

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладної екології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема: Розробка альтернативної схеми очищення стічних вод для м. Ромни Сумської області

Завідувач кафедри

Пляцук Л.Д.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник проекту

Васькін Р.А.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Консультанти:

з охорони праці

Васькін Р.А.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

з економічної частини

Павленко О.О.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Виконавець

студент групи _____

Цюх Д.В.

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Суми 2020

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної екології
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Цюху Дмитру Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка альтернативної схеми очищення стічних вод для м. Ромни Сумської області

затверджена наказом по університету від “23” жовтня 2020 р. № 1647-III

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 14 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) СанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення», Очисні споруди м. Ромни (звіт з інвентаризації)

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): огляд літератури за темою дослідження, аналіз існуючої системи очищення стічних вод, огляд альтернативних технологій та систем біологічного та хімічного очищення стічних вод, вибір методу очищення, розрахунок параметрів технологічного обладнання, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, економічне обґрунтування запропонованих технологічних рішень

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

Схема очисних споруд ДП «Сток-сервіс, характеристика проб води з р. Сула, недоліки існуючої схеми очищення, біофільтр, озонатор, економічна частина.

5. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|--------------------|--------------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона праці | Доц. Васькін Р.А. | | |
| Економічна частина | Доц. Павленко О.О. | | |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів дипломного проекту (роботи) | Термін виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|---|---|--|----------|
| 1 | Літературний огляд за досліджуваною проблематикою | Вересень 2020 р. | |
| 2 | Аналіз існуючої системи очищення | Вересень-Жовтень 2020 р. | |
| 3 | Аналіз та патентний пошук альтернативних методів та технологій очищення | Жовтень-листопад 2020 р. | |
| 4 | Розрахунок технологічного обладнання | Листопад 2020 р. | |
| 5 | Економічні розрахунки | Листопад 2020 р. | |
| 6 | Робота над розділом «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» | Грудень 2020 р. | |
| 7 | Оформлення роботи | Грудень 2021 р. | |

6. Дата видачі завдання 15.09.2020

Студент _____
(підпис)

Керівник проекту _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 27 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 75 с., у тому числі 10 таблиць, 17 рисунків, список використаних джерел на 3 сторінках.

Мета даної роботи – запропонувати та розрахувати альтернативну схему очищення стічних побутових вод м. Ромни.

Об'єкт дослідження – очисні споруди м. Ромни.

Предмет дослідження – процеси хімічного та біологічного очищення стічних вод.

Для досягнення поставленої мети поставлено такі завдання:

- Проаналізувати існуючу систему очищення;
- Проаналізувати альтернативні технології очищення (патентний пошук);
- Запропонувати альтернативну схему очищення стічних вод;
- Розрахувати параметри необхідного технологічного обладнання.

Ключові слова: СТІЧНІ ВОДИ, БІОФІЛЬТ, ОЗОНАТОР, МЕТАНТЕНК, БПК, ФОСФАТИ.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 5 |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У М. РОМНИ | 7 |
| 1.1 Загальні відомості про підприємство | 7 |
| 1.2 Аналіз українського законодавства з питань поводження з водними об'єктами з урахуванням Європейського досвіду | 15 |
| РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЩОДО СИСТЕМ ХІМІЧНОГО ТА БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД | 20 |
| 2.1 Біологічні методи очищення | 20 |
| 2.2 Хімічні методи очищення | 47 |
| РОЗДІЛ 3 ПРОПОНУЄМІ ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ЩОДО ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД | 56 |
| 3.1 Вибір методу очищення | 56 |
| 3.2 Розрахунок параметрів біофільтра | 56 |
| 3.3 Розрахунок озонатора | 58 |
| РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ | 61 |
| 4.1 Техніка безпеки при роботі на очисних спорудах | 61 |
| 4.2 Надзвичайна безпека на очисних спорудах | 66 |
| РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА | 68 |
| 5.1. Екологічне та економічне обґрунтування модернізації обладнання | 68 |
| ВИСНОВКИ | 72 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ | 73 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|--|--|--|--|--|--|
| Підп. і дата | | | | | | ТС 19510235 | | | | | | | | | | | | | | |
| Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№одубл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№одубл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№одубл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№одубл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№одубл. | | | | | | |
| Інв.№подл. | Вип. | Арк. | № докум. | Підп. | Дат | Розробка альтернативної схеми очищення стічних вод для м. Ромни Сумської області | | | | | | Літ. | Аркуш | Аркушів | | | | | | |
| Розроб. | Цюх | Перев. | Васькін | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Н.Конт | Васькін | Затв. | Пляцук | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | СумДУ, ТЕСЕТ гр. ТС.м-91с | | | | | | | | |

ВСТУП

Забруднення навколишнього середовища, включаючи джерела водопостачання - це дуже серйозний фактор, який безпосередньо впливає на здоров'я людини. Забруднювачі різні, як і їх вплив на людину, звідси і технологічні процеси, які зазвичай використовують для очищення стічних вод, не можуть впоратися зі своїм завданням ідеально.

Розвиток усіх галузей економіки - промисловості, енергетики, сільського господарства, швидко зростає, а отже також зростає споживання води, що в свою чергу потребує будівництва нових систем та споруд для водопостачання та водовідведення, або вдосконалення існуючих. Побудова нових систем вимагає нових земельних ресурсів, які, на жаль, обмежені при плануванні очисних споруд.

Тому така ситуація спонукає до пошуку раціональних шляхів її вирішення.

Також буде рентабельним та цілеспрямованим вдосконалення існуючих систем, які не будуть займати значні площі землі.

Основне завдання - підтримка екологічного добробуту навколишнього середовища.

Проблема очищення цих вод є однією з найбільш актуальних і важливих екологічних проблем. Її актуальність обумовлена константою збільшення забруднюючих речовин у воді, що скидається у водойми, а також постійним ростом кількості забруднюючих речовин, з очищенням яких традиційні системи очищення уже не справляються, особливо системи, які були встановлені більше ніж, як півстоліття назад. Складність зазначеної проблеми в необхідності очищення великих обсягів низько концентрованих стоків.

Одним з самих ефективних і сучасних методів знезараження води є озонування. Сьогодні існує дуже велика кількість способів і технологій очищення води, але не всі з них настільки ефективні, як нам хотілось би. Очищення озоном забезпечує глибоку очистку від колоїдних і зважених частинок, високомолекулярних з'єднань, а також різних сполук металів (марганцю, заліза і т.д.) і сірководню.

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|

ТС 19510235

Арк

5

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У М. РОМНИ

1.1 Загальні відомості про підприємство

На сьогоднішній день очисні споруди міста Ромни знаходяться на балансі дочірнього підприємства «Сток-сервіс». Розташовані вони за адресою: Сумська область, Роменський район, м. Ромни, вулиця Дудіна, 83-А.

Міські очисні споруди розміщуються на південний захід м. Ромни на правому березі річки Сула. Відстань до річки Сула - до 2 км. Територія, на якій розміщуються очисні споруди, площею 3,2 га, має загальний уклін до річки Сула.

Термін вводу в експлуатація технологічного обладнання: - 1972 згідно проектної документації.

Інші суб'єкти господарювання, які граничать із об'єктом: північ – 1-ший. пров. Чехова, житлова забудова на відстані 300 м; південь – річка Сула, схід - пустир, захід – сільськогосподарські угіддя.

Стічні води відводяться через скидний каналізаційний залізобетонний колектор протяжністю 2 км. Канал впадає в р. Сула за межами міста Ромни.

Річка Сула впадає в Кременчуцьке водосховище та р. Дніпро. Протікає річка з Півночі на Південь по центральній частині району.

Загальна протяжність – 363 км, в межах району 78,6 км. Басейн річки розміщений в Придніпровській низині. [1]

Комплексне дослідження р. Сула в місці скиду стічних вод було проведено гідрологами обласного центру по гідрометеорології (табл. 1.2).

| | | | | |
|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| Інв. №подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. №дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510235

Арк
6

Таблиця 1.1 – Характерні показники р. Сула

| Найменування показників | Фонові показники | |
|--|---------------------------|------------------------------|
| | В створі вище випуску вод | стічних вод в розрах. створі |
| Мінімальна середньомісячна витрата води в річці Р-95% м куб.-д | 1,34 | 1,7 |
| БПК _{повн} МГ/л | 3,3-3,4 | 3,5-4,7 |
| Зважування речовин, МГ/л | 5,0 | 5,0 |
| Загальна мінералізація, МГ/л | 465 | 520 |
| Нафтопродукти, МГ/л | - | - |
| Інші специфічні речовини, характерні для даного водного об'єкту Амоній сольовий | 0,2 | 0,4 |
| Хлориди | 36,0 | 47,0 |
| Сульфати | 36,0 | 45,0 |
| Залізо | 0,1 | 0,15 |
| Нітрити | н/в | н/в |
| Нітрати | 0,72 | 1,8 |
| Лужність | 7,6 | 7,7 |

Таблиця 1.2 – Гідрологічна характеристика р. Сула в створі скиду стічних вод

вод

| № п/п | Назва показників | Одиниця виміру | Числове значення |
|-------|---|----------------|---------------------------|
| 1 | Ширина водного об'єкту в створі скиду стічних вод | м | 30,5 |
| 2 | Ширина водного об'єкту в контрольному створі | м | 40 |
| 3 | Середні глибини в літньо-осінню межінь | м | 1,6 |
| 4 | Середня швидкість течії річки в літню межінь | м/с | 0,2 |
| 5 | Коефіцієнт звивистості річки | | 1,07 |
| 6 | Ухил водної поверхні | см/км | 0,00015 |
| 7 | Характеристика водного ложа | - | Земляне із вільною течією |
| 8 | Пропуск річки 95% забезпеченості в літню межінь | М3/с | |
| 9 | Коефіцієнт шорсткості | | |

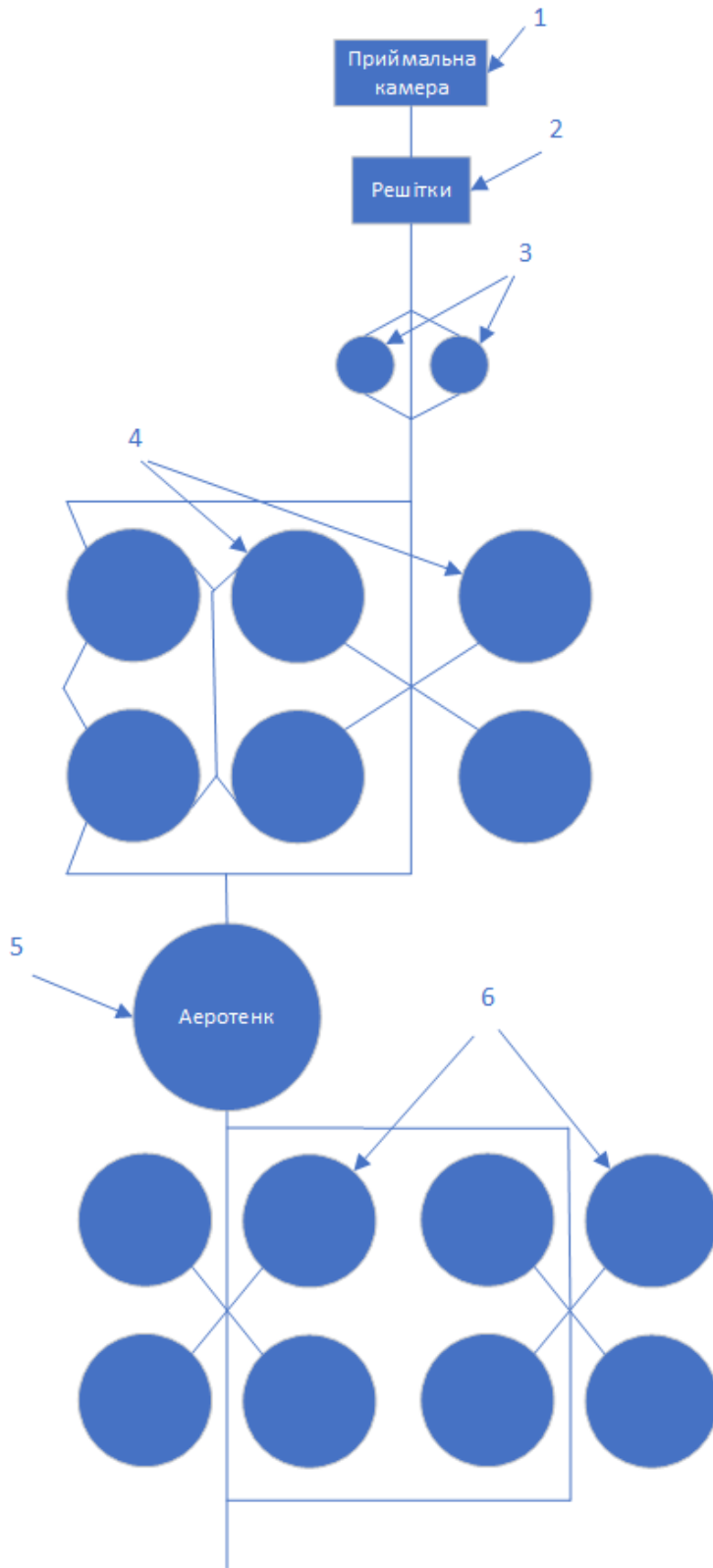
| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |

ТС 19510235

Арк

7

Вип. Арк. № докум. Підп. Дат



На мулові майданчики

1 -Приймальна камера; 2 – решітки; 3- Пісколовки; 4 – Відстійники первинні; 5 – Аеротенк; 6 – Відстійники вторинні

Рисунок 1.1 – Схема очисних споруд ДП «Сток-серваіс»

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

8

1.1.1 Географічне положення



Рисунок 1.2 ДП «Сток-сервіс», вид з супутника

ДП «Сток-сервіс» знаходиться в Сумській області, Роменського району, м. Ромни, вул. Дудіна, 83-А.

Знаходиться дане підприємство недалеко від річки Сула, даний водний об'єкт застосовується для технологічних процесів.

1.1.2 Технологія очистки стічних вод

Згідно технологічної схеми стічні води в м. Ромни від промислових підприємств та житлового масиву по напірних колекторах перекачуються на очисні споруди (потужністю 5000 м³/добу) каналізаційними насосними станціями № 1,2, КНС- Лермонтова, 2, КНС-Коржівська, 3-А.

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510235

Арк

9

Фактичний обсяг стічних вод становить 2350м³/добу. З кінцевої КНС (Каналізаційна насосна станція) по напірному водопроводу стоки поступають у приймальну камеру, де гаситься швидкість подачі стічних вод. Осад який залишається після приймальної камери відводиться по трубопроводу на піскові майданчики.

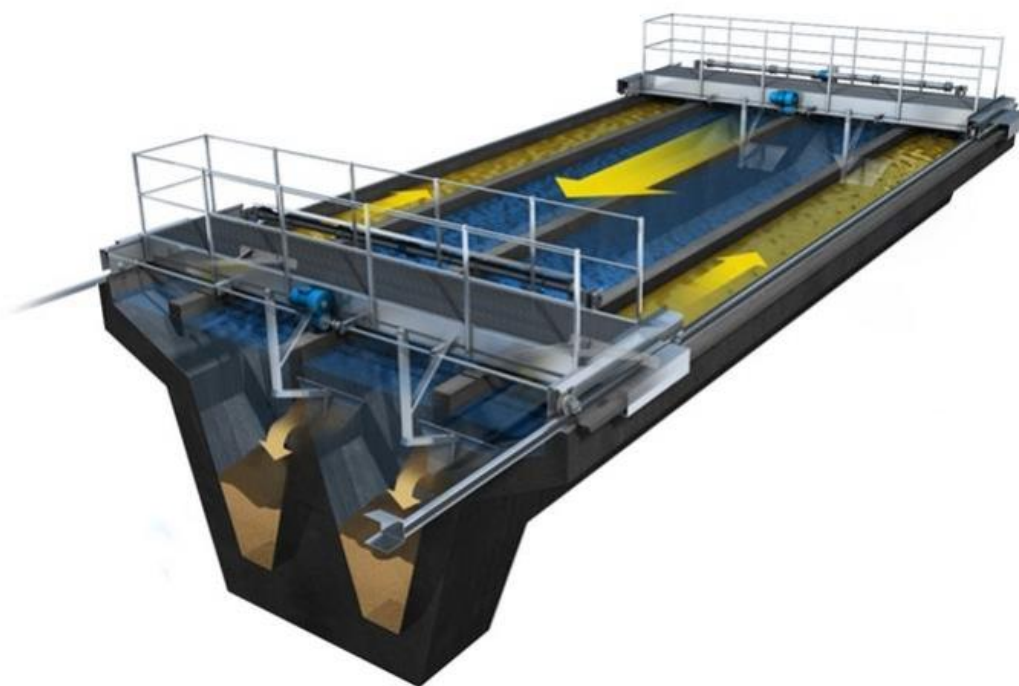


Рисунок 1.3 – Пісковий майданчик

Після камери гасіння стічна рідина самочинно проходить через решітку для затримання сміття більших розмірів по відповідному лотку подається в пісколовки. Пісколовка повинна працювати таким чином, щоб при русі стічної рідини в ній осідали важкі мінеральні домішки і не випадав осад органічного походження. Це досягається підтриманням певної швидкості руху стічної рідини. Швидкість повинна бути в межах від 0,15 м до 0,3 м/с. Пісок, який осідає в бункері пісковловлювача, видаляється з неї за допомогою гідроелеватора [2].

Звільнена від піску рідина по відповідному каналу направляється на двох'ярусні відстійники. Час відстоювання 1,5 години. Стічна вода проходить через центральну трубу, падає на відбивний щит, де гаситься швидкість руху води, та спонукає випаданню осаду з води в кінчну частину відстійників.

| | |
|-------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Підп. і дата |
| Інв.№дубл. | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Визначення рівня осаду у відстійнику проводиться батометром, опускаючи його на певну відстань від горизонту води у відстійнику, проводиться відбір проб.

Вміст в батометрі буде вказувати на наявність осаду чи води на рівні взяття проб.

В наявності 6 відстійників. На даному етапі закінчується механічна очистка води.

Після освітлення на двоярусних відстійниках стічні води по напірно-самотічному трубопроводу поступають в аеротенк.

Аеротенк - найчастіше резервуар круглого перетину, по якому протікає стічна вода, змішана з активним мулом, де відбувається біохімічне очищення стічної води. Повітря, що вводиться за допомогою пневматичних або механічних аераторів - аераційної системи, перемішує оброблювану стічну воду з активним мулом і насичує її киснем, необхідним для життєдіяльності бактерій. Велика насиченість стічної води активним мулом (висока доза) і безперервне надходження кисню забезпечують інтенсивне біохімічне окислення органічних речовин, тому аеротенки є одним з найбільш досконалих споруд для біохімічної очистки. Залежно від необхідного ступеня зниження органічного забруднення стічних вод аеротенки проектуються на повну біологічну очистку та неповну очистку.

Для нормальної життєдіяльності організмів активного мулу потрібні малі кількості розчиненого кисню. Критичною концентрацією вважається 0,2 мг / дм³, цілком задовільною - 0,5 мг / дм³ розчиненого кисню. Однак активний мул не терпить покладів і при найменшому застої починає гинути від власних метаболітів (загнивання). Тому норми на вміст розчиненого кисню (не менше 1,0-2,0 мг / дм³ в будь-якій точці аеротенках) припускають забезпечення інтенсивного перемішування мулової суміші з метою ліквідації її покладів. При концентрації розчиненого кисню, що перевищує максимально необхідну, критичну величину, ступінь активності мікроорганізмів не збільшується і очищення не покращується. Тому для кожного очисного споруди встановлюється своя «критична концентрація» кисню, причому ступінь його поглинання визначається, головним

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235

чином, характером і концентрацією забруднень. Подача повітря забезпечує кілька процесів, що відбуваються з активним мулом:

- дихання організмів,
- перемішування мулової суміші,
- видалення метаболітів,
- хемоокислення забруднюючих речовин.

Погані аераційні умови для активного мулу можуть бути обумовлені наступними причинами:

скороченням повітря, що подається, руйнуванням і засміченням фільтруючих повітря елементів (фільтрувальних пластин, дірчастих труб, дрібнопухирцевих диспергаторів і т. д.);

покладами і мікрозалежамі погано перемішуємо мулу в різних ділянках аеріруємої зони і всіх ланок очистки;

підвищенням питомих навантажень на активний мул за рахунок зростання вмісту розчинених органічних речовин в надходить на очистку води;

збільшенням вмісту токсичних речовин в стічній воді, що надходить на очистку (токсиканти блокують дихальні ферменти у організмів активного мулу);

зростанням кислородопоглищаємості активного мулу через порушення режиму вивантаження осаду з первинних відстійників;

перевищенням оптимальної концентрації поворотного мулу (недолік кисню при збільшенні біомаси активного мулу).

При виході із аеротенку очищені стічні води виносять з собою нерозчинні речовини, які складаються, в основному, із частинок відпрацьованої біологічної плівки.

У вторинних відстійниках відбувається їх осадження. Винесені частинки біоплівки випадають на дно відстійника у вигляді осаду. Раніше перед вторинними відстійниками проводилось знезараження рідким хлором. Ця процедура виявилась для даної очисної станції неефективною і її припинили проводити.

| | | | | |
|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| Інв. №подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. №дубл. | Підп. і дата |
|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|

| | | | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|-------------|-----------|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | ТС 19510235 | Арк 12 |
|------|-----|----------|-------|-----|-------------|-----------|

Після вторинних відстійників очищена вода змішувачем (лотком Паршалья) потрапляє в контактний резервуар, де проходить контакт з гіпохлоритом натрію протягом 30хв., після чого знезаражена вода скидається каналом протяжністю 2 км у водоймище р. Сула.

1.1.3 Геоморфологічні умови

Очисні споруди даного комунального підприємства знаходяться на північному сході України, на правому березі річки Сула. Висота даної території 158 метрів над рівнем моря. Вони розташовані у лісостеповій фізико-географічній зоні.

1.1.4 Клімат

Клімат помірно-континентальний, із помірною зимою і теплим літом (частіше спекотним). Середньорічні температури: літня +24,7 °С, зимова -10,2 °С. Середньорічна кількість опадів — 586,7 мм. Найнижча середньомісячна температура повітря в лютому (-19,8°С), найвища (0,8 °С) зафіксовано в 2013 році. Найнижча середньомісячна температура в липні (17,2°С), найвища (34,1°С) спостерігались в 2015 році [3].

Останнє століття температура повітря в Ромнах, так само як і в цілому на Землі, має тенденцію до підвищення, причиною даного феномену являється технологічний прогрес, який за цей період, набував високого розвитку.

Протягом цього періоду середньорічна температура повітря підвищилася приблизно на 1,5°С. Найтеплішим за всю історію спостережень виявився 2007 р. більшим у цілому є підвищення температури в першу половину року.

У середньому за рік у Ромнах випадає 570 мм атмосферних опадів, найменше – у лютому-березні, найбільше – у липні.

Таблиця 1.3 – Середня кількість опадів, (мм)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Рік |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 42 | 38 | 34 | 41 | 50 | 61 | 70 | 47 | 43 | 41 | 48 | 52 | 567 |

У середньому за рік у місті спостерігається 143 дні з опадами; найменше їх (10) у серпні, найбільше (19) – у грудні. Щороку в Ромнах утворюється сніговий покрив, максимальна висота якого зазвичай спостерігається в лютому.

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ТС 19510235

Арк

13

Відносна вологість повітря становить в середньому 73%, найменша вона у травні (59%), найбільша – у грудні (86%).

Таблиця 1.4 – Відносна вологість повітря, (%)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Рік |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 83 | 80 | 78 | 65 | 63 | 65 | 67 | 62 | 67 | 74 | 83 | 87 | 73 |

Найменша хмарність спостерігається в серпні, найбільша – у грудні.

Таблиця 1.5 – Загальна хмарність, (бали)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Рік |
|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| 7,3 | 7,6 | 7 | 6,9 | 6,3 | 3,1 | 5,8 | 5,3 | 5,5 | 6,1 | 8 | 8,5 | 6,7 |

0 балів – ясно.

- ✓ Менше 5 балів нижнього ярусу, або хмар середнього ярусу, що просвічують, або будь-яка кількість хмар верхнього ярусу – невелика хмарність.
- ✓ Від 1-3 до 6-9 балів або 3-8 балів хмар нижнього ярусу або щільних хмар середнього ярусу – мінлива хмарність.
- ✓ Від 8-10 до 0-3 балів хмар нижнього ярусу – хмарно з проясненнями.
- ✓ 7-10 балів хмар нижнього ярусу – хмарно.
- ✓ 10 балів хмар нижнього ярусу – похмуро.

Найбільшу повторюваність у місті мають вітри із заходу, найменшу – з півночі та південного сходу.

Таблиця 1.6 – Повторюваність вітру різних напрямків, (%)

| Пн | ПнС | С | ПдС | Пд | ПдЗ | З | ПнЗ | Штиль |
|------|------|------|------|----|------|------|------|-------|
| 10,5 | 13,9 | 14,1 | 10,7 | 11 | 11,8 | 15,4 | 11,6 | 5,1 |

Найбільша швидкість вітру – в лютому, найменша в серпні. У січні вона в середньому становить 4,7 м/с, у липні – 2,9 м/с.

Таблиця 1.7 – Швидкість вітру по місяцях, (м/с)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | Рік |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4,7 | 5,1 | 4,4 | 4,1 | 3,5 | 3,2 | 3,1 | 3 | 3,2 | 3,5 | 4,1 | 4,5 | 3,8 |

Кількість днів з грозами в середньому за рік становить 18, градом – 7, снігом – 61.

1.1.5 Геолого-гідрогеологічні умови

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв. № добул. | |
| Взаєм. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

14

Абсолютні оцінки даної поверхні перебувають у межах від 2,5 м до 5,0 м. У геологічній будові території беруть участь відкладення четвертинної системи.

Зверху вниз геологічна будова ділянки характеризується так:

1. Ґрунтово-рослинний шар, що має поширення за межами території очисних споруджень, потужністю до 0,3 м.

2. Суглинок бурувато-сірий, щільний. Розкрита потужність до 3,2 м.

3. Глина коричнево-жовтого кольору. Розповсюджена повсюдно.

Потужність відкладень до 3,0 м.

4. Пісок бурий дрібнозернистий, кварцовий, середньої щільності.

Розповсюджений повсюдно. Водоносний. Потужність відкладень до 4,0 м

5. Піщаник середньозернистий. Потужність відкладень до 2,8 м

6. Мергель глинистий бурувато-сірого кольору. Потужність відкладень до 2 м.

Водоносний горизонт проявляється у виходах на поверхню у вигляді джерел і дринується р. Сула. По хімічному складу підземні води, в основному, гідрокарбонатно-сульфатно-натрієво-кальцієві.

1.2 Аналіз українського законодавства з питання питань поводження з водними об'єктами з урахуванням Європейського досвіду

Оскільки Україна обрала для себе напрямок розвитку, зосередившись на Європейському Союзі, особливо завдяки поєднанню українського законодавства та європейських та міжнародних стандартів, коригуванню нормативних актів. Тому управління державним рівнем відходів слід контролювати шляхом запровадження законів, які мають базуватися на національних якостях та корисному досвіді закордонного законодавства. Наприклад, ЄС прийняв понад дев'яносто екологічних директив [9].

Директиви з відходів встановлюють вимоги до:

- очищення стічних вод у місті;
- захист повітряного басейну від спалювальних печей;

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | 15 |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | |

- моніторинг та контроль транспортування небезпечних відходів;
- видалення відпрацьованих масел;
- інші нормативні акти для певних випадків.

Спільна стратегія поводження з відходами створена в ЄС. Політика ЄС щодо поводження з відходами має низку загальних принципів, саме тому їх використання та тлумачення залежать від держав-членів та країн-кандидатів на членство в ЄС, а також існує можливість поступового пристосування до європейського законодавства.

Розроблено базу нормативних документів у галузі поводження з відходами. Основним юридичним документом, що визначає правову базу та основні принципи у цій галузі, є Директива 75/442 / ЄЕС. Ця Директива містить 16 категорій відходів, на яких базується єдиний Європейський каталог відходів (Рішення 2000/532 / ЄЕС). Він періодично переглядається та оновлюється. Ця директива також визначає основні принципи поводження з відходами, які контролюють екологічні показники діяльності суб'єктів господарювання.

Відповідно до Директиви 75/442 / ЄЕС, основні принципи поводження з відходами включають:

- запобігання підвищеному утворенню відходів та зменшення їх токсичності;
- повторне використання та переробка;
- відділення корисних компонентів від відходів;
- використання для виробництва енергії;
- безпечна утилізація відходів (використовується в крайньому випадку, коли всі вищезазначені дії неможливі).

Важливим принципом поводження з відходами є "відповідальність виробника". Компанії на етапі проектування своєї діяльності повинні вживати заходів щодо зменшення кількості відходів, а також брати активну участь у заходах щодо управління ними. Витрати на організацію, прийом та утилізацію відходів несуть виробники та власники відходів, які здають їх компаніям, що

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|

| | | | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|-------------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | 16 |

займаються збором та захороненням відходів, відповідно до принципу "забруднювач платить".

Відповідно до Директиви 75/442 / ЄЕС, країни ЄС повинні розвивати розвинену та всебічну мережу звалищ та враховувати передові наукові та економічні технології. Через те, що директива не може заборонити вивезення відходів, а лише забороняє нераціональне управління та несанкціоноване захоронення, перед компаніями стоїть складне завдання, таке як: поділ відходів за видами, облік та транспорт, отримання необхідних дозволів від органів влади тощо [10].

Важливими правовими актами ЄС у галузі поводження з відходами є директиви (4-7), які були присвячені переробці, використанню та транспортуванню відходів (рис. 1.2).

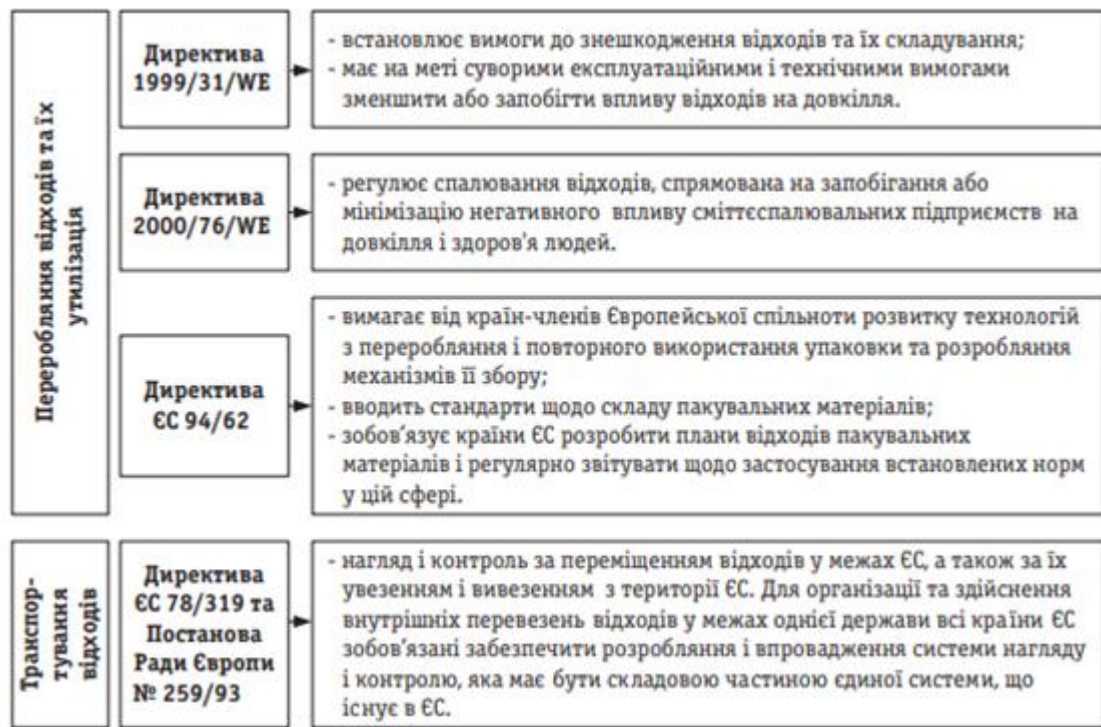


Рисунок 1.2 – Нормативні документи ЄС стосовно перероблення, утилізації та транспортування відходів [6]

Ці правила є основою системи поводження з відходами в країнах-членах ЄС. Ці акти є юридичним інструментом з проблемою збільшення кількості відходів в європейських країнах.

| | |
|-------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Вип. | Арк |
| № докум. | Підп. |
| Дат | |

В Україні для запобігання токсичного впливу на навколишнє середовище чинним законодавством встановлений необхідний правовий режим, який охоплює комплекс певних заходів та правил поводження з відходами на всіх етапах: утворення, утилізація та утилізація. Цей режим пристосований до українських законів "Про охорону навколишнього середовища", "Про відходи", "Про забезпечення санітарно-епідемічного добробуту населення", "Про поводження з радіоактивними відходами", "Про використання ядерної енергії та радіаційний захист"., "Про металобрухт"., Кодекс метрополітену України та інші нормативні акти. Ці закони спрямовані на вирішення питань поводження з відходами, а також набору заходів щодо організаційних та економічних стимулів для економії ресурсів. Основні принципи законодавства: зменшення утворення, ефективне використання, забезпечення повного захоронення та своєчасного захоронення відходів відповідно до вимог охорони навколишнього середовища [9].

Відповідно до затверджених МОЗ державних санітарних норм та правил утримання території населеного пункту існують певні вимоги до очисних споруд (пункти 20 та 21):

Для зберігання рідких відходів (фекалій, сечі, залишків), що утворюються в житлових та громадських будівлях та спорудах за відсутності централізованого водопостачання та каналізації, необхідно забезпечити каналізацію шляхом встановлення (використання) місцевих очисних пристроїв. Якщо є туалети на задньому дворі, їх слід підключити до місцевих очисних споруд [8].

2. Місцеві очисні споруди повинні бути побудовані відповідно до місцевого проекту з урахуванням типу та типу ґрунту, рівня ґрунтових вод, системи очищення стічних вод.

Місцеві очисні споруди повинні розташовуватися від меж земельних ділянок освітніх та лікувально-профілактичних закладів, стін житлових та громадських будівель та споруд, дитячих майданчиків для відпочинку та

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№одубл. | |
| Підп. і дата | |
| Вип. | |

ТС 19510235

Арк

18

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

відпочинку, дистанційного вирізання водних об'єктів згідно Держсанепідслужби та епідеміологічної експертизи.

Відстань від місцевих очисних споруд до громадських свердловин та джерел має враховувати гідрогеологічні умови та бути не менше 50 метрів.

Вертикальне планування території навколо очисної споруди повинно виконуватися таким чином, щоб поверхневі та аварійні води стікали в їх напрямку та в протилежному напрямку від споруд водопостачання [9].

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--|--|--|--|-----|
| Інв. № подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | | | | | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | | | | 19 |

РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЩОДО СИСТЕМ ХІМІЧНОГО ТА БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

2.1 Біологічні методи очищення стічних вод

Активний мул - це темно-коричнева пластівця, розміром до декількох сотень мікрометрів. 70% цього складають живі організми, а 30% - тверді частинки неорганічної природи. Живі організми разом із твердим носієм утворюють зооглі - симбіоз популяцій мікроорганізмів, покритих загальною слизовою оболонкою. Мікроорганізми, виділені з активного мулу, належать до різних родів: Actinomyces, Azotobacter, Bacillus, Bacterium, Corynebacterium, Desulfomonas, Pseudomonas, Sarcina та ін. Найчисленніші бактерії роду Pseudomonas, для яких характерні всеїдні. Залежно від зовнішнього середовища, яким в даному випадку є стічні води, та чи інша група бактерій може бути домінуючою, а інші стають супутниками основної групи.

Найважливішою технологічною характеристикою активного мулу є його здатність до осадження. Мікроорганізми, що складають біоценоз активного мулу, утворюють великі агрегати, з'єднані біологічними полімерами слизової оболонки. Розмір таких одиниць або пластівців становить 20-100 мкм. Для пластівців активного мулу властивість седиментації характеризується значенням індексу мулу, який визначається як об'єм в мілілітрах, зайнятий 1 г мулу, відібраного з аеротенків після відстоювання протягом 30 хвилин. Осади, які добре осідають, мають індекс шламу 120 мл / г, задовільне осадження - 120-150, слабе осадження - понад 150 мл / г.

Основним технологічним параметром, що обмежує стан активного мулу, є органічне навантаження мулу. Існують органічні навантаження та сила окислення. Органічне навантаження - питома кількість забруднення, яка підходить для BSC (Lo), та окислювальна здатність - питома кількість видаленого забруднення (Lo - Lt). В аеротенках різної конструкції концентрація осаду або дози приймається від 1 до 20 г/л, а в класичних аераційних дозах осаду вона становить 2-3 г/л. [7]. Для визначення стану активного мулу іноді

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | 20 |

використовують параметр - вік біоценозу. Вік біоценозу під час очищення змінюється набагато більше, ніж під час додаткового очищення. Стан біоценозу (активного мулу) також визначали за індексом мулу см³/г (ф-ла. 2.1), який визначався кількістю обсягу мулу після 30 хвилин осадження, відносно 1 грама сухого активованого шлам. У добре функціонуючих аераційних цистернах індекс мулу становить від 70 до 120 см³/г, при навантаженні BSC нижче 200 мг/г і більше 500 мг/г, індекс мулу збільшується більш ніж 120, що свідчить про незадовільне очищення стічних вод [4].

Індекс мулу — величина, зворотна концентрації мулу в муловій фазі після півгодинного відстоювання (рис.2.1) :

$$I = V_{0,5} / d, \quad (2.1)$$

де $V_{0,5}$ – доза мулу за об'ємом, см³/дм³; d – доза мулу за масою, г/дм³.

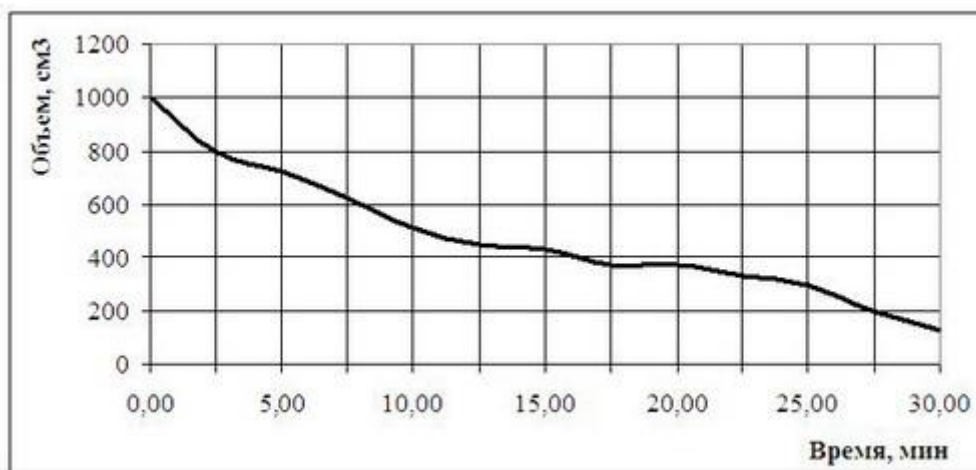


Рисунок 2.1– Задовільна седиментаційна характеристика активного мулу [4]

Значна роль у створенні та експлуатації активного мулу належить найпростішим. Функції найпростіших досить різноманітні; вони самі не беруть безпосередньої участі у споживанні органічної речовини, але регулюють віковий та видовий склад мікроорганізмів в активованому мулі, підтримуючи його на певному рівні. Поглинаючи велику кількість бактерій, найпростіші прискорюють вивільнення бактеріальних екзоферментів, які концентруються в слизовій і тим самим беруть участь у руйнуванні

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

21

забруднюючих речовин. В активних мулах є представники чотирьох класів найпростіших: саркоїдів (Sarcodina), батокових червів (Mastigophora), війчастих війок (Ciliata), смоктальних інфузорій (Suctoria). Показником якості активного мулу є коефіцієнт найпростіших, який відображає відношення кількості клітин найпростіших мікроорганізмів до кількості бактеріальних клітин. У високоякісному мулі повинно бути 10-15 клітин найпростіших на 1 мільйон бактеріальних клітин. При зміні складу стічних вод кількість одного з видів мікроорганізмів може збільшуватися, але інші культури все ще залишаються в біоценозі. На формування ценозу активного мулу можуть впливати сезонні коливання температури, надходження кисню та наявність мінеральних компонентів. Все це робить композицію складною і практично непродуктивною. [7]

Ефективність очисної споруди також залежить від концентрації мікроорганізмів у стічних водах та віку активного мулу. У звичайних аеротенках поточна концентрація активного мулу не перевищує 2-4 г/л. Збільшення концентрації мулу у стічних водах призводить до збільшення швидкості очищення, але вимагає посиленої аерації, щоб підтримувати концентрацію кисню на необхідному рівні [9].

Таким чином, аеробне очищення стічних вод включає такі етапи:

- 1) адсорбція субстрату на поверхні клітини;
- 2) розщеплення адсорбованого субстрату позаклітинними ферментами;
- 3) поглинання розчинених речовин у клітинах;
- 4) ріст та ендогенне дихання;
- 5) випуск продуктів, що виділяються;
- 6) "поїдання" первинної популяції організмів вторинними споживачами.

В ідеалі це повинно призвести до повної мінералізації відходів у прості солі, газу та воду. На практиці очищена вода та активний мул з аераційного бака подаються у вторинну седиментацію, де активний мул відокремлюється від води. Частина активного мулу повертається в систему очищення, а надлишок активного мулу, створений в результаті росту мікроорганізмів,

| | |
|---------------|--------------|
| Інв. №подл. | Підп. і дата |
| Взаєм. інв. № | Інв. №дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

22

надходить у місця мулу, де зневоднюється і вивозиться на поля. Надлишок активного мулу також може бути перероблений анаеробно. Перероблений активний мул може служити добривом та їжею для риб та худоби [11].

Ідея біологічного очищення стічних вод була запозичена людиною у природи, де постійно відбуваються складні процеси розкладу органічних речовин за участю різних організмів. Отже, кожна рослина для біологічного очищення стічних вод в районі є обмеженим типом екологічної системи з певними умовами життя і сформованою для цих умов характерною для біоценозу.

Біофільтри та аеротенки вважаються об'єктами для аеробної біологічної обробки в штучно створених умовах. Принцип очищення стічних вод на цих об'єктах такий же, як і в основі природних методів очищення. Хоча екологічні системи біофільтрів та аеротенків суттєво відрізняються від природних аналогів екстремальними умовами існування біоценозів, а саме високою концентрацією органічних сполук та високою щільністю населення. Крім того, штучні екосистеми біофільтрів та аеротенків характеризуються здатністю підтримувати оптимальні умови життя організмів біоценозу (навантаження органічної речовини, температура, рН, кількість розчиненого кисню, відсутність токсичних домішок тощо). Все це в сукупності забезпечує високу інтенсивність біохімічних процесів у цих структурах. [15]

Аеротенки імітують процеси природного самоочищення води в резервуарах. Біоценоз аераційних танків називається активним мулом. Активний мул характеризується пластинчастою структурою, яка являє собою сукупність мікроорганізмів (ниткоподібні бактерії та нітрифікуючі бактерії) та найпростіших (інфузорії), які мають набір ферментів для виведення забруднюючих речовин з каналізації. Частинки активного мулу, утворені ниткоподібними бактеріями, з одного боку, утворюють адсорбційний скелет, навколо якого з'являються зграї, з іншого боку, вони запобігають утворенню піни та стимулюють осадження. Простіше кажучи, абсорбуючі бактерії зменшують мутність дренажу. Невеликі пластівці активного мулу утримуються

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235

Арк

23

в аераційному резервуарі у вільно плаваючому стані за допомогою повітря, яке заноситься в будівлю повітродувками, вентиляторами або компресорами, і в той же час вони є джерелом кисню для мікроорганізмів активного мулу. Знищення органічних сполук спричинене мікроорганізмами активного мулу (АМ) [12].

2.1.1 Аеротенки

Аеротенк - споруда для штучного біологічного очищення стічних вод активним мулом (бактерії-мініералізатори та нижчі організми) та продуванням повітря (аерація) (рис. 2.3).

Аеротенк - це бетонний проточний басейн глибиною 3-5 м, шириною 3-12 м і довжиною до 150 м, необхідний для бактеріальної діяльності та окислення органічних забруднювачів. Активний мул потрапляє у вторинні осаджувачі, звідки він перекачується назад в аераційний резервуар, а його ріст (зважена речовина) скидається на переробку (бродіння) осадом первинних осадників. Час утримання відпрацьованої рідини в аеротенку становить 6–12 годин [10].

Аеротенк - це реактор, в якому три фази обробляються при контакті трьох фаз: стічні води (забруднення) + активний мул (АМ) + кисень внаслідок масообміну та біохімічного руйнування органічної речовини (ферментативна реакція). На швидкість цього механізму впливають: склад та властивості стічних вод, гідродинамічні умови змішування, температура стічних вод тощо [12]

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|--------------------|--|-----|
| | | | | | ТС 19510235 | | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | 24 |



Рисунок 2.2– Зображення поздовжнього аеротенка



Рисунок 2.3– Зображення аеротенка круглої форми

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235

Арк

25

Процес очищення оцінюється відповідно до стану активного мулу, який є основною одиницею (накопичення водних організмів, переважно аеробіки та забруднення стічних вод) (рис. 2.5). Пластівці активованого мулу в аеротенках перебувають у завислому стані. Характерною особливістю аераційного резервуару як установки біологічної очистки є те, що процедура очищення може бути адаптована до ступеня, необхідного місцевим умовам. Чим довший процес аерації, чим більше повітря та активного мулу, тим краще очищується вода [13].



Рисунок 2.4– Традиційне біологічне очищення води в аеротенку [12]

Аеротенки класифікуються за різними параметрами, але найчастіше застосовується класифікація за технологічним режимом, який вказує на кінетику та швидкість процесів окислення. Аеротенки класифікуються за двома технологічними методами: змішування та екструзія.

Витіснювачі аеротенків. Це споруди, в яких стічні води послідовно проходять коридорами без повного перемішування, а біохімічні процеси проходять з різною швидкістю по своїй довжині, тобто рівень забруднення BSC поступово зменшується. Після первинних відстійників у водосховищах (1) стічні води потрапляють в аеротенки (зона 2), де очищення стічних вод здійснюється сорбційно-окислювальними процесами. Зворотний активний мул подається по трубопроводу (3) через регенеративний коридор (4). Після

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

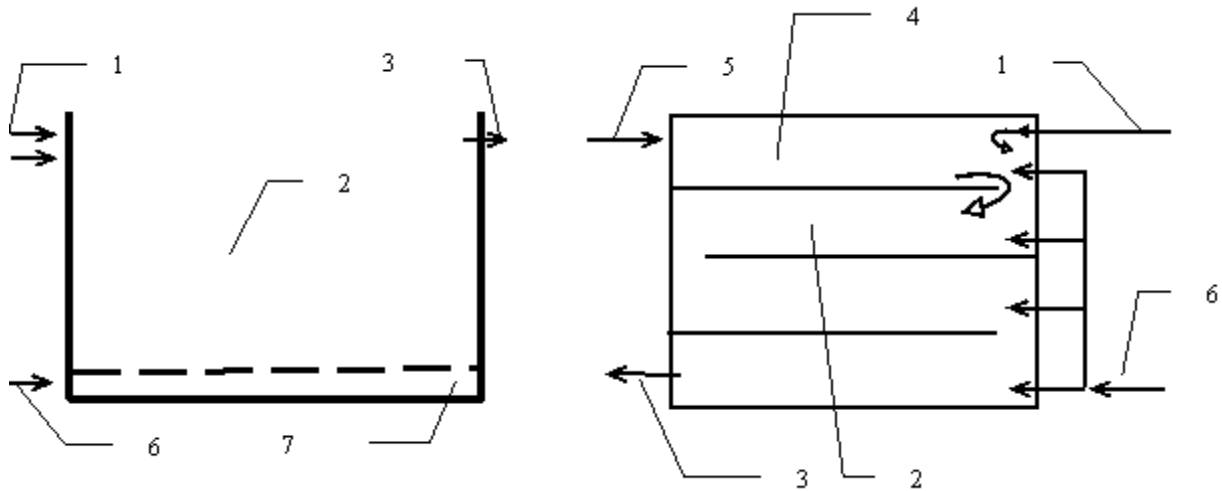
| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

26

регенератора активний мул змішується зі стічними водами і в контакт з стисненим повітрям (5) продовжує рухатися коридорами, виходить із відділення аераційного бака і потрапляє на вторинні відстійники на лотках (6). Для розчинення стисненого повітря у дрібні бульбашки аераційний резервуар обладнаний спеціальним каналом (7). Канал покритий фільтруючими пластинами, що забезпечує подрібнення та рівномірний розподіл повітря [14].



а – поздовжній розріз; б – план

1 - подача стічних вод з первинних відстійників; 2 - коридори (зона аерації) аеротенка; 3 - видалення суміші очищеної води та відпрацьованого активного мулу на вторинних відкладах; 4 - зона регенерації; 5 - подача регенератора активного мулу; 6 - подача стисненого повітря під час пневматичної аерації; 7 - повітропровідний канал, покритий дифузорами повітряного фільтра.

Рисунок 2.5 – Технологічна схема аеротенка-витиснювача

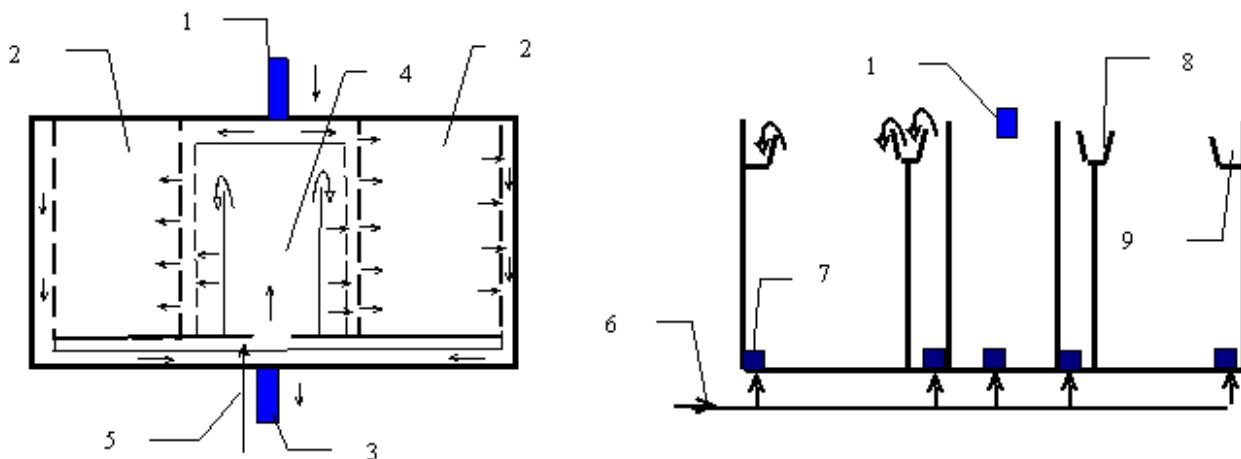
Переваги: майже повне видалення всіх забруднюючих речовин зі стічних вод.

Недоліки: початкове пригнічення активності мікроорганізмів активного мулу з високою концентрацією органічних забруднювачів (необхідність доведення рівня забруднення до НСР не перевищує 200-400 мг / л); система очищення надзвичайно чутлива до раптового збільшення або коливання початкової концентрації забруднюючих речовин.

Аеротенки-змішувачі. В аеротенках-змішувачах рівень концентрації БСР по довжині зони аерації в будь-який час однаковий. Аеротенки-змішувачі

| | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|--------|-----|----------|-------|-----|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | Вип. № | Арк | № докум. | Підп. | Дат | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | | | | | | |

призначені для коридорів великої місткості (рисунок 2.7). Для низького споживання стічних вод такі аеротенки поєднуються з вторинним відстійником. Характеристика змішувачів полягає в тому, що забезпечується рівномірний прийом та відведення стічних вод та активного мулу по довжині конструкції. Ця схема змішування стічних вод з активним мулом забезпечує рівномірний розподіл концентрації активного мулу та забруднюючих речовин та швидкість процесу очищення.



а – поздовжній розріз; б – план

1 - подача стічних вод з первинних відстійників; 2 - коридори (зона аерації) аеротенка; 3 - видалення суміші очищеної води та відпрацьованого активного мулу на вторинних відкладах; 4 - зона регенерації; 5 - подача регенератора активного активного мулу; 6 - подача стисненого повітря під час пневматичної аерації; 7 - повітропровідний канал, покритий фільтруючими дифузорами повітря; 8 - канал рівномірного розподілу суміші АМ і SE; 9 - канал для збору та скидання відпрацьованих АМ та очищених ПЕ у вторинні осаджувачі.

Рисунок 2.6 – Технологічна схема аеротенка-змішувача [14]

Гідродинамічні та технологічні умови в аераційних ємностях-змішувачах забезпечують подачу для очищення стічних вод БПК до 1000 мг / л та відносно нерівномірний коефіцієнт споживання та забруднення.

Технологічна схема будівництва працює наступним чином: стічні води з первинних відстійників у лотку (1) надходять у розподільну систему, де змішуються з активним мулом, що надходить з регенератора (4). У регенераторі циркулюючий мул потрапляє в систему (5) від вторинних осадників. Стічні

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

28

води та активний мул на лотку (8), рівномірно змішуючись уздовж коридору аераційного бака (2), забезпечують кисневий режим та перемішування, щоб утримувати АМ у завислому стані. Для поліпшення процесу сорбції в системі (6) через дифузори (7) подайте стиснене повітря. Після процесу очищення стічні води з відпрацьованим мулом, рівномірно по довжині коридору (2), виливаються в розвантажувальний лоток (9) і зливаються у вторинні відстійники [4].

Переваги: активний мул не стримується високими концентраціями забруднюючих речовин.

Недоліки: залишкова концентрація шкідливих речовин завжди залишатиметься на певному рівні.

Аеротенки поділяються залежно від способу подачі та розподілу в них повітря за аеротенками:

- з пневматичним живленням;
- з поверхневою або механічною аерацією;
- зі змішаним типом аерації.

В аераційних цистернах з пневматичною аерацією повітря подається до повітродувок і надходить у рідину через аератори, як правило, фільтруючого типу. Механічна аерація проводиться за допомогою спеціальних механічних аераторів, які інтенсивно змішують рідину і висмоктують повітря з атмосфери. Звичайні одноступінчасті аераційні резервуари знову використовувались для повної біологічної очистки побутових стічних вод або їх сумішей з промисловими стічними водами. Порівняно з іншими, ними порівняно легко керувати, але вони недостатньо економічні. У цих аераційних резервуарах очищення стічних вод та регенерація активного мулу виконуються в одній структурі, тому при скиданні стічних вод, що містять токсичні домішки, активність активного мулу та робота аераційного бака можуть бути серйозно порушені [16].

Аеротенки, що працюють з регенераторами, не мають подібних недоліків. Їхня робота базується на стабільності процесу біохімічного очищення стічних

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|-----|--------------------|--|-----|
| | | | | | ТС 19510235 | | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | 29 |

вод. Процес вилучення забруднюючих речовин з води відокремлюється від їх окислення в активному мулі. Насправді аеротенки призначені для більш короткого перебування в них стічних вод, їх завданням є усунення забруднень. Забруднення, що утримуються на активному мулі, окислюються в регенераторах. Вони давно активують мул. Цей спосіб очищення, коли власне аеротенки є першою фазою процесу, а в регенераторі - другою і третьою фазою, дозволяє збільшити концентрацію забруднюючих речовин в шламі. Навантаження аератора підтримує нормальне навантаження шламом і збільшує навантаження регенератора. Таким чином, середнє навантаження шламом збільшується, і ці конструкції працюють продуктивніше. Використання аераційних резервуарів з регенераторами дозволяє зменшити загальний будівельний об'єм цих конструкцій на 10 - 20% порівняно з об'ємом одноступінчастих аеротенків [17].

Важливою характеристикою роботи аераційного резервуару є навантаження активного мулу N , яке визначається як відношення маси, що надходить у реактор за добу забруднення, до повністю сухої або беззольної біомаси активного мулу в реакторі. За навантаженням аеробних систем для обробки активного мулу ми поділяємося на:

- аеробні системи для очищення стічних вод з великим навантаженням при $N > 0,5$ кг BSC5 на добу на 1 кг мулу;
- аеробні системи для очищення стічних вод середнього навантаження при $0,2 < N < 0,5$;
- аеробні системи з низьким навантаженням при $0,07 < N < 0,2$;
- аеробні системи розширеної аерації при $N < 0,07$ (табл. 2.1)

Аеробні системи очищення стічних вод із великим навантаженням використовуються тоді, коли великі кількості стічних вод із високою концентрацією забруднюючих речовин потребують очищення для неповного попереднього очищення. В аеробних системах з великим навантаженням активний мул має невелику здатність до осадження, і процес культивування наближається гемостатиками без рециркуляції біомаси. Найпоширеніша в

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|

| | | | | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|-------------|--|-----|
| | | | | | ТС 19510235 | | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | 30 |

практиці очищення аеробних систем із середнім навантаженням на активний мул. Реактори підтримують концентрацію біомаси близько 5 г / л.

При виготовленні аеротенків слід враховувати:

- -склад стічних вод (важкі метали);
- -об'єм води (кількість);
- температура води;
- -концентрація;
- -COD; БПК.

Оптимальна температура - 20-30С, для різних бактерій від 4-85С. Оптимальним середовищем є рН = 6,5-7,5, відхилення призводить до зменшення швидкості окислення. Концентрація розчиненого кисню повинна бути не менше 2 мг / л.

Інтенсифікація аераційних резервуарів. Збільшення дози активного мулу в зоні аерації є одним з найважливіших напрямів інтенсифікації біохімічного очищення стічних вод в аеротенках. Вважається, що збільшення дози активного мулу з 1-2 до 25-30 г / л пропорційно збільшує окислювальну здатність аеротенків з 0,5-1 до 12-14 кг БПК / (м3 / добу). Збільшити дозу активного мулу в аеротенках можна різними способами. Найпростіший - введення роздільної регенерації активного мулу. Це досягається поверненням у фазу регенерації активного мулу, ущільненого у вторинних осадках. Його доза в кондиціонері може становити 7-8 г / л, а в робочому діапазоні 1,5-2,5 г / л. Подальше збільшити потужність для нанесення двоступеневої секції осаду, для модифікації вторинних осадників за допомогою тонкошарових модулів або для застосування більш важких конструкцій: флоатерів, очищувачів з шаром зваженого мулу, фільтрів. Іншим способом збільшення дози активного мулу є створення аераційних резервуарів з фільтраційним відділенням мулової суміші. У робочій зоні такої конструкції підтримується доза активного мулу до 25 г / л. Однак перед тим, як очищена стічна вода потрапляє до вторинного мулу, вона проходить через спеціальні фільтровані бар'єри сітчастого або пористого типу. У цьому випадку вторинний осад отримує максимум 3-4 г / л зваженої

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

ТС 19510235

Арк

31

Вип. Арк. № докум. Підп. Дат

речовини. Фільтраційні резервуари можуть бути успішно використані для очищення висококонцентрованих стічних вод, що утворюють важко осідаючий мул. [13]

2.1.2 Окситенки

Окситенк - це високоефективна (принципово нова) структура, що використовується для проведення інтенсивного процесу біологічного очищення стічних вод із використанням чистого кисню та високих концентрацій активного мулу. Оксити призначені для біологічного очищення стічних вод і можуть використовуватися як самостійні споруди або як двоступенева схема в поєднанні з аераційними резервуарами. Двоступенева схема використовується для очищення висококонцентрованих стічних вод (БПК повна > 1000 мг O₂ / л), тоді як на першій фазі окситенка повинна використовуватися для видалення більшості забруднень.

У кисневих резервуарах замість повітря використовується технічний кисень, що створює умови для збільшення дози осаду та його активності, зменшує зростання осаду та споживання енергії на вентиляцію, збільшує окислювальну здатність та зменшує експлуатаційні витрати очисних споруд [14].

На практиці використовуються дві модифікації:

- 1) комбінований оксид, який працює за принципом реактор-змішувач;
- 2) поперечний переріз ежектора-видавлювача з окремим вторинним відстійником.

Комбінований окситенк рекомендується використовувати при будівництві нових конструкцій, переріз - при реконструкції аераційних станцій.

Конструктивно оксигенатор виконаний у формі круглого в плані резервуара з циліндричною перегородкою, яка розділяє весь обсяг на зону аерації (центральна частина) та сепаратор шламу (на периферії). У середній частині циліндричної перегородки є вікна для проходження мулової суміші із зони аерації до сепаратора

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк
32

шламу; у нижній частині перегородки - вікна для надходження обертового мулу в зону аерації [13].

Вентиляційна зона обладнана герметичною підлогою, на якій встановлений двигун турбоаератора. На підлозі встановлено трубопровід подачі кисню та очисну трубу з електричними клапанами. Шламовідділювач оснащений змішувальним пристроєм, який являє собою радіально розміщену сітку з вертикальних брусків $d = 30 \dots 50$ мм, розташовану на відстані 300 мм. Внизу колосникової решітки знаходиться шарнірний скребок. Сепаратор мулу працює з підвішеним шаром активного мулу, рівень якого автоматично стабілізується шляхом скидання надлишкового мулу через трубу. Стічні води потрапляють в зону аерації по трубі. Під впливом високошвидкісного тиску, що розвивається турбоаератором, суміш шламу надходить у шламовідділювач через вікна. Завдяки захисним екранам рідина в сепараторі мулу повільно рухається по колу. У поєднанні зі змішувальним пристроєм все це значно інтенсифікує процес відділення та ущільнення осаду.

Очищена вода проходить крізь шар зваженого активного мулу, очищається від зважених і розчинених органічних речовин, надходить у збірний бак і виводиться через трубу. Обернений активний мул опускається спіралью вниз і через вікна потрапляє в аераційну камеру. Окитенк оснащений системою автоматизації, яка забезпечує кисень зоні аерації в суворій відповідності зі швидкістю його споживання. Система автоматично підтримує задану концентрацію розчиненого кисню в суміші осаду окситенку при будь-яких змінах складу, концентрації або витрати стічних вод [14]. (Рисунок 2.7)

Характерними рисами окситенку є висока ефективність використання заданого кисню, значне зменшення загального будівельного об'єму у зв'язку з подвійним використанням обсягів сепараторів мулу, а також автоматичне регулювання подачі кисню відповідно до швидкості його використання.

Оптимальними параметрами технологічного режиму окситенку при очищенні стічних вод хімічного виробництва є: концентрація розчиненого кисню 10-12 мг / л (в аеротенках 2-4 мг / л), доза шламу 6-8 г / л (в аеротенках 2,5 -3 г /

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | 33 |

л), період аерації (включаючи перебування в шламовідділювачі) 2,5-3 години (в аеротенках 16-20 років). Ефективність використання кисню в кисневих баках становить 90-95%. Окислювальна здатність окситенку в 5-6 разів перевищує аеротенки; капітальні витрати менше 1,5-2 рази; оперативний - 2,5-3 рази [13].

2.1.3 Біофільтри

Біофільтр - споруда для штучного біологічного очищення стічних вод шляхом мінералізації органічних речовин бактеріями - аеробами.

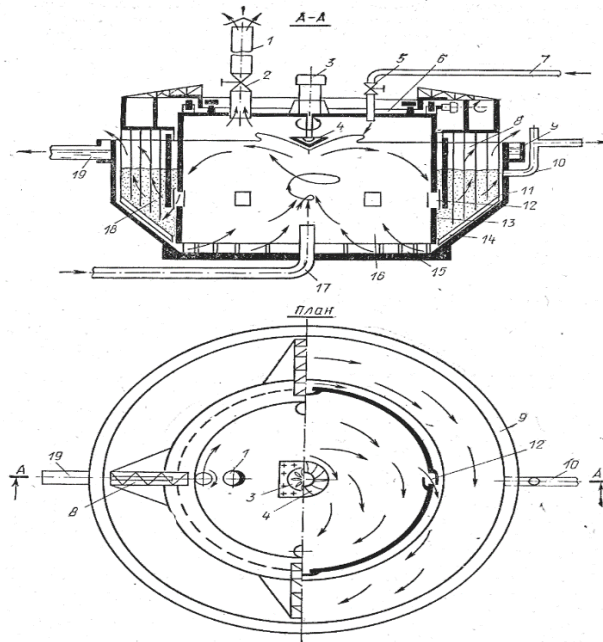
У біофільтрах (в тій чи іншій мірі) запускаються процеси очищення природних стічних вод у ґрунті. Активна біомаса, яку називають біоплівкою, огортає окремі елементи біофільтру вантажу гравію, гравію, керамзиту, пластику тощо, у вигляді тонкого слизового шару. Проходячи зверху вниз, стічна вода являє собою тонкий шар струму навколо завантаженого матеріалу, що контактує з біоплівкою. Повітря потрапляє в тіло біофільтра через природний протяг або він продувається вентиляторами. Знищення органічних сполук здійснюється мікроплівками з біоплівки. Їх принципова схема представлена на рисунку 2.8

Крапельний біофільтр - найпоширеніший тип фіксованого біоплівкового біореактора, що використовується для очищення стічних вод. В основному це реактор з нерухомим шаром і потоком повітря та рідини. Біомаса росте на поверхні сопла у вигляді плівки. Характеристикою сопла або фільтруючого шару є велика питома поверхня для розвитку мікроорганізмів і висока пористість. Останній забезпечує необхідні газодинамічні властивості шару та полегшує проходження через нього повітря та рідини [6].

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

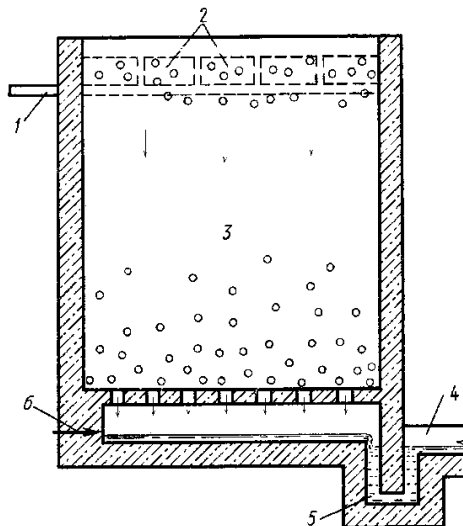
| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235



1 - очисна труба; 2, 5 - засувки з електроприводом; 3 -електричний двигун; 4-метровий боратор, 6-вувзка підлога; 7-трубопровід для подачі кисню; В-вертикальні бруски; 9-кріпильний лоток; 30-трубопровід для скидання надлишкового мулу; 11-танк; 12 вікон для пропуску мулової суміші із зони аерації до сепаратора шлама; 13 - циліндрична перегородка; 14-скребок; 15 вікон для проходження ротаційного мулу в зону аерації; 16 - зона аерації; 17 - трубопровід для подачі стічних вод в зону аерації; 18 - шламовідділювач; 19-трубопровід для скидання очищеної води.

Рисунок 2.7 – Схема окситенку [19]



1 – подача води через розбризкувачі; 2 – фільтрувальний матеріал із фіксованою біомасою (біоплівкою); 3 – відведення очищеної води

Рисунок 2.8 – Принципова схема біофільтра [19]

| | |
|--------------|------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

35

Біофільтри - це прямокутні або круглі конструкції з суцільними стінками і подвійним дном: верхній у вигляді решітки, а нижній - суцільний. Дренажне дно біофільтра складається із залізобетонних плит з площею отвору не менше 5-7% від загальної площі фільтра. Фільтруючим матеріалом, як правило, є щебінь, гравій, керамзит, шлак. Нижній несучий шар у всіх типах біофільтрів повинен містити більші частинки фільтруючого матеріалу (розміром 60-100 мм). Щебінні біофільтри мають висоту шару 1,5 - 2,5 м і можуть бути круглими діаметром до 40 м або прямокутними розміром 75 × 4 м². Вхідний потік попередньо відстояних стічних вод за допомогою водорозподільного пристрою періодично рівномірно зрошує поверхню біофільтра.

Під час просочування стічних вод через матеріал фільтруючого шару відбувається низка послідовних процесів:

- 1) контакт біоплівки, що розвивається на поверхні частинок фільтруючого матеріалу;
- 2) сорбція органічної речовини поверхнею мікробних клітин;
- 3) окислення стічних речовин у процесах мікробного обміну.

Через нижню частину біофільтра повітря продувається потоком рідини. Під час перерви між циклами зрошення ємність сорбенту біоплівки відновлюється. Біоплівка, що утворюється на поверхні фільтруючого шару біофільтра, є складною екологічною системою. Бактерії та гриби становлять нижчий рівень трофіки. Разом з мікроорганізмами - окисниками вуглецю вони розвиваються у верхній частині біофільтра. Нітрифікатори розташовані в нижній зоні фільтруючого шару, де процеси конкуренції поживного субстрату та кисню менш виражені. Найпростіші, коловертки та нематоди, які живляться бактеріальним компонентом екосистеми біоплівки, служать їжею для вищих видів (личинок комах).

У біофільтрі відбувається постійне зростання і вимирання біоплівки. Мертву біоплівку промивають струменем очищеної води і виймають з біофільтра. Очищена вода потрапляє в осад, де виділяється з частинок біоплівки, а потім скидається в резервуар. Процес окислення органічної

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

36

речовини супроводжується виділенням тепла, тому біофільтри нагріваються власним теплом. Великі установки, обладнані шаром ізоляційного матеріалу, можуть працювати при негативних зовнішніх температурах. Однак температура всередині шару фільтра не повинна бути нижче 6 °. Основним режимом роботи щебняного біофільтра є єдиний прохід стічних вод. Навантаження органічної речовини на фільтр становить 0,06-0,12 кг БПК / м³ на добу [18].

Для збільшення навантаження без збільшення поверхні біофільтра використовується метод обробки з рециркуляцією відходів або подвійний режим фільтрації.

Мінерали в біофільтрах замінені пластиком з початку 1980-х років, що забезпечує високу пористість та кращі гідродинамічні властивості шару при високих значеннях питомої поверхні шару фільтра. Це дозволило побудувати біореактори великої та малої потужності та очистити промислові стічні води з високою концентрацією забруднюючих речовин. Питома площа пластикових форсунок, що використовуються для швидкої фільтрації, більша, ніж площа гравійних біофільтрів [6].

Щебінні біофільтри, які мають меншу об'ємну щільність, можуть досягати висоти 8-10 м. Цей тип біореактора з швидким режимом фільтрації стічних вод забезпечує ступінь видалення 50-60% БПК. Каскад біофільтра використовується для більш високого ступеня очищення.

У 1973 р. У Великобританії був створений обертовий біологічний реактор, який являє собою обертовий диск - "комірки" із пластикових смужок, по черзі занурених у стічні води і піднімаються на поверхню. Площа контакту з біошаром значно збільшується і покращує аерацію. Більш вдосконалений тип фіксованого біореактора на біоплівці - це реактор з псевдозрідженим шаром, що характеризується наявністю носія, покритого мікробіологічною плівкою, достатнього для створення псевдозрідженого шару потоку рідини, що знаходиться вгору. Реактор має систему подачі кисню і пристрій, який забезпечує майже горизонтальний розподіл потоку рідини в несучому шарі. В

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

37

якості носія в таких біореакторах може використовуватися пісок, через який проходить кисень. У пристрої також використовуються волокнисті пористі прокладки з системою подачі кисню [6].

Робота біофільтра - досить простий процес. Важливою умовою ефективної роботи біофільтрів є ретельна попередня очистка стічних вод від зважених частинок, які можуть засмітити розподільчу установку. Несприятливим моментом у роботі біофільтрів є ймовірність затоплення, розмноження мух на поверхні, неприємний запах в результаті надмірного створення мікробної біомаси.

В даний час близько 70% очисних споруд у Європі є крапельними біофільтрами. Тривалість життя таких біореакторів оцінюється десятками років (до 50). Основним недоліком конструкції є надмірне зростання мікробної біомаси. Це засмічує біофільтр і призводить до несправності системи очищення. Нещодавно запропонована модифікація - це установка з попереминою подвійною фільтрацією. Системи рециркуляції усувають негативні сторони біофільтрів.

Таблиця 2.1 Властивості насадок, використовуваних в краплинних біофільтрах [18]:

| Тип насадки | Питома поверхня, м ² /м ³ | Пористість,% |
|-----------------|--|--------------|
| Мінеральна: | | |
| Шлак | 50-120 | 50 |
| Граніт | 24-110 | - |
| Гравій | 86-101 | - |
| Полімерна: | | |
| полівінілхлорид | 240 | 95 |
| Поліпропілен | 124 | 98 |

Біофільтр - це басейн з дренажем внизу, наповнений фільтратним матеріалом (шлак, гравій тощо, розміром 20 - 50 мм). Висота заповнення біофільтра становить близько 2 м. У біофільтрі стічні води, які проходять через фільтруючий матеріал, очищаються за допомогою створеної на ньому біологічної плівки, подібної до активного мулу аеротенків. У біофільтрі плівка обгортає зерно

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№одубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

ТС 19510235

Арк

38

Вип. Арк. № докум. Підп. Дат

для завантаження і в міру зростання промивається водою; повітря надходить у заповнювальні пори через його поверхню, дренаж і стінки (якщо вони проникні).

Найпродуктивнішими біофільтрами є аерофільтри та біофільтри із збільшеною висотою завантаження (до 4 м) та з рециркуляцією рідини [6].

Біологічний фільтр - резервуар, в якому стічні води фільтруються через завантажувальний матеріал, покритий біологічною плівкою, що складається з колоній мікроорганізмів.

Мікрофлора, яка живе в біоплівці, розкладає органічні речовини, використовуючи їх як джерело енергії та енергії. Мертву біологічну плівку відшаровують, промивають проточною стічною водою і видаляють з біофільтра. В якості завантаження використовуються матеріали з високою пористістю, низькою щільністю, високою питомою поверхнею (щебінь, гравій, шлак, керамзит, металеві та пластикові решітки, загорнуті в ролики). Біоплівка у біофільтрах виконує ті самі функції, що і активний мул, адсорбує та переробляє біологічні речовини у стічних водах. Окислювальна здатність біофільтрів нижча, ніж аеротенків.

Також різні типи біофільтрів поділяються за технологічними параметрами. (Табл.2.2) [18].

Принцип роботи біофільтра. Стічні води після первинної механічної обробки у відстійнику, звідки були видалені великі важкі фракції забруднювачів, надходять на біологічну очистку. Очищення в біофільтрі відбувається наступним чином. Забруднена вода, проходячи через фільтр, залишає нерозчинені домішки, які не осідали в первинному осаднику, а також колоїдні та розчинені органічні речовини, сорбовані біологічною плівкою. Колонії мікроорганізмів, харчуючись речовинами органічного походження, отримують енергію для життя. Деякі органічні речовини використовуються мікроорганізмами як матеріал для збільшення їх кількості [18].

Таким чином, відбувається одночасно і очищення стічних вод і зростання колонії. Необхідний для біохімічного процесу кисень повітря надходить у товщу завантаження шляхом природної та штучної вентиляції фільтра [6].

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | 39 |

Таблиця 2.2. Порівняльна характеристика різних типів біофільтрів

| Технологічні параметри | Біофільтр краплинний | Біофільтр високо-навантажений | Біофільтр вежний | Біофільтр з пластмасо-вим завантаженням |
|---|----------------------|-------------------------------|------------------|---|
| Висота завантаження, м | 1,5-2 | 4 | 8-16 | 3-4 |
| Гідравлічне навантаження, м ³ /(м ² •добу) | 1-3 | 10-30 | 30-50 | 30-45 |
| Окиснювальна потужність, гБСКповне/(м ³ •добу) | 150-300 | 500-1000 | 1000-2500 | 2700 |
| Допустиме БСКповне очищуваних стічних вод, мг/л | 220 | 300 | 250-500 | 250 |
| Рекомендована продуктивність за стічними водами, м ³ /добу | До 1000 | До 50000 | До 50000 | До 50000 |

На ефективність очищення стічних вод у біофільтрах впливають:

- БПК (біологічна потреба в кисні), який очищається стічними водами
- характер забруднення
- швидкість окислення
- інтенсивність дихання мікроорганізмів
- товщина біоплівки
- склад мікроорганізмів, що живуть у ньому
- температура стічних вод у біофільтрі

Біофільтри класифікуються на:

1. Двоступеневі біофільтри. Вони використовуються для досягнення високого ступеня очищення, коли ви не можете збільшити висоту біофільтра.

2. Біофільтри з краплею. Вони мають низьку продуктивність, але забезпечують повне очищення. Вони використовуються для очищення води до 1000 м³ / добу з БПК, що не перевищує 200 мг О₂ / л [3].

2.1.4 Аналіз патентів на біологічні методи очищення

1. Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод після механічного очищення (RU76642U1, Д.В. Коренков, В.М. Коренков, 2010). Він

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510235

Арк

40

містить серію гідравлічно з'єднаних багатоступневих аераційних баків, що складаються з взаємопов'язаних камер, в яких є пластиковий носій мікроорганізмів-аераторів, обладнаний аераційними пристроями, осаджувач для осадження тонких шарів і дезінфекційний пристрій, що відрізняється тим, що кожна з камер розділяється на аераційних цистернах зонами аерації та осадження. Перша зона утворена двома паралельними ґратами, між якими розміщений пластиковий носій мікроорганізмів-вирощувачів, що циркулює по всій поверхні з великими порами з відкритими порами, а лоток із зубчастими носиками для подачі очищеної води розміщений над верхньою решіткою. Вентиляційний пристрій встановлений під нижньою решіткою, а зона осадження, розташована під вентиляційним пристроєм, знизу обмежена дном відповідної камери, яка в поздовжньому розрізі має форму перевернутого конуса.

Зона розморожування кожної камери, крім останньої, відокремлена від її зони аерації вертикальним бар'єром, що не досягає дна зони осадження, і одночасно відокремлена від зони аерації наступної камери досягає дна розділ із наскрізним вікном. Він з'єднаний з водосховищем із зазубреними носиками, а в свердловині, що утворює ці перегородки, між першою та другою камерами є шельф тонкошарової установки для осадження важкої суспензії та остання камера аераційних танків на кордоні при цьому тонкошарова седиментаційна полиця не досягає дна. Для осадження полиць виконується в поздовжньому вертикальному розрізі конічно і утворює зону осадження, у зазначеній зоні та в зонах осадження кожної з вентиляційних камер розміщуються резервуари трубопроводами з отворами для видалення опадів під гідростатичним тиском.

Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод після механічної обробки (рис. 2.9) відрізняється тим, що високопористий циркулюючий пластиковий носій мікроорганізмів-культиваторів з об'ємною щільністю, близькою до об'ємної щільності води, має відкриті пори до 8 мм,

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Підп. і дата | |

| | | | | | | | |
|-----|-----|----------|-------|-----|-------------|--|-----|
| | | | | | ТС 19510235 | | Арк |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | 41 |

поперечні фракції від 15 до 25 мм, а поздовжні від 30 до 50 мм і займають у кожній зоні аерації, де вона знаходиться, до 10% свого обсягу [21].

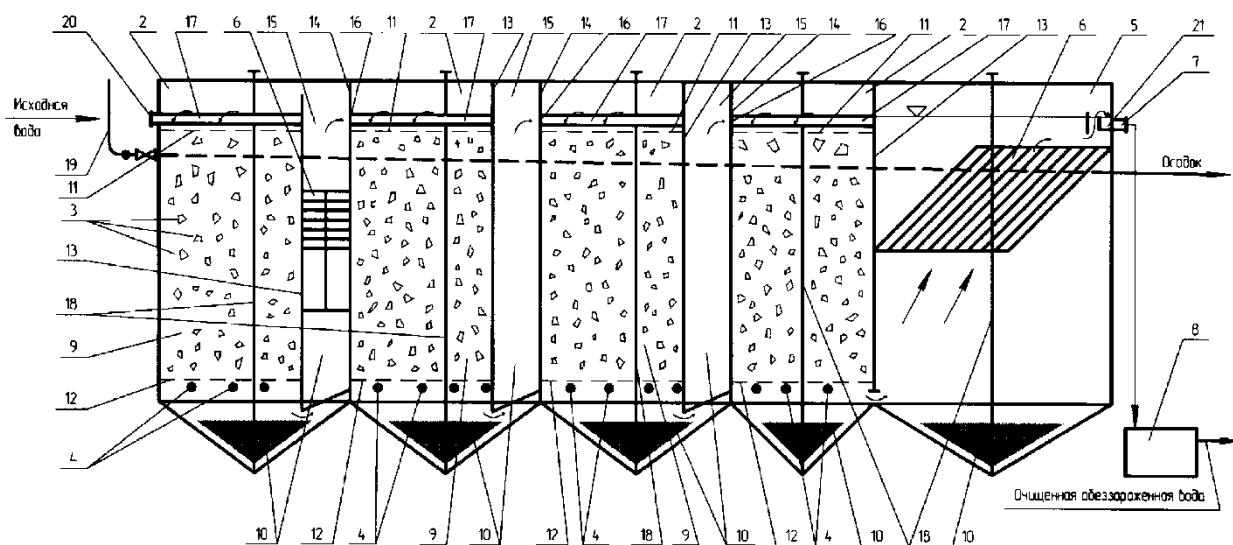


Рисунок 2.9 - Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод

2. Пристрій для біологічного очищення стічних вод (RU36375U1, І І. Weissman, Л. В. Рудакова, Т. А. Зайцева, І. С. Глушанкова, І. В. Анфімова, 2004).

Пристрій для біологічної очистки стічних вод, що містить біоротор (рисунок 2.10), розділений на секторні модулі за допомогою перфорованих перегородок і наповнений гранульованим навантаженням, відрізняється тим, що біоротор оснащений електричним приводом обертання та пристроєм для додаткової вентиляції очищених стічних вод, виконаний у вигляді поздовжніх заглиблених лопатей, розміщених на циліндричній поверхні біоротора, а гранульоване навантаження виконано з поліетилену високого тиску.

Корисна модель відноситься до галузі біологічного очищення стічних вод і може бути використана для активізації процесу очищення стічних вод в аераційних резервуарах.

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

42

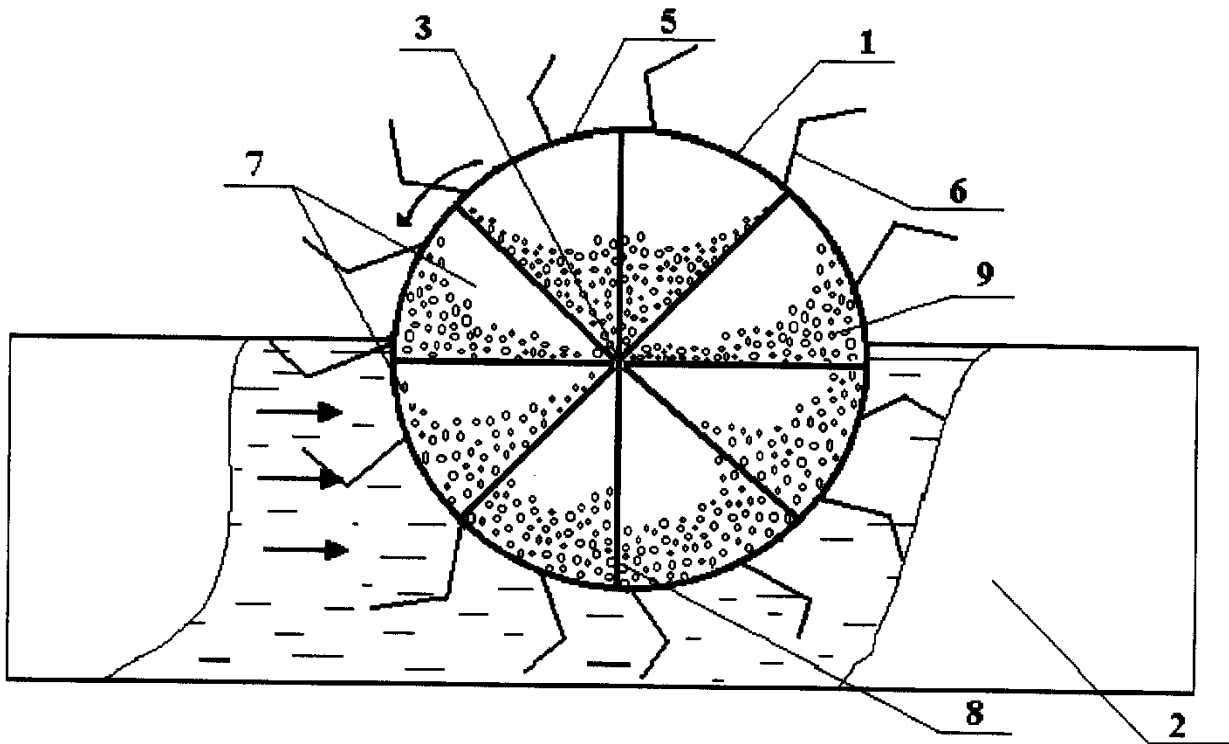


Рисунок 2.10 – Біоротор в аеротенку

Існує пристрій для очищення стічних вод, який містить контейнер, розміщений в ньому на горизонтальній шахті порожнистого барабанного біофільтра, доповнений завантажувальними елементами. Стінки барабанів виконані з отворами, а завантажувальні елементи виконані у вигляді пористих тіл з еластичного матеріалу, такого як поліуретан, із закругленими металевими навантаженнями всередині. Істотним недоліком відомого пристрою є те, що пористе навантаження, що містить металеві навантаження, схильне до швидкого стирання і вимагає часті заміни, що в свою чергу призводить до збільшення експлуатаційних витрат.

Причиною, яка заважає досягти бажаного технічного результату, є те, що відомий пристрій, прийнятий за прототип, не може бути встановлений безпосередньо в аераційному резервуарі, оскільки біоротор ІРС 7 CO₂ F 3/08 приводиться в рух потоком падаючої води, що подається під тиском.

Пристрій містить біоротор 1, виконаний у формі циліндра, встановлений в одному з коридорів аеротенків 2. Біоротор 1, встановлений на шахті 3, занурюється у воду приблизно на половину. На потік очищеної води,

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235

Арк

43

потрапляючи на поверхню мережі 5 біоротора 1, забезпечується заглибленими лопатями 6, внаслідок обертання біоротора 1 впливає поверхня стічних вод. Лопаті 6 мають заглиблену поверхню, яка забезпечує додаткову механічну вентиляцію очищеної води. Далі під дією сили тяжіння очищена вода надходить у внутрішній простір біоротора 1, де вона очищається. Внутрішній простір біоротора 1 розділений на секторні модулі 7 перфорованими перегородками 8, виконаними як поверхня циліндра, і торцевими поверхнями листів перфорованого металу або металевої сітки. Біоротор 1 завантажений на 50-80% зернистим навантаженням 9 - ПНД, зерна якого рухаються під час обертання, що забезпечує самоочищення біоротора 1 від надлишкової біомаси [22].

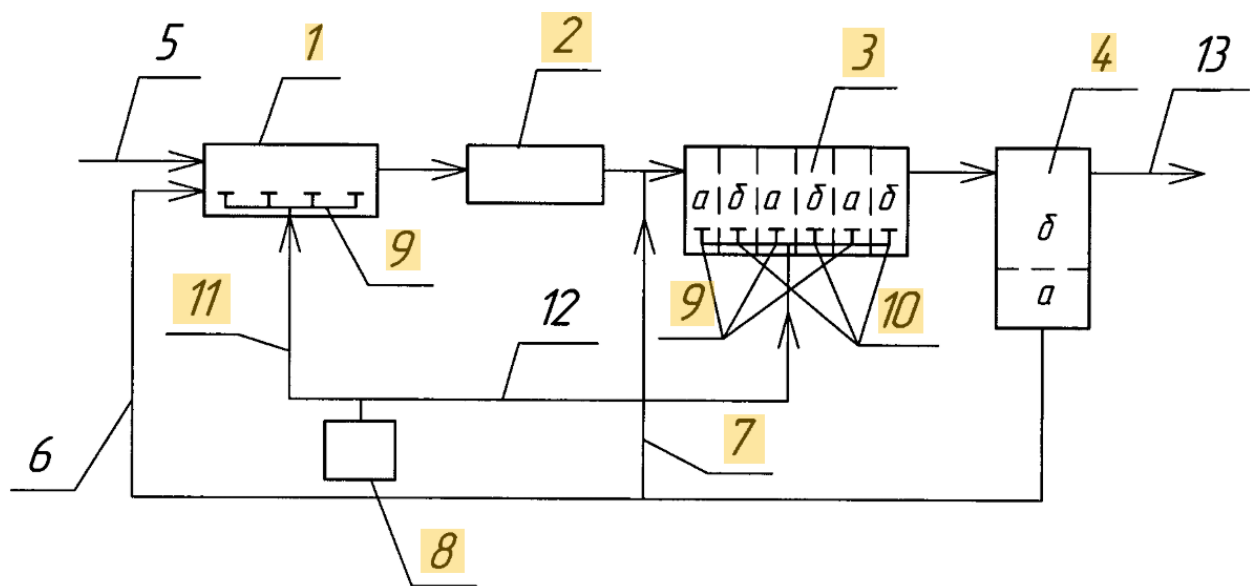
3. Метод біологічного очищення стічних вод (RU2440307C2, А.М. Халемський, Є.М. Швець, І.Амброж, Є.Р. Слюсарчик, 2012).

Він може бути використаний у комунальному господарстві, промисловості та сільському господарстві для обробки побутових, промислових та подібних композицій стічних вод, що містять біологічно розкладаються речовини. Для застосування методу спочатку проводять очищення стічних вод, що містять нерозчинні механічні домішки від сорбованої на них органічної речовини, у вентиляційному резервуарі, на вхід якого надходить активний мул з мулу. З резервуара для попередньої аерації стічні води, що містять чисто нерозчинні механічні домішки, вільні від сорбованих органічних речовин та активного мулу, доводяться до механічної очистки.

Стіки, що містять активний мул і легкозасвоювані органічні речовини, що переносяться в розчин, подаються в біореактор із змінними зонами вмісту кисню при надходженні в нього повітря, а потім у осад, що містить зони, неоднорідні за вмістом кисню. З відстійника активний мул повертається в біореактор та аераційний резервуар шляхом формування замкнутого технологічного циклу очищення стічних вод, що автоматизує процес біологічного очищення за рахунок зменшення штучного навантаження на

| | | | | | | | | | |
|--------------|------------|----------|-------|-----|-------------|--|--|--|-----|
| Підп. і дата | | | | | | | | | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | | | | | | | | |
| Підп. і дата | | | | | | | | | |
| Інв.№подл. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Арк |
| | | | | | | | | | 44 |
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | | | |
| | | | | | ТС 19510235 | | | | |

навколишнє середовище та зменшення енергетичних, експлуатаційних та капітальних витрат очисна споруда.



1 - резервуар попередньої аерації, 2 - пристрій механічного очищення, 3 - біореактор, а, б - відповідно анаеробна і аеробна зони, на які умовно розділений активаційний резервуар, 4 - відстійник, б, а - відповідно аеробне і анаеробна зони, на які умовно розділений відстійник 4, 5 - трубопровід подачі стічних вод, 6 - трубопровід подачі активного мулу з відстійника в резервуар попередньої аерації, 7 - трубопровід подачі активного мулу з відстійника в біореактор, 8 - система аерації, 9 - аераційні елементи із середнім міхуром, 10 - аераційні елементи з дрібним міхуром, 11 - трубопровід подачі повітря в резервуар попередньої аерації, 12 - трубопровід подачі повітря в біореактор, 13 - випуск очищених стічних вод[23].

Рисунок 2.11 – Система біологічного очищення стічних вод

Спосіб біологічного очищення стічних вод включає подачу стічних вод в аераційний посудину (2) коридорного типу та обробку води активним мулом, що утворюється по всій довжині аеротенків (2), принаймні одним анаеробним (AN), аноксидом (D), аеробні (N) та перехідні зони, поділ активного мулу у вторинному відстійнику (3) та його переробка (рис. 2.12).

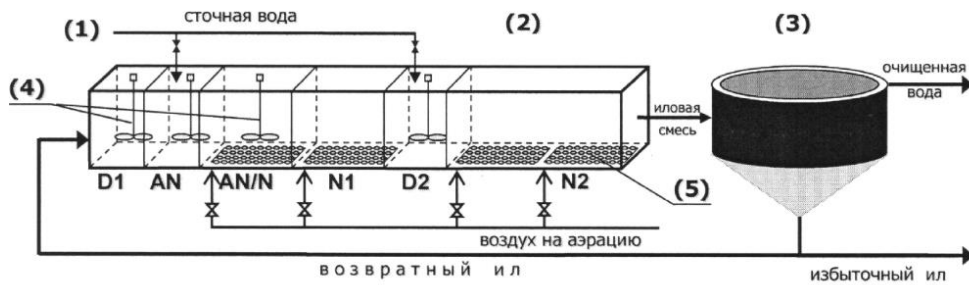
| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

45



1 – пристрій для подачі стічної води, 2 – аеротенк, 3 – вторинний відстійник,
4 – механічні мішалки, 5 – дискові аератори (5)

Рисунок 2.12 – Пристрій глибокого біологічного очищення

Обробка води активним мулом проводиться в послідовно розподіленому першому аноксиді (D1), анаеробному (AN), перехідному анаеробно-аеробному (AN / N), першому аеробному (N1), другому аноксичному (D2), перехідному аноксично-аеробному (D / N)) і другій аеробній (N2) зони аеротенків або в послідовно розташованих перших аноксичних (D1), анаеробних (AN), перехідних анаеробно-аеробних (AN / N), перших аеробних (N1), других аноксичних (D2) і інших аеробні N2) зони аераційних танків. Перехідна анаеробно-аеробна (AN / N) зона перемикається в анаеробний режим відключенням подачі повітря та ввімкненням механічного перемішування (4) або в аеробний режим включенням подачі повітря та вимкненням механічного змішування (4) [24]].

Установка включає пристрій (1) для подачі стічних вод, аераційний резервуар (2) і вторинний фільтр (3), механічні змішувачі (4), дискові аератори (5). Аеротенк (2) розділений поздовжніми перегородками на наступні послідовно розташовані зони:

- перша зона аноксиду (D1) (перша зона денітрифікації)
- анаеробна (AN) зона;
- перехідна анаеробно-аеробна зона (AN / N) (яка може працювати в анаеробному або аеробному режимі)

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв. Нодубл. | |
| Взаєм. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. Неподл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510235

Арк

46

- перша аеробна (N1) зона (перша зона нітрифікації)
- друга зона аноксиду (D2) (друга зона денітрифікації)
- аноксидно-аеробна (D / N) зона переходу (яка може працювати в аноксидному або аеробному режимі)
- друга аеробна (N2) зона (друга зона нітрифікації).

2.2 Хімічні методи очищення

Хімічний метод очищення передбачає використання хімічних реакцій нейтралізації, окислення та відновлення. Хімістка може підготувати або очистити воду для біологічного очищення. Найчастіше застосовуються нейтралізація та окислення [11].

2.2.1 Нейтралізація

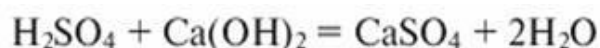
Якщо стічна вода містить мінеральні кислоти або луги, які будуть використовуватися в технологічних процесах, або якщо вона скидається в резервуари, її слід знешкодити, води з рН 6,5-8,5 нейтральні.

Існує кілька способів нейтралізації: змішування кислих і лужних стічних вод, додавання реагентів, фільтрація кислої води через нейтралізуючі матеріали, поглинання кислих газів лужними водами або поглинання аміаку кислими водами. В результаті деяких з вищезазначених процесів може утворитися осад.

Для нейтралізації кислот використовують такі речовини: NaOH, KOH, Na₂CO₃, NH₄OH (аміачна вода), CaCO₃, MgCO₃, доломіт (CaCO₃ · MgCO₃), цемент. Найбільш сприятливим реагентом є гідроксид кальцію (вапняне молоко) Ca(OH)₂ 15-20%, також із використанням шлаків металургійних заводів.

Для очищення реагент слід підбирати залежно від складу та концентрації кислот, розділити на три категорії кислої води, слабокислу (H₂CO₃, CH₃COOH), сильнокислу (HCl, HNO₃) та воду, що містить сірчану та сірчану кислоти [12].

При нейтралізації сірчаної кислоти реакція протікає за такими рівняннями:



| | | | | | |
|---|---------------|----------|-------|-----|-----|
| Інв. № подл. | Підп. і дата | | | | Арк |
| | Взаєм. інв. № | | | | |
| Вип. | Підп. і дата | | | | Арк |
| | Інв. № добул. | | | | |
| <p style="text-align: center;">ТС 19510235</p> | | | | | Арк |
| | | | | | 47 |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | |

При нейтралізації вапняним молоком випадає осад на поверхнях резервуарів гіпс (CaSO₄·2H₂O).

При нейтралізації лужних стічних вод використовують кислі гази які містять в собі такі речовини CO₂, SO₂, NO₂, N₂O₃.

Рівняння масовіддачі для визначення необхідного обсягу газу

$$M = k\beta_{ж}S\Delta C,$$

M - кількість кислого газу, необхідного для нейтралізації; k - фактор прискорення хемосорбції; β_ж - коефіцієнт масовіддачі в рідкій фазі; S - поверхня контакту фаз; ΔC - рушійна сила процесу.

При очищенні вод відбувається також очищення газів від цих шкідливих домішок та від пилу.

2.2.2 Окислення

Окислення зазвичай використовується при очищенні промислових стічних вод від токсичних елементів ціанідів, складних ціанідів міді та цинку, а також від сірководню та сульфіду. Застосовують такі реактиви: газоподібний та рідкий хлор, діоксид хлору, хлорат кальцію, гіпохлорити кальцію та натрію, перманганат калію, дихромат калію, перекис водню, кисень, пероксульфорові кислоти, озон, піролюзит. Токсичні елементи перетворюються на менш токсичні та виводяться з води [11].

Оксидантна активність оцінюється за його окислювальним потенціалом. Фтор є найактивнішим окисником, тому його не можна використовувати через надмірну агресивність, а слідують такі речовини з окислювальним потенціалом: озон - 2,07; хлор - 0,94; перекис водню - 0,68; калію перманганат - 0,59. Найпоширеніший з цих хлорів застосовується для очищення стічних вод від сірководню, гідросульфіду, сполук метильної сірки, фенолу, ціаніду.

Хлор і соляна кислота утворюються додаванням хлору у воду



Ціаніди окислюються тільки при рН 9-10, ціаніди окислюються до азоту і діоксиду вуглецю.

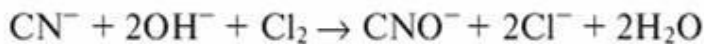
| |
|--------------|
| Підп. і дата |
| Інв.№дубл. |
| Взаєм.інв.№ |
| Підп. і дата |
| Інв.№подл. |

| | | | | |
|-----|-----|----------|-------|-----|
| Вип | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|-----|-----|----------|-------|-----|

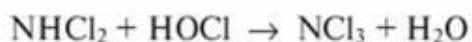
ТС 19510235

Арк

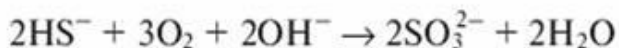
48



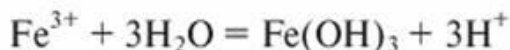
Якщо у воді міститься аміак чи органічні сполуки з аміногрупою то сполуки хлору вступають з ними в реакцію утворюючи хлораміни.



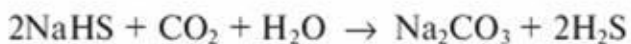
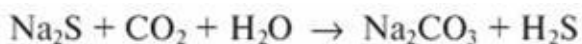
Окислення кисню відбувається при високих тисках і температурах, його частіше використовують при очищенні стічних вод від очищення та целюлози. Чим вище тиск і температура, тим швидше і глибше очищаються сульфіди та гідросульфіди.



Також цим методом можливо очистити від заліза.



Окислення сульфідів діоксином вуглецю який міститься в димових газах. Отриманий сірководень може спалюватися а може використовуватись як сировина для отримання сірчаної кислоти.



Окислення озону може одночасно знебарвлювати, видаляти аромати та запахи та знезаражувати воду, окислювати як органічні, так і неорганічні речовини, такі як феноли, нафтопродукти, сірководень, сполуки миш'яку, ПАР, ціаніди, барвники, канцерогенні ароматичні вуглеводні, пестициди. Бактерії гинуть набагато швидше, ніж при обробці хлором [13].

Під час окислення сірководню спочатку виділяється сірка, а потім із надлишком озону утворюється сірчана кислота. Крім того, озон може бути

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

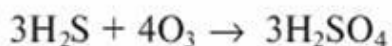
ТС 19510235

Арк

49

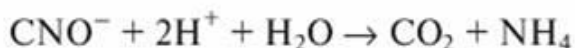
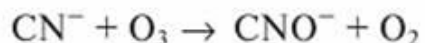
Вип. Арк. № докум. Підп. Дат

повністю зв'язаний з окисленою речовиною, утворюючи озоніди, які нестійкі і швидко розкладаються, або просто бути каталізатором в озонованому повітрі [11].



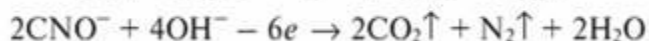
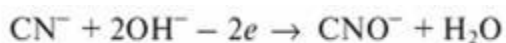
Також при окисленні озоном можливо використовувати ультразвук або ультрафіолет це прискорить окислення.

Окислення ціанідів:

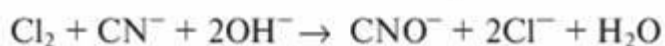


Електрохімічне окислення - це анодне окислення та катодне відновлення, яке використовується для очищення стічних вод з високими концентраціями та невеликою кількістю стічних вод. В якості анодів використовують вугілля, графіт, магнетит, діоксиди свинцю, магній, рутеній. Катод виготовлений зі свинцевої та легованої сталі. Необхідно також запобігти утворенню вибухонебезпечних сумішей продуктів електролізу, таких як водень та кисень, необхідно відокремити анодний та катодний простір керамічною, поліетиленовою, азбестовою або скляною діафрагмою [12].

При електролізі ціанідів вони окислюються на аноді до ціанону, а потім до кінцевих продуктів.



Для пришвидшення процесу та зниження витрат електроенергії додають мінеральні солі наприклад хлорид натрію , на аноді виділяються атоми хлору які теж беруть участь у окисленні.



Для вибору альтернативної схеми очищення було проведено патентний пошук хімічних та біологічних методів очищення.

2.2.3 Пошук патентів на хімічні методи очистки стічних вод

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№дубл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

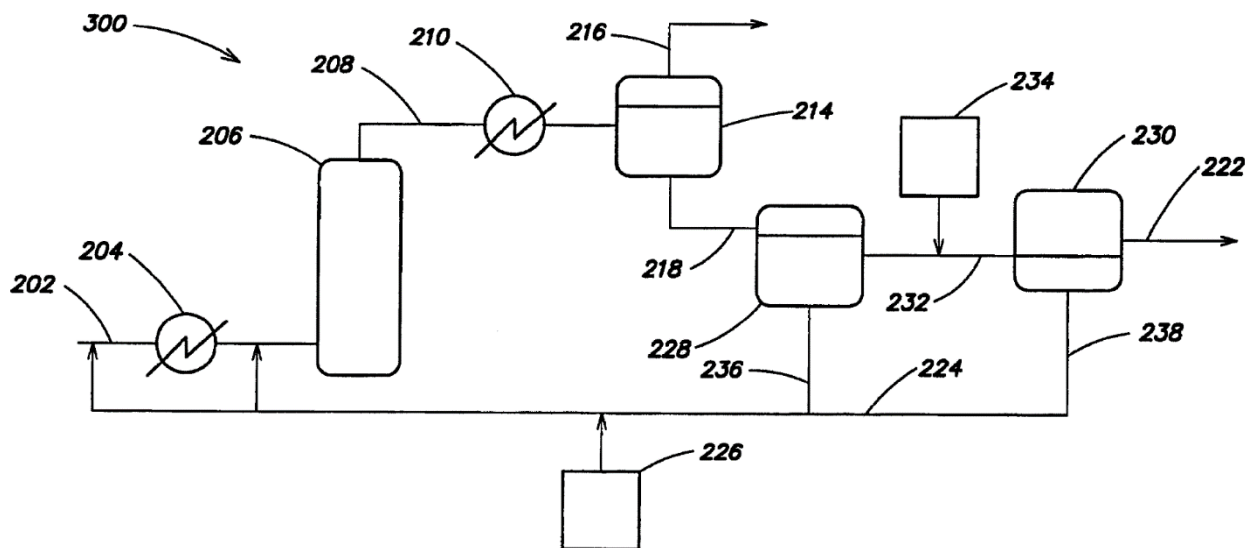
ТС 19510235

Арк

50

З метою обґрунтованого вибору альтернативного способу очищення стічних вод ДП "Сток-сервіс" провело загальний пошук. В результаті було визначено наступні методи. 1. Метод окислення вологим повітрям з використанням регенованого катализатора (RU2458865C2, Chad L. Felch (USA), 2012) може бути використаний для знищення забруднюючих речовин у стічних водах та очищення потоків громадських та промислових джерел забруднення. Для здійснення процесу водну суміш, що містить небажаний компонент, приводять у контакт з розчинним мідним катализатором та окисником при температурі 240 ° С до критичного тиску 30 атм. до 275 атм. з утворенням окисленої водної суміші, осадження частини катализатора шляхом регулювання рН окисленої водної суміші від 6 до 12 у присутності кисню при температурі близько 80 ° С у вигляді твердих частинок оксиду міді. При повторному використанні катализатора рН регулюють від 6 до 12 для розчинення твердих речовин оксиду міді. Схема пристрою показана на рис. 2.13. Пристрій містить блок вологого окислення (206), джерело водної суміші (202), розчинний у міді джерело мідного катализатора (224), розташований між джерелом водної суміші та агрегатом вологого окислення, датчик рН та блок регулювання рН (212 сепаратор (220), виконаний з можливістю осадження частини мідного катализатора у формі оксиду міді і розташований на вихідній стороні блоку мокрого окислення (206), і лінія переробки повторно використаного катализатора (224). Винаходи забезпечують 95% ефективність очищення водних сумішей від забруднювачів різної природи, здатних руйнуватись окисленням та зменшувати споживання енергії за допомогою пристроїв [18].

| | |
|--------------|-------------|
| Підп. і дата | |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| | |
| Вип. | Арк |
| № докум. | Підп. |
| Дат | ТС 19510235 |
| Арк | 51 |



Фиг. 3

Рисунок 2.13 - Пристрій каталітичного вологого окислення

2. Установка для очищення стічних вод (RU116851U1, С.Ф. Степанов, О.О. Ахмедова, А.Г. Сошин, 2012 рік). Корисна модель стосується фізико-хімічних процесів обробки рідких середовищ, особливо складних ефектів озону, ультразвуку, ультрафіолету (УФ) та надвисоких частот (мікрохвильовка), і може використовуватися для очищення та дезінфекції води, стічних вод та побутової води від важких металів та збудників мікроорганізмів. Установка для очищення стічних вод (рис. 2.14) включає ультрафіолетове випромінювання (1), відбивач (3), озонатор (4), концентратор (5) розчиненого озону у воді, пристрій регулювання (6), порівняння приладів (7), контрольний привід (8), клапан (9), клапан (10), електрифіковані клапани (11, 12), датчики положення (13, 14) електрифікованих клапанів (11, 12), датчик тиску (15), блоки управління (16)), турбідиметри (17), вимикач (18), контактна камера (19), всередині якої розташована знімна мікрохвильова розрядна лампа без електродів (20), підключена до магнетрона (21) через коаксіальний збудник (22), бульбашковий реактор (27), резервуар (28) з вихідною водою, підключений до реактора з бульбашками (27), пристрій (29) для розсіювання газу, розміщений у реакторі для бульбашок (27), п'єзометр (30), руйнування озонного шару (31), мірний циліндр (32) через триходовий клапан (33) з бульбашковим реактором (27),

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

52

газоаналізатором (34), компресором (35), блоком очищення та осушення повітря (36), п'єзоелектричні елементи (37).

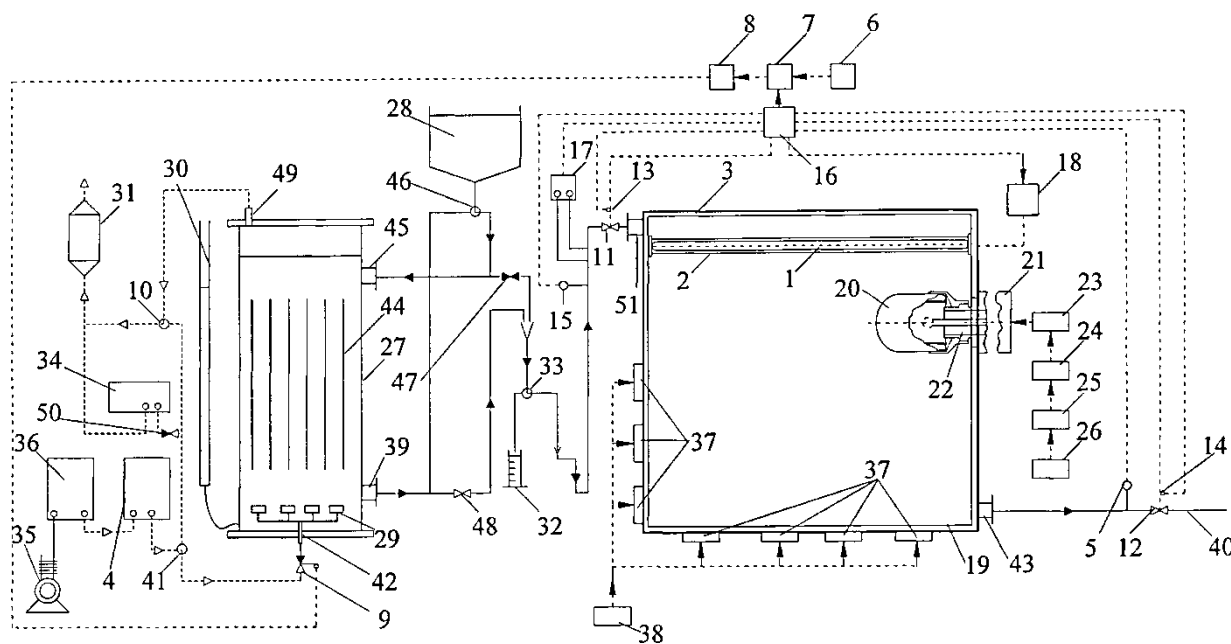


Рисунок 2.14 – Пристрій для обробки стічних вод з використанням фізико-хімічних процесів, впливом озону, ультразвуку, ультрафіолету

Ультрафіолетове випромінювання (1) складається з окремих ультрафіолетових ламп, один з виходів блоку управління (16) підключений до входу перемикача (18). Вихід вимикача (18) підключений до ламп ультрафіолетового випромінювача (1). До блоку управління (16) підключені електрифіковані клапани (11, 12), датчики положення (13, 14) електрифікованих клапанів (11, 12), датчик тиску (15) та розчинений у воді концентрат озону (5). Компресор (35) підключений до вхідного отвору блоку очищення та сушіння повітря (36), вихід якого підключений до озонатора (4). П'єзоелектричні елементи (37) розміщені в контактній камері (19). Турбідиметри (17) встановлені на вході в контактну камеру (19), вихід турбідиметра (17) з'єднаний з входом блоку управління (16), другий вихід блоку управління (16) - підключений до входу віднімання пристрою порівняння (7). вхід якого підключений до основного блоку (6). Вихід порівняльного пристрою (7) підключений до входу контрольного виконавчого механізму (8), підключеного до запірно-керуючого корпусу клапана (9). Концентрат (5) встановлений на виході з контактної камери (19). Технічним

Підп. і дата

Взаєм. інв. №
Інв. Нодубл.

Підп. і дата

Інв. Нодубл.

ТС 19510235

Арк

Вип. Арк № докум. Підп. Дат

53

результатом є інтенсифікація процесу знезараження води шляхом комплексного впливу озону, ультразвуку, ультрафіолету та мікрохвильових печей та зменшення споживання енергії з використанням оптимальної інтенсивності та тривалості впливу [19].

3. Електрохімічний метод очищення стічних вод (RU2104960C1 Г. Ф. Потапова, А. В. Путилов, А. І. Сорокін, В. П. Нікітін, Н. Н. Шипков, О. В. Шестакова, О. П. Френкель, 1998).

Винахід відноситься до очищення води, промислових та побутових стічних вод, особливо до електрохімічних способів очищення, і може бути використане для окислення різних органічних (пестицидів, хлорорганічних, ароматичних та токсичних речовин), а також неорганічних сполук та способів їх знезараження очищеною водою електролізується в катодному просторі клітинної діафрагми вуглецевим або вуглецево-графітовим тканинним катодом з постійним введенням в катодний простір суміші озону та кисню із вмістом озону 10-17 мас.% в анодній камері клітинної води, що містить різні органічні та неорганічні забруднювачі, піддається електролізу в катодному просторі клітинної діафрагми катодом з вуглецевого матеріалу: вуглецю або вуглецевої графітової тканини з безперервним надходженням в катодний простір суміші клітина озонowego та кисневого фрагментів. Використання склопластикового катода замість гідрофобізованого вуглецю дозволяє активізувати процес електросинтезу перекису водню, оскільки вихід пероксиду водню високий на 90-95%, завдяки більшій розчинності озону, ніж кисню, у 10 разів, а також створити замкнутий цикл обробки, зменшити технічний кисень. Крім того, термін служби скляного вуглецевого катода довший, ніж термін служби гідрофобізованого вуглецевого катода. Під час роботи склопластикового катода не виникає проблем з його змочуванням, оскільки пористість компактного вуглецю становить 0,35%, а звичайного графіту - до 30% і більше. У катодній камері органічні та неорганічні забруднювачі піддаються глибокій окислювальній дії і озону, що утворюється при електролізі, а також впливу частини молекулярного озону, яка не відновлюється

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | 54 |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | |

на катоді, а також впливу продуктів молекулярного розкладання озону в лужному середовищі - гідроксильних радикалів [20].

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | 55 |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | |

РОЗДІЛ 3 ПРОПОНУЄМІ ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ ЩОДО ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

3.1 Вибір методу очищення

За даними екологічної інспекції, у водах, що скидаються в річку Сула після очисної споруди, перевищуються показники БСК5 та фосфату. БСК 5 становить 20,3 мг / дм³ на ГДК для цього показника для побутових водних поверхонь 4 мг/дм³.

Щоб забезпечити додаткову очистку води та привести склад стічних вод до нормативних значень, ми пропонуємо використання додаткової фільтрації після біологічної очистки. В результаті фільтрації вміст БСК, а також зважених твердих речовин та фосфатів у стічних водах зменшується. Остаточна дезінфекція води пропонується шляхом проведення озонування замість використання розчину хлору.

Відповідно до добової продуктивності 68 тис. м³/добу як біофільтр, ми вибираємо велике навантаження без рециркуляції, оскільки БПК5 не перевищує 220 мг/л.

Фільтр заповнений фільтруючим матеріалом висотою 1-2 м.

Як фільтруючий матеріал ми пропонуємо гранітний щебінь, оскільки він доступний і має необхідні технологічні властивості та хімічну міцність. Розмір частинок 0,5 мм (середнє зерно). Кількість біофільтрів має бути не менше двох, не більше восьми, і всі вони повинні працювати.

3.2 Розрахунок параметрів біофільтра

Ми розраховуємо біофільтр із високим навантаженням для використання на очисних спорудах в Ромнах за методом, описаним у [СНиП 2.04.03-85]

Вихідні дані для розрахунку:

Витрата стічних вод $Q = 2400 \text{ м}^3 / \text{доб}$;

БПК₅ стічних вод, що надходять приймемо із запасом $L_{\text{вх}} = 30 \text{ мг/дм}^3$;

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Вип. | |

ТС 19510235

Арк

56

Вип. Арк № докум. Підп. Дат

БПК₅ очищених стічних вод прийємо на рівні ГДК $L_{\text{вих}} = 4 \text{ мг/дм}^3$;

Середньозимова температура стічних вод $T_w = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ (за даними Сумського гідрометеоцентру)

Хід розрахунку:

1. Коефіцієнт $K_{\text{бф}}$ визначаємо за формулою:

$$K_{\text{бф}} = \frac{L_{\text{вх}}}{L_{\text{вих}}} = \frac{30}{4} = 7,5$$

2. Залежно від середньозимової температури стічних вод і отриманого $K_{\text{бф}}$ за табл. 38 [СНиП 2.04.03-85] визначаємо необхідну висоту фільтра $H_{\text{бф}}$ та гідравлічне навантаження $q_{\text{бф}}$ та витрату повітря q_a (приймаємо найближче більше табличне значення):

- $q_{\text{бф}} = 20 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{доб})$

- $q_a = 8 \text{ м}^3/\text{м}^3$

- $H_{\text{бф}} = 4 \text{ м}$

3. Знаходимо необхідну площу біофільтра (без рециркуляції):

$$F_{\text{бф}} = \frac{Q}{q_{\text{бф}}} = \frac{2400}{20} = 120 \text{ м}^2.$$

4. Знаходимо об'єм фільтруючого навантаження:

$$V_{\text{бф}} = H_{\text{бф}} \cdot F_{\text{бф}} = 4 \cdot 120 = 480 \text{ м}^3$$

Приймаємо типові біофільтри круглої форми у кількості 4 шт.

5. Визначаємо діаметр біофільтрів:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{бф}}}{n \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 480}{4 \cdot 3,14}} = 12 \text{ м}$$

6. Для подачі повітря у приміщенні між біофільтрами потрібна вентиляційна камера з вентиляторами. Визначимо витрату повітря:

$$Q_{\text{нов}} = q_a \cdot Q = 8 \cdot 2400 = 19200 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Відповідно до необхідної витрати повітря обираємо вентилятори низького тиску типу ЕВР-5 [снп]. Встановлюємо 1 робочих і 1 резервний вентилятори ЕВР-3 продуктивністю до 3000 м³/год, напір 15-80 мм, потужність двигуна 2,8-7 кВт.

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв. № доубл. | |
| Взаєм. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

57

3.3 Розрахунок озонатора

Для знезаражування стічних вод застосовують газоподібний озон. Патогенні мікроорганізми знищуються озоном швидше, ніж хлором. Крім цього озон впливає на органо-лептичні показники, підвищуючи прозорість води і знижуючи її кольоровість.

Для розрахунку параметрів реакційних камер необхідно визначити площу розпилювальних елементів, які розміщуються на дні камери для забезпечення рівномірного барботажу. В якості розпилюючих елементів приймаємо стандартні керамічні труби з порами розміром 50 мкм. Інтенсивність розпилювання 80...90 м³/(м²·год). Зовнішній діаметр 30 мм, зовнішній радіус труби R – 0,05 м. Довжина розпилюючого елемента L = 5 м.

Доза озону для знезаражування стічних вод залежить від ступеня попереднього очищення і вмісту органічних речовин у стічних водах, часу контакту стічних вод з озоном, концентрації озону в озоно-повітряній суміші. Установка для озонування складається з: озонаторів, обладнання для підготовки й подачі повітря, систем електроживлення, камер для контакту озону з водою, обладнання для утилізації залишкового озону.

Розрахуємо основні параметри розпилювальних елементів озонатора.

Вихідні дані:

Витрата стічних вод Q – 2400 м³/добу = 100 м³/год.

Приймаємо прилад ОП-121 (номінальна продуктивність за озоном q_{оз} = 6 кг/год)

Концентрація озону в озоно-повітряній суміші C – 13 г/м³

Інтенсивність розпилювання w – 30 м³/(м²·год)

Тривалість обробки T – 20 хв.

Необхідний вміст озону доз 10 г/м³

Пропускна здатність озонатора q_{оз} 6 кг/год

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв. № добул. | |
| Взаєм. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

58

Хід розрахунку:

1. Визначаємо необхідну загальну площу розпилювальних елементів реакційної камери барботажного типу:

$$f_{заг} = \frac{Q \cdot d_{оз}}{C \cdot w} = \frac{100 \cdot 6}{13 \cdot 30} = 1,5 \text{ м}^2$$

Q – витрата стічних вод, м³/год;

$d_{оз}$ – необхідний питомий вміст озону, г/м³

C – концентрація озону в озоноповітряній суміші, г/м³;

w – інтенсивність розпилювання, м³/(м²·год).

2. Кількість розпилювальних елементів визначається за формулою:

$$f_e = 2\pi RL = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 5 = 1,57$$

Приймаємо 2.

3. Визначаємо площу одного розпилюючого елемента:

$$n = \frac{f_{заг}}{f_e} = \frac{1,57}{2} \approx 2$$

f_e – площа одного розпилювального елемента, м².

4. Визначаємо загальний об'єм камери:

$$W = k_{пр} \cdot Q \cdot T = 1 \cdot 100 \cdot 0,33 = 33 \text{ м}^3$$

$k_{пр}$ – коефіцієнт збільшення об'єму води за рахунок її продувки озоноповітряною сумішшю, 1,1;

T – тривалість обробки, год. (20 хв.=0,33 год.)

5. Висоту шару води над розпилювачами приймаємо рівною 3 м

6. Довжина прямокутної камери відповідає довжині розпилювального елемента ($L = 5$ м).

7. Визначаємо ширину камери озонування:

$$B = \frac{W}{L \cdot H} = \frac{33}{5 \cdot 5} = 1,35 \text{ м}$$

8. Питома витрата озону:

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Вип. | |

ТС 19510235

Арк

59

Вип. Арк № докум. Підп. Дат

$$D_{oz} = \frac{d_{oz} \cdot Q}{100} = \frac{6 \cdot 100}{100} = 6 \text{ кг/год}$$

9. Визначаємо кількість озонаторів:

$$m = \frac{k \cdot D_{oz}}{q_{oz}} = \frac{1 \cdot 6}{6} = 1$$

k – коефіцієнт запасу, приймаємо 1.

q_{oz} – пропускна здатність озонатора.

Отже для знезараження стічних вод ДП «Сток-сервіс» знадобиться 1 озонатор.

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | 60 |

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Техніка безпеки при роботі на очисних спорудах

Працівники установ, дренажних систем, повинні пройти медичний огляд, навчання, огляд та інструкції відповідно до Типового положення про порядок навчання та перевірки знань з техніки безпеки на виробництві.

Для всіх професій та видів робіт власник повинен розробити інструкцію з охорони праці, яку повинен зберігати керівник підрозділу, а один комплект повинен зберігатися у визначеному місці, доступному для працівників [25].

1. Загальні вимоги безпеки

1.1. Працівники віком не менше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання та інструктаж з техніки безпеки, можуть працювати операторами очисних споруд.

1.2. Перш ніж бути призначеним на самостійну роботу, оператор повинен пройти навчання та пройти перевірку знань у Комісії з правил електробезпеки із призначенням першої групи.

1.3. Оператору очисної споруди дозволяється працювати самостійно на замовлення компанії.

1.4. Періодична перевірка знань оператора очисної станції проводиться в комісії компанії раз на 12 місяців.

1.5. Оператор очисної станції повинен знати:

- правила експлуатації очисних споруд;
- технічна схема очищення води;
- будова та принцип роботи обладнання;
- призначення та місце установки арматури, обладнання;
- правила надання першої допомоги на випадок нещасного випадку

1.6. Оператор відповідає за:

- надійна і безперебійна робота очисних споруд, зберігання обладнання,

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235

Арк

61

інструментів, приладів;

- дотримання правил технічної роботи, правил техніки безпеки та протипожежного захисту;
- підтримання очисних споруд та їх робочого місця в належному санітарному стані;
- дотримання правил внутрішнього трудового розпорядку.

1.7. Оператор повинен:

- впровадити правильний метод лікування;
- принаймні раз на годину обходити та оглядати все обладнання очисної станції;
- проводити вимірювання та фіксувати в журналі результати аналізу та показання.

1.8. Проводиться надзвичайна перевірка знань:

- коли нові інструкції набувають чинності;
- після аварії та аварії на обладнанні очисної станції;
- при встановленні фактів незадовільного знання інструкцій та правил техніки безпеки оператора.

1.9. Під час виконання своїх обов'язків оператор очисної станції має право вимагати від керівництва:

- забезпечення розташування очисних споруд контрольно-вимірювальними приладами, інструментами, обладнанням, інвентарем, експлуатаційними журналами та іншими засобами, необхідними для нормальної та безпечної роботи;
- вимагати від керівництва будівельного майданчика своєчасного усунення несправностей обладнання, спричинених під час робіт;
- інформувати керівництво компанії про всі порушення нормальної роботи установки в будь-який час доби;
- забезпечення спеодягом та захисними засобами відповідно до діючих норм.

1.10. Оператор очисної станції зобов'язаний підтримувати чистоту

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|

| | | | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|-------------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | 62 |

обладнання та робочого місця.

1.11. Для того, щоб прийняти зміну, оператор повинен з'явитися заздалегідь і прочитати записи в журналі змінності, замовлення та всі вимикачі в попередній зміні, перевірити чистоту робочого місця, скласти квитанцію про зміну, забарвивши в журнал.

1.12 Працівники повинні працювати у спеціальному одязі та взутті, маючи придатний інструмент, необхідне обладнання, захисне обладнання та аптечку.

1.13 Щоквартально проводити навчання з моделювання аварійно-рятувальних робіт із працівниками, які виконують заходи, пов'язані з експлуатацією водовідвідних мереж, колодязів, колекторів, метантенок.

Зовнішній огляд трас водопровідних та каналізаційних мереж із відкриттям кришок криниць виконує бригада, що складається не менше як з двох осіб. Під час огляду траси водопровідних та каналізаційних мереж категорично забороняється:

- спуститися до криниці;
- куріння біля відкритого колодязя, отвір для камери;
- кинути запалений сірник, смолоскип у колодязь;
- спиратися на отвір відкритого колодязя, отвір для камери;
- відкрити кришки люків вручну або важелем;

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Одягніть відповідний комбінезон і прийміть зміну.

2.2. Якщо під час доставки відбулася зміна надзвичайного стану або відповідальне переключення, прийняття-здача зміни буде здійснено після завершення цих операцій.

3. Вимоги безпеки під час експлуатації

Робоче місце оператора очисної станції - це все приміщення, де знаходиться обладнання та комунікації, необхідні для очищення стічних вод, а також прилегла територія [26].

3.1. Під час роботи оператор очисної станції стежить за:

правильність конструкції підлоги, проходів, захисту, кришок колодязів;

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Вип. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510235

Арк

63

- зручність та доступність приладів, інструментів, захисних засобів, необхідних для обслуговування очисних споруд;

- рівномірний розподіл на окремих ділянках каналізації та повітря, у разі порушення однорідності самостійно (або за допомогою майстра) для регулювання подачі води та повітря шляхом відкриття або закриття відповідного механізму регулювання (засувки, запірна арматура);

- концентрація активного мулу в аеротенках;

- якість надходить стічних вод (при наявності масляних плям, рясної піни негайно повідомте майстра);

- чистота та змащення механічних частин аеротенків;

- чистота лотків, бортів вхідного та вихідного переливів під час руху стічних вод від колосникової решітки до вихідного отвору;

- чистота території (скошування рослинності, чисті доріжки).

3.2. Оператор очисної станції виконує:

- систематично чистить решітки 2-3 рази за зміну (для вивезення сміття в сміттєвий контейнер);

- щодня готувати розчин хлорного вапна, виходячи з добових потреб станції;

- контролює кількість активного мулу в аеротенках (за обсягом), при необхідності видаляючи надлишок мулу в місцях мулу;

- провести профілактичний огляд обладнання (ротора, насосів);

- вести оперативний журнал.

3.3. При обслуговуванні обладнання очисної споруди відповідно до таких вимог безпеки:

- тримайте дренажні канали закритими гофрованим залізом;

- відбір проб води проводиться лише в металевому посуді або фарфорових чашках;

- ємності для зберігання кислоти або лугу повинні мати чіткий напис на вмісті;

- скляні пляшки з кислотами та лугами слід поміщати в кошики, вкриті

| | |
|---------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв. № добул. | |
| Взаєм. інв. № | |
| Підп. і дата | |
| Інв. № подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510235

| |
|-----|
| Арк |
| 64 |

соломою або сіном;

- персонал, що працює з хлорним вапном, повинен бути проінструктований щодо їх властивостей.

- Розбавляючи кислоти або луг, майте на увазі, що кислота або луг виливається у воду, а не навпаки.

3.4 Зовнішній огляд водопровідних та каналізаційних мереж із відкриттям кришок криниць виконується групою, що складається щонайменше з двох осіб. Під час огляду траси водопровідних та каналізаційних мереж категорично забороняється:

- спуститися до криниці;
- куріння біля відкритого колодязя, отвір для камери;
- кинути запалений сірник, смолоскип у колодязь;
- спиратися на отвір відкритого колодязя, отвір для камери;
- відкривати кришки люків вручну або важелем;

3.5 Роботи у водопровідних та каналізаційних колодязях, колекторах, резервуарах для метану є роботами, небезпечними для газу, і при їх виконанні необхідно дотримуватися таких основних вимог:

- підприємство повинно розробити інструкції з роботи, небезпечної від газів, яка визначає порядок їх підготовки та виконання відповідно до умов виробництва;

- роботи виконуються з дозволу та під керівництвом відповідального керівника;

- роботи в колодязях, підземних комунікаціях, водосховищах та інших просторах приміщеннях виконує бригада, що складається щонайменше з трьох чоловік, один з яких працює у свердловині, а двоє на поверхні (робітник і той, хто спостерігає за роботою в свердловині, і за необхідності надає допомогу працівникові колодязя). Працівники повинні мати протигазу, такі як PSH-1 або PSH-2, та рятувальний ремінь з погонями, ременями та мотузкою.

3.6 Перед початком роботи необхідно:

- проведення цільових інструктажів з командою;

| |
|---------------|
| Підп. і дата |
| Інв. Неодубл. |
| Взаєм. інв. № |
| Підп. і дата |
| Інв. №подл. |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235

- перевірити вміст газу на робочому місці за допомогою газоаналізатора, Індикатор типу LBVK або лампочка і, при необхідності, провітрити будівлю.

3.7 При роботі в колодязях, у підземних комунікаціях, резервуарах та інших ємнісних спорудах, граблях насосних станцій, очисних споруд та в інших місцях, де можливе накопичення вибухонебезпечних газів, допускається використання акумуляторних лампочок напругою не більше 6В. Куріння та відкритий вогонь у цих місцях заборонені.

4.2 Надзвичайна безпека на очисних спорудах

Відповідно до Закону про цивільний захист України підготовка персоналу на підприємствах, незалежно від форм власності, для дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за спеціально розробленою схемою заходів щодо захисту населення та території.

Зі ст. 130 Кодексу цивільного захисту України передбачено, що на підприємствах, штат яких не перевищує 50 чоловік, розробляються та затверджуються інструкції щодо дій у разі загрози чи надзвичайної ситуації.

Інструкція розробляється та підписується працівником підприємства з питань цивільного захисту, затверджується керівником компанії та передається всім працівникам під підпис.

Адміністрація малого бізнесу в екстремальній ситуації не може приймати неправильні рішення або давати необгрунтовані розпорядження. Тому керівні принципи щодо поведінки персоналу малого бізнесу в небезпеці або в надзвичайних ситуаціях повинні бути якісно розроблені.

Загальні вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

1. При пожежі в приміщенні очисної споруди вжити заходів щодо її ліквідації первинними засобами для гасіння пожежі, викликати пожежну охорону, повідомити керівництво.

2. У разі серйозних механічних травм покласти потерпілого в безпечне

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№докл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

66

місце, надати йому зручне і тихе положення і викликати швидку допомогу (повідомити керівника).

3. У разі ураження електричним струмом спочатку звільнити потерпілого від впливу електричного струму (відокремити обладнання від мережі, відокремити його від провідних частин ізолюючими пристроями), якщо жертва втрачає свідомість, але дихає. щоб поставити його в зручне положення, розстібнути комір, подати свіже повітря. Якщо немає дихання, пульс не контролюється, потерпілому слід негайно розпочати штучне дихання, бажано в рот до приїзду лікаря [25].

| | | | | |
|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| Інв. №подл. | Підп. і дата | Взаєм. інв. № | Інв. №дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ТС 19510235

Арк

67

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Екологічне та економічне обґрунтування модернізації обладнання

В даний час питання очищення води є досить актуальним для економічних потреб або з точки зору екології. Завдання цього дипломного проекту є вдосконалення очисних споруд у ДП "Сток-сервіс" шляхом введення озонаторів у дезінфекційну частину очисних споруд та мінімізація використання методів хлорувальної дезінфекції води.

Необхідність очищення води у системі водопостачання однозначна та якісна чищення забезпечить тривалу роботу обладнання, а саме: зменшить корозію, утворення накипу, поліпшення стану бактерій та загальну характеристику використовуваної води. Раціональна організація очистка води економить паливо та продовжує термін служби обладнання.

5.1.1 Витрати на хлорування

Єдина компанія на всій території України, яка виробляє рідинухлор - це "Дніпроазот". Рідкий хлор необхідний для дезінфекції та знезаражувати воду, тому його активно використовують українські водоканали.

Таблиця 5.1 Фізико-хімічні показники рідкого хлору

| Показник | Вищий сорт | Перший сорт |
|---|------------|-------------|
| Об'ємна частка хлору, %, не менше | 99,8 | 99,6 |
| Масова частка води, %, не більше | 0,01 | 0,04 |
| Масова частка трьоххлористого азоту, %, не більше | 0,002 | 0,004 |
| Масова частка нелетучого залишку, %, не більше | 0,015 | 0,1 |

| | |
|--------------|--|
| Підп. і дата | |
| Інв.№подл. | |
| Взаєм.інв.№ | |
| Інв.№дубл. | |
| Підп. і дата | |

| | | | | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|--------------------|--|-----|
| | | | | | ТС 19510235 | | Арк |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | 68 |

В липні 2019 року «Дніпроазот» збільшив ціну на рідкий хлор майже в п'ять разів. Причиною такого підвищення цін, є занадто високі ціни на газ, які зробили роботу даної компанії збитковою. Так ціна на хлор була 11000 гривень, а тепер стала 47250 гривень з ПДВ за тонну. [15]

Згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, за вмістом діоксиду хлору у воді повинно не перевищувати 0,10-0,17 мг/дм³ та хлоритів менше 0,2 мг/дм³. Тобто в сумі виходить, що для знезаражування води необхідно близько 0,35 мг/дм³.

Фактичний обсяг стічних вод на ДП «Сток-сервіс» на очисних спорудах становив 2400 м³/добу. В 1м³ води, 1000дм³ води або 1000 літрів. [16]

Тоді кількість використовуюваного для знезараження води рідкого хлору на добу необхідно:

$$0,35 * 1000 * 2400 = 840000 \text{ мг}$$

Отже рідкого хлору на добу необхідно 840000 мг або 0,84 кг (в 1 кг-1000000 мг).

$$0,84 * 365 = 306,6 \text{ кг/рік}$$

Тоді вартість використаного хлору на рік :

$$(47250/1000) * 306,6 = 14486 \text{ грн/рік}$$

5.1.2 Вартість озонаторних установок

Ціна озонатора ОК-10000 з усіма суміжними деталями складає 120 тис. грн, а нам потрібен один такий озонатор.

Окупність придбаних установок здійсниться за рахунок заміщення використання рідкого хлору. Отже загальна вартість використовуюваного рідкого хлору на рік при введенні в експлуатацію даних озонаторних установок буде:

$$\Delta D = 14486 \text{ грн/рік}$$

Споживна потужність озонаторних установок становить загалом 50кВт/год, загальний час використання на добу 12 годин, (з 23-ї до 7-ї години, загалом 8 годин, коли діє нічний тариф, а також в звичайний тариф з 12-ї до 16-ї) загалом 4 години, вартість за 100 кВт/год в нічний період для

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | 69 |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | |

промислових підприємств становить 2,23 грн. А в денний період 4,47 грн.

[17]

Споживна потужність ОК-10000 на добу становить 25 кВт, отже електроспоживання на годину становить $25/24=1,05$ кВт/год. Враховуючи, що таких установок у нас дві, то вартість споживання на добу буде коштувати:

$$8 * 1,1 * 2,23 + 4 * 1,1 * 4,47 = 78,57 \text{ гривні на добу}$$

В рік це буде становити:

$$78,57 * 365 = 28680 \text{ грн на рік}$$

Розмір чистого економічного ефекту, формула:

$$E = (U_{\text{пр}} + \Delta D) - (C + E_n * K)$$

$$E = (0 + 14486) - (28680 + 0,15 * 240000) = 14486 - 46680 = -50194 \text{ грн/рік,}$$

де E – розмір економічного ефекту;

U_{пр} – результат природоохоронних заходів;

ΔD – додатковий дохід;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, E_n = 0,15;

C – витрати за рік;

K – вартість установок.

5.1.3 Економічна окупність від модернізації очисних систем

При повноцінному хлоруванні необхідно було 4 людей персоналу для обслуговування знезараження даним методом. Середня зарплата на ДП «Сток-сервіс» становить 6 тисяч гривень.

Але за умовами оплати праці працівників на основі єдиної тарифної сітки, які затверджені наказом Кабінету Міністрів України від 18.10.2015 №745, передбачена доплата працівникам за використання в роботі дезінфікувальних засобів – у розмірі 10 відсотків. [18]

Тобто загальна середня сума зарплати одного працівника становить

| | | | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | 70 |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | |

6600 гривень. При впровадженні озонаторних установок, хлорувальний цех зменшить свою продуктивність в 10 разів, отже і потреба в половині персоналу також не потрібна. З 4 працівників 2 можна скоротити, причиною такого великого скорочення персоналу є те, що дані озонаторні установки повністю автоматизовані, і їх обслуговуванні необхідно 1-2 людини. Звідси економіка, за рахунок скорочення персоналу, становить:

$$5 * 6600 = 13200 \text{ гривень на місяць}$$

Виходячи з цього можна розрахувати, через скільки років придбані озонаторні установки окупляться:

$$240000 / (14486 + 13200 * 12) = 1,4 \text{ років}$$

Це розрахована окупність установок без чистого економічного ефекту, загальна сума чистого економічного ефекту за ці роки становитиме:

$$50194 * 1,4 = 70271 \text{ грн.}$$

Загальний термін окупності становитиме:

$$(240000 + 70271) / (14486 + 13200) = 5,6 \text{ років}$$

Висновки до розділу 4

Отже, при придбанні всіх чотирьох установок повна окупність загальної вартості відбудеться через 5,6 років. Даний результат задовільний, зважаючи на те, що термін експлуатації даних озонаторних установок становить близько 40 років.

| | | | | |
|-------------|-----|--------------|-------------|-----|
| | | Підп. і дата | | |
| | | Взаєм.інв.№ | Інв.№одубл. | |
| | | Підп. і дата | | |
| Інв.№подл. | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| ТС 19510235 | | | | Арк |
| | | | | 71 |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |

ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано систему очищення та очищення стічних вод від домогосподарств міста Ромни, сутність біохімічних процесів та існуючі методи очищення: хімічні та біологічні. Їх переваги, недоліки та обладнання, за допомогою якого вони можуть застосовуватися.

Проаналізувавши дані, ви зможете побачити, що існуюча система має ряд недоліків. Очисні споруди потребують реконструкції або модернізації, оскільки вони фізично зношені і призначені для зниження концентрації забруднюючих речовин. В результаті недостатнього очищення стічних вод перевищено нормативні показники споживання азоту, фосфору, сірководню та біологічного кисню. Все це призводить до мінералізації води в річці, зменшення кисню, утворення анаеробних зон і цвітіння води влітку.

З метою усунення цих проблем було запропоновано модернізувати очисні споруди, додавши до технологічної схеми біофільтр із великим навантаженням та знезаражувати воду озонуванням.

Запропоновано біофільтр із заповненням щеняти гранітом після аераційного бака. Його параметри розраховані в роботі.

Метод озонування ефективніший за хлорування та дешевший за дезінфекцію ультрафіолетом. Мікроорганізми гинуть в 6 разів швидше, а також зменшують каламутність запаху води і аромати зникають. На відміну від хлорування, після озонування не утворюються шкідливі для навколишнього середовища та людей речовини. Для проведення процедури озонування були розраховані конструктивні параметри озонізаторів та їх кількість.

Запропонована альтернативна схема очищення вимагає більш детального економічного обґрунтування, але є більш прийнятною з точки зору зменшення антропогенного впливу на водні об'єкти.

| | |
|--------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. |
| Підп. і дата | Підп. і дата |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
|------|-----|----------|-------|-----|

ТС 19510235

Арк

72

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: Учеб. пособие/Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 344 с.
2. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004. – 704 с.
3. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т. 2. – К.: Изд. Н. Бочкаревой, 2003. – 884 с.
4. Яковлев С.В., Волков Л.С., Воронов Ю.В., Волков В.Л. Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод. – М.: Химия, 1999. – 448 с.
5. Евилевич А.М., Евилевич В.А. Утилизация осадков сточных вод. – Л.: Стройиздат, 1988. – 248 с
6. Гомеля, М.Д. Очистні споруди. Основи проектування: Навч. посіб. / М.Д. Гомеля, Т.В. Крисенко, І.М. Дейкун.— К.: НТУУ. КП., 2007.— 176 с.
7. Проскуряков В.А., Шмидт Л.И. Очистка стічних вод – Л.Химия, 1977. – 464 с.
8. Щетинин А.И. Особенности реконструкции городских очистных сооружений канализации // Вода и экология. – 2002, № 2. – С. 22–28.
9. Воронов Ю. В., Водовідведення та очищення стічних вод, 2009 рік.
10. СанПіН 4630-88 «Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення».
11. Європейські стандарти у галузі поводження з відходами: що це таке і як вони реалізуються в Україні? Тимощук Любомира, експерт ЕПЛ з правових питань проекту “Українське громадянське суспільство за європейське поводження з відходами”.
12. Директива ЄС 75/442/EWG від 15.07.1975 про відходи.
13. Хенце М., Армюес П., Ля-Кур-Янсей Й. та ін. Очищення стічних вод: Біологічні та хімічні процеси. Пер. з англ. Навчальний посібник. – СВІТ, 2004.

| | | | | | |
|--------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|
| Підп. і дата | Інв.№подл. | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата | Інв.№подл. |
|--------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|

| | | | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|-------------|-----------|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | ТС 19510235 | Арк 73 |
|------|-----|----------|-------|-----|-------------|-----------|

– 450 с.

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

15. Пат. RU2458865C2, Спосіб окислення вологим повітрям при використанні регенованого каталізатора, Чад Л. ФЕЛЧ (US), 2007-01-22 Priority to US88596607P, 2012-08-20 Publication of RU2458865C2.

16. Пат. RU116851U1, Установка очищения стічних вод, С. Ф. Степанов, О. О. Ахмедова, А. Г. Сошин, 2011-12-26 заява подана, 2012-06-10 Publication of RU116851U1 .

17. Пат.RU2104960C1, Электрохімічний спосіб очищення стічних вод, Г.Ф. Потапова, А.В. Путилов, А.И. Сорокин, В.П. Никитин, Н.Н. Шипков, О.В. Шестакова, О.П. Френкель, 1996-03-06 заява подана, 1998-04-10 Publication of RU96104639A .

18. Пат.RU76642U1, Пристрій для біологічного очищення побутових стічних вод після механічного очищення, Д. В. Кореньков, В. М. Кореньков, 2008-04-25 заява подана, 2008-09-27 Publication of RU76642U1.

19. Пат.RU36375U1, Пристрій для біологічного очищення стічних вод, Я І. Вайсман, Л.В. Рудакова, Т.А. Зайцева, І.С. Глушанкова, Ю.В. Анфимова, 2003-10-27 подана заява, 2004-03-10 Publication of RU36375U1.

20. Пат.RU2636708C1, Спосіб і установка для біологічного очищення стічних вод, В.С. Кім, Н.Ю. Большаков, Г.О. Павлов, 2016-11-25 заява, 2017-11-27 Publication of RU2636708C1.

21. Пат.RU2636708C, Спосіб і установка для біологічного очищення стічних вод, В.С. Кім, Н.Ю. Большаков, Г.О. Павлов, 2016-11-25 заява, 2017-11-27, Publication of RU2636708C1.

22. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.

23. Філіппов, В.Н. Устаткування і технологія очищення стічних вод, приклади розрахунку на ЕОМ / В.Н. Филлипов і ін. - Уфа: Изд-во УГНТУ.

24. Озонирование как процесс в технологии очистки сточных вод / В.П.

| | | | | | | | |
|--------------|------------|----------|-------|-----|--|-------------|-----|
| Підп. і дата | | | | | | ТС 19510235 | Арк |
| | | | | | | | 74 |
| Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | | | | | | |
| Підп. і дата | | | | | | | |
| Інв.№подл. | | | | | | | |
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат | | | |

Ущенко, Ю.В. Попов, С.В. Павлова, Е.В. Баева // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2011. - Вып. 3(17).

25. Гіроль М. М. Охорона праці у водопровідно-каналізаційному господарстві : навч. посіб. / М. М. Гіроль, М. В. Бернацький, В. Є. Хомко ; за ред. М. М. Гіроля. - Рівне : НУВГП, 2010. - 351 с. : іл.

26. ДНАОП 1.8.10-5.05-81. Типова інструкція з техніки безпеки та виробничої санітарії для оператора відстійника та очисних споруд.

27. Про затвердження Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Постанова Кабінету Міністрів від 23.11. 2006 р № м1640.

| | | | | |
|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| Інв.№подл. | Підп. і дата | Взаєм.інв.№ | Інв.№дубл. | Підп. і дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|-----|----------|-------|-----|
| Вип. | Арк | № докум. | Підп. | Дат |
| | | | | |

ТС 19510235

| |
|-----|
| Арк |
| 75 |