

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий Інститут природокористування

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Шибки Олександра Андрійовича
(ПІБ)

академічної групи 183-19ск 1
(шифр)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»

на тему: «Удосконалення системи очищення стічних вод на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
Кваліфікаційної роботи	доц. Юрченко А. А.		
Розділів:			
Теоретичного	доц. Юрченко А. А.		
Практичного	доц. Юрченко А. А.		
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.		
Рецензент			
Нормоконтролер	ас. Грунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
« Дніпровська політехніка »

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачка кафедри ЕТЗНС

«__» _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студенту Шибка О. А. академічної групи 183-19ск 1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища
(офіційна назва)

на тему: «Удосконалення системи очищення стічних вод на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті»,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.22 р. №234-с.

	Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Теоретичний	Проаналізувати методи очищення стічних вод. Описати фізико-хімічні основи процесу біологічної очистки стічних вод, біотехнологічний процес, який відбувається в аеротенку, фактори, які впливають на інтенсивність і ефективність біологічного очищення стічних вод.	02.05.2022- 15.05.2022
2	Практичний	Вибрати основне технологічне обладнання. Прийняти конструкцію основного апарату – аеротенку і провести технологічні та конструктивні розрахунки вибраного обладнання.	16.05.2022- 05.06.2022
3	Охорона праці	Розробити заходи щодо охорони праці при роботі на об'єкті	06.06.2022- 09.06.2022

Завдання видано

Юрченко А. А.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Шибка О.А.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 80 стор., 5 рис., 9 табл., 41 літер. джерел.

Об'єкт розроблення: Удосконалення системи очищення стічних вод на Вільногірському гірничо-металургійному комбінаті.

Мета дипломної роботи: обґрунтування прийнятого біологічного методу очищення стічних на аеротенках, яке впливає на екологічний стан навколишнього середовища.

Приведено аналітичний огляд існуючих методів очищення стічних вод та обґрунтування прийнятого біологічного методу очищення стічних на аеротенках. Розглянуті фізико-хімічні особливості біохімічного методу очищення. Обґрунтована технологічна схема очищення, наведений її опис і параметри процесу.

Вибрано основне технологічне обладнання. Прийнято конструкцію основного апарату – аеротенку і проведено технологічні та конструктивні розрахунки вибраного обладнання. Новизна технічних рішень полягає у використанні попереднього уловлювання пилових домішок стічних вод перед потраплянням на аеротенк.

Зроблено відповідні креслення.

У розділі «Охорона праці» визначені небезпечні та шкідливі виробничі фактори на виробництві та підібрані необхідні індивідуальні засоби захисту.

Практичне значення роботи полягає у кардинальному підвищенні екологічної безпеки роботи на металургійних підприємствах.

МЕТАЛУРГІЙНІ ПІДПРИЄМСТВА, СТІЧНІ ВОДИ, БІОХІМІЧНЕ
ОЧИЩЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, АЕРОТЕНК, АЕРАЦІЯ,
МАТЕРІАЛЬНІ, КОНСТРУКТИВНІ РОЗРАХУНКИ

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Характеристика промислового підприємства	8
1.2 Характеристика природно-кліматичних умов району розміщення промислового об'єкту	10
1.3 Характеристика впливу промислового підприємства на стан об'єктів навколишнього середовища	12
1.4 Характеристика природоохоронних технологій та заходів, які реалізуються на підприємстві	15
1.4.1 Характеристика основних методів очистки стічних вод (механічні, фізико-хімічні, біологічні)	15
1.4.2 Технологічна схема очисних споруд	20
1.4.3 Обґрунтування обраного біологічного методу очищення стічних вод	20
1.4.4 Вибір параметрів технологічного режиму	26
1.4.5 Опис технологічної схеми виробництва	27
2 ПРАКТИЧНИЙ РОЗДІЛ	29
2.1 Опис існуючих способів вирішення проблеми, формулювання технічних завдань	29
2.1.1 Обґрунтування прийнятої конструкції проектного апарату (аеротенку)	29
2.1.2 Конструктивний розрахунок аеротенку	33
2.2.2 Система управління технологічним процесом очищення стічних вод	38
2.3 Розроблення нового технічного рішення, спрямованого на поліпшення екологічних умов	39
2.3.1 Вибір и обґрунтування прийнятого технологічного обладнання	39
2.3.2 Розрахунок прийнятого технологічного обладнання	43

	5
2.3.2.1 Розрахунок решіток з механізованим очищенням	43
2.3.2.2 Розрахунок горизонтальної пісколовки з круговим рухом води	45
2.3.2.3 Вибір і розрахунок первинного радіального відстійника	47
2.3.2.4 Вибір і розрахунок вторинного радіального відстійника	49
2.3.2.5 Специфікація устаткування	50
2.3.3 Компонування обладнання	51
3 ОХОРОНА ПРАЦІ	56
3.1 Характеристика об'єкта, що проектується, та місця його розташування	56
3.2 Характеристика небезпечних та шкідливих виробничих факторів	56
3.3 Оцінка пожежо та вибухонебезпеки проектного об'єкта	59
3.4 Заходи зі створення безпечних та здорових умов праці, передбачені проектом	62
ВИСНОВКИ	73
ДОДАТОК А Відгук керівника кваліфікаційної роботи	77
ДОДАТОК Б Зовнішня рецензія	78
ДОДАТОК В Довідка про результати перевірки на присутність запозичень	79
ДОДАТОК Д Відгуки керівників розділів	80

ВСТУП

В наш час в місті із зростанням населення ростуть і його потреби в продукції, яка відповідала б не тільки стандарту якості, але також і екологічним стандартам, метою яких є зменшення або повне виключення забруднення навколишнього середовища під час виробництва того або іншого продукту.

Один з найбільш небезпечних наслідків «виробництва благ» – це забруднення і виснаження водних ресурсів Землі.

Висока концентрація промислового, сільськогосподарського виробництва, транспортної інфраструктури у поєднанні із значною щільністю населення створили величезне навантаження на біосферу – найбільшу у Європі.

Водоймища забруднюються, в основному, в результаті спуску в них стічних вод від промислових підприємств і населених пунктів. Через скидання стічних вод змінюються фізичні властивості води (підвищується температура, зменшується прозорість, з'являються забарвлення, присмаки, запахи); на поверхні водоймища з'являються плаваючі речовини, а на дні утворюється осад; змінюється хімічний склад води (збільшується зміст органічних і неорганічних речовин, з'являються токсичні речовини, зменшується зміст кисню, змінюється активна реакція середовища і ін.); змінюється якісний і кількісний бактерійний склад, з'являються хвороботворні бактерії. Забруднені водоймища стають непридатними для питного, а часто і для технічного водопостачання; втрачають рибогосподарське значення і т.д.

Виробничі стічні води забруднені в основному відходами і викидами виробництва. Кількісний і якісний склад їх різноманітний і залежить від галузі промисловості, її технологічних процесів; їх ділять на 2 основні групи: неорганічні домішки, що містять, в т.ч. токсичні, і отрути [1].

Металургійні підприємства являються крупними джерелами утворення великих кількостей забруднених стічних вод [2].

Стічні води збагачувального виробництва є дуже токсичними і їх треба обов'язково очищати. Для цього необхідно проводити фізико-хімічне та біологічне очищення.

За останні роки в нашій державі відбулися суттєві зміни структури виробництва, перехід на економічні важелі управління, зміна нормативної бази, в тому числі й тієї, що стосується охорони водних ресурсів від забруднення стічними водами. При проектуванні, будівництві та експлуатації очисних станцій на перший план виходять вимоги скорочення витрат на очистку при безумовному забезпеченні необхідної якості очищених стічних вод. Вирішення цих завдань неможливе без застосування ефективних технологій, споруд і обладнання для очистки стічних вод і обробки осадів.

Існуючі методи очищення води дуже різні як за досяжною ефективністю, так по капітальних і експлуатаційних витратах, що вимагаються для їх здійснення. Вибір раціонального способу очищення повинен здійснюватися з урахуванням цих обставин за обов'язкової умови детального ознайомлення з виробництвом [3].

Метою роботи є розробка проекту є удосконалення системи очищення газопилових викидів та стічних вод на виробничому підприємстві «Вільногірський ГМК» ДП «Об'єднана гірничо-хімічна компанія».

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика промислового підприємства

Вільногірський гірничо-металургійний комбінат (рис. 1.1) – гірничо-збагачувальне і металургійне підприємство в Дніпропетровській області України, яке працює на базі Малишевського (Самотканського) розсипного родовища ільменіт-рутил-цирконієвих пісків, відкритого в 1954 році. Сам комбінат був заснований у 1956 році. Експлуатація родовища і виробництво ільменітового, рутилового і цирконової концентратів здійснюється з 1961 року.

Родовище приурочене до відкладів сарматського ярусу Полтавської серії неогенового віку. Рудоносні піски залягають субгоризонтально і перекривають розмиту поверхню глауконітових пісків Харківського ярусу палеогенового віку.

Гірничі роботи на родовищі розпочаті в 1962 році. У міру відпрацювання запасів відстань між діючими кар'єрами і Вільногірським ГЗК поступово збільшується. Головними породоутворюючими мінералами пісків Полтавської серії є кварц і хлорит, другорядними польові шпати і гідрослюди.

Вільногірський гірничо-металургійний комбінат входить до складу Об'єднаної гірничо-хімічної компанії (ОГХК).

Державне підприємство «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» почала свою діяльність у серпні 2014 року, коли уряд України вирішив передати йому в управління майнові комплекси Вільногірського гірничо-металургійного комбінату та Іршанського гірничо-збагачувального комбінату.

Розробка ведеться кар'єрним способом з використанням роторного комплексу. Транспортують рудні піски за допомогою стрічкових конвеєрів і гідротранспорту; розкривні породи – конвеєрами і автотранспортом.

Збагачувальне виробництво в своєму складі має фабрику зневоднення і збагачення, і саме збагачувальне виробництво, яке включає дезінтеграцію і

знешламлювання, гравітаційне збагачення, сучку, поділ колективного концентрату з використанням електричних і магнітних методів збагачення.

Завдяки реконструкції збагачувального виробництва в 1974-1980 роках вдалося довести потужність підприємства до 200 тисяч тонн на рік ільменітового концентрату.

Основними продуктами збагачення комбінату є:

- рутиловий (більше 95% TiO_2) концентрат;
- ставролітовий концентрат;
- ільменітовий (більше 63% TiO_2) концентрат;
- дистен-сілліманітовий концентрат;
- цирконові концентрати.



Рисунок 1.1 – Карта-схема району розташування Вільногірського гірничо-металургійного комбінату та його промислового майданчика [4]

1.2 Характеристика природно-кліматичних умов району розміщення промислового об'єкту

Дана територія по геоморфологічному районуванню класифікується (по спаданню таксонів) як Азовсько-Придніпровська височина, Запорізька рівнина на неогеновій основі, Самарська терасова рівнина.

Генетичний тип поверхні – акумулятивний. Структурно-геологічна основа морфогенетичного типу рельєфу – палеоген-неогенова пластово-покривна. В даному районі основними типами рельєфу є: в долинах – акумулятивні алювіальні заплавні тераси рівнин, на вододільних просторах – височинні льосові розчленовані рівнини позальодовикових областей.

За фізико-географічним районуванням територія приурочена (по спаданню таксонів) до південно-західної частини Східно-Європейської рівнини, степової зони, північної підзони, Лівобережно-Дніпровської північно-степової провінції, Запорізької області Придніпровської низовини.

Основними ландшафтами є: в долинах річок – заплавні ландшафти рівнин, плавневі і луково-степові, на терасах і схилових поверхнях – степові низовинні рівнини з потужним антропогеновим покровом на палеогенових піщано-глинистих відкладеннях (терасові льосові рівнини з чорноземами звичайними середньогумусними), на вододільних просторах – слаборозчленовані низовинні рівнини з чорноземами звичайними середньогумусними.

Згідно гідрологічного районування, територія віднесена (по спаданню таксонів) до рівнинної частини України, зоні недостатньої водності, Сіверськодонецько-Дніпровської області недостатньої водності. Поверхневі води представлені переліком періодично діючих водотоків, які приурочені до ярів і балок. Річка Самара характеризується нерівномірністю витрат і різким коливанням рівню води за порами року [5].

Кліматичні характеристики території є одним з основних чинників, що визначають її функціонування. Зима на описуваній площі починається, як

правило, в двадцятих числах листопада і триває близько 120–130 днів.

Температура повітря характеризується найбільшою мінливістю в порівнянні з іншими сезонами року. Особливостями зим є відлиги. Початок весни найчастіше припадає на середину березня з переходом середньодобової температури повітря через 0 °С.

Найкоротшим періодом року є весна і триває близько 125-130 днів. Літо обмежене датами періоду середньодобової температури повітря через 15 °С, період її підвищення і зниження приходить на початок травня і середину вересня.

Восени збільшуються тумани, настає похмура погода з опадами і іноді ожеледдю. Характерний великий перепад добових температур. Річний радіаційний баланс території – 43 ккал/см². Сумарна сонячна радіація за рік – 105 ккал/км². Число годин сонячного сяйва за рік – 2000.

Середня річна температура повітря +8,5 °С. Середня річна температура найхолоднішого місяця (січня) –6 °С, абсолютний мінімум температури –34 °С. Середня температура самого теплого місяця (липня) – +21,5 °С, максимум +39 °С. Нормативна глибина промерзання ґрунту – 0,9 м.

Вітровий режим обумовлений загальноциркуляційними факторами, рельєфом місцевості та нерівністю поверхні. Середньорічна швидкість вітру 3,6 м/с. Найбільші швидкості вітру спостерігаються в зимові місяці.

За кількістю опадів територія - недостатньо зволожена. В середньому за рік випадає 440 мм, з яких в теплий період – 300 мм. Число днів зі сніговим покривом – 75. Відносна вологість повітря в липні в 13 годин – 54%, в січні в 13 годин – 86%. Кількість суховіїв в теплий період – 10 градусів (максимально 30 градусів) буває 1–2 рази на рік (максимально 5). Число днів на рік з грозою – 20, туманів – 68 днів, хуртовин – 12, ожеледиці – 10 (максимально 20).

Пануючий напрямок вітрів східний та північно-східний. Середньорічна швидкість вітру – 5,5 м/с. Максимальна швидкість вітру – 34 м/с. В середньому за рік спостерігається: гроз – 27, туманів – 70, хуртовин – 13, ожеледиці – 12. Найбільша кількість днів з градом на рік – 5, із суховієм – 35.

Район розташування Вільногірського гірничо-металургійного комбінату представляє собою антропоізований ландшафт з присутністю промислових об'єктів, автомобільних і залізних доріг, порушених земель, територій, зайнятих садово-городніми товариствами, нагульними ставками, штучним хвойним лісом, а також територією житлової забудови міста Вільногірськ.

Природна рослинність в межах гірничо-металургійного комбінату збереглася по схилах і долинах балок, переважають різнотравно-злакові асоціації. Ці угіддя використовуються для випасу худоби.

Деревна рослинність представлена культурними садами в населених пунктах і захисними лісосмугами.

Тварини, що живуть в степовій зоні, пристосовані до життя серед відкритих просторів, в лісосмугах сформувалася фауна, яка містить степові види тварин і птахів.

1.3 Характеристика впливу промислового підприємства на стан об'єктів навколишнього середовища

Родовище приурочене до відкладів сарматського ярусу Полтавської серії неогенового віку. Рудоносні піски залягають субгоризонтально і перекривають розмиту поверхню глауконітових пісків Харківського ярусу палеогенового віку.

Головними породоутворюючими мінералами пісків Полтавської серії є кварц і хлорит, другорядними – польові шпати і гідрослюди.

Видобування рудних пісків кар'єрним способом супроводжується порушенням природної рівноваги і стійкості гірського масиву, проникненням води в кар'єрні виробки і розвантаженням водоносних горизонтів.

Особливістю видобування рудних пісків кар'єрним способом є те, що вся геологічна товща, піддається техногенним порушенням, видимим проявом яких є зняття земної поверхні.

При видобуванні рудних пісків кар'єрним способом масив геологічної

товщі порід і земна поверхня, а також споруди на ній знаходяться в механічному стані: динамічному, статичному порушеного і непорушеного масиву.

В результаті видобуванні рудних пісків безперервно порушується геологічна товща гірських порід і земна поверхня.

Динамічний і статичний стан геологічної товщі призводять до численних техногенних явищ, які мають шкідливий вплив на навколишнє природне середовище.

Основними джерелами виділення забруднюючих речовин в атмосферу від основної промплощадки Вільногірського ГМК є:

- технологічні роторні комплекси. В результаті транспортування і розвантажувально-навантажувальних робіт в атмосферу викидається породний пил;

- породні відвали є джерелами пиловиділення в процесі формування і здування пилу з поверхні.

- котельня, що працює на вугіллі, служить для постачання тепла на об'єкти ГМК. В результаті роботи котельні в атмосферу викидаються вуглецю окис, азоту окисид, азоту двоокис, сірчистий ангідрид і неорганічний пил;

- збагачувальне виробництво в своєму складі має фабрику зневоднення і збагачення, і саме збагачувальне виробництво, яке включає дезінтеграцію і знешламлювання, гравітаційне збагачення, сушку, поділ колективного концентрату з використанням електричних і магнітних методів збагачення;

- допоміжні служби.

Коротка характеристика і кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу, наведені в табл. 1.1.

Збагачувальне виробництво в своєму складі має фабрику зневоднення і збагачення. В результаті одним з видів впливу на навколишнє середовище є скидання стічних вод в гідрографічну мережу.

Основними категоріями стічних вод проммайданчика є [2]: побутові стоки, виробничі стоки, злизові стоки.

Таблиця 1.1 – Характеристика і кількість шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу

Джерела виділення забруднюючих речовин	Виділення та викиди забруднюючих речовин			
	Найменування забруднюючих речовин	г/с	мг/м ³	т/рік
Роторні комплекси	Пил породний	0,05	–	1,71
Котельня	Пил неорг., вміщує SiO ₂	3,77	–	53,5
	Вуглецю окис	3,35	–	47,6
	Ангідрид сірчистий	11,3	–	160,5
	Азоту двоокис	0,132	–	1,88
	Азоту окис	1,188	–	16,92

Побутові стоки надходять в приймальний резервуар і далі перекачуються на очисні споруди повної біологічної очистки міста Вільногірська.

Виробничі стоки проходять очистку і знезараження на очисних спорудах, а потім направляються в ставок-відстійник.

Зливові води збираються в резервуари, після чого насосом перекачуються в ставок-відстійник.

Вплив на водні ресурси в гірничодобувній промисловості відбувається внаслідок зсуву земної поверхні спільно з поверхневими водами і геологічної водовміщуючою товщею. Воно проявляється в наступному [7]:

- вплив на гідродинамічний стан поверхневих вод і водовміщуючу геологічну товщу при проходженні динамічної мульди зрушення;

- вплив на гідростатичний стан водовміщуючої товщі і поверхневих вод на порушеній площі кар'єру;

- вплив на гідростатичний стан водовміщуючої товщі непорушеної гірничими роботами площі кар'єру шляхом зміни гідравлічних напірних градієнтів між водоупорами порушеного і непорушеного масивів.

У підземних водоносних горизонтах відбуваються такі процеси:

– утворення тріщин і розривів в мезокайнозойських відкладеннях і підвищена фільтрація підземних вод водоносних горизонтів в кар'єр при динамічних впливах на водне середовище;

– зневоднення водоносних горизонтів при порушенні гірничими роботами площі кар'єру;

– зміна градієнтів напору в результаті різної величини осідання водотривів.

Для поверхневих вод характерно наступне [8]:

1. Просідання поверхні і перетікання ґрунтових вод в осівшу мульду зрушення, накопичення в ній атмосферних опадів, заболочування ділянки.

2. Зміна градієнтів напору переміщення поверхневих вод в результаті зміни рівня водотривів.

3. Зміна режиму і висоти зони аерації.

4. Зміна режиму ґрунтових вод у зв'язку зі зміною висоти аерації при зрушенні земної поверхні.

Межі впливу гірничих робіт і виробничої діяльності Вільногірського ГМК на водне середовище по глибині обмежуються глибиною розробки кар'єру.

Межею зони впливу по поверхні є розміри кар'єру ГМК.

Діяльність Вільногірського ГМК впливає на гідрохімічні і гідрогеологічні режими підземних і поверхневих.

1.4 Характеристика природоохоронних технологій та заходів, які реалізуються на підприємстві

1.4.1 Характеристика основних методів очистки стічних вод (механічні, фізико-хімічні, біологічні)

Всі методи очищення стічних вод можуть бути розділені на деструктивні і регенеративні [9].

Під деструктивними розуміють такі методи, при яких забруднюють воду речовини, що піддаються руйнуванню. Утворені продукти розпаду видаляються з води у вигляді газів або опадів або залишаються в розчині, але вже в знешкодженому вигляді. Найчастіше це відбувається при використанні природних або штучних окисних процесів.

Регенеративні методи вирішують дві задачі: очищення стічних вод і утилізацію цінних речовин. Практично нерідко доводиться зміщати обидві групи методів, а також проводити стадії попереднього очищення і доочищення.

У всіх випадках очищення стоків першою стадією є механічні методи, призначені для видалення суспензій і дисперсно-колоїдних частинок. До них відносяться: проціджування на решітках і ситах; відстоювання в пісколовках, відстійниках і нафтопастках; освітлення в освітлювачах із шаром зваженого осаду і контактних; центрифугування в гідроциклонах; фільтрування через фільтруючі перегородки або зернисті матеріали.

Значно більш складні методи доводиться застосовувати для очищення води від колоїдних і тим більше розчинених частинок. Вибір методу залежить від того, в якому стані знаходиться речовина – колоїдному, молекулярному або дисоційованому на іони.

Для видалення колоїдних частинок використовують фізико-хімічні методи – флотацію, коагуляцію і флокуляцію, що порушують кінетичну стійкість цих частинок [9].

Фізико-хімічні методи застосовуються також для видалення розчинених домішок. Для речовин, що знаходяться в молекулярному стані, успішно використовуються різні сорбенти, десорбція аерування, екстракція, дистиляція, мембранні методи. Для вилучення речовин, дисоційованому на іони, придатні іонний обмін, зворотний осмос, магнітна обробка води.

Хімічні методи очищення є деструктивними, але найбільш вивченими і до сих пір широко застосовуються через високий ступінь очищення. До них можна віднести використання реакцій хімічної взаємодії при об'єднанні різних

стоків (найчастіше з метою нейтралізації кислих і лужних стічних вод, а в деяких випадках з метою видалення містяться в стоках компонентів у вигляді малорозчинних сполук), окислювально-відновні процеси (хлорування, озонування, окислення киснем повітря і ін.).

Біохімічні методи засновані на життєдіяльності мікроорганізмів, які сприяють окисленню або відновленню органічних речовин, що знаходяться в стічних водах у вигляді тонких суспензій, колоїдів або в розчиненому стані і є для мікроорганізмів джерелом харчування і дихання, в результаті чого і відбувається видалення зазначених забруднень. Біохімічне очищення може здійснюватися в природних і штучних, в аеробних і анаеробних умовах, застосовується для глибокого очищення стічних вод [10].

На практиці доводиться зазвичай застосовувати комбінацію зазначених методів.

Існуючі методи очищення води дуже різні як за досяжною ефективністю, так по капітальних і експлуатаційних витратах, що вимагаються для їх здійснення. Вибір раціонального способу очищення повинен здійснюватися з урахуванням цих обставин за обов'язкової умови детального ознайомлення з виробництвом.

Виробничі стічні води в залежності від виду забруднюючих речовин та їх концентрації, а також від кількості стічних вод і місць їх утворення відводяться загальним або декількома самостійними потоками. Доцільність поділу або об'єднання окремих потоків є одним з найбільш актуальних питань, від правильного вирішення якого залежить кошторисна вартість будівництва і витрати на експлуатацію очисних споруд, надійність охорони водою від забруднення і рентабельність основного виробництва [2].

Недоцільно об'єднання стічних вод, що містять значну кількість механічних домішок мінерального походження, з побутовими стічними водами. Таке об'єднання ускладнює технологію очищення, перешкоджає можливості повторного використання виробничих стічних вод і вилучення з них цінних домішок.

Використання біологічних методів для очистки стічних вод ґрунтується на здатності різних груп мікроорганізмів використовувати органічні забруднення стічних вод в якості продуктів харчування, в результаті чого вони отримують енергію для своєї життєдіяльності і конструктивний матеріал для відтворення власних клітин, а стічна вода звільняється від цих забруднень. Ідея біологічної очистки стічних вод запозичена людиною у природи, де постійно відбуваються складні процеси розкладу органічних речовин за участю різноманітних організмів. Тому будь-яка споруда для біологічної очистки стічних вод являє собою обмежену у просторі своєрідну екологічну систему з певними умовами існування і сформованим для цих умов характерним біоценозом.

Розклад органічних речовин в процесі біологічної очистки може відбуватись в аеробних і анаеробних умовах. Аеробні процеси звичайно використовуються для окислення забруднень, які лишаються у стічних водах після відстоювання, а саме: розчинних, колоїдних і тонкодиспергованих органічних домішок [10].

Аеробна біологічна очистка стічних вод може здійснюватись у природних умовах, а також в умовах, близьких до природних, і у штучно створених умовах.

Прикладом біологічної очистки стічних вод у природних умовах є процес самоочищення поверхневих вод. Головною умовою при цьому є те, щоб кількість забруднень, які надходять у водойму при скиданні у неї стічних вод, не перевищувала здатність водойми до самоочищення. У наш час такий метод природної біологічної очистки використовується лише при скиданні у водойми стічних вод, вже біологічно очищених у штучних умовах, для надання їм властивостей, близьких до природних вод.

Біологічна очистка в умовах, близьких до природних, полягає у пристосуванні за допомогою технічних засобів природних біоценозів ґрунтів чи водойм до приймання стічних вод і природного біологічного окислення органічних речовин, що містяться у стічних водах. Споруди для біологічної

очистки стічних вод в умовах, близьких до природних, поділяють на споруди, в яких відбувається фільтрування очищуваних стічних вод через шар ґрунту (поля фільтрації і поля зрошування), і на споруди, що являють собою водойми (біоставки), заповнені протікаючою очищеною стічною водою.

У спорудах першого типу надходження кисню відбувається головним чином за рахунок його безпосереднього поглинання мікроорганізмами з повітря.

У спорудах другого типу надходження кисню відбувається головним чином за рахунок реаерації чи штучної аерації. Однак невисока інтенсивність природних біохімічних процесів, велика площа споруд і кліматичні умови обмежують широке застосування методів біологічної очистки стічних вод на полях фільтрації, полях зрошування і у біоставках.

До споруд аеробної біологічної очистки у штучно створених умовах відносяться біофільтри і аеротенки. Принцип очистки стічних вод у цих спорудах той самий, що лежить в основі природних методів очистки. Однак екологічні системи біофільтрів і аеротенків суттєво відрізняються від природних аналогів екстремальними умовами існування біоценозів, а саме високою концентрацією органічних речовин і високою щільністю біонаселення. Крім цього, штучні екосистеми біофільтрів і аеротенків суттєво відрізняє можливість підтримання в них оптимальних умов життєдіяльності організмів біоценозу (навантаження по органічних речовинах, температура, рН, кількість розчиненого кисню, відсутність токсичних домішок тощо). Усе це, разом узятє, забезпечує високу інтенсивність біохімічних процесів у цих спорудах.

В біофільтрах імітуються (у тій чи іншій мірі) процеси природної очистки стічних вод у ґрунті. Активна біомаса, що називається біоплівкою, у вигляді тонкого слизистого шару обволікає окремі елементи завантаження біофільтру із гальки, гравію керамзиту, пластмаси тощо. Проходячи зверху-вниз, стічна вода тонким шаром обтікає матеріал завантаження, контактуючи з біоплівкою. Повітря надходить у тіло біофільтра завдяки природній тязі чи нагнітається вентиляторами [11].

В аеротенках імітуються процеси природного самоочищення води у водоймах. Біоценоз аеротенків носить назву активного мулу. Невеликі за розміром пластівці активного мулу підтримуються в аеротенках у вільноплаваючому стані за допомогою повітря, яке подається у споруду повітрорудками, вентиляторами чи компресорами, і є одночасно джерелом кисню для мікроорганізмів активного мулу.

Таким чином, аеробні процеси біологічної очистки стічних вод здійснюються:

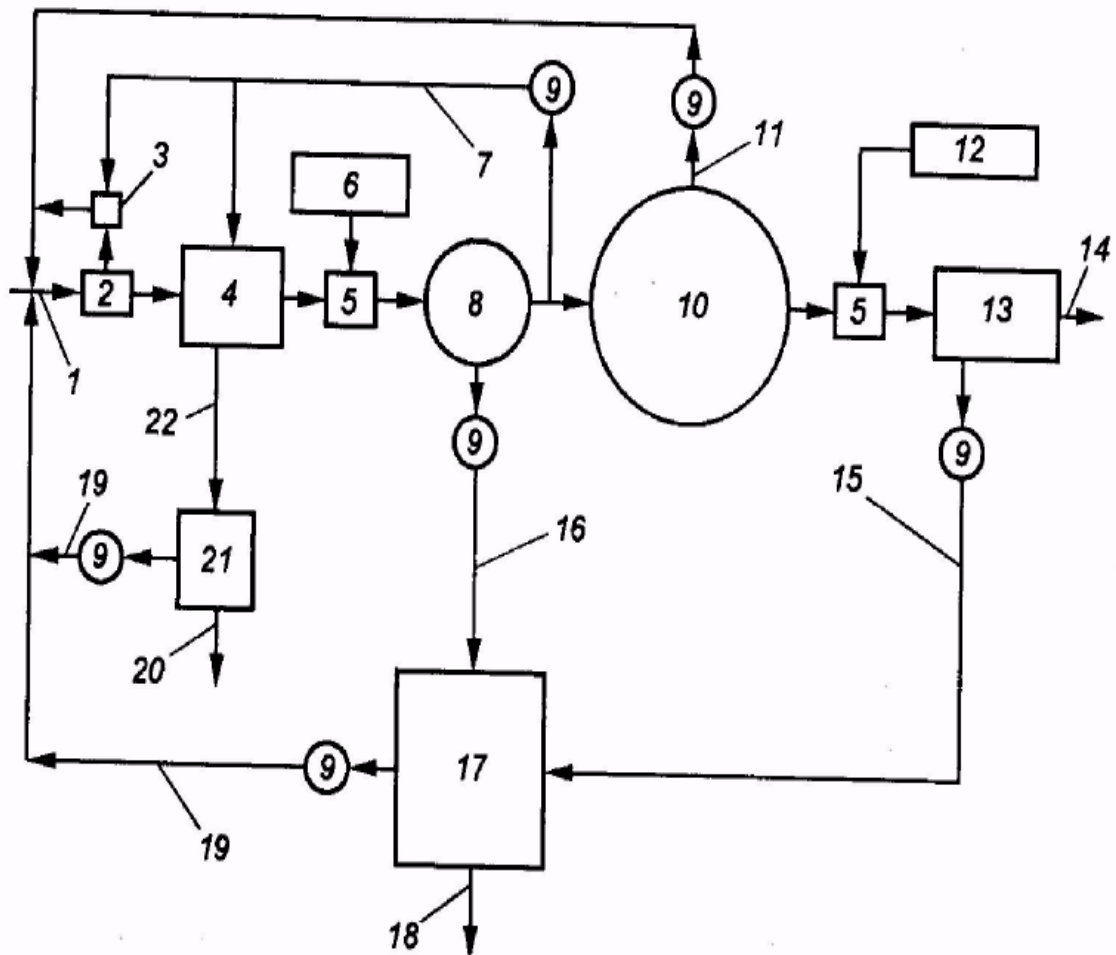
1. В умовах, близьких до природних – на полях фільтрації, полях зрошування і у біоставках;
2. У штучно створених умовах – на біофільтрах і в аеротенках.

Анаеробні біохімічні процеси використовуються переважно для розкладу осаду стічних вод й іноді в якості попереднього ступеня очистки висококонцентрованих виробничих стічних вод. Спосіб анаеробної обробки осаду стічних вод називається зброджуванням і здійснюється у септиках, перегнивачах, двоярусних відстійниках і метантенках [10].

1.4.2 Технологічна схема очисних споруд

На рисунку 1.2 наведена технологічна схема фізико-хімічної очистки промислових стічних вод. Стічні води, що пройшли решітки і піскоуловлювачі, надходять у змішувач, куди дозуються розчини реагентів. Застосування реагентів сприяє укрупненню завислих речовин, інших забруднень і таким чином забезпечує більш глибоке освітлення стічних вод. Для додаткового освітлення стічних вод їх подають на фільтри із зернистим завантаженням. Заключним етапом в обробці стічних вод перед скидом в водойму є їх знезаражування [9].

Осад, що вивантажується з відстійника, має високу вологу. Для зневоднення осаду застосовують фільтр-преси, вакуум-фільтри або центрифуги. Зневоднений осад може піддаватись сушінню у різноманітних сушарках [9].



1 – очищені стічні води; 2 – решітка; 3 – дробарка; 4 – піскоуловлювач;
 5 – змішувач; 6 – реагентне господарство; 7 – технічна вода; 8 – відстійник
 (освітлювач чи флотаційна камера); 9 – насосна станція; 10 – фільтр; 11 – промивна вода;
 12 – хлораторна; 13 – контактний резервуар; 14 – очищені стічні води; 15 – осад з
 контактного резервуару; 16 – реагентний осад; 17 – споруди для зневоднення осаду; 18 –
 зневоднений осад; 19 – дренажна вода; 20 – зневоднений пісок; 21 – пісковий майданчик;
 22 – піщана пульпа

Рисунок 1.2 – Технологічна схема фізико-хімічної очистки стічних вод

1.4.3 Обґрунтування обраного біологічного методу очищення стічних вод

Очищення стічних вод та використання очищених вод промислового водопостачання здійснюють із такою метою:

- зменшення забору води з джерел водопостачання переходом на нову технологію виробництва із заміною водомістких процесів безводними або маловодними, наприклад, застосування повітряного охолодження замість водяного;
- переходу на замкнені системи водопостачання і водовідведення;
- підвищення коефіцієнта оборотного водопостачання і повторного використання води у виробництві;
- впровадження нових методів очищення стічних вод на локальних установках, загальнозаводських і районних очисних спорудах, які передбачають вилучення та утилізацію цінних продуктів і відходів виробництва й використання очищеної води;
- раціонального розміщення нових та реконструкції діючих промислових підприємств і споруд для очищення стічних вод [10].

Для промислового водопостачання можна використовувати відпрацьовані промислові й комунально-побутові води після їх очищення та знезараження.

Потрібно прагнути до укрупнення споруд для очищення стічних вод там, де це можливо, оскільки витрати на будівництво таких споруд значно менші, ніж у разі спорудження великої кількості споруд малої пропускної здатності. Запровадження регіональних і побутових стічних вод включає спільні очисні споруди, каналізаційну мережу з насосними станціями, що сполучає ці споруди з промисловими підприємствами і населеними пунктами регіону.

Ефективність очищення на регіональних станціях аерації значною мірою залежить від попереднього очищення стічних вод на промисловому підприємстві перед скиданням їх у міську каналізацію.

Здебільшого на промислових підприємствах має здійснюватися локальне очищення виробничих стічних вод перед скиданням їх у міську каналізацію, а на міських очисних спорудах — повне біологічне очищення. Для локального очищення потрібно видалити всі шкідливі речовини, які гальмують біохімічні процеси під час біологічного очищення на міській станції аерації [11].

Біологічне очищення дає змогу здійснити глибоке доочищення

виробничих стічних вод, яке забезпечує можливість їх повторного використання у виробництві. При цьому очищення доцільно проводити у великих районних очисних спорудах, база та експлуатація яких має вищий технологічний рівень, ніж невеликі очисні споруди на підприємствах.

Здатність мікроорганізмів біологічної плівки і активного мулу споживати сполуки різноманітного хімічного складу і їх висока адаптаційна спроможність до змінюваних умов зовнішнього середовища дозволяє ефективно очищувати стічні води від органічних сполук, що містяться у побутових стічних водах, а також від біологічно окислюваних речовин, що містяться у виробничих стічних водах. Нині біологічна очистка стічних вод в аеротенках є основним, найбільш ефективним та економічно доцільним методом очистки міських і багатьох категорій виробничих стічних вод [10].

Будівництво очисних станцій з аеротенками потребує лише близько 1% площі, необхідної для влаштування полів фільтрації, полів зрошення чи біологічних ставків. При їх експлуатації майже не виникають неприємні запахи, що має місце при експлуатації споруд для біологічної очистки в умовах, близьких до природних. Тому очисні станції з біофільтрами чи аеротенками використовуються у наш час для очистки стічних вод великих і середніх населених пунктів, а також для очистки стічних вод малих населених пунктів, розміщених на урбанізованій території. Споруди для біологічної очистки в умовах, близьких до природних, знайшли використання, головним чином, в населених пунктах, розміщених у сільській місцевості.

Нині біологічне очищення стічних вод на біофільтрах і в аеротенках є основним, найбільш ефективним та економічно доцільним методом очистки міських і багатьох категорій виробничих стічних вод. Для очищення стічних вод в проектованому виробництві обираємо метод біологічне очищення в аеротенках з попереднім механічним очищенням та відстоюванням стічних вод.

Проектована станція біологічного очищення стічних вод розрахована на прийом і обробку стічних вод від Вільногірського горно-металургійного комбінату [12].

Відведення стічних вод від міста здійснюється по самопливному колектору. Від промпідприємства комбінату стічні води перекачуються за допомогою насосної станції в самопливний колектор.

Ефективність біологічної очистки залежить від цілого ряду чинників, одні з яких піддаються зміні і регулювання в широких діапазонах, регулювання ж інших, таких, як наприклад, склад надходять на очистку стічних вод, практично виключено.

До основних факторів, що визначають пропускну здатність системи і ступінь очищення стічної води, відносяться: наявність кисню в воді, рівномірність надходження стічної води і концентрація в ній домішок, температура, рН середовища, перемішування, присутність токсичних домішок і біогенних елементів, концентрація біомаси та ін.

Найбільш сприятливі умови очищення полягають в наступному.

Концентрація в стічних водах, що очищаються біохімічним окисненням, не повинна перевищувати допустиму величину MK_6 або MK_{600} , яка встановлюється зазвичай дослідним шляхом. Стічні води з більш високою концентрацією необхідно піддавати розведенню [10].

Постачання споруд біохімічної очистки киснем повітря має бути безперервним і в такій кількості, щоб в очищеної стічної воді, котра виходить з вторинного відстійника, його було не менше 2 мг/л. Швидкість розчинення кисню у воді не повинна бути нижче швидкості його споживання мікроорганізмами. У початковий період окислення швидкість споживання кисню може в десятки разів перевищувати її в кінці процесу, вона залежить від характеру забруднення води і пропорційна кількості біомаси.

Оптимальною температурою для аеробних процесів, що відбуваються в очисних спорудах, вважається 20–30 °С, хоча температурний оптимум бактерій різних груп варіюється в широких межах, від –8 °С до +85 °С. Підвищення температури за межі фізіологічної норми мікроорганізмів призводить до їх загибелі, а зниження лише знижує активність мікроорганізмів. З підвищенням температури зменшується розчинність кисню

у воді, тому в теплу пору року треба проводити більш інтенсивну аерацію, а в зимовий – підтримувати більш високу концентрацію мікроорганізмів у циркулюючому мулі і збільшувати тривалість аерації.

Оптимальною реакцією середовища для значної частини бактерій є нейтральна або близька до неї, хоча є види, що добре розвиваються в кислому (гриби, дріжджі) або слаболужною середовищі (актиноміцети).

Для нормального процесу синтезу клітинної речовини, а отже, і для ефективного процесу очищення стічних вод повинна бути достатня концентрація всіх елементів живлення – органічного вуглецю (БПК), азоту, фосфору [13].

Крім основних елементів клітини (С, О, N, Н) для її побудови необхідні в незначних кількостях і інші компоненти - мікроелементи (Mn, Cu, Zn, Мо, Mg, Со і ін.). Вміст зазначених елементів в природних водах, з яких утворюються стічні, зазвичай досить для біохімічного окислення. Недолік азоту гальмує окислення органічних забруднень і призводить до утворення мулу, що важно осаджується. Нестача фосфору ініціює розвиток нитчастих бактерій, що є основною причиною спухання активного мулу, поганого осідання і виносу його з очисних споруд, уповільнення зростання мулу і зниження інтенсивності окислення.

Біогенні елементи найкраще засвоюються у формі сполук, в якій вони знаходяться в мікробних клітинах: азот – в формі NH_4^+ , а фосфор – у вигляді солей в фосфорних кислотах. При нестачі азоту, фосфору, калію в стічну воду вносять різні азотні, калійні і фосфорні добрива. Ці елементи містяться в побутових стічних водах, тому при їх спільному очищенні з промисловими стоками додавати біогенні елементи не треба.

Багато хімічних речовин можуть мати на мікроорганізми токсичну дію, що порушує їх життєдіяльність. Такі речовини, потрапляючи в бактеріальну клітину, взаємодіють з її компонентами і порушують їх функції, серед них: Sb, Ag, Cu, Со, Hg, Pb і ін.

Кількість зважених часток не повинно бути більше 100 мг/л для

біологічних фільтрів і 150 мг/л для аеротенків [9].

Інтенсивність і ефективність очищення стічних вод залежать не тільки від умов проживання мікроорганізмів, але і від їх кількості, тобто дози активного мулу, яка підтримується в аеротенках зазвичай рівний 2–4 г/л.

Підвищення концентрації мікроорганізмів в стічній воді дозволяє прискорити процес біологічного очищення, але при цьому одночасно необхідно збільшувати кількість розчиненого у воді кисню, що обмежена станом насичення, і покращувати умови масообміну.

При біологічному очищенні необхідно застосовувати «молодий» активний мул з віком 2–3 діб. Він не спухає, більш витривалий до коливань температури, рН середовища, дрібні пластівці його краще осідають. Важливою умовою поліпшення біологічної очистки та зменшення обсягу очисних споруд є регенерація активного мулу, що полягає в його аерації при відсутності живильного субстрату.

Для створення найбільш сприятливих умов масопередачі поживних речовин і кисню до поверхні мікробних клітин необхідно перемішування стічної води та активного мулу.

При цьому турбулізація рідини призводить до руйнування пластівців активного мулу, оновленню їх поверхні, кращому постачанню клітин поживними речовинами і киснем, створює більш сприятливі умови проживання мікроорганізмів [9].

1.4.4 Вибір параметрів технологічного режиму

Регламентні номінальні значення технологічних параметрів дозволяють проводити очищення стічної води в безаварійному режимі. В табл. 1.2 представлені параметри роботи обладнання відділення підготовки води для потреб виробництва.

Таблиця 1.2 – Основні параметри роботи очисних споруд [9]

Найменування споруд	Найменування показників						
	Швидкість руху	Час перебування	Час аерації,	Кіл-сть кисню на 1 м ³	Доза мула	Кіл-сть зворотнього мулу	Кіл-сть надлишк. мулу
Пісколовки	0,3 м/с	30 сек.					
Мулоущільнювачі	0,1 мм/с	10-12 год					4 г/л
Первинні відстійники	7 мм/с	1,5 год					
Аеротенки			11-12 год	7-8 м ³	4 г/л		
Вторинні відстійники	5 мм/с	1,5 год					
Контактні резервуари	9 мм/с	30 хв					

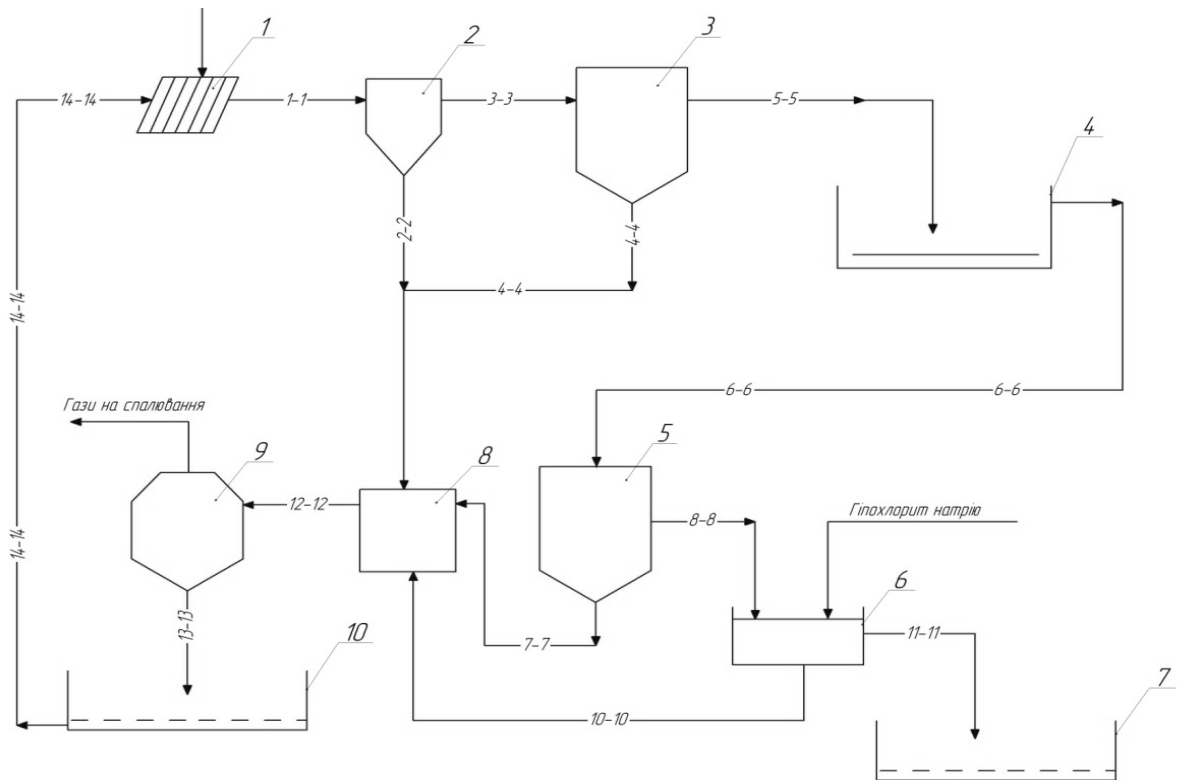
1.4.5 Опис технологічної схеми виробництва

На рис. 1.3 приведена схема біологічної очистки побутових і виробничих стічних вод [9].

Стічні води, пройшовши грати поз. 1, поступають на пісколовки поз. 2, після чого в первинні відстійники поз. 3.

На цьому механічне очищення стічних вод закінчується. Далі слідує біологічне очищення стічних вод. Воно проходить в аеротенках поз. 4 і вторинних відстійниках поз. 5. Після вторинних відстійників поз. 5 в освітлену воду перед контактними резервуарами поз. 7 додають гіпохлорит натрію для знезараження.

Пройшовши контактні резервуари поз. 6, очищена стічна рідина скидається в відстійно-накопичувальний ставок поз. 7. Вода з відстійника поз. 7 використовується для виробничих цілей.



1 – ґрати; 2 – пісколовки; 3 – первинний відстійник; 4 – аеротенк; 5 – вторинний відстійник; 6 – контактний резервуар; 7 – відстійно-накопичувальний ставок; 8 – насосна станція перекачування; 9 – метантенк; 10 – муловий майданчик

Рисунок 1.3 – Схема очищення стічних вод

Обробка осаду здійснюється таким чином: сирий осад з первинних відстійників поз. 3 і осідань з контактних резервуарів поз. 6 поступає в приймальну камеру насосної станції перекачування поз. 8, сюди ж поступає ущільнений надмірний активний мул з вторинних відстійників поз. 5. Потім суміш сирого осаду і надмірного активного мулу перекачується на метантенки поз. 9, де відбувається зброджування, і зброжений осад поступає на мулові майданчики для обезводнення поз. 10. Мулова вода, що утворюється при обезводненні осаду спрямовується в приямок перед будівлею ґрат поз. 1.

2 ПРАКТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Опис існуючих способів вирішення проблеми, формулювання технічних завдань

2.1.1 Обґрунтування прийнятої конструкції проектного апарату (аеротенку)

Основним обладнанням станції біологічного очищення води є аеротенк.

Аеротенками називають споруди, в яких в умовах безперервної штучної аерації здійснюється біологічна очистка стічних вод за допомогою вільноплаваючого активного мулу – біоценозу мікроорганізмів, головну роль в якому відіграють бактерії. Зовнішній вид активного мулу нагадує дрібні пластівці гідроксиду заліза чи алюмінію з кольором від світло-коричневого до темно коричневого і навіть чорного. Розміри пластівців коливаються від ледь помітних оком до 2-3 мм, а іноді й більше.

Аеротенки об'єднують велику групу біологічних окислювачів, різноманітних за технологічними та гідродинамічними режимами очистки стічних вод, конструкцією, типами використовуваних систем аерації, але принцип їх дії ґрунтується на здатності мікроорганізмів активного мулу до окислення органічних забруднень стічних вод [13].

Аеротенки-витиснювачі являють собою коридорні споруди, в яких кожна порція суміші очищуваних стічних вод і активного мулу проходить послідовну очистку без повного змішування з усім об'ємом мулової суміші, яка знаходиться в аеротенку. Вважається, що ефект витиснення проявляється при відношенні відстані від місця впуску очищеної води до кінця останнього коридору до ширини коридору не менше 30:1.

В аеротенках-витиснювачах ступінь очистки є функцією відстані, яку проходить дана порція стічних вод і активного мулу від початку аеротенк.

Якщо на початку споруди спостерігається перевантаження активного

мулу органічними речовинами й великий дефіцит кисню, то в її кінці відчувається нестача органічних речовин і надлишок кисню [14].

Таким чином, активний мул від початку до кінця аеротенка проходить всі фази свого розвитку. Такий режим роботи не може розглядатись як оптимальний, бо швидко змінювані умови існування мулу не дозволяють мікроорганізмам адаптуватись до окислення певного «спектру» органічних забруднень. Іншим недоліком аеротенків-витиснювачів є погіршення їх роботи при залповому надходженні забруднень чи токсичних для активного мулу домішок стічних вод. У цьому випадку порушується робота біоценозу активного мулу: він втрачає свою активність, «спухає» і внаслідок цього виноситься із вторинних відстійників. Аеротенк на тривалий період виходить з нормального режиму. Тому аеротенки-витиснювачі використовуються для очистки порівняно слабо забруднених міських і близьких до них за складом виробничих стічних вод ($BPK_{повн}$ до 500 мг/л).

Слід відмітити, що аеротенки-витиснювачі забезпечують ефективне розділення мулової суміші у вторинних відстійниках.

Аеротенки-змішувачі (аеротенки повного змішування) являють собою споруди, в яких порції очищуваних стічних вод і активного мулу майже миттєво перемішуються із всією масою мулової суміші, що знаходиться в аеротенку. До аеротенків-змішувачів відносяться аеротенки, обладнані механічними аераторами; відношення довжини таких споруд до ширини близьке до одиниці. Сюди ж відносяться аеротенки із розосередженим впуском суміші стічної води і активного мулу вздовж поздовжньої стінки аеротенка і таким же впуском із іншої сторони [9].

Закономірності процесу біологічної очистки стічних вод в аеротенку-змішувачі суттєво відрізняються від процесів, які відбуваються в аеротенку-витиснювачі. Якщо в аеротенку-витиснювачі бактерії проходять практично повний цикл свого розвитку, то в аеротенку-змішувачі вони підтримуються на певній фазі розвитку, адаптуються до складу забруднень очищуваних стічних вод, що забезпечує максимальну швидкість окислення забруднень.

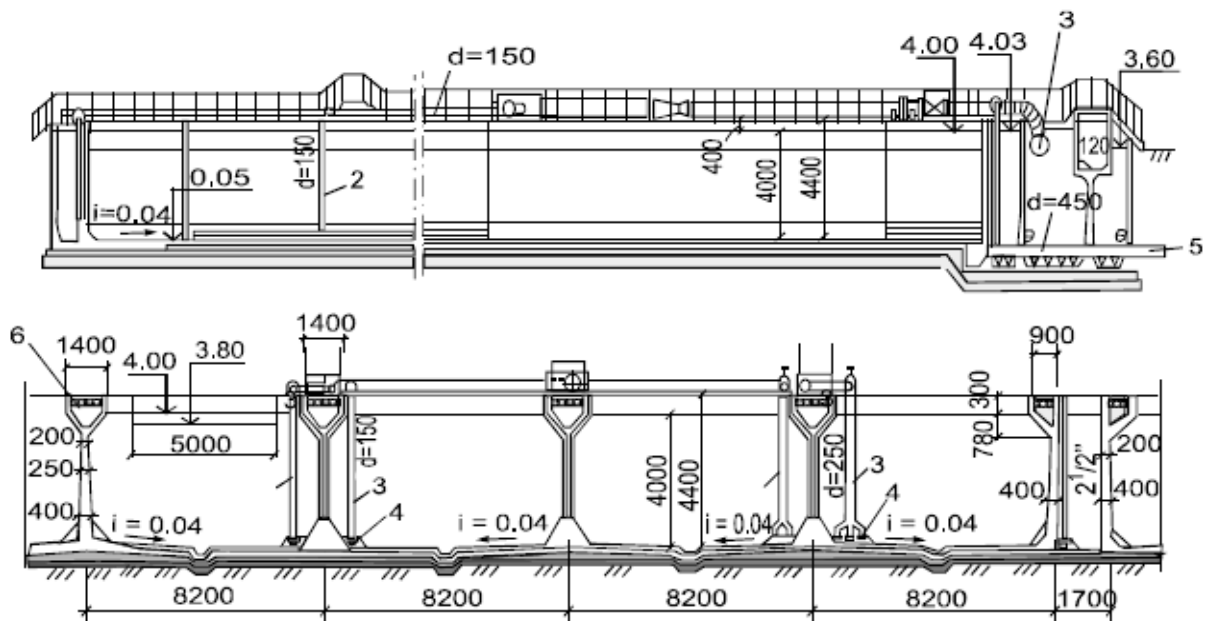
Швидке перемішування стічної води і рециркуляційного мулу із усією масою мулової суміші дозволяє рівномірно розподілити органічні забруднення і розчинений кисень, забезпечити роботу аеротенка при постійному навантаженні на активний мул. Швидке розбавлення очищуваних стічних вод практично очищеною водою, що міститься в аеротенку, дозволяє очищати стічні води з відносно високою концентрацією забруднень. З цієї ж причини аеротенки-змішувачі краще ніж аеротенки-витиснювачі реагують на різку зміну концентрації забруднень і навіть на наявність у стічних водах токсичних речовин. Виходячи з цих обставин, аеротенки-змішувачі доцільно використовувати для очистки висококонцентрованих виробничих стічних вод, а при очистці міських стічних вод – на першому ступені біологічної очистки перед аеротенками-витиснювачами чи біофільтрами [14].

До недоліків аеротенків-змішувачів слід віднести порівняно низьку швидкість окислення забруднень, яка для усієї споруди пропорційна БПК_{повн} очищених стічних вод. Крім цього в аеротенках-змішувачах існує можливість «проскоку» частини стічної рідини без достатньої очистки, а також гірше в деяких випадках розділення мулової суміші у вторинних відстійниках.

З усіх вище зазначених видів аеротенків вибираємо аеротенк-витиснювач відкритого типу, тому що він має ряд переваг, а саме: високий ступінь очищення стічних вод від органічних забруднень завдяки стадійності очищення, низький ступінь домішок у очищеній стічній воді.

Аеротенк – резервуар прямокутного перетину, що складається з 4-х коридорів. Усього три секції аеротенків. У кожній секції один коридор відведений під регенератор. Аеротенк працює за принципом змішувача. Конструкція аеротенка зображена на рис. 2.1 [14].

З огляду на відносну дешевизну, надійність та екологічну безпеку для очищення питної води у даному проекті обрано анаеробне біологічне очищення в аеротенках. Очищена питна вода відповідає санітарно-гігієнічним та господарчим нормативам і може використовуватися для міського водопостачання, так як досягається досить високий рівень очищення.



1 – верхній розподільчий канал стічних вод; 2 – стояки з фільтросами; 3 – магістральний трубопровід повітря; 4 – фільтросні пластини; 5 – трубопровід випорожнення; 6 – канал для пропуску освітлених стічних вод із верхнього розподілювального каналу в нижні

Рисунок 2.1 – Аеротенк

Здатність активного мулу до утворення пластівців має виключно важливе значення, оскільки дозволяє порівняно легко відділити його від очищених стічних вод відстоюванням (іноді флотацією) і повернути в аеротенк для біологічної очистки нових порцій стічної води, як це показано на рис. 2.2 [8].

При експлуатації аеротенків необхідно:

- строго стежити за рівномірністю розподілу по секціях стічної води й повітря; віком мулові;
- вчасно забирати плаваючі предмети, не допускати утворення мертвих зон;
- підтримувати задану концентрацію стічної рідини, активного мулові, вміст розчиненого кисню й відсоток повернення активного мулові;
- не допускати перерв у подачі повітря; контролювати безперебійну роботу механізмів і вимірювальних пристроїв;

- при зупинках і запусках вчасно видаляти воду з аераторів, для чого відкривають вентиля на повітряних стояках;
- усувати всі несправності;
- спостерігати за станом мулу [14].

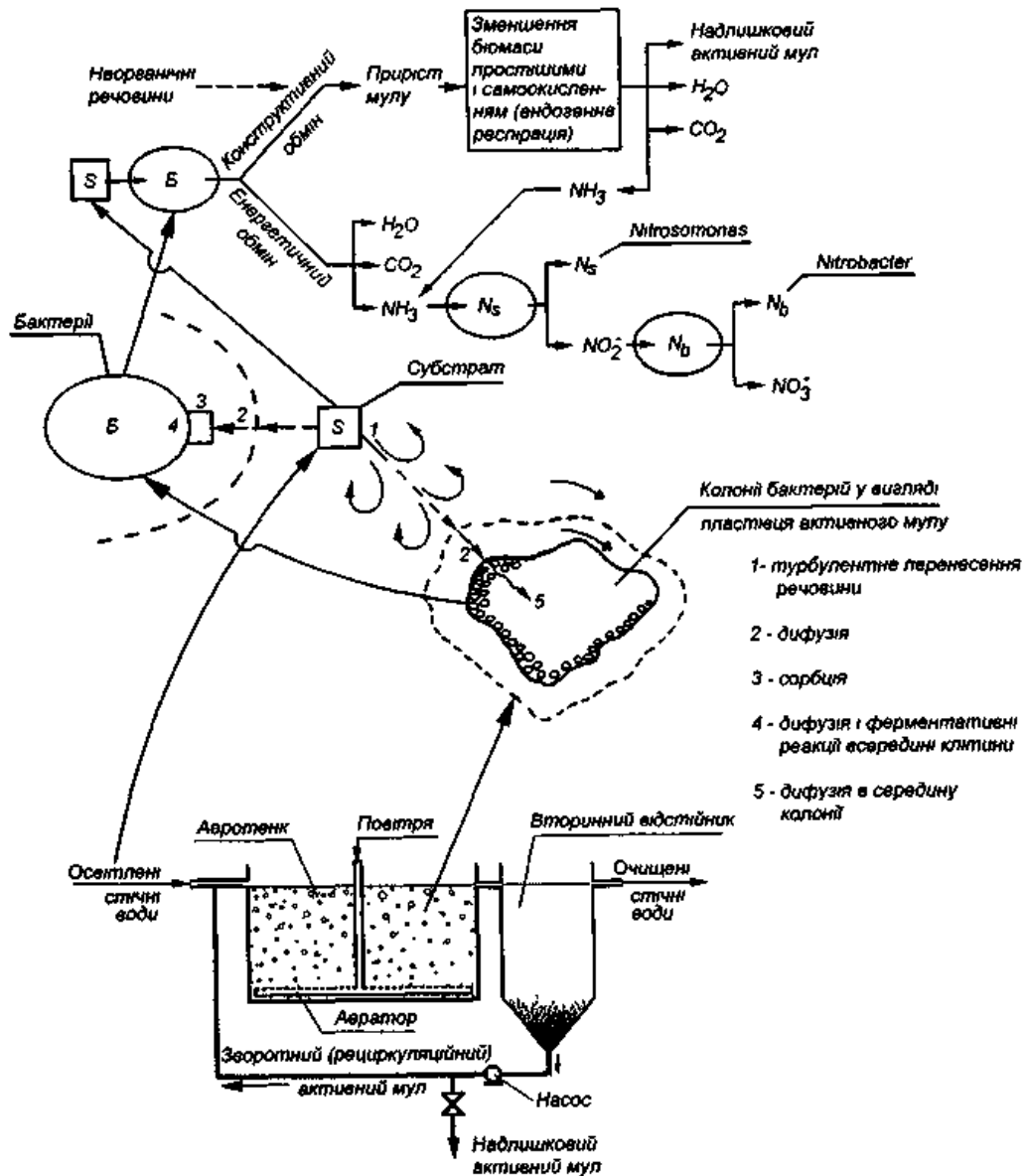


Рисунок 2.2 – Схема очистки стічних вод в аеротенках

2.1.2 Конструктивний розрахунок аеротенку

Конструктивний розрахунок аеротенку з регенератором проводимо за відомою методикою (СНіП 2.04.03-85) на основі вихідних даних за якісним і

кількісним складом стічних вод. Визначаються час перебування стічної води в аеротенку (період аерації) для заданого ступеня очищення, доза активного мулу в регенераторі, тривалість регенерації, обсяг аеротенку, площа і об'єм вторинного відстійника. Далі розраховується кількість завантаження (наприклад, за масою), що необхідно помістити в аеротенки, щоб закріпити на ній розрахункову кількість активного мулу. Встановлено, що оптимальне питома кількість активного мулу на завантаженні, при якому зберігаються задовільні умови масообміну, становить 0,3–0,4 кг/кг завантаження. Потім необхідна маса завантаження перераховується на її обсяг, який зіставляється з розрахунковим обсягом аеротенках [15].

Вихідні дані:

Година витрата стічних вод $q_w = 20 \text{ м}^3 / \text{годину}$;

БПК_{повн} стічної води, що надходить у аеротенк $L_{en} = 216 \text{ мг/л}$;

БПК_{повн} очищеної стічної води $L_{ex} = 15 \text{ мг/л}$;

Концентрація зважених речовини $C_{cdp} = 58 \text{ мг/л}$.

Для забруднених стічних вод за [11] визначаємо константи:

– максимальну швидкість окиснення $\rho_{max} = 85 \text{ мг БПК}_{\text{повн}} / (\text{г} \cdot \text{год})$;

– константу, що характеризує властивості забруднень $K_l = 33 \text{ мг БПК}_{\text{повн}} / \text{л}$;

– константу, що характеризує вплив кисню $K_0 = 0,625 \text{ мг O}_2 / \text{л}$;

– коефіцієнт інгібування $\varphi = 0,07 \text{ л/г}$;

– зольність активного мулу $s = 0,3$.

Дозу активного мулу в аеротенків приймаємо рівною спочатку $a_i = 3,6 \text{ г/л}$,

– значення мулового індексу $I_i = 80 \text{ см}^3 / \text{г}$,

– концентрацію розчиненого кисню $C_0 = 2 \text{ мг/л}$.

1) Розраховуємо ступень рециркуляції активного мулу:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{I_i} - a_i} \quad (2.1)$$

$$R_i = \frac{3,6}{\frac{1000}{80} - 3,6} = 0,4$$

2) Визначаємо БПК_{повн} води, що надходить у аеротенк з урахуванням розбавлення:

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} \cdot R_i}{1 + R_i}, \text{ мг/л} \quad (2.2)$$

$$L_{mix} = \frac{216 + 15 \cdot 0,4}{1 + 0,4} = 158,6 \text{ мг/л}$$

3) Розраховуємо тривалість обробки води в аеротенку:

$$t_{arv} = \frac{\frac{2,5}{\sqrt{a_i}} \cdot \lg L_{mix}}{L_{ex}}, \text{ год} \quad (2.3)$$

$$t_{arv} = \frac{\frac{2,5}{\sqrt{3,6}} \cdot \lg 158,6}{15} = 1,35 \text{ год}$$

4) Розраховуємо дозу активного мула в регенераторі:

$$a_r = a_i \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot R_i} + 1 \right), \text{ г/л} \quad (2.4)$$

$$a_r = 3,6 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,4} + 1 \right) = 8,1 \text{ г/л}$$

5) Розраховуємо питому швидкість окиснення активного мула a_r :

$$\rho = \rho_{\max} \cdot \frac{L_{ex} \cdot C_0}{L_{ex} \cdot C_0 + K_i \cdot C_0 + K_0 \cdot L_{ex}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_r}, \text{ БПК}_{\text{повн}} / (\text{Г} \cdot \text{ГОД}) \quad (2.5)$$

$$\rho = 85 \cdot \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 7,1} = 15,2 \text{ БПК}_{\text{повн}} / (\text{Г} \cdot \text{ГОД})$$

6) Визначаємо загальну тривалість окиснення органічних забруднень:

$$t_0 = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i \cdot a_r \cdot (1 - s) \cdot \rho}, \text{ год} \quad (2.6)$$

$$t_0 = \frac{216 - 15}{0,4 \cdot 8,1 \cdot (1 - 0,3) \cdot 15,2} = 5,8 \text{ год}$$

7) Визначаємо тривалість регенерації:

$$t_r = t_0 - t_{arv}, \text{ год} \quad (2.7)$$

$$t_r = 5,8 - 1,35 = 4,48 \text{ год}$$

8) Визначаємо тривалість перебування в системі аеротенк-регенератор:

$$t_{a-r} = (1 + R_i) \cdot t_{arv} + R_i \cdot t_r, \text{ год} \quad (2.8)$$

$$t_{a-r} = (1 + 0,4) \cdot 1,35 + 0,4 \cdot 4,48 = 3,68 \text{ год}$$

9) Розраховуємо середню дозу активного мула в системі аеротенк-регенератор:

$$a_{mix} = \frac{(1 + R_i) \cdot t_{atv} \cdot a_i + R_i \cdot t_r \cdot a_r}{t_{a-r}}, \text{ г/л} \quad (2.9)$$

$$a_{mix} = \frac{(1 + 0,4) \cdot 1,35 \cdot 3,6 + 0,4 \cdot 4,48 \cdot 8,1}{3,68} = 5,39 \text{ г/л}$$

10) Розраховуємо навантаження на активний мул:

$$q_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_{mix} \cdot (1 - s) \cdot t_{a-r}}, \text{ мг БПК}_{\text{повн}} / (\text{г} \cdot \text{добу}) \quad (2.10)$$

$$q_i = \frac{24 \cdot (216 - 15)}{5,39 \cdot (1 - 0,3) \cdot 3,68} = 353 \text{ мг БПК}_{\text{повн}} / (\text{г} \cdot \text{добу})$$

По [16] находимо муловий індекс при новому значенні навантаження q_i :

$$I_i = 70 \cdot \frac{(70 - 80) \cdot (353 - 300)}{300 - 400} = 75,3 \text{ см}^3/\text{г}$$

Перевіряємо похибку заданого значення та табличного мулового індексу:

$$\Delta = 100 \cdot \frac{80 - 75,3}{75,3} \approx 6\%, \text{ що є допустимим}$$

11) Визначаємо об'єм аеротенка:

$$W_{at} = q_w \cdot (1 + R_i) \cdot t_{atv}, \text{ м}^2 \quad (2.11)$$

$$W_{at} = 20 \cdot (1 + 0,4) \cdot 1,35 = 37,8 \text{ м}^2$$

12) Визначаємо об'єм регенератора:

$$W_r = q_w \cdot R_i \cdot t_r, \text{ м}^2 \quad (2.12)$$

$$W_r = 20 \cdot 0,4 \cdot 3,68 = 29,44 \text{ м}^2$$

13) Визначаємо загальний об'єм аеротенка та регенератора:

$$W_{at} + W_r = 37,8 + 29,44 = 67,24 \text{ м}^2$$

За [17] відповідно із загальним обсягом аеротенку і регенератора підбираємо типовий проєкт аеротенку – № 902-2-195 з наступними характеристиками:

- число секцій $n_{at} = 1$;
- число коридорів $n_{cor} = 2$;
- робоча глибина $H_{at} = 3,2$ м;
- ширина коридору $b_{cor} = 4,5$ м;
- межі довжини секції – 36 – 42 м;
- межі обсягу однієї секції 1040 – 1213.

14) Визначаємо довжину секції аеротенку

$$l_{at} = \frac{W_{at}}{n_{at} \cdot n_{cor} \cdot b_{cor} \cdot H_{at}}, \text{ м} \quad (2.13)$$

$$l_{at} = \frac{37,8}{1 \cdot 2 \cdot 3,2 \cdot 4,5} = 1,3 \text{ м}$$

Приймаємо $l_{at} = 30$ м

Ширина аеротенку:

$$b_{at} = n_{at} \cdot n_{cor} \cdot b_{cor}, \text{ м} \quad (2.14)$$

$$b_{at} = 1 \cdot 2 \cdot 4,5 = 9 \text{ м}$$

Відношення довжини коридору до ширини:

$$\delta = \frac{n_{at} \cdot n_{cor}}{b_{cor}}, \text{ м} \quad (2.15)$$

$$\delta = \frac{30 \cdot 2}{4,5} = 13,3 \text{ м}$$

Загальну площу отворів в кожній перегородці приймаємо, виходячи з швидкості руху в них мулової суміші не менше 0,2 м/с.

$$S_{oms} = \frac{q_w}{3600 \cdot n_{at} \cdot v_{cm}}, \text{ м}^2 \quad (2.16)$$

$$S_{oms} = \frac{20}{3600 \cdot 1 \cdot 0,2} = 0,03 \text{ м}^2$$

15) Розраховуємо приріст активного мулу:

$$P_i = 0,8 \cdot C_{cdp} + K_g \cdot L_{gn}, \text{ мг/л} \quad (2.17)$$

де C_{cdp} – концентрація зважених речовини в стічній воді, що надходить у аеротенк, мг/л; K_g – коефіцієнт приросту, приймаємо $K_g=0,3$

$$P_i = 0,8 \cdot 58 + 0,3 \cdot 216 = 112,2 \text{ мг/л}$$

Таким чином для проведення біологічної очистки стічних вод застосовуємо аеротенк-витіснювач з регенератором, розмір якого становить 9×30 м.

Так як відношення довжини коридору до ширини $30 \cdot 2 / 4,5 = 13,3 < 30$, то передбачаємо секціонування коридорів легкими перегородками з отворами [17].

2.2.2 Система управління технологічним процесом очищення стічних вод

Призначення системи управління технологічним процесом очищення стічних вод горно-металургійного виробництва полягає у виконанні таких завдань:

- ведення технологічного процесу відповідно до заданих технологічним режимом;
- підвищення оперативності управління;
- зниження енергетичних витрат на виробництво;
- забезпечення надійності роботи технологічного обладнання;

- поліпшення умов праці виробничого персоналу;
- підтримка високопродуктивної роботи основного і допоміжного обладнання [18, 19].

На етапі вибору параметрів, які характеризують процес, необхідно вибрати ті, які підлягають регуляції і зміною яких доцільно вносити регулюючий вплив. До параметрів, які необхідно регулювати відносять такі:

- витрата стічної води в решітці;
- рівень води в решітці;
- рівень в первинному і вторинному відстійниках;
- витрата зворотного мулу в аеротенках.

Контролю підлягають ті параметри, за значеннями яких здійснюється оперативне управління технологічним процесом. До параметрів контролю відносяться вище наведені параметри, які підлягають регуляції, а також наступні параметри:

- тиск повітря, який подається в аеротенк.

Сигналізації підлягають ті параметри, відхилення яких від нормальних значень може привести до аварійної ситуації, вибуху, пожежі та ін.. До таких параметрів належать: тиск повітря, який подається в аеротенк; рівень води в решітці; рівень в первинному і вторинному відстійниках.

Інформаційні функції повинні виконуватися в автоматичному режимі, а функції управління – у двох режимах: автоматичному і ручному дистанційному [18, 19].

2.3 Розроблення нового технічного рішення, спрямованого на поліпшення екологічних умов

2.3.1 Вибір и обґрунтування прийнятого технологічного обладнання

Якість скиду очищених стічних вод нормується документом “Предельно-допустимый сброс (ПДС) веществ в водный объект с

возвратними водами підприємства, організації, установа”, який затв. нач. Держуправління екології та природних ресурсів в Дніпропетровській області від 05.02.2004, узгоджено: заступником головного державного санітарного лікаря Дніпропетровській області листом № 2/1-18-11-3-2144 від 09.12.2003.

Склад речовин у зворотних водах представлено у табл. 2.1 [20].

Таблиця 2.1 – Склад речовин у зворотніх водах

Показники складу зворотних вод	Затверджена допустима концентрація, мг/дм ³
Завислі речовини	7,8
БСК ₅	8,5
БСК _{повн}	10,40
Мінеральний вміст	480,00
Хлориди	95,00
Сульфати	90,00
Азот амонійний	2,00
Нітрити	3,30
Нітрати	45,00
Фосфати	3,50
Нафтопродукти	0,30
Залізо загальне	0,30
АПАР	0,20
Хром ³⁺	0,05
Цинк	0,10
Нікель	0,10
Хлор активний	0,00
Хлор залишковий загальний	1,50

Затверджені властивості зворотних вод:

- плаваючі домішки: не повинні виявлятися плаваючі плівки, плями мінеральних масел і скупчення інших домішок;
- запах, присмак: вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивністю більше 1 балу, що виявляється безпосередньо;

- забарвлення: не повинне виявлятися в стовпчику 10 см.
 - температура: літня температура води в результаті спуску стічних вод не повинна підвищуватися більш ніж на 300С в порівнянні з середньомісячною температурою найжаркішого місяця за останні 10 років;
 - реакція (рН): 6,5–8,5;
 - розчинений кисень: 4 мг/дм³;
 - ХПК не повинне перевищувати 60,0 мг/дм³;
 - колі-фагі – не більш 1000 в 1 дм³;
 - лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП) – не більше 1000 в 1 дм³;
 - життєздатні яйця гельмінтів – не повинні знаходитись в 1 дм³.
- Вимоги до якості очищених стічних вод наведені у табл. 2.2 [7]

Таблиця 2.2 – Вимоги до якості очищених стічних вод

Показники очищених стічних вод	Од. вим.	ГДК	ГДС
Температура	°С	6-30	5-28
Зважені речовини	мг/дм ³	10,75	8,3
Прозорість	см	не	менше 20
БПК повне	мг/дм ³	6	6
рН	єдиний	6,5 –8,5	
Азот амонійний	мг/дм ³	2,0	1,9
Нітрит	мг/дм ³	3,3	0,25
Нітрати	мг/дм ³	45	13,7
Хлориди	мг/дм ³	350	68
Сульфати	мг/дм ³	500	67
Фосфати	мг/дм ³	3,5	2,1
Сухий залишок	мг/дм ³	1000	368
СПАР	мг/дм ³	0,5	0,17
Залізо загальне	мг/дм ³	0,3	0,16
Нафтопродукти	мг/дм ³	0,3	0,17
Розчинний кисень	мг/дм ³	не менше 4	
Залишковий хлор	мг/дм ³	не менше 1,5	
Індекс ЛКП	шт.дм ³	не менше 1000	

Таблиця 2.3 – Характеристики стічної води

Компоненти	Стічна вода на очистку	Очищена вода після аеротенку	Норми для очищеної води
БПК _{повн} стічної води, мг/л	216	15	10,40
БСК ₅			8,5
Концентрація зважених речовини, мг/л	58	15	10,75
Концентрація кисню у стоках, що надходять на очистку, мг/л	0 – 20	0 – 50	40
pH	7,4	7,9	6,5–8,5
Завислі речовини, мг/дм ³	69,8	8,8	7,8
ХПК, мг/дм ³	78,2	59,7	60,0
Сульфати, мг/дм ³	408,2	132,1	90,00
Залізо загальне, мг/дм ³	3,6	0,22	0,30
Нітрати, мг/дм ³	0,84	0,1	45,00
Нітрити мг/дм ³	0	1,0	3,30
Лужність загальна, мг/дм ³	5,1	3,0	3,0
Мінералізація, мг/дм ³	1470,3	460,7	480,00
Нафтопродукти, мг/дм ³	0,8	0,3	0,3
Гідрокарбонати, мг/дм ³	311,1	-	

Стічна вода виробничого підприємства «Вільногірський ГМК» мала значне біохімічне забруднення та незадовільні параметри після очищення, що не дозволяло спускати її до природних водних об'єктів. Після реконструкції очисних споруд і встановленні аеротенків стічні води після очищення мають задовільні характеристики.

Можна зробити висновок, що очистка в аеротенках призводить до значного покращення якості води на виході із аеротенку.

2.3.2 Розрахунок прийнятого технологічного обладнання

2.3.2.1 Розрахунок решіток з механізованим очищенням

Вихідні дані:

Добова витрата стічних вод $Q = 20 \text{ м}^3 / \text{ГОД}$

Концентрація зважених речовин на вході $C_{взн} = 310 \text{ м/л}$

Максимальна секундна витрата стічних вод $q_{max} = 0,1 \text{ м}^3 / \text{с}$

Швидкість течії води $v_k = 0,6 \text{ м/с}$

Розміри підвідного каналу перед решітками: ширина $B_k = 0,4 \text{ м}$, ухил $i_k = 0,0001$ та наповнення $h_k = 0,41 \text{ м}$ [12].

1) Визначаємо необхідну кількість отворів в ґратах:

$$n = \frac{K_{ст} \cdot q_{max}}{h_k \cdot v_p \cdot b}, \text{ шт} \quad (2.18)$$

де $K_{ст}$ – коефіцієнт, що враховує стиснення потоку механічними граблями, $K_{ст}=1$; b – ширина отворів решітки, м, $b=0,016 \text{ м}$ [15], v_p – швидкість руху води в отворах, $v_p = 0,8 \text{ м/с}$.

$$n = \frac{1 \cdot 0,1}{0,41 \cdot 0,8 \cdot 0,016} = 19 \text{ шт}$$

2) Розраховуємо загальну ширину решіток

$$B_p = s \cdot (n - 1) + b \cdot n, \text{ м} \quad (2.19)$$

де s – товщина стрижнів решітки, м, приймаємо $s=0,008 \text{ м}$ [12]

$$B_p = 0,008 \cdot (19 - 1) + 0,016 \cdot 19 = 0,448 \text{ м}$$

3) Відповідно до знайденої шириною по [15] приймається 1 решітка марки РМУ – 1 з шириною 0,4 м і кількістю прозорів 21 шт., і одна резервна решітка.

4) Перевіряємо швидкість води в отворах решітки:

$$v_e = \frac{K_{ст} \cdot q_{max}}{h_k \cdot n_1 \cdot b \cdot N}, \text{ м/с} \quad (2.20)$$

де n_1 - кількість отворів в одній решітці, шт, [17]; N - кількість решіток

$$v_6 = \frac{1 \cdot 0,1}{0,41 \cdot 21 \cdot 0,016 \cdot 1} = 0,72 \text{ м/с}$$

5) Розраховується величина уступу в місці установки решітки:

$$h_p = \zeta_p \cdot \frac{v_6^2}{2 \cdot g} \cdot p, \text{ м} \quad (2.21)$$

де p – коефіцієнт збільшення втрат напору внаслідок засмічення решітки, рівний 3; ζ_p – коефіцієнт місцевого опору решітки, дорівнює:

$$\zeta_p = \beta \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{s}{b} \right)^{\frac{4}{2}}, \text{ м} \quad (2.22)$$

де β – коефіцієнт, що залежить від форми стрижнів і приймається, рівним 2,42 (прямокутна форма); α – кут нахилу решітки до горизонту, дорівнює 60°

$$\zeta_p = 2,42 \cdot \sin 60^\circ \cdot \left(\frac{0,008}{0,016} \right)^{\frac{4}{2}} = 0,83 \text{ м}$$

$$h_p = 0,83 \cdot \frac{0,72^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 3 = 0,06 \text{ м}$$

Висновок: для затримання великих забруднень, що надходять зі стічними водами, на лотках 600x800 мм встановлені механічні решітки РМУ-1. Затримані на решітках непотріб періодично видаляються граблями і скидаються в контейнери з кришками, що герметично закриваються. Непотріб вивозять сміттєвозами в спеціально відведені місця обробки твердих відходів.

У будівлі решіток встановлені насоси-підвищувачів напору, що подають технічну воду до гідроелеваторів пісколовок. Приймаємо будівлю решіток за типовим проектом 902-2-449.88 з двома ґратами РМУ-1 з розміром 600x800 мм (1 робоча, 1 резервна).

2.3.2.2 Розрахунок горизонтальної пісколовки з круговим рухом води

Пісколовки застосовуються в комплексі споруд механічного очищення стічних вод і призначені для затримання піску з побутових і близьких до них за складом виробничих стічних вод, а також нафтовмісних стічних вод.

Пісколовки представляють собою круглий резервуар з конічним днищем. Усередині пісколовки знаходиться кільцевої лоток, що закінчується внизу щілинним отвором.

Видалення піску з пісколовки здійснюється за допомогою гідроелеватора. На підставі типових проектних рішень для станцій продуктивністю до 700 м³/добу приймаємо горизонтальні пісколовки з круговим рухом води.

Вихідні дані:

Добовий витрата стічних вод $Q = 20 \text{ м}^3 / \text{годину}$

Максимальна секундна витрата стічних вод $q_{max} = 0,1 \text{ м}^3/\text{добу}$

1) Призначаємо кількість відділень пісколовок, $n=2$, виходячи з витрати на одне відділення 250 м³/добу.

2) Визначаємо необхідну площу живого перетину одного відділення пісколовки:

$$\omega = \frac{q_{max}}{n \cdot v_s}, \text{ м}^2 \quad (2.23)$$

де q_{max} – максимальна витрата стічних вод, м³/с; v_s – швидкість течії води, яка дорівнює 0,3.

$$\omega = \frac{0,1}{2 \cdot 0,3} = 0,16 \text{ м}^2$$

3) Розраховуємо довжину кола пісколовки по середній лінії [17]:

$$L_s = \frac{1000 \cdot K_s \cdot H_s \cdot v_s}{u_0}, \text{ м} \quad (2.24)$$

де K_s – коефіцієнт, $K_s = 1,7$ [12], H_s – розрахункова глибина пісколовки, м, $H_s = 0,8$ м [12]; u_0 – гідравлічна крупність піску, мм/с, $u_0 = 18,7$ мм/с [17]

$$L_s = \frac{1000 \cdot 1,7 \cdot 0,8 \cdot 0,3}{18,7} = 21,8 \text{ м}$$

4) Визначаємо середній діаметр пісколовки:

$$D_0 = \frac{L_s}{\pi}, \text{ м} \quad (2.25)$$

$$D_0 = \frac{21,8}{3,14} = 6,9 \text{ м}$$

5) Розраховуємо тривалість протікання стічних вод в пісколовці T при максимальному припливі:

$$T = \frac{\pi \cdot D_0}{v_s}, \text{ с} \quad (2.26)$$

$$T = \frac{3,14 \cdot 6,9}{0,3} = 72,7 \text{ с}$$

Тривалість припливу відповідає, так як $T \geq 30$ с.

6) По [17] в залежності від пропускної здатності приймається ширина кільцевого жолоба пісколовки: $B_{ж} = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$

7) Визначається зовнішній діаметр пісколовки:

$$D = D_0 + B_{ж}, \text{ м} \quad (2.27)$$

$$D = 6,9 + 0,5 = 7,4 \text{ м}$$

8) За розрахунковому діаметру приймається типова пісколовка: №902-2-27

9) Розраховуємо обсяг бункера одного відділення пісколовки:

$$W_{nic} = \frac{q_{nic}}{\rho_{nic}}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.28)$$

$$W_{nic} = \frac{122,75 \cdot 1000}{1800} = 68,2 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де $q_{nic} = 122,75$ кг/добу – кількість піску, що видаляється зі стічних вод (за даним матеріальних розрахунків), ρ_{nic} – щільність вологого піску, кг/м³ [17]

$$W = \frac{W_{nic} \cdot T_{oc}}{n}, \text{ м}^2 \quad (2.29)$$

$$W = \frac{68,2 \cdot 2}{2} = 68,2 \text{ м}^2$$

де T_{oc} – інтервал часу між вивантаженням осаду з пісколовки, діб (не більше 2-х діб)

10) Визначаємо висоту бункера (конічної частини) пісколовки:

$$h_k = \frac{12 \cdot W}{\pi \cdot (D_0^2 + d^2 + D_0 \cdot d)}, \text{ м} \quad (2.30)$$

де d – діаметр нижньої основи бункера, рівний 0,4 м

$$h_k = \frac{12 \cdot 68,2}{\pi \cdot (6,9^2 + 0,4^2 + 6,9 \cdot 0,4)} = 5,15 \text{ м}$$

11) Розраховуємо повну будівельна висота пісколовки:

$$H_{нов} = H_s + h_k + 0,5, \text{ м} \quad (2.31)$$

$$H_{нов} = 0,8 + 5,15 + 0,5 = 6,45 \text{ м}$$

Висновок: Для попереднього виділення з стічних вод нерозчинних домішок застосовуємо 1 горизонтальну пісколовку з круговим рухом води, що має такі параметри: $22 \times 7,4 \times 6,45$

2.3.2.3 Вибір і розрахунок первинного радіального відстійника

Первинні відстійники служать для попередньої обробки стічних вод перед направленням їх далі по спорудах очистки. У первинних відстійниках відбувається виділення з стічних вод нерозчинних речовин, що знаходяться у зваженому і плаваючому стані.

Вихідні дані:

Витрата стоків $q_w = 20 \text{ м}^3 / \text{год}$

Концентрація зважених речовин в стічній воді, що надходить на очищення $C_{en} = 250 \text{ мг/л}$

Концентрація зважених речовин в очищеній стічній воді на виході з первинного відстійника $C_{ex} = 58$ мг/л

Глибина проточної частини у відстійнику $H_{set} = 3$ м

Коефіцієнт використання об'єму проточної частини відстійника $K_{set} = 0,45$

Тривалість відстоювання $t_{set} = 1980$ с

Показник ступеня, для сільськогосподарських стічних вод $n_2 = 0,25$

1) Визначаємо значення гідравлічної крупності:

$$u_0 = \frac{1000 \cdot H_{set} \cdot K_{set}}{t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h_1} \right)^{n_2}}, \text{ мм/с} \quad (2.32)$$

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 3 \cdot 0,45}{1980 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3}{0,5} \right)^{0,25}} = 0,53 \text{ мм/с}$$

2) Приймаємо кількість відділень відстійника $n = 6$, визначаємо діаметр відстійника [15]:

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4000 \cdot q_{\max}}{\pi \cdot n \cdot K_{set} \cdot (u_0 - v_{tb})}}, \text{ м} \quad (2.33)$$

де v_{tb} – швидкість турбулентної складової, мм/с, приймається за [12], дорівнює 0 мм/с

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4000 \cdot 0,01}{3,14 \cdot 6 \cdot 0,45 \cdot (0,53 - 0)}} = 9,43 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний діаметр відділення, що дорівнює $D_{set} = 9$ м.

3) Розраховуємо швидкість на середині радіуса відстійника:

$$v = \frac{q_{\max} \cdot 2}{\pi \cdot n \cdot D_{set} \cdot H_{set}}, \text{ мм/с} \quad (2.34)$$

$$v = \frac{0,1 \cdot 2}{3,14 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 3} = 3 \text{ мм/с}$$

4) Визначаємо загальну висоту відстійнику:

$$H = H_{set} + H_1 + H_2, \text{ м} \quad (2.35)$$

де H_1 – висота борта на шаром води, $H_1=0,5$ м; H_2 – висота нейтрального шару $H_2=0,3$ м.

$$H = 3 + 0,5 + 0,3 = 3,8 \text{ м}$$

5) Визначаємо кількість осаду:

$$Q_{mud} = \frac{Q \cdot (C_{en} - C_{ex})}{(100 - p_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.36)$$

де p_{mud} – вологість осаду, дорівнює 96%; γ_{mud} – щільність осаду, дорівнює 1 г/см³.

$$Q_{mud} = \frac{20 \cdot 24 \cdot (250 - 58)}{(100 - 96) \cdot 1 \cdot 10^4} = 2,4 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Висновок: Для видалення зважених часток приймаємо 2 первинних радіальних відстійника розмірами: $D = 9$ м, $H = 3,8$ м, кількість секцій $n = 6$.

2.3.2.4 Вибір і розрахунок вторинного радіального відстійника

Вихідні дані:

Година витрата стічних вод $Q = 20$ м³/годину;

Максимальна секундна витрата стічних вод $q_{max} = 0,1$ м³/сек;

Максимальний година витрата стічних вод $q_w = 208,3$ м³/ч;

БПК в стічній воді, що надходить на очищення $Len = 216$ мгО₂/л;

1) Розраховуємо навантаження води на поверхню:

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot K_{ss} \cdot H_{set}^{0,2}}{(0,1 \cdot I_i \cdot a_i)^{0,5-0,01 \cdot a_i}}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{Год} \quad (2.37)$$

де H_{set} – робоча глибина відстійнику, м; a_i – доза активного мулу в аеротенкі, дорівнює 3,6г/л; a_t – необхідна концентрація в освітленій воді, не менш 10 мг/л; K_{ss} – коефіцієнт використання об'єму зони вистоювання $K_{ss} = 0,4$; I_i – муловий індекс, $I_i = 80$ см³/г [17].

$$q_{ssa} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,2}}{(0,1 \cdot 80 \cdot 3,6)^{0,5-0,01 \cdot 10}} = 1,13 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{Год}$$

Приймаємо 4 відстійника, $n = 4$.

2) Визначаємо площу одного відділення відстійнику:

$$F = \frac{q_w}{n \cdot q_{ssa}}, \text{ м}^2 \quad (2.38)$$

$$F = \frac{208,3}{4 \cdot 1,13} = 46,1 \text{ м}^2$$

3) Визначаємо діаметр відстійнику:

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \text{ м} \quad (2.39)$$

$$D_{set} = \sqrt{\frac{4 \cdot 46,1}{3,14}} = 7,7 \text{ м}$$

Приймаємо 8 м.

4) Визначаємо загальну висоту відстійнику з урахуванням шару ілу:

$$H = H_{set} + H_1 + H_2 + H_3, \text{ м} \quad (2.40)$$

де H_1 – висота борта над шаром води, $H_1 = 0,4$ м; H_2 – висота нейтрального шару, $H_2 = 0,3$ м; H_3 – висота шару ілу, $H_3 = 0,3$ м.

$$H = 3 + 0,4 + 0,3 + 0,3 = 4 \text{ м}$$

5) Находимо кількість осаду, що виділяється при відстоюванні.

$$Q_{mud} = \frac{Q \cdot (1000 \cdot a_i - a_t)}{(100 - p_{mud}) \cdot \gamma_{mud} \cdot 10^4}, \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.41)$$

де p_{mud} – вологість активного мулу, дорівнює 99,5%; γ_{mud} – щільність активного мулу, дорівнює 1 г/см³.

$$Q_{mud} = \frac{20 \cdot 24 \cdot (1000 \cdot 3,6 - 10)}{(100 - 99,5) \cdot 1 \cdot 10^4} = 362 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Висновок: Для відділення стічної води і активного мулу приймаємо 4 вторинних радіальних відстійника з діаметром відстійника $D = 8$ м, висотою $H = 4$ м і кількістю секцій $n = 3$.

2.3.2.5 Специфікація устаткування

В табл. 2.1 надана специфікація основного устаткування відділення підготовки води для виробництва.

Таблиця 2.1 – Специфікація устаткування

Найменування обладнання	Технічні характеристики	Кількість
Решітка	Механічна решітка РМУ-1 Розміри 600x800 мм	2
Пісколовка	Горизонтальна пісколовка з круговим рухом води Розміри: 22 × 7,4 × 6,45 м	1
Первинний відстійник	Радіальний відстійник Діаметр D=8 м Висота H=3,8м Кількість секцій n=6	2
Аеротенк-витиснювач з регенератором	Типовий проект аеротенку - № 902-2-195 · число секцій $n_{at} = 1$; · число коридорів $n_{cor} = 2$; · робоча глибина $H_{at} = 3,2$ м; · ширина коридору $b_{cor} = 4,5$ м; довжина секції – 30 м · межі обсягу однієї секції 1040 – 1213. Температура від 6-30° С Середовище – стічні води Матеріал апарату – залізобетон	1
Вторинний відстійник	Радіальний відстійник Діаметр D=8 м Висота H=4 м Кількість секцій n=3	4

2.3.3 Компонування обладнання

Майданчик очисних споруд розміщується на незатоплюваній паводковими водами території з підвітряної сторони по відношенню до житлової забудови, нижче населеного пункту за течією річки.

Від межі житлової забудови очисні споруди повинні бути відділені санітарно-захисною зоною, розміри якої залежать від витрати очищуваних стічних вод, ефективності очистки, складу споруд для очистки стічних вод і обробки осадів. У випадку розміщення житлової забудови з підвітряної сторони по відношенню до очисних споруд санітарно-захисну зону

допускається збільшувати, але не більше ніж у 2 рази. За наявності сприятливої рози вітрів санітарно-захисну зону можна зменшити на 25 %. При відсутності мулових майданчиків на території очисних споруд продуктивністю більше 0,2 тис. м³/добу розмір зони скорочують на 30 %.

Розміри санітарно-захисних зон слід приймати рівними: 100 м – від полів фільтрації площею до 0,5 га і від споруд механічної та біологічної очистки на біофільтрах продуктивністю до 50 тис. м³/добу; 15 м – від полів підземної фільтрації продуктивністю менше 15 м³/добу; 25 м – від фільтруючих траншей і піщано-гравійних фільтрів; 5 і 8 м – відповідно від септиків і фільтруючих колодязів; 50 м – від аераційних установок повного окислення з аеробною стабілізацією мулу продуктивністю до 700 м³/добу; 300 м – від зливних станцій.

Генплан очисної станції повинен проектуватися з урахуванням санітарних вимог, протипожежних і заходів з техніки безпеки. На генплан наносять очисні й допоміжні споруди, лотки та трубопроводи різного призначення, а також дороги, огорожі, зони озеленення та ін.

Розташування очисних споруд у плані повинно забезпечити самопливний рух стічних вод при мінімальному об'ємі земляних робіт і по найкоротшим відстаням. Споруди повинні розміщуватися по природному похилу місцевості. Одночасне складання разом з генпланом повздовжніх профілів руху по спорудам для очистки стічних вод та обробки осадів (профілів «по воді» та «по мулу») дозволить, враховуючи висотне розташування окремих споруд, правильно розмістити їх у плані, встановити розміри виїмок і насипів та максимально використати можливості рельєфу місцевості.

Слід прагнути до симетричного розміщення споруд і скорочення шляхів руху води та осадів. Раціональне використання території досягається за умови, якщо основні споруди вписуються в квадрат чи близький до нього прямокутник.

Розміщення споруд, лотків і трубопроводів повинно забезпечувати

автоматичний розподіл води між окремими спорудами. Для рівномірного розподілу води по спорудам, окрім їх симетричного розташування, використовують розподільні чаші чи камери, аеровані канали або інші пристрої. Розподільні чаші чи камери обов'язкові перед відстійниками та метантенками з безперервним завантаженням. Як розподільний пристрій перед аеротенками використовують аеровані канали.

Споруди розміщуються як можливо ближче одна до одної для скорочення довжини комунікацій та площі займаної території. При цьому розглядаються можливі варіанти об'єднання споруд (блокування), наприклад, об'єднання преаераторів із первинними відстійниками; первинних відстійників, аеротенків і вторинних відстійників тощо.

При проектуванні генплану необхідно врахувати ширину проекції насипів та виїмок, що виконуються в залежності від виду ґрунту з похилом від 1:1 до 1:1,5. Потрібно передбачити також проходи та проїзди між спорудами й краями насипів та виїмок.

Компонування споруд повинно забезпечити можливість черговості будівництва та розширення станції у випадку збільшення припливу стічних вод. На генплані станції необхідно передбачити резервні території для розширення окремих споруд і не слід розміщувати на цих територіях капітальні споруди, будівлі та комунікації.

У складі очисних споруд повинні бути передбачені пристрої для виключення з роботи, спорожнення та промивки споруд і трубопроводів при їх ремонті або очистці, а також трубопроводи чи лотки для аварійного скиду стічної рідини до споруд механічної очистки стічних вод та після них.

При розміщенні на одній площині з відносно спокійним похилом розриви між окремими спорудами в плані попередньо можуть намічатися наступними: між групами однойменних споруд – 2-3 м; між групами різнойменних споруд (з невеликим перепадом висоти між ними) – 5-10 м; між спорудами та муловими майданчиками – 25–30 м.

Газгольдери (при місткості кожного не більше 1000 м³) повинні розміщатися на відстані: 15 м – від внутрішньомайданчикових доріг; 20 м –

від виробничих та підсобних будівель; 35 м – від складів палива, 65 м – від житлових і громадських будівель, базисних складів палива та від джерел відкритого вогню. Відстань між сусідніми газгольдерами приймається рівною півсумі їх діаметрів.

Слід враховувати, що для правильної роботи водомірних лотків Паршалья ділянка каналу на відстані 15 м вище місця встановлення лотка повинна бути прямолінійною в плані.

Всі будівлі та споруди повинні бути забезпечені під'їзними та пішохідними доріжками. На очисних спорудах ширина доріг приймається разом з шириною проїжджої частини не меншою 3,5 м при загальній ширині з обочинами 5,5 м. Розміри майданчиків, що забезпечують розворот автомашин, повинні призначатися не меншими 12×12 м; заокруглення при сполученні доріг повинні бути не меншими 8 м, рахуючи по внутрішньому радіусу.

Окрім основних виробничих споруд на території станції розміщуються допоміжні та обслуговуючі об'єкти: котельня, майстерні, насосні станції, повітродувна станція, трансформаторні підстанції, склад хлору, прохідна, адміністративний корпус, лабораторії та ін. Склад, кількість та площі обслуговуючих приміщень встановлюються в залежності від продуктивності очисної станції й інших чинників [1]. Доцільно блокувати споруди, наприклад, насосні станції з хлораторною та повітродувною станцією, гараж із майстернею та складами і т.д. Допоміжні споруди слід розміщувати по можливості в одному блоці.

При розміщенні допоміжних споруд у плані слід враховувати, що котельню зручно розмістити в центрі зони обслуговування теплоспоживачів, але не ближче 35 м від метантенків. Склад хлору повинен розміщуватися з урахуванням максимальних розривів між ним і найближчими будівлями: від адміністративних та побутових будівель очисної станції – не ближче 100 м; від виробничих будівель, в яких постійно знаходиться обслуговуючий персонал – 50 м; від виробничих будівель і споруд, в яких обслуговуючий персонал буває періодично – 30 м.

На плані підземних комунікацій слід показати колодязі: на самопливних лініях – у місцях повороту, приєднання інших ліній, зміни похилу; на напірних лініях – у місцях встановлення запірної та іншої арматури.

На кресленні генплану потрібно помістити таблицю умовних позначок та експлікацію споруд. Позначення трубопроводів і каналів повинні відповідати діючим стандартам.

Умовне позначення трубопроводу складається з умовного графічного позначення трубопроводу (у вигляді лінії) та літерно-цифрового, яке характеризує призначення й вид транспортованого середовища. Літерно-цифрове позначення трубопроводів виконується згідно ГОСТ 21.205-93 [21]. Видимі ділянки проєктованого трубопроводу позначають суцільною лінією, невидимі (підземні, у перекритих каналах тощо) - штриховою лінією такої ж товщини.

На генплані повинні бути вказані розміри основних споруд (діаметр, ширина, довжина), а також відстані між окремими спорудами та комунікаціями – так звані «прив'язочні» розміри .

На межі майданчика очисних споруд слід передбачити посадку зеленої захисної зони смугою 5–10 м, а на самому майданчику – озеленення доріг на всіх вільних територіях.

Територія очисних споруд повинна бути загороджена огорожею висотою не менше 1,2 м. Окрім цього, окремі споруди повинні бути загороджені у відповідності до правил техніки безпеки [22].

ВИСНОВКИ

Проектом передбачено удосконалення системи очищення стічних вод на виробничому підприємстві «Вільногірський ГМК» ДП «Об'єднана гірничо-хімічна компанія» та обґрунтування прийнятого біологічного методу очищення стічних на аеротенках, яке впливає на екологічний стан навколишнього середовища.

Розглянуто методи очищення стічних вод. Описані фізико-хімічні основи процесу біологічної очистки стічних вод. Описано біотехнологічний процес, який відбувається в аеротенку, фактори, які впливають на інтенсивність і ефективність біологічного очищення стічних вод.

Обґрунтовано вибір методу та описана технологічна схема очистки стічних вод.

Виконані технологічні розрахунки основного обладнання: решіток, первинного та вторинного відстійників, аеротенка.

Проведено аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів проєктованого об'єкта.

При виконанні графічної частини дипломного проєкту розроблено:

- технологічну схему очищення стічних вод в умовах «Вільногірський ГМК» ДП «Об'єднана гірничо-хімічна компанія»;
- компоновка обладнання;
- основне обладнання – аеротенк, загальний вид.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ковальчук, В.А. Очистка стічних вод [Текст: навч. посібник] / В.А. Ковальчук – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. – 622 с.
2. Большина, Е.П. Экология металлургического производства: Курс лекций. [Текст] / Е.П. Большина. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. – 155 с.
3. Хільчевський, В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти [Текст] / В.К. Хільчевський. – ВЦ «Київський університет», 1999. – 319 с.
4. Яковлев, С.В. и др. Очищення виробничих стічних вод [Текст] / С.В. Яковлев [и др.] . -М.: Стройиздат, 1985. - 333 с.
5. Экологическая біотехнологія : пер. с англ. [Текст] / К.Ф. Фостер, Д.А. Вейз. – Л.: Химия, 1990. – 384 с.
6. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод [Текст] / За ред. А.К. Запольського. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
7. Голубовська, Е.К. Біологічні основи очищення води [Текст] / Е.К. Голубовська. - М.: Вища школа, 1978. - 264 с.
8. Запольский, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води [Текст: підручник] / А.К. Запольский. – К.: Вища шк., 2005 – 671 с.
9. Таубе, П.Р. и др. Хімія й мікробіологія води [Текст] / П.Р, Таубе, А.Г. Баранова -М.: Вища школа, 1983. - 287 с.
10. Промислові засоби автоматизації [Текст] Ч. 1 / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, Михайлов В. С. та ін. / За заг. ред. А. К. Бабіченко. - Харків: НТУ «ХП». 2001 – 470 с.
11. Промислові засоби автоматизації [Текст] / Ч. 2 / Бабіченко А. К., Тошинський В. І., В.С. Михайлов та ін. - Харків: НТУ «ХП». 2004 – 470 с.
12. Державний стандарт України «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні і екологічні вимоги до якості води та правила вибирання» ДСТУ 4808:2007.

13. ДБН В.2.3–4–2000. Автомобильні дороги. [Текст] – Введ. с 2000–04–07. – К. : Держдор України, 2000. – 1149 с.

14. ДБН Б.2.2-12:2018. Генеральні плани промислових підприємств [Текст] – Введ. з 2018–01–01. – К. : Мінрегіонбуд, 2018. – 414 с.

15. ДСТУ ДСТУ-НБА 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів [Текст] – Введ. с 2007–01–12. – К. : Мінбуд України, 2007. – 16 с.

16. НАПБ Б.03.002–2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою [Текст] – Введ. с 2007–12–03. – К. : Бизнес и безопасность, 2008. – 31 с.

17. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [Чинний від 2014-08-04]. - Київ: МОЗ, 2014. – 37 с.

18. ДСТУ 3273–95. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. [Текст] – Введ. з 1996–07–01. – К. : Держстандарт України, 1995. – 14 с.

19. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. - Київ : Мінрегіон України, 2013. – 147 с.

20. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок [Текст] – Введ. с 2001–06–21. – К. : Держнаглядохоронпраці України, 2001. – 71 с.

21. ДБН В.2.5–28:2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. – Київ: НДІБК, 2019. – 76 с.

22. НПАОП 0.00-4.01-08. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту [Текст] [Чинний від 2008-01-01]. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1996. – 9 с.

23. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Чинний від 2016-10-31]. – Київ : УкрНДЦЗ, 2016. – 39 с.
24. ДСТУ Б.В.2.5-38-2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. [Текст] – Введ. з 2009–01–01. – К. : ІМЦ, 2009. – 47с.
25. ДБН В.2.5-56-2014. Системи протипожежного захисту [Чинний від 2011-10-01]. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 285 с.
26. ДСТУ 7240-1-2007. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. [Текст] – Введ. с 2007–08–01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 20 с.
27. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України – Київ, 2002. – 18№37.