потужність, г/м ³ добу	$OP = \frac{(L_H - L_K)Q}{V}$	1163,3
Навантаження на мул, мг/г·год (за БСК)	$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{\alpha_i(1-s)t_{at}}$	415,5
Навантаження на мул по азоту нітратном, мг/г·добу	$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{\alpha_i(1-s)t_{at}}$	2,65
Період аерації, год	$t = V/Q$	35,8
Питома витрата повітря, м ³ /м ³	$q_{air} = \frac{qo(L_{en} - L_{ex})}{K1 * K2 * K_T * K3(Ca - Co)}$	30
Загальна витрата повітря, м ³ /добу	$q_{air} * Q$	10000
Інтенсивність аерації	$J_a = \frac{q(air) * H(at)}{t(at)}$	12,3
Необхідна кількість фосфору для життєдіяльності організмів	$BCK_{\text{повн.}} : N:P$	181,3
Для процесу денітрифікації	$BCK_{\text{повн.}} : N - NO_3^-$	5,3
Об'ємна доля активного мулу, %	Визначається експериментальним шляхом	50-70
Масова концентрація мулу по сухій речовині, г/дм ³	-	3-4
Муловий індекс см ³ /г	-	75-120
Концентрація розчиненого кисню, мг/дм ³	-	ні менш ніж 3
Рециркуляція активного мулу за стоком, %	-	50
Час перебування мулової суміші у відстійнику, год	За СНиП-85	Не біль ніж 2
Винос завислої речовини з відстійника, мг/дм ³	-	Не більш ніж 20

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Таким чином, для здійснення процесу аеробного окислення промислових стічних вод (з частковою нітри-денітрифікацією) розраховані оптимальні технологічні параметри. Обов'язкове дотримання цих параметрів забезпечить сталий задовільний стан біоценозу активного мулу, динамічну рівновагу в системі «аеротенк-відстійник», і в кінцевому рахунку, якісну нормативну очистку стічних вод.

					PM.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 РОЗРАХУНОК ВІДВЕРНЕНОГО ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ

Природоохоронні заходи розробляються з метою зменшення забруднення природи, за яке необхідно платити економічно, як за збиток.

Під економічним збитком варто розуміти виражені у вартісній формі фактичні і можливі втрати, заподіяні економічним суб'єктам внаслідок екоде-структивного впливу, а також додаткові витрати на компенсацію цих збитків.

Відвернений еколого-економічний збиток –це різниця між можливим і фактичним або двома можливими збитками. Його величина виступає в якос-ті міри ефективності природоохоронних заходів. Спочатку необхідно визна-чити величину еколого-економічного збитку до природоохоронних заходів, а потім - після впровадження цих заходів. Різниця між цими величинами є еко-номічна ефективність природоохоронних заходів, яка вимірюється в націона-льній валюті (відвернений еколого-економічний збиток).

Екологічна оцінка відверненого річного збитку в результаті зниження скидання підприємством забруднюючих домішок у водойму визначається за формулою:

$$Y_g = \gamma \cdot \sigma_k \cdot \Delta M, \text{ грн/рік}$$

де γ - множник, чисельне значення котрого дорівнює 140 (грн/ум.т);

σ_k - басейновий коефіцієнт, що залежить від народногосподарського значення водного джерела, що зазнає забруднення (безрозмірна). Значення σ_k для Сіверського Донця в нашому регіоні дорівнює 3,79.

ΔM - порівняна маса усіх забруднюючих речовин, що надходять у во-дойми, (ум.т/рік).

					РМ.00.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Розрахунок відверненого еколого-економічного зби-тку</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Руснакова Т.В</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К</i>						
<i>Реценз.</i>						<i>СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						

$$m_i = C_i * V_i, \text{т/рік}$$

де: C_i - концентрація i – тої домішки в стічній воді в г/м^3

V_i - об'єм річного скиду стічних вод i - го типа даним джерелом в водойму (млн. $\text{м}^3/\text{рік}$).

Викладений метод оцінки економічного збитку не вживається для залпових скидів.

При визначенні збитку необхідно враховувати всі скиди домішок в зливову каналізацію, якщо це впливає на заходи, які проводяться.

Відвернений збиток (В) рівняється різниці між величинами збитків до очистки і після очистки стічних вод [12].

Підприємство ПрАТ «СІВЕРОДОЦКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ» скидає в Сіверський Донець 10000 $\text{м}^3/\text{добу}$ промислових стічних вод, концентрація речовин в яких до очистки і після очистки наведені в таблиці 7.1

Таблиця 7.1

Речовина	Концентрація речовин до очистки, г/м^3	Концентрація речовин після очистки, г/м^3
БСК, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$	1813,3	80
Азот нітрітний	30	1
Азот нітратний	270	5

Розрахунок

1. Розрахунок m_1 до очистки промислових стічних вод.

БСК:

$$m_1 = 1813,3 \times 10\,000 = 18\,133\,000 (\text{г/добу}) = 18,133 (\text{т/добу})$$

Азот нітратний:

$$m_1 = 270 \times 10\,000 = 2\,700\,000 (\text{г/добу}) = 2,7 (\text{т/добу})$$

Азот нітрітний:

$$m_1 = 30 \times 10\,000 = 300\,000 (\text{г/добу}) = 0,3 (\text{т/добу})$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Основні положення по охороні праці і здоров'я трудящих викладені в трудовому законодавстві. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, роботи машин, механізмів, обладнання і інших засобів виробництва, стан засобів колективного і індивідуального захисту, використовуваних працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних документів.

Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано та добуто на виробництві, яке проектується

Характеристики хімічних сполук, що є на очисних спорудах цеху НОПС процесу біологічної очистки стічних вод наведені у таблицях 8.1 – 8.3.

Таблиця 8.1

Основні фізико-хімічні властивості речовин

№	Назва речовини	Емпірична формула	Структурна формула	Агрегатний стан за н.у.	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С
1	2	3	4	5	6	7
1	Формальдегід	CH ₂ O	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	газ	- 118	- 19,2

					РМ.00.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Руснакова Т.В			Опис технологічної схеми	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Блінова Н.К						
Реценз.						СНУ ім. В. Даля		
Н. Контр.						ПЕО-19 зМ		
Затверд.		Суворін О.В.						

Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4	5	6	7
2	Метанол	CH ₃ OH	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	рідина	- 93,9	64,7
3	Кисень	O ₂	O=O	газ	-218,4	-182,9
4	Метан	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	газ	- 182,5	- 161,5
5	Сірководень	H ₂ S	$\begin{array}{c} \text{S} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	газ	- 85,6	- 60,35
6	Ортофосфор- на кислота	H ₃ PO ₄	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{O}=\text{P}-\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	рідина	42,35	158

Таблиця 8.2

Показники вибухо- і пожежонебезпеки

№ п/п	Речовина	Температура, °С		Границі поширення полум'я % об'ємних	
		запалювання	самозапалювання	нижній	верхній
1	2	3	4	5	6
1	Формальдегід	—	430	7	73
2	Метанол	—	464	6,7	36,5
3	Метан	—	537	5,28	14,1
4	Сірководень	- 85,6	246	4,3	46

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

Характеристика токсичності речовин

№ п/п	Назва речовини	Клас небезпеки	Характер дії на організм людини	Гранично-допустима концентрація				Засоби індивідуального захисту
				в повітрі, мг/м ³			в воді, мг/л	
				робочої зони	максимально-разова	середньодобова	ГДК	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Формальдегід	2	токсичний, негативно впливає на репродуктивні органи, дихальні шляхи, очі, шкірний покрив	0,5	0,035	0,003	0,05	фільтруючі протигази марок А, М, БКФ, цивільні - типа ГП-5, ГП-7
2	Метанол	3	отрута, діюча на нервову і судинну системи, накопичується в організмі, проникає в організм при вдиханні повітря, насиченого його парами, через шкіру, при митті рук і змочуванні одягу; смертельна доза при попаданні всередину організму рівна 30 г	5	1	0,5	3	фільтруючі протигази з коробкою марки А, М, гумові рукавички, гумове взуття
3	Метан	4	володіє наркотичною, а у великих концентраціях - задушливою властивістю	300	–	–	–	фільтруючий протигаз марки М
4	Ортофосфорна кислота	2	при попаданні на шкіру викликає опіки і запальні захворювання шкіри	1	–	–	–	при роботі використовувати захисні костюми, спеціальне гумове взуття, гумові рукавички

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Сірководень	3	безбарвний газ із запахом тухлих яєць, який відчувається при дуже малих концентраціях, токсичний; при невеликих концентраціях в повітрі викликає сльозотечу, біль в очах, світлобоязнь; при вищих концентраціях з'являється кашель і утруднення дихання. При ще більших концентраціях вражається центральна нервова система, з'являється слабкість, запаморочення, блювота	10	0,008	0,008	–	Фільтруючий протигаз марки КД

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на виробництві

Небезпечними і шкідливими чинниками на очисних спорудах цеху НОПС є:

- рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого устаткування;
- підвищена загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може відбутися через тіло людини;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищений або знижений барометричний тиск;
- хімічні опіки ортофосфорною кислотою;
- хімічні опіки кислотами;
- попадання стоків, що містять мікробіологічні забруднення, на шкіру.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У складі стічних вод є такі речовини, як метанол, формальдегід, сірководень, метан, ортофосфорна кислота. В процесі очищення при аерації повітрям дані речовини виділяються з відкритих поверхонь стічних вод і за умови порушення цехами норм скидання, їх вміст в повітрі робочої зони може перевищувати ГДК.

Класифікація та категорійність виробництва і його приміщень

Класифікація та категорійність виробництва і його приміщень наведена в таблиці 8.4

Таблиця 8.4

Найменування цеху, відділення, установки	Категорія приміщень по вибухопожежебезпеці, згідно НАПБ Б.03.002-2007	Категорія технологічних блоків за рівнем вибухонебезпеки	Класифікація приміщень і зовнішніх установок по електроустаткуванню, згідно ПУЕ-2009		Група виробничого процесу
			Клас приміщення	Категорія і група вибухонебезпечних сумішей	
1	2	3	4	5	6
Мулова насосна станція	Д	Не категоруюється	Не класифікується	Не категоруюється	1б
Насосна станція підкачки стоків	Д	Не категоруюється	Не класифікується	Не категоруюється	1б
Приміщення механічних грат	Д	Не категоруюється	Не класифікується	Не категоруюється	1б

Згідно ДСП 173-96, клас виробництва за санітарною характеристикою – V-ий, ширина санітарної зони – 50 м.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РМ.00.01.ПЗ					

Категорія робіт та метеофактори

Таблиця 8.5

Період	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
холодний і перехідний	II-б	17-19	60-40	0,3
теплий	II-б	20-22	60-40	0,4

Заходи пожежної безпеки

Пожежо-вибухонебезпечні речовини в технологічному процесі цеху НОПС не використовуються. Виникнення пожежі на території цеху можливе у разі недотримання правил безпеки при виконанні вогняних робіт ремонтним персоналом і недотримання пожежної безпеки експлуатаційним персоналом.

Для запобігання можливого виникнення вибухів, пожеж необхідно дотримуватися наступних умов:

- не порушувати технологічний режим;
- забезпечити справний стан і безперебійну роботу контрольно-вимірювальних приладів;
- забезпечити справний стан обладнання, трубопроводів, запобіжних пристроїв і систем протипожежного захисту;
- не допускати застосування відкритого вогню при проведенні електрозварювальних робіт;
- всі змащувальні речовини зберігати в кількостях, що не перевищують одноразову потребу їх у разі заміни;
- у разі розливу масел, пального (бензин, дизпаливо) необхідно розлити рідини засинати піском;
- у приміщеннях всі проходи, евакуаційні виходи, коридори завжди повинні бути вільні;

									РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

– ящики для зберігання змащувальних і обтиральних матеріалів повинні встановлюватися не ближче 5 м від працюючого обладнання насосних і компресорних установок;

– при виникненні пожежі зупинити і знеструмити (якщо потрібно) насосну установку або ділянку;

– при ліквідації пожежі припливно-витяжна вентиляція повинна бути вимкнена;

– курити у відведених місцях.

При виникненні пожежі на робочому місці негайно повідомити майстрові зміни та у пожежну частину. До прибуття пожежної служби приступити до гасіння пожежі наявними засобами пожежегасіння.

Для забезпечення швидкого припинення пожежі приймаються наступні міри:

– централізоване розгалуження господарсько-протипожежного водопроводу;

– вогнегасники вуглекислотні ОУ-5;

– вогнегасники порошкові ОП-10.

На кожному робочому місці знаходиться ящик з піском, совком та азбестовим полотном [23].

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Біологічний метод очищення стоків вважається досить популярним і найбільш ефективним в наш час. Цей метод очищення стоків є найбільш наближеним до природи і дієвим серед усіх інших методів. Органічні речовини, які містяться в стоках і забруднюють їх – це трофічний та енергетичний матеріал для бактерій, які в процесі своєї життєдіяльності окислюють токсичні органічні речовини і перетворюють їх на нешкідливі.

Метод біологічної очистки є класичним, який часто використовується, але до теперішнього часу є актуальним, економічно обґрунтованим. Найефективнішим методом є спосіб аеробної глибокої біологічної очистки стічних вод у аеротенках із завислим біоценозом активного мулу.

Головним діючим фактором біологічної очистки стічних вод є біологічні, живі системи. В біологічних реакторах формується співтовариство мікроорганізмів - «активний мул». Сформований аеробний активний мул на протязі тривалого часу циркулює в системі «аеротенк-відстійник-аеротенк», яка є, фактично, замкнений контур. Циркулюючий мул проходить дві стадії, які суттєво відрізняються за умовами. У біомасі циркулюючого мулу встановлюється динамічна рівновага між аеротенком та відстійником, між утворенням нових клітин та деградацією старих, мертвих. Тому важливо суворо дотримуватися технологічних параметрів і в аеротенку, і в відстійнику, а при їх відхиленні рівновага зрушиться в сторону старіння, блокування активності, відмирання клітин, і як результат, зниження ефективності очистки стічних вод.

В роботі розглянуто процес аеробної біологічної очистки на прикладі очистки промислових стічних на підприємстві хімічної промисловості ПрАТ «СЄВЄРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ».

					РМ.00.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Руснакова Т.В</i>				<i>Висновки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Блінова Н.К</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін О.В.</i>							
						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		

Промислові стічні води потужністю 10000 м³/добу відносять до важко забруднених відходами виробництв органічних речовин та азотних компонентів, тому очистка цих вод базувалася на процесах глибокого окислення та частково нітри-денітрифікації в три етапи. Основні біологічні реактори, що були використані – аеротенки різних конструкцій (витіснювачі та змішувачі) із завислим мулом та радіальні вторинні відстійники.

Згідно до розрахованого матеріального балансу в ході біологічного окислення (з частковою нітри-денітрифікацією) промислових стічних вод максимальний ефект очистки спостерігається по БСК_{повн} - 95,6%, азоту нітритному – 96,6 %, азоту нітратному – 98,1%. Розраховані оптимальні технологічні параметри процесу, в тому числі і всі мулові показники.

Для вирішення проблем управління технологічним процесом аеробної біологічної очистки із завислим активним мулом, підвищення ефективності процесу, необхідно завжди розглядати модель в системі «аеротенк-відстійник».

Розрахований відвернений еколого-економічний збиток складає 1647715,74 грн/рік

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

В роботі розглянуті питання біологічної очистки стічних вод з використанням аеробного реактора с завислим мулом. Обов'язкове дотримання оптимальних технологічних параметрів забезпечить сталий задовільний стан біоценозу активного мулу, динамічну рівновагу в системі «аеротенк-відстійник» та якісну нормативну очистку стічних вод.

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены вопросы биологической очистки сточных вод с использованием аэробного реактора с активным илом. Обязательное соблюдение оптимальных технологических параметров обеспечит устойчивое удовлетворительное состояние активного ила, динамическое равновесие в системе «аеротенк-отстойник» и качественную нормативную очистку сточных вод.

ANNOTATION

The paper deals with the issues of biological wastewater treatment using an aerobic reactor with activated sludge. Compulsory observance of optimal technological parameters will ensure a stable satisfactory state of activated sludge, dynamic equilibrium in the "aerotenk-settler" system and high-quality standard wastewater treatment.

					PM.00.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Руснакова Т.В</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Блінова Н.К</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін О.В.</i>							
						СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		

ЛІТЕРАТУРА

1. http://ekonom-priroda.ru/voprosy-po-predmetu-ekologiya/154-presnovodnye_ekosistemy.html
2. <http://b-energy.ru/biblioteka/ekologiya-konspekt-lekcii/240-ekologiya-soobschestv-i-ekosistem>
3. 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. – 149с.
4. <http://znaimo.com.ua>
5. <http://www.info-library.com.ua/books-text-8366.html>
6. <http://nebotan.info/utilities/biological.php>
7. Временный технологический регламент цеха НОПС (книга 1). – Северодонецк, 2003.
8. <http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/026.asp>
9. <http://ru-ecology.info/term/15398/>
10. <http://svsever.lg.ua/2015/06>
11. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод, 2 изд. М., Госхимиздат, 1963. – 228с.
12. Методичні вказівки до виконання еколого-економічних розрахунків в дипломних проектах: навч. пос. для студентів/ под.ред. О.В.Маслош. – Северодонецьк, 2006. – 52 с.
13. Когановский А.М., Кульский Л.А., Сотникова Е.В., Шмарук В.Л. Очистка промышленных сточных вод. – К.: Техника, 1974. – 257с.

					РМ.00.01.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Література		
Розроб.		Руснакова Т.В					
Перевір.		Блінова Н.К					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Суворін О.В.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					СНУ ім. В. Даля ПЕО-19 зМ		

25. Хенце М. и др. Очистка сточных вод.- М: Мир, 2006. – 480с.
26. Гельфанд Е.Д. Основы биологической очистки сточных вод. – Архангельск. – 2012. - 12С.
27. Сидоров Л.П.Снигирева А.Н. Очистка сточных и промышленных вод. – Екатеринбург. Ур.ФУ – 2017. – 125С.
28. Блинова Н.К., Мажула Ю.В. Биодиагностика активного ила низконагружаемых аэротенках // Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції викладачів, аспірантів та студентів «Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку» 7-15 листопада 2016 р., С.136-138.
29. Свистунов Ю.А. Водоотведение и очистка сточных вод. Ч 2 Очистка сточных вод. // Учебное пособие. – Краснодар, Куб.ГАУ – 2008. – 133С.
30. Блінова Н.К., Кравченко О.В. Сучасні проблеми біологічної очистки стічних вод та шляхи їх вирішення
31. Горносталя В.А. Анализ моделей аэробной биологической очистки сточных вод.//Вісник НУВтаП.- 2013. – Вип 1 (61). – 79-84 с.
32. Строительные нормы и правила СНиП 2.04.03 – 85 Канализация. Наружные сети и сооружения.- М.: Стройиздат, 1985. –89с.
33. ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». – Київ, 2012. – 206с.
34. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. (Справочное пособие к СНиП). – М.: Стройиздат, 1990. – 192с.

					РМ.00.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		