

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

зі спеціальності

183 Технології захисту навколишнього середовища

Тема роботи: Удосконалення технології очистки суміші
промислових і господарсько-побутових стічних вод

Виконала:
Студентка гр. ТС.м-21
Іляшенко Анастасія Олегівна

Керівник:
доцент Кузьміна Тетяна
Миколаївна

Залікова книжка
№ 22510179

Підпис: _____
дата, підпис

Підпис: _____

Консультант з охорони праці:
старший викладач Фалько В.В.

Підпис: _____
дата, підпис

Захищена з оцінкою

оцінка, дата

Секретар ЕК
старший викладач Батальцев Є.В.

Суми 2023

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

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

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Іляшенко Анастасії Олегівни

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення технології очистки суміші промислових і господарсько-побутових стічних вод затверджена наказом по університету від “21” листопада 2023 р. №1315-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 25 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) патентна база щодо методів очистки стічних вод; хімічний склад промислових стічних вод; хімічний склад господарсько-побутових стічних вод.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) склад суміші промислових і господарсько-побутових стічних вод; аналіз технологій очистки стічних вод; робота з інформаційними базами даних для удосконалення технології очистки суміші промислових і господарсько-побутових стічних вод.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)

характеристика стічних вод хутряної фабрики, схема очищення стічних вод хутряної фабрики, характеристики стічних вод на різних етапах очищення, технологія очищення стічних вод хутряної фабрики, норми скидання стічних вод у міську каналізацію та природну водойму, залежність приросту біомаси в аеробних умовах в аеротенку від концентрації поживних речовин, схема очищення води в аеротенку, сировина та матеріали, що задіяні у комплексному біологічному очищенні, моніторинг процесу біологічного очищення стічних вод.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	старший викладач Фалько В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд за досліджуваною проблематикою	Жовтень 2023 р.	
2	Робота над розділом «Біохімічні основи технологічного процесу»	Жовтень 2023 р.	
3	Технологічна частина	Листопад 2023 р.	
4	Вибір і характеристика обладнання	Листопад 2023 р.	
5	Робота над розділом «Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях»	12.12.23	
6	Оформлення роботи	25.12.23	

6. Дата видачі завдання 25.09.2023 року

Студент _____

А. О. Іляшенко

Керівник проекту _____

Т. М. Кузьміна

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 25 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 61 аркуш, у тому числі 7 таблиць, 6 рисунків, список використаних джерел на 3 сторінках.

Мета роботи – аналіз і удосконалення технологій очищення промислових стічних вод хутряної фабрики та біологічного очищення суміші стічних вод фабрики і міста.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі *завдання*:

- Використовуючи літературні дані, виконати аналіз джерел складу та характеристик забруднюючих речовин, що потрапляють у стічні води хутряної фабрики.

- Обґрунтування та вибір локальної технології очищення промислових стічних вод хутряної фабрики з доведенням показників забруднення в стічних водах до стандартів, які скидаються в міську каналізаційну мережу.

Об'єкт дослідження – суміш промислових і господарсько-побутових стічних вод.

Предмет дослідження – удосконалення технології очистки промислових і господарсько-побутових стічних вод.

Методи дослідження. Розгляд існуючих методів очистки стічних вод, пошук пріоритетного методу очистки стічних вод.

Ключові слова: СТІЧНІ ВОДИ, МЕХАНІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ	7
1.1 Характеристика стічних вод фабрики.....	7
1.2 Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод фабрики	11
1.3 Існуючі технології очищення стічних вод фабрики.....	11
1.4 Вибір технології очищення стічних вод фабрики	17
1.5 Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста і фабрики.....	18
1.6 Характеристика біологічного агента.....	21
РОЗДІЛ 2 БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	24
2.1 Схема перебігу процесів.....	24
2.1.1 Схема перебігу процесів у аеротенку.....	26
2.1.2 Схема перебігу процесів у аеробному стабілізаторі	30
2.2 Характеристика кінцевого продукту.....	32
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	34
3.1 Сировина та матеріали.....	34
3.2 Опис технологічного процесу біологічного очищення стічних вод міста і фабрики	35
3.3 Контроль виробництва.....	40
3.4 Матеріальний баланс	44
РОЗДІЛ 4 ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ	46
4.1 Розрахункові витрати стічних вод.....	46
4.2 Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод	48
4.3. Розрахунок очисних споруд.....	51
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..	56
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	59

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподл.	

	ТС 22510179			
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
Розроб.	Іляшенко			
Перев.	Кузьміна			
Н.Контр	Батальцев			
Затв.	Пляцук			
<i>Удосконалення технології очистки суміші промислових і господарсько-побутових стічних вод</i>		Літ.	Аркуш	Аркушів
		4	61	
		СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ТС.м-21		

ВСТУП

Проблема дефіциту прісної води та її забруднення не втрачає своєї актуальності протягом десятиліть. Це особливо важливо в даний час, оскільки за останні десятиліття ми можемо спостерігати повсюдне зростання кількості промислових підприємств у всьому світі.

Серед промислових об'єктів, які вважаються джерелами забруднення навколишнього середовища, найбільшу чисельність займають підприємства легкої промисловості.

Хутряна промисловість є досить водоемною галуззю, оскільки стічні води, що утворюються, мають агресивний склад, високотоксичні та небезпечні для природних водойм, тому їх скидання у міську каналізаційну мережу або водойми потребує комплексної чи повної очистки.

Господарсько-побутові стічні води окремих міст - це стічні води, що утворюються санітарними вузлами окремих будівель та інших побутових або промислових об'єктів, які скидаються в міську каналізаційну мережу. Склад побутових стічних вод майже однаковий за рівнем забруднення.

Метою даного дипломного проекту є аналіз і удосконалення технологій очищення промислових стічних вод хутряної фабрики та біологічного очищення суміші стічних вод фабрики і міста.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- Використовуючи літературні дані, виконати аналіз джерел складу та характеристик забруднюючих речовин, що потрапляють у стічні води хутряної фабрики.

- Обґрунтування та вибір локальної технології очищення промислових стічних вод хутряної фабрики з доведенням показників забруднення в стічних водах до стандартів, які скидаються в міську каналізаційну мережу.

Підп. і дата	
Інв.Недубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.Неподл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

5

- Розрахунок показників стічних вод та гранично допустимих значень концентрації забруднюючих речовин у очищеній воді перед скиданням у природну водойму.

- Розрахунок технологічних потужностей за обраною технологією.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	<i>ТС 22510179</i>	Арк
						6
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ

1.1 Характеристика стічних вод фабрики

Аналіз процесів видобутку, фарбування та обробки хутра показує, що близько 30% процесів здійснюються з використанням води. У процесі зняття шкіри та фарбування зі шкур вимиваються білки, жири, кров і ліпіди, а також ряд механічних домішок (пісок) [14].

Процес виробництва хутра складається з таких основних етапів: обробка, яка проводиться в сировинних цехах, без зміни кольору волосяного покриву і текстури шкіри; Фарбування волосяних або шкіряних тканин у фарбувально-оздоблювальних цехах; Очисні операції (дроблення, чесання, різання, прокатування, прасування тощо), під час яких стічні води не утворюються. У сировинному цеху проводять вимочування, гартування, соління, дублення. Ці процеси супроводжуються утворенням стічних вод, забруднених білковими речовинами, жирами, хромом, шпатом, кислотами, органічними і мінеральними домішками. Питома витрата води в складі сировини становить 120-160 м³ на 1 т напівфабрикату [18].

Усі заводські стічні води поділяються на дві категорії: перша – це хромовмісні стоки, які включають усі скиди з цеху сировини (без травлення) і травлення, а друга – пофарбовані стоки, які включають стоки з фарбувального цеху (без маринування) і маринування. Стоки хутряних фабрик містять високий відсоток забруднюючих речовин, що ще більше ускладнюється їх скиданням і затопленням.

У фарбувальному цеху виконують декапірування, травлення і фарбування. Стічні води, забруднені різними барвниками, хромом, кислотами, лугами, шпатом, органічними речовинами.

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

7

Механічні домішки. Питома витрата стічних вод фарбувального цеху становить 240-250 м³ на тону переробленої сировини. Інтенсивність кольору варіюється від 1:50 до 1:1000. Технологічний процес фарбування складається з понад 130 обробок, у яких використовуються хімічні речовини та барвники (близько 27 найменувань) [8].

До складу барвників і брудовідштовхувальних засобів входять іони важких металів, таких як кадмій, хром, мідь, цинк, залізо, кобальт і нікель. Ці іони зазвичай містяться у стічних водах. Це показники забруднення, які підлягають суворому контролю, через їх негативний вплив не тільки на довкілля, а й на системи очищення стічних вод. А також рідкі відходи, що утворюються в результаті операцій знежирення та миття [7].

Особливістю стічних вод хутряних підприємств є утворення забрудненої води, яка характеризується інтенсивним кольором. Інтенсивність забарвлення стоків після фарбування хутра та його прань залежить від кольору використаних барвників і коливається від 1:30 000 після фарбування в чорний колір до 1:800 при другому повторному пранні після фарбування. Крім барвників, забарвлені стічні води містять інші органічні та мінеральні домішки. Це синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), ароматичні вуглеводні, органічні та мінеральні кислоти, хлориди, сульфати, іони важких металів. Забарвлені стоки характеризуються невеликим вмістом завислих речовин (0,1-0,5 г/дм³), лужною реакцією середовища (рН = 7,5-9,2), високою температурою. Вміст різних барвників та іонів металів у фарбувальній ванні, що є результатом процесів травлення, призводить до утворення продуктів спільного окислення, які є складними сполуками. Таке розмаїття компонентів забарвлених стічних вод, які здебільшого токсичні та важко піддаються хімічному окисленню, спричиняють труднощі знезараження забарвлених стічних вод.

Стічні води хутряних підприємств містять хром (III і VI), окисні барвники, формалін, перекис водню, органічні і мінеральні кислоти.

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

8

До найбільш токсичних сполук належать солі хрому та фенолвмісні барвники. Наявність цих домішок потребує розробки та освоєння спеціальних методів відстоювання та фільтрації стічних вод [17].

Обсяги та склад стічних вод у закладах різняться в різний час доби та дні тижня. У перші дні тижня на підприємствах з переробки овчини переважають стоки відмочувальних та мийних процесів, які містять шпат та промиту продукцію тваринної сировини. Іншою особливістю виробництва хутра є неоднакова тривалість технологічного циклу для різних видів сировини і для одного виду з різними показниками. Так, обробка хутра овчини триває від 8 до 12 днів, а хутра каракуля і кози - від 13 до 20 днів. Час виконання деяких технологічних операцій також різний - від 20 хвилин на прання до 24 годин. Для замочування це призводить до великих коливань потоку стічних вод у каналізаційну мережу, на додаток до коливань концентрації забруднюючих речовин у ній [17].

На хутряній фабриці, крім виробничих, утворюються господарсько-побутові стічні води та збираються атмосферні води. Їх відсувають від корпоративної території окремими мережами. Побутові стічні води, дощові та промислові стічні води після первинного очищення на локальних очисних спорудах скидаються в міську каналізацію [22].

Підп. і дата	
Інв. Неодубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Таблиця 1.1 – Характеристика стічних вод хутряної фабрики [3]

Показник	Концентрація, мг/дм ³
Завислі речовини	500-2500
Хром (III) і (VI)	10-60
СПАР	40-110
ХСК	2500-7000
pH	3,5-5,1
Жири	3500

У стічних водах хутряної фабрики можна спостерігати високу кількість забруднень, і ці концентрації забруднюючих речовин негативно впливатимуть на біоценоз активного мулу при біологічному очищенні, призводячи до його набухання. Набухання активного мулу є досить поширеним явищем, оскільки чинниками, що передують його розвитку, є наявність у стічних водах токсичних для біоценозу активного мулу речовин. Це можуть бути важкі метали та їх солі, аміак, сірка, деякі органічні речовини (феноли, нафтопродукти, пестициди), але найбільш небезпечною є їхня спільна дія. До основних факторів, які можуть негативно впливати на активний мул або спровокувати або посилити його дисбаланс, відноситься склад стічних вод, що надходять на очищення. До складу стічних вод входять біогени (біогенні сполуки) — речовини, здатні викликати нестачу кисню в муловій суміші; Речовини, інертні до біохімічного окислення, токсичні речовини, які впливають на дихальну функцію, ферментативне окислення в організмах активного мулу або вбивають їх. Всі промислові домішки, присутні в стічних водах, в тій чи іншій мірі негативно впливають на нормальну працездатність і життєздатність активного мулу. Велику проблему становлять стічні води, особливо якщо вони містять багато токсичних речовин [4].

Через таку низку факторів стічні води повинні бути попередньо очищені перед подачею на біологічне очищення.

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

10

1.2 Обґрунтування вибору технології очищення стічних вод фабрики

Є два варіанти вирішення проблеми при очищенні стічних вод хутряної фабрики.

Перший – повне очищення води на локальних очисних спорудах відповідно до допустимих норм скиду в річку. Другий – очищення стічних вод до прийняттого рівня для скидання в міську каналізаційну систему. При виборі технології очищення необхідно керуватися її ефективністю (відповідністю якості очищених стічних вод нормам скидів), екологічною безпекою, економічною цінністю очисних споруд і вартістю очищення стічних вод.

З огляду на різноманітність фізико-хімічних властивостей забруднюючих речовин у стоках хутряних фабрик, можна наголосити на необхідності первинної фізико-хімічної очистки стічних вод, яка проводиться з метою затримки речовин, які перешкоджають роботі очисних споруд, насосів і трубопроводів і чинять токсичну дію на мікроорганізми при подальшому біологічному очищенні.

1.3 Існуючі технології очищення стічних вод фабрики

Токсичність стічних вод хутряного виробництва визначається наявністю в них хрому (III), хрому (VI), цинку, заліза, нікелю, цирконію, барвників, міді, кобальту, формаліну [21].

Для очищення стічних вод застосовують фізико-хімічні методи очищення стічних вод, до яких відносяться: реагентні (коагуляція), флотація, абсорбція, іонообмін, кристалізація, екстракція, а також біологічні методи, найбільш ефективні для очищення стічних вод від органічних вод. Це залежить від здатності мікроорганізмів використовувати речовини стічних вод як джерело живлення. Процес біологічного очищення може відбуватися в природних і штучних умовах [19, 23].

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

11

Коагуляція використовується при розмірі частинок забруднень 0,1-0,01 мкм. Колоїдні частинки коагулянтів поглинають забруднення і осідають на дно будівлі у вигляді пластівців. Коагулянти використовують солі алюмінію, заліза, магнію.

Метод флотації зазвичай використовується для очищення стічних вод від зважених і органічних речовин. Розрізняють тиск, крильчатку і флотацію з використанням пористих матеріалів. Під час флотації під тиском домішки видаляються за допомогою повітряних бульбашок і концентруються у вигляді піни на поверхні, звідки вони видаляються. Коагуляцію і флотацію часто поєднують, оскільки їх одночасне використання підвищує ефективність очищення [21].

Під час адсорбції забруднюючі речовини видаляються за допомогою адсорбції забруднюючих речовин певним адсорбентом. Характер поглинання залежить від природи поглинаючого матеріалу. Розрізняють: поглинаючі матеріали, адсорбенти, хімічні поглинаючі матеріали. В основному застосовують адсорбцію, причому як адсорбенти найчастіше використовують золу, активоване вугілля, торф і силікагель. Процес очищення може здійснюватися двома способами, коли подрібнений адсорбент змішується зі стічними водами і відокремлюється шляхом відстоювання, або стічні води пропускаються через об'ємний фільтр – шар адсорбенту, в цьому випадку швидкість фільтрації становить 1-12. м/год об. Адсорбовані частинки 0,8-5 мм [19].

При використанні іонного обміну відбувається процес обміну між іонами Солі в SV є іонами. Очищення стічних вод цим методом дозволяє видалити та знешкодити цінні домішки (миш'як, фосфор, хром, цинк, свинець, мідь, ртуть тощо). За зарядом іони поділяються на катіони та аніони, які виявляють відповідно кислотні та основні властивості.

Кристалізація допомагає усунути забруднення шляхом заморожування, коли забруднення видаляються з SV у формі кристалів. Процес кристалізації

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

часто відбувається в природних водоймах і ефективний при високих концентраціях забруднюючих речовин.

Метод екстракції полягає у видаленні забруднювачів за допомогою екстрагента (фенолів і кислот), причому забруднення, зосереджені в екстрагенті, можна легко відокремити від розчинника. Цей спосіб є економічно вигідним, оскільки містить високий відсоток забруднюючих речовин [19].

Реагентний метод також використовується для очищення стічних вод від важких металів. Його суть полягає в перетворенні розчинених у воді речовин у нерозчинні речовини при додаванні різних реагентів з наступним виділенням їх із води у вигляді осаду. В якості реагентів для видалення іонів важких металів зі стічних вод використовуються гідроксиди кальцію і натрію, карбонат натрію, сульфід натрію і різні відходи, наприклад шлаки хромистого заліза. Широко використовується гідроксид кальцію. Осадження мінералів відбувається у вигляді гідроксидів. Процес проводять при різних значеннях рН. Недоліком реагентного методу є втрата цінних речовин з осадом. Застосування методу удобрення дозволяє легко розділяти нерозчинні та хімічно інертні відкладення з щільною феритовою структурою методом магнітної сепарації, що підвищує екологічну безпеку. При цьому досягається високий ступінь очищення води, що дає можливість виключити скидання токсичних стічних вод у резервуари та зменшити водоспоживання за рахунок використання очищеної води в системі оборотного водопостачання. Час проходження цього процесу становить 20-30 хвилин при температурі $\geq 60^{\circ}\text{C}$ і більше години при температурі 30°C [21].

Поступовим розвитком природних методів біологічного очищення є біоінженерні споруди типу біоплато. Це штучна система очищення стічних вод, яка має низку характеристик природної біоплатформи. Для очищення стічних вод у цій системі використовуються різні гідробіонти: мікроорганізми, водорості, вищі рослини тощо. Очищення можливе як в аеробних, так і в анаеробних умовах. Коли стічні води протікають через завантажувальні шари, іони важких металів фіксуються на завантажувальному шарі, при цьому відбувається ряд складних

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.Недубл.	Підп. і дата					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	ТС 22510179				

процесів адсорбції, комплексоутворення та седиментації. Під час росту мікроорганізмів деякі важкі метали всмоктуються в них і вони беруть участь у різних клітинних процесах, використовуючи, наприклад, мідь і цинк для синтезу власних ферментів, РНК, ДНК [21].

Одним з біологічних методів є осадження іонів важких металів біогенним сірководнем, який здатний утворювати сульфатвідновлюючі бактерії в анаеробних умовах. При взаємодії сірководню з іонами металів утворюються розчинні або нерозчинні сульфідні металів. При цьому кількість осаду, що утворюється, значно менша, ніж при використанні біомаси як адсорбенту [17].

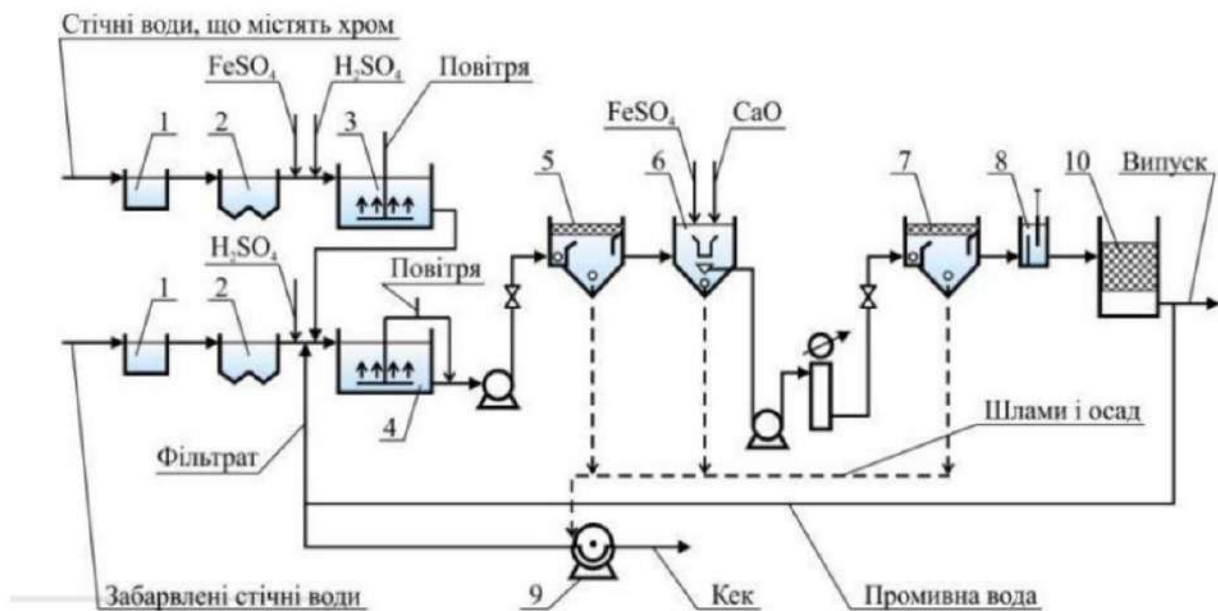


Рисунок 1.1 – Схема очищення стічних вод фабрики [17]:

- 1 – решітка, 2 – пісковловлювачі, 3 –реактор-конденсатор для стічних вод, що містять хром, 4 – проміжний реактор для змішаних стічних вод, 5 - флотаційна станція без тиску, 6 – камера взаємодії, 7 - станція напірної флотації, 8 - колектор чистої води, 9 – вакуумний фільтр, 10 – пінополістирольний фільтр

У першій запропонованій технології очищення стічних вод хуטר на заводі застосовувався метод реагентної обробки, двостадійне флотаційне очищення.

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

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

ТС 22510179

Як відновник шестивалентного хрому сульфат заліза подається в концентратор стічних вод у кількості, еквівалентній концентрації шестивалентного хрому. Сірчану кислоту також дають для зниження і регулювання рН (2,5-3,0). Сірчана кислота подається в конденсатор забарвленої води для підтримки постійного рН 4,0-4,5 для коагуляції білкових сполук і часткового знебарвлення. Після виконання цих операцій суміш фільтрують флоатацією без тиску, потім стічні води направляють у коагуляційну камеру для обробки вапном і перетворення сполук заліза в гідроксид, таким чином її коагулюючи [17].

В реакційну камеру вводять сульфат заліза для регулювання його дозування з метою поліпшення процесу коагуляції. Отримані продукти коагуляції відокремлюють на установці напірної флоатації, а потім воду пропускають через пінополістирольні фільтри. Ця технологія дозволяє досягти високого ступеня очищення стічних вод, табл. 1.1 [17].

Таблиця 1.1 – Характеристики забруднення стічних вод на різних етапах очищення [17]

Показник забруднення	На вході	Після безнапірної флоатації	Після напірної флоатації	Після фільтрів
Завислі речовини (з урахуванням коагуляції)	2500	1300	130	65
Хром	105	90	10	2,0
СПАР	120	70	20	15
Барвник	40	20	10	4,0
Жири, масла	350	50	5,0	2,0
БСК _{повн}	2000	1200	900	800

Ця технологія не дозволяє досягти нормативів скидів міської каналізаційної системи.

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

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

ТС 22510179

Арк

15

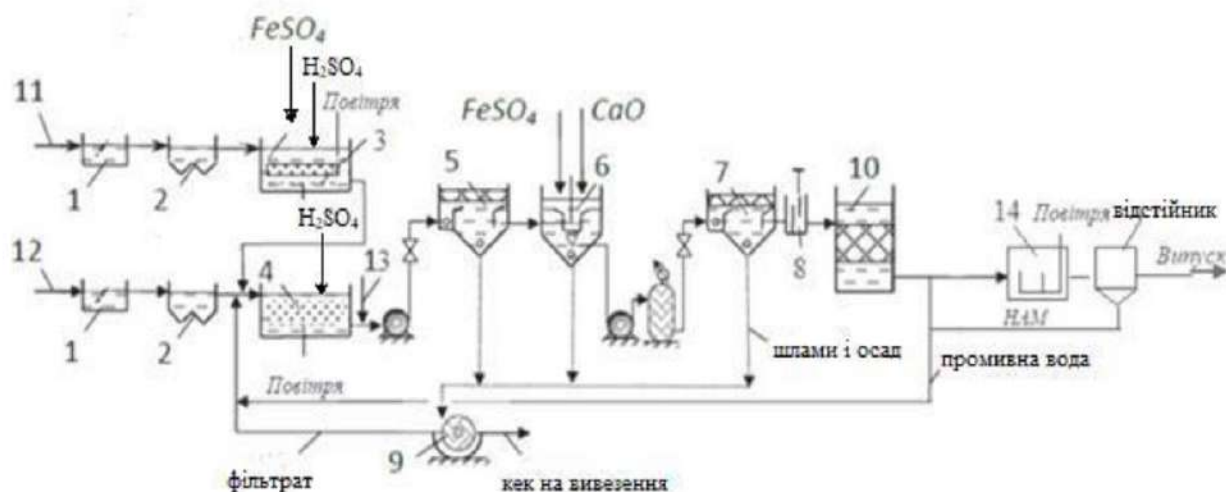


Рисунок 1.2 – Технологія очищення стічних вод фабрики легкої промисловості з виробництва хутряних виробів [17]:

- 1 – мережа, 2 – пісковловлювачі, 3 – реактор-конденсатор для стічних вод, що містять хром, 4 – проміжний реактор для змішаних стічних вод, 5 - флотаційна станція без тиску, 6 – камера взаємодії, 7 - станція напірної флотації, 8 - колектор чистої води, 9 – вакуумний фільтр, 10 – пінополістирольний фільтр, 11 - стічні води, що містять хром, 12 – кольорові стічні води, 13 – повітря, 14 - повітряний резервуар.

У другій технології пропонується проводити очищення окремо стічних вод – вода, що містить хром і забарвлена, оскільки вимагає різних методів очищення реагентів. Перший етап – механічне очищення стічних вод для видалення з води нерозчинних мінеральних і органічних домішок. Далі в концентратор стічних вод, що містять хром, подають залізний купорос як відновник шестивалентного хрому в кількості, що відповідає концентрації шестивалентного хрому, і сірчану кислоту - для регулювання рН в межах рН (2,5-3,0) [17]. Сірка подається в конденсатор кольорової води. Кислота для підтримки рН 4,0 - 4,5 з метою коагуляції білкових сполук і часткового знебарвлення. Далі стічні води фільтруються безнапірною флотацією, після чого направляються в коагуляційну камеру для обробки вапном для підтримки рН, що сприяє коагуляції шляхом перетворення сполук заліза в

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Непопл.	

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

ТС 22510179

Арк

16

гідроксид. Для видалення продуктів коагуляції використовують напірну флотацію, після чого СВ пропускають через пінополістирольні фільтри. Наступним етапом подальшого очищення ЗВ є очищення в аеротенку зі зниженням показника БСК [17].

1.4 Вибір технології очищення стічних вод фабрики

З проаналізованих вище процесів очищення можна стверджувати, що найкращими технологіями є роздільне очищення хромвмісних пофарбованих стоків з хутряної фабрики з подальшою реагентною обробкою та застосуванням тиску та напірної флотації, а також біологічне очищення. Отримати значення індексу BSK та концентрації інших забруднюючих речовин, які відповідають нормам скиду в міську каналізаційну систему. Технологія, обрана в цьому проекті, призначена для локальної первинної очистки стічних вод хутряної фабрики [17].

Показники очищення від забруднень на різних етапах очищення наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Якість очищення стічних вод хутряної фабрики [17]

Показник забруднення	На вході	Після безнапірної флотації	Після напірної флотації	Після фільтрів	Після біологічного очищення
Завислі речовини (з урахуванням коагуляції)	2500	1300	130	65	65
Хром	105	90	10	2,0	2,0
СПАР	120	70	20	15	15
Барвник	40	20	10	4,0	4,0
Жири, масла	350	50	5,0	2,0	2,0
БСК _{повн}	2000	1200	900	800	350

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

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

ТС 22510179

Арк

17

Таблиця 1.3 – Норми скидання стічних вод у міську каналізацію та природну водойму [13]

Показники	Скид у міську каналізацію Концентрація 2,0	Скид у водойму Концентрація в мг/дм ³
Завислі речовини	<300	< 20
БСК	< 350	< 15
ХПК	-	< 75
Азот	< 150	< 10
Хром	< 2,5	< 0,2
Сульфіди(S ²⁻)	< 1,0	< 0,1
Феноли	< 5	< 0,1
Жири	< 60	-
Кисень	-	5
pH	6-10	6,5-8,5
Температура °С	< 40	< 30

1.5 Вибір технології біологічного очищення стічних вод міста і фабрики

Для очищення стічних вод пропонується використовувати технологію, описану нижче.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

18

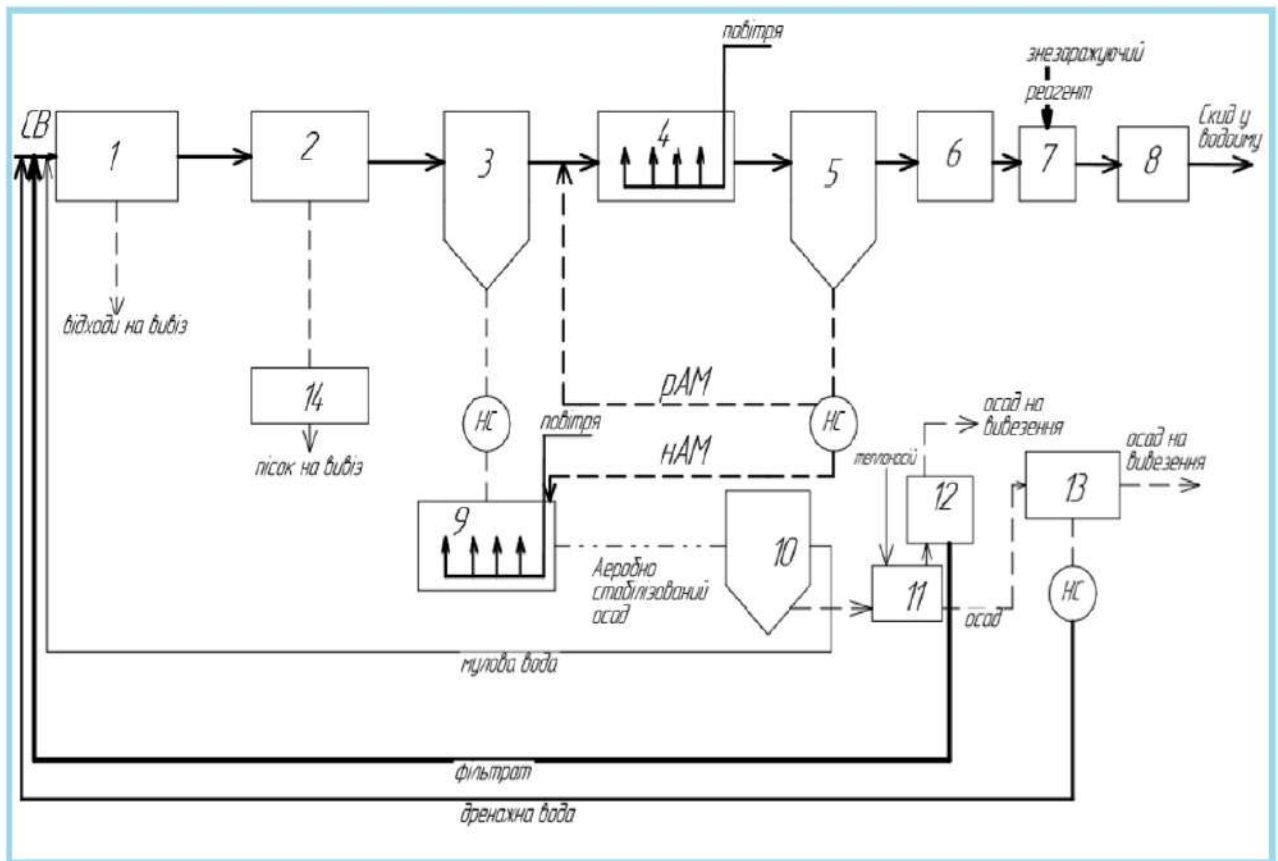


Рисунок 1.3 – Технологія очищення стічних вод

1 – мережі, 2 – пісковловлювач, 3 - первинний відстійник, 4 - повітряний резервуар, 5 - вторинний відстійник, 6 - біологічні резервуари (аеротенки), 7 - змішувач води з дезінфікуючим засобом, 8 - контактний бачок, 9 - пневматичний стабілізатор, 10 - ущільнювач осаду, 11 - камера дегельмінтизації, 12 - фільтр-прес, 13 - аварійні мулові майданчики, 14- піщані майданчики

Механічний спосіб очищення стічних вод здійснюється за допомогою сіток, пісковловлювачів і первинних відстійників. Сітки затримують грубі частинки (шматки поліетилену, паперу та інші великі шматки різних матеріалів, які можуть бути присутніми в побутових стічних водах) [14].

Пісковловлювачі призначені для уловлювання дрібних частинок піску, ґрунту тощо. Пісок, що залишився на пісковловлювачах, видаляється з них і направляється на спеціально обладнані піщані майданчики [24].

У первинних відстійниках під час процесу відстоювання стічні води фільтруються силою гравітації від нерозчинних домішок із щільністю, більшою

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

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

ТС 22510179

за воду, і нерозчинних домішок із щільністю, меншою за воду (жири, олії та нафтопродукти). Завислі речовини зберігаються в первинних відстійниках. На відміну від локальних очисних споруд для промислових стічних вод, на міських очисних спорудах не встановлюються спеціальні пристрої для жирів, масел або гудрону. Ці функції виконують первинні відстійники, обладнані спеціальними пристроями для збору та видалення плаваючих домішок. Після відстоювання сирий осад подається в аеробний стабілізатор з надлишковим активним мулом для стабілізації [24].

Для біологічного очищення найчастіше використовується аеротенк, тому що аеротенк є оптимальним вибором за умови добового навантаження 30 000-80 000 м³/добу і, на відміну від біофільтра, забезпечує якісне очищення стічних вод.

Після аеротенку вода надходить у вторинний відстійник, де відбувається розділення шламу та чистої води. Частина мулу переробляється, повертається в аеротенк, а надлишковий осад передається в аеробний стабілізатор, оскільки він містить багато органічних речовин, тому його необхідно стабілізувати [24].

Після розрівнювання освітлену порцію подають на дезінфекцію. Обов'язковим етапом очищення стічних вод є знезараження, оскільки в освітленій фракції ще можуть міститися яйця гельмінтів і патогенну мікрофлору. Як дезінфектант був обраний газоподібний хлор, оскільки хлор є сильним окислювачем, який окислює ферменти більшості бактерій. Газоподібний хлор у вигляді хлорної води закачується в стічні води і змішується зі стічними водами в змішувачі. Процес дезінфекції відбувається в контактній ємності [14].

Для стабілізації осаду прийнято використання пневматичного стабілізатора [8].

Після стабілізатора аеробно стабілізований осад надходить у фазу дегельмінтизації, де його нагрівають до 65°C у приміщенні для знищення яєць гельмінтів та патогенної мікрофлори.

Інв.Неподл.	Підп. і дата
	Взаєм.інв.№
	Інв.Недубл.
	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

У разі несправності обладнання шламових амбарів 20% осаду направляється в аварійні шламові ями. Далі осад надходить у фільтр-прес. Осілі опади видаляють шляхом зневоднення [24].

1.6 Характеристика біологічного агента

Основним компонентом біологічного очищення є активний мул, який складається з живих організмів і твердого субстрату. Організми представлені групами бактерій, однопровідних, найпростіших, цвілевих грибів, дріжджів, актиноміцетів, рідше – личинок комах, ракоподібних, іноді водоростей тощо. Популяції організмів, що живуть в мулі, становлять біоценоз активного мулу. [20].

Скупчення бактерій в активному мулі оточені слизовим шаром (капсулами). Ці групи називаються зооглеєю. Вони сприяють поліпшенню структури, осіданню і ущільненню мулу. Слизовий шар містить антибіотики, здатні пригнічувати розмноження нитчастих бактерій. Співвідношення капсульних і некапсульних штамів називають коефіцієнтом зооглейності. Бактерії без слизового шару повільніше окислюють забруднення [1].

Активний мул являє собою амфотерну колоїдну систему, рН = 4-9, з негативним зарядом. Незважаючи на значні відмінності стічних вод, елементний хімічний склад різних видів активного мулу досить схожий.

Суша речовина активного мулу містить 70-90% органічних речовин і 10-30% неорганічних речовин. Субстрат, який може складати до 40% в активному мулі, являє собою тверду частину мертвих залишків водоростей і різних твердих відходів. З ним пов'язані організми активного мулу. Активний мул містить організми різних груп, і їх поява залежить від складу стічної води, вмісту в ній кисню, її температури, рН середовища, вмісту потенційних окислювальних солей та інших факторів. За екологічними групами мікроорганізми поділяють на аеробні

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

та анаеробні, термофіли та мезофіли, галофіли та галофіли. При очищенні промислових стічних вод переважають аеробні мікроорганізми [20].

В активному мулі зустрічаються представники декількох типів найпростіших: саркодові, джгутикові, війчасті інфузорії, сисні інфузорії, а також деякі багатоклітинні, з яких найбільш численними є коловертки. Найпростіші організми не беруть безпосередньої участі в елімінації органічних забруднювачів, але вони поглинають велику кількість бактерій (одна війка пропускає через себе від 20 до 40 тисяч бактерій), зберігаючи їх оптимальний вміст в мулі. Вони сприяють осіданню мулу і фільтрації стічних вод. Коловертки - мікроскопічні організми довжиною 0,01-2,5 мм - зустрічаються тільки в присутності кисню в стічних водах. Живляться бактеріями та найпростішими [20].

Різні групи бактерій присутні в активному мулі в певних пропорціях, але в залежності від складу стічних вод одна група домінує, а інші її супроводжують. В процесі очищення стічних вод бере участь тільки основна група бактерій, а супутні групи мікроорганізмів готують середовище до присутності цієї основної групи, постачаючи її поживними речовинами і ростовими матеріалами, видаляючи продукти окислення. Біомаса основної фізіологічної групи бактерій, що здійснюють процес окислення, становить 80-90% в мулі, а решта біомаси пов'язана з іншими бактеріями та іншими організмами. При утворенні активного мулу спочатку з'являються бактерії, потім найпростіші. Бактерії виділяють речовини, що стимулюють розмноження найпростіших, які мають здатність до адгезії, тому активний мул являє собою жовто-коричневі грудочки та пластівці розміром 3-150 мкм [1].

Поверхня адсорбції пластівців активного мулу становить 1200 м² на 1 м³ мулу (100 м² на 1 г сухої речовини). В 1 м³ активного мулу міститься 2×10¹⁴ бактерій.

Якість осаду визначається швидкістю осідання і ступенем очищення рідини. Великі пластівці осідають швидше, ніж дрібні. Стан осаду характеризують шламовим індексом, який є відношенням об'єму відстояної фракції активного

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

мулу до маси висушеного осаду (в грамах) після відстоювання протягом 30 хв. Чим гірша стабільність осаду, тим вищий індекс осаду. Личинки комарів, мухи, глисти та кліщі поїдають активний мул, викликаючи його розпад – це сприяє процесу очищення [17,20].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

23

РОЗДІЛ 2 БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Схема перебігу процесів

Механізм вилучення органічних речовин зі стічних вод характеризується складним, багатостадійним характером взаємопов'язаних і послідовних біохімічних реакцій. При очищенні стічних вод, що містять суміш забруднюючих речовин з різним хімічним складом, біомаса, яка використовується для очищення, складається з різних видів мікроорганізмів і простих, які мають складні взаємовідносини між собою на рівні ферментативних реакцій. В аеротенках мікробна біомаса знаходиться у вигляді пластівців активного мулу [20].

З інженерної точки зору швидкість видалення домішок з очищеної води в процесі біохімічних реакцій має вирішальне значення для технологічного проектування та побудови процесу біологічного очищення. Серед основних закономірностей розвитку колоній мікроорганізмів можна виділити наступні стадії:

1. Лаг-фаза, або фаза адаптації, яка спостерігається відразу після контакту мікробної культури з живильним середовищем і при якій не відбувається збільшення біомаси.

2. Експоненціальна фаза росту (фаза прискореного росту) мікроорганізмів, при якій надлишок поживних речовин і відсутність (або дуже мала присутність) продуктів метаболізму сприяють підтримці максимально можливої швидкості розмноження клітин у заданих умовах.

3. Фаза повільного росту, коли швидкість росту біомаси починає все більше і більше обмежуватися, оскільки поживні речовини вичерпуються, а продукти метаболізму накопичуються в живильному середовищі.

Підп. і дата					ТС 22510179	Арк
Інв.Недубл.	Інв.Недубл.	Взаєм.інв.№	Підп. і дата	Інв.Неподл.		24
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

4. Фаза нульового росту (або припинення росту), де спостерігається майже постійне збільшення кількості біомаси, що вказує на баланс між доступністю поживних речовин і накопиченою біомасою мікроорганізмів.

5. Стадія внутрішнього дихання (або стадія автоокислення), на якій через дефіцит живлення починається загибель і розпад клітин, що призводить до зменшення загальної кількості біомаси в біореакторі [20].

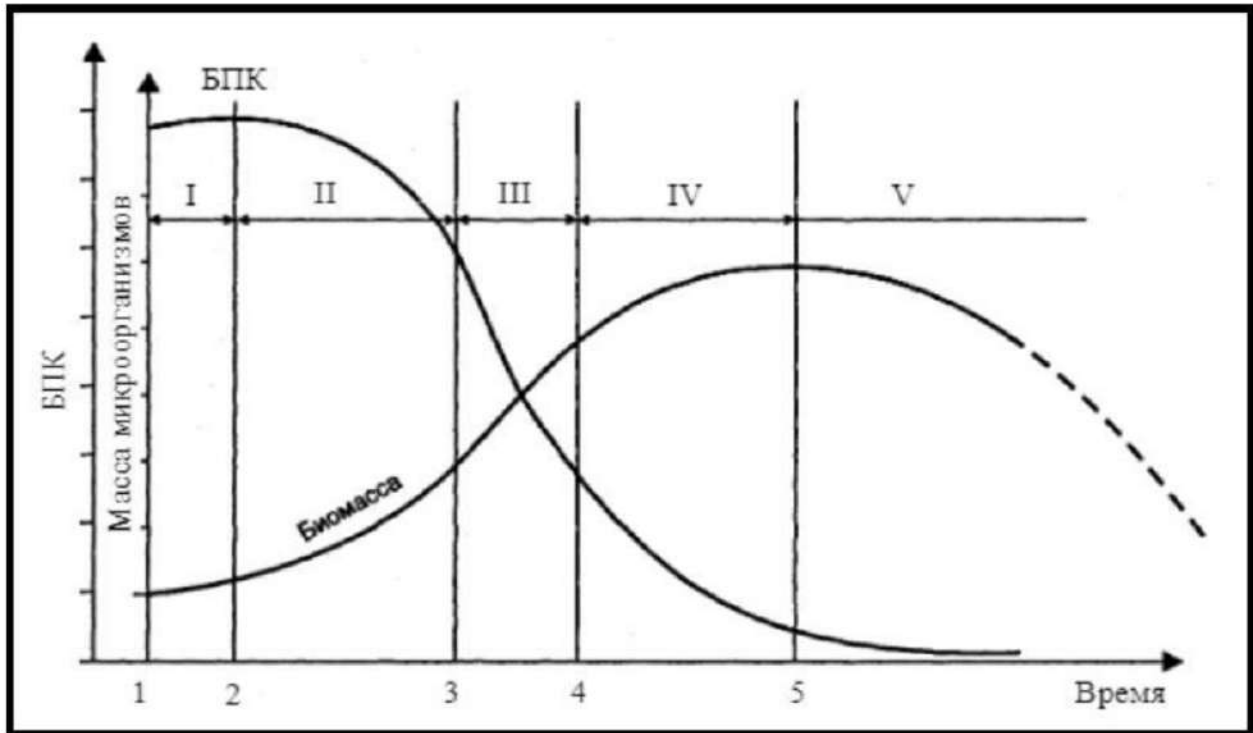


Рисунок 2.1 – Залежність приросту біомаси в аеробних умовах від концентрації поживних речовин [20]

На рисунку видно, що динаміка змін концентрації поживних речовин, виражена через БПК, відповідає зазначеним стадіям росту мікробної біомаси.

Це дозволяє зробити такі висновки:

1. Під час біологічного очищення велика частина забруднення стічних вод завдяки метаболічній активності мікроорганізмів і адсорбційній здатності активного мулу перетворюється на біомасу, яку відносно легко можна відокремити від очищеної води;

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Непопл.

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

ТС 22510179

2. Тривалість видалення та окислення органічних забруднювачів зі стічних вод буде тим меншою, чим довше маса мікроорганізмів контактує з забруднювачами;

3. При зниженні вмісту органічних речовин в очищеній воді нижче певної межі життєдіяльність мікроорганізмів продовжується, але вже або за рахунок накопичених поживних речовин, або за рахунок їх маси, тобто загибель і окислення мікроорганізмів відбувається з зменшення їх загальної маси (процес автоокислення [20]).

2.1.1 Схема перебігу процесів у аеротенку

На сучасних очисних спорудах аеротенки є найпоширенішим типом споруд біологічної очистки. Аеротенки також є найбільш місткими та енерговитратними спорудами. На етапі біологічного очищення видаляється не тільки основна частина органічних забруднень, але й забезпечується очищення від сполук азоту та основної частини сполук фосфору. Техніко-технологічні рішення, прийняті для аеротенків, багато в чому визначають якість чистої води та енергетичні характеристики очисної споруди в цілому [1].

Аеротенк - це ємність, в якій повільно рухається суміш активного мулу і стічної води. Для забезпечення нормального перебігу процесу біологічного окислення кисень повинен безперервно надходити в аеробак. Активний мул - це сукупність мікроорганізмів – органічних і мінеральних часток, здатних адсорбувати на своїй поверхні та окислювати органічні речовини стічних вод. Основним процесом, який відбувається при біологічному очищенні стічних вод, є біологічне окислення. Тривалість очищення міських стічних вод в аеротенку становить 2-6 годин, промислових – 8 годин. [11].

У процесі біологічного очищення стічних вод в аеротенках розчинені органічні речовини, а також колоїдні та дрібнодисперсні речовини, які не випадають в осад, перетворюються в активний мул, викликаючи збільшення

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

первинної біомаси. Слід зазначити, що в процесі окислення органічних речовин відбувається розмноження аеробних мікроорганізмів, а біомаса активного мулу збільшується, тому частина активного мулу повертається в аеротенк (оборотний активний мул), а частина (надлишковий активний мул).) направляється на зневоднення [20].

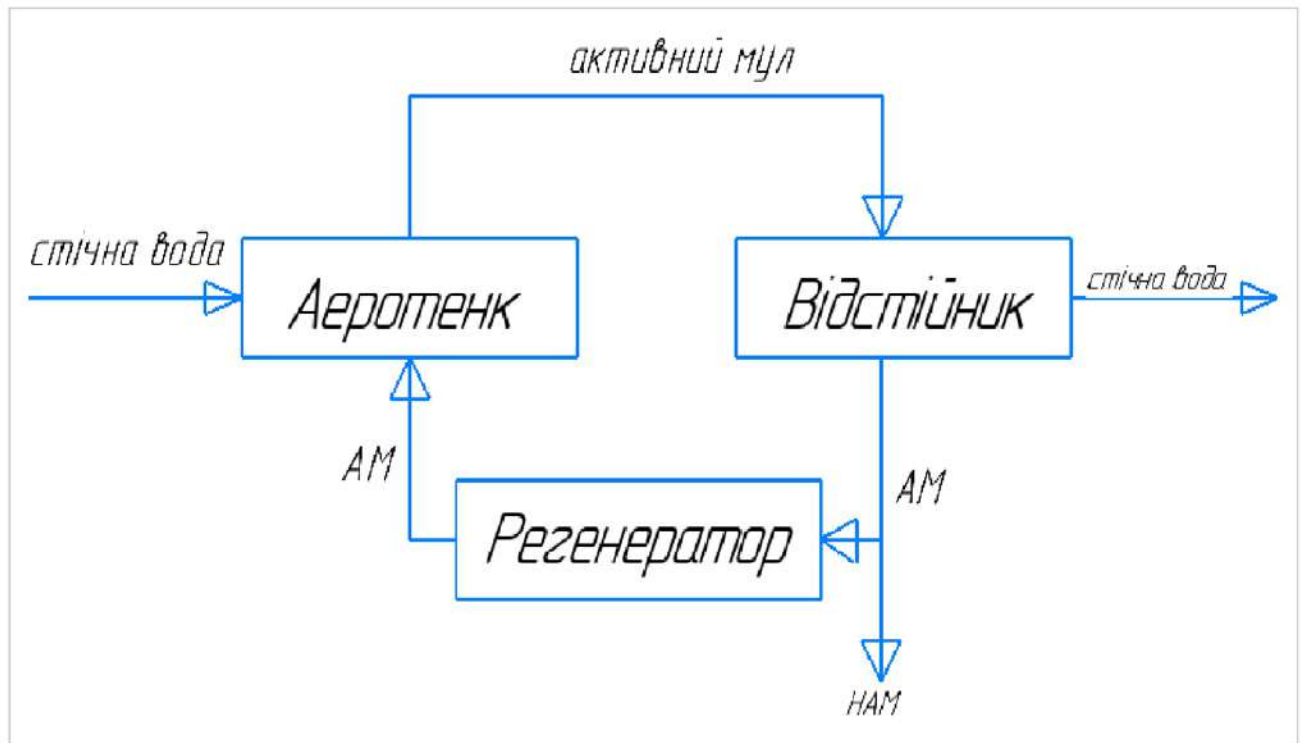


Рисунок 2.2 – Схема очищення води в аеротенку

За конструкцією аеротенки представлені у вигляді довгої прохідної відкритої ємності, в яку з одного боку безперервно подаються стічні води і біомаса мікроорганізмів (у вигляді водної суспензії). Утворена суміш безперервно рухається по проходу, повністю його заповнююючи, і безперервно виводиться з боку, протилежного фронту [11].

Під час руху по аеротенку суміш постійно насичується киснем за рахунок встановлення на дні аеротенків спеціальних аеротенків, до яких безперервно подається повітря, обладнаних отворами, через які повітря може проникати в рухому рідку суміш, і з нею контактують бульбашки повітря. Певна кількість кисню безперервно розчиняється у воді.

Підп. і дата
Інв. Надубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Непопл.

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

ТС 22510179

Мікроорганізми в активному мулі поглинають поживні речовини у воді і таким чином розмножуються. Тому загальна біомаса мікроорганізмів у середовищі, що виходить з аеротенку більша, ніж на вході в аеротенк, концентрація забруднюючих речовин у воді знижується, а при успішному регулюванні процесу ступінь знезараження може досягати 95 % або більш.

Аерація необхідна для забезпечення дихання мікроорганізмів і тим самим підвищення ефективності дезактивації [2].

Таким чином, чисті стічні води з видаленими домішками видаляються з аеротенків, і залишається тільки відокремити зважені мікроорганізми від біологічно очищеної води і повернути їх в аеротенки.

Для цього весь потік з аеротенку направляється у відстійник, де розділяється на біологічно чисту воду та осад [1];

Осад являє собою рухому суспензію з концентрацією суспензії 0,4-0,8% і більше), яка повертається в аеротенк і при цьому відокремлюється (для подальшої утилізації) частина суспензії, відповідна збільшенню в біомасі мікроорганізмів в аеротенку [20].

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.Недубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

28

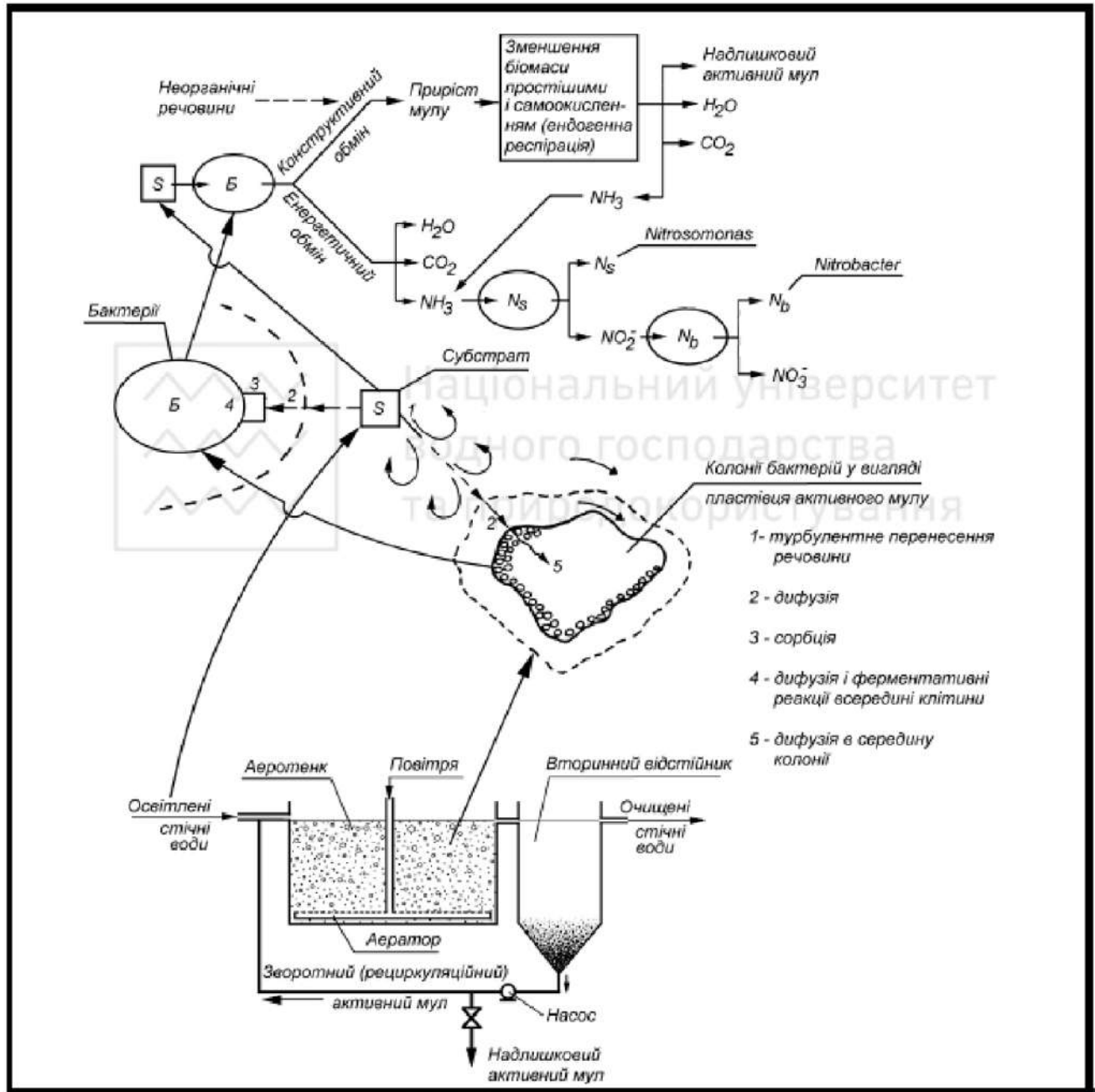


Рисунок 2.3 – Схема процесу в аеротенку [18]

Процес біологічного окислення складається з кількох ступенів і починає розщеплювати органічний компонент і виділяти активний водень [1].

Ферменти, які синтезуються клітинами у відповідь на зміну зовнішнього середовища, називають адаптогенами. Період адаптації коливається від кількох годин до сотень днів. Загальні реакції біохімічного окислення в аеробних умовах схематично можна представити так:

Підп. і дата
Інв.Неподл.
Взаєм.інв.№
Інв.Недубл.
Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Інв.Неподл.

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

ТС 22510179

- 1) $C_hH_yO_zN + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NH_3 + \Delta H$,
- 2) $C_hH_yO_zN + NH_3 + O_2 \rightarrow C_5H_7NO_2 + CO_2 + H_2O + \Delta H$,
- 3) $C_5H_7NO_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NH_3 + \Delta H$,
- 4) $NH_3 + O_2 \rightarrow HNO_2 + O_2 \rightarrow HNO_3$.

де $C_xH_yO_zN$ – уся органічна речовина стічної води, ΔH – енергія, $C_5H_7NO_2$ – традиційний журнал типової клітинної речовини бактерій.

Реакція (1) пояснює природу окиснення речовини для задоволення енергетичних потреб клітини (катаболізм), реакція (2) синтезу типової речовини (метаболізм). Споживання кисню в цих реакціях становить загальний BSC стічної води. Реакції (3) і (4) характеризують перетворення типової речовини в умовах дефіциту поживних речовин. Загальне споживання кисню для всіх чотирьох реакцій вдвічі більше, ніж (1) і (2) [20].

Велика кількість біохімічних реакцій відбувається за допомогою коферменту А (або коферменту КоА, КоА-SH для ацетилювання). Коензим А є меркаптоетиламідним похідним пантотенової кислоти та аденозин-3,5-дифосфатного нуклеотиду ($C_{21}H_{36}O_{16}P_3S$) з молекулярною масою 767,56. КоА активує карбонові кислоти, утворюючи з ними ацилпохідні КоА [20].

Легко окислюються бензойна кислота, етиловий і аміловий спирти, гліколі, гліцерин, анілін, естери та ін. Погано окислюються нітросполуки, «жорсткі» ПАР, триатомні спирти та ін. Наявність функціональних груп Підвищує здатність біологічно руйнувати сполуки в такій послідовності:



2.1.2 Схема перебігу процесів у аеробному стабілізаторі

Аеробна стабілізація осаду стічних вод полягає в процесі окислення ендогенних і екзогенних органічних субстратів в аеробних умовах. На відміну від анаеробного бродіння, аеробна фіксація відбувається в одну стадію. Неущільнений і ущільнений надлишковий активний мул і його суміш з опадами з

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

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

ТС 22510179

Арк

30

первинних відстійників можуть бути піддані аеробній стабілізації. Коли стабілізується лише активний мул, процес можна розглядати як завершальний етап очищення стічних вод, коли відбувається автоокислення мікроорганізмів з мінімальною кількістю розчинених поживних речовин. Ступінь розкладання органічної речовини та тривалість процесу залежать від співвідношення кількостей сирого осаду та активного мулу, концентрації органічної речовини, інтенсивності аерації, температури тощо [2].

Процес аеробної фіксації зазвичай відбувається в зоні життєдіяльності мезофільних і мезофільних мікроорганізмів при температурах від 10 до 42 °C і сповільнюється при температурах нижче 8 °C [20].

Ступінь розкладання органічних речовин коливається в середньому від 10 до 50%, при цьому жири розкладаються на 65-75%, білки - на 20-30%, вуглеводи практично не розкладаються. У процесі аеробної фіксації при середніх температурах відбувається зниження на 70-90% вмісту кишкової палички та інших хвороботворних бактерій і вірусів, але яйця гельмінтів не гинуть. Тривалість процесу становить від 2 до 5 діб для неущільненого осаду, 6-7 діб для суміші неущільненого осаду і осаду первинних відстійників і до 8-12 діб для суміші пресованого осаду і осаду [2].

Аеробна стабілізація опадів зазвичай здійснюється в таких структурах, як аеротенки глибиною 3-5 м, а використання інших контейнерів, вбудованих в аераційні установки, таких як переобладнані відстійники, компактори та невикористані метантенки, може погіршити стан ґрунту. В ефективності процесу і підвищеному споживанні електроенергії. Обробка осаду пневматичним відстоюванням повинно здійснюватися протягом 1,5-5 годин в мулоущільнювачах, розташованих окремо або на спеціально відведеному місці всередині стабілізатора [1].

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

2.2 Характеристика кінцевого продукту

Кінцевий продукт – очищені стічні води з концентрацією забруднюючих речовин $BSK_{\text{повн}}=11,77$ мг/дм³, $S_{Zt}=7,5$ мг/дм³. На виході з очищеної води після очисних споруд, а також перед біологічним очищенням контролюють концентрацію показників забруднення, яка не повинна перевищувати допустимих норм.

Таблиця 2.1 – Норми скидання стічних вод у міську каналізацію та природну водойму [13]

Показники	Скид у міську каналізацію Концентрація в мг/дм ³	Скид у водойму Концентрація в мг/дм ³
Завислі речовини	<300	< 20
БСК	< 350	< 15
ХПК	-	< 75
Азот	< 150	< 10
Хром	< 2,5	< 0,2
Сульфіди(S ²⁻)	< 1,0	< 0,1
Феноли	< 5	< 0,1
Жири	< 60	-
Кисень	-	5
pH	6-10	6,5-8,5
Температура °C	< 40	< 30

Терміни та визначення основних понять у галузі використання та охорони вод, які використовуються в науці і техніці та на виробництві, визначені згідно зі стандартами ДСТУ.

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподр.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

32

Чисті стічні води регламентуються згідно з ДСТУ 3041-95 України. Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Використання та охорона вод. Чинний з 01.07.1996 [13].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

33

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Сировина та матеріали

Таблиця 3.1 – Сировина та матеріали, що задіяні у комплексному біологічному очищенні

Назва	Параметри контролю якості	Показник, що перевіряється
Виробничі СВ хутряної фабрики	ДБН В.2.5-75:2013 правила прийому стічних вод до міської системи водовідведення	Витрата стічних вод; Біохімічний споживчий коефіцієнт; Концентрація завислих речовин; СПАР; Вміст жирів
Господарсько – побутові стічні води міста Ужгород	Загальні регламентовані технічні правила водовідведення; Основні положення проектування заДБН В.2.5-75:2013	Витрата стічних вод Біохімічний споживчий коефіцієнт; Концентрація завислих речовин; СПАР; Вміст жирів
Осад	СанПіН 2.1.7.57396	Патогенні мікроорганізми; Яйця гельмінтів; Вміст органічної речовини;

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподрл.	

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

ТС 22510179

Арк

34

Активний мул	За ДСТУ 2569-94 ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЯ.	Аналіз біоценозу активного мулу
Гашене вапно	ДСТУ 1692-95	Вміст СаО
Хлорна вода	ДСТУ 1692-95	Вміст хлор-газу

3.2 Опис технологічного процесу біологічного очищення стічних вод міста і хутряної фабрики

Об'єм стічних вод міста Ужгорода та хутряного комбінату, які надходять на очисні споруди, становить 56 800 м³ на добу.

1. Підготовка вентиляційного повітря.

Для підготовки повітря, яке буде подаватися в будівлі, необхідно виконати чотири основні операції:

- Тиск повітря, щоб подолати опір повітроводів і арматури;
- Видалити пил та інші частки, що зважені в повітрі.
- Регулювання температури і вологості.

2. Забір повітря з атмосфери.

Атмосферне повітря забирається за допомогою труб 4-6 м над рівнем землі.

3. Фільтрація повітря.

Фільтрація повітря через волокнистий фільтр із затримкою пилу, Механічні частинки. Фільтруючий матеріал — петріанова тканина (FPP15-30), максимальний діаметр вловлюваних частинок — 1,5 мкм, ефективність очищення — 98%. Контроль ефективності очищення [24].

4. Тиск повітря.

Для стиснення повітря використовується напірний вентилятор до 2,5 бар.

На цьому етапі технолог щогодини контролює тиск. Очищене стиснене повітря безперервно подається в повітряний резервуар.

5. Приготування хлорованої води.

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

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

ТС 22510179

Арк

35

Виробництво здійснюється за допомогою газоподібного хлору і змішування його з водопровідною водою, що призводить до утворення суміші - хлорної води. Газоподібний хлор подається на очисні споруди в балонах або ємностях (під надлишковим тиском, у рідкому стані). Через погану розчинність рідини хлор переходить у газоподібний стан, потім розчиняється у водопровідній воді [5].

Відповідно до ДБН В.2.5-75:2013 розрахункова доза активного хлору, що використовується для очищення стічних вод, становить 3 г/м³. На цьому етапі здійснюється технологічний контроль – концентрація активного хлору у воді.

6. Приготування розчину коагулянту.

При обробці надлишкового активного мулу та осаду стічних вод як коагулянт використовується хлорид заліза (III) класу Б виробництва України за ТУ 6-18-33-85. С = 10%,

7. Приготування розчину гашеного вапна для регулювання рН для процесу коагуляції осаду С = 15%.

8. Ступінь механічного очищення СВ.

9. SV фільтрація через мережі.

Сітки є основним елементом для утримання відходів у стічних водах і встановлюються в каналах, що простягаються перед пісковловлювачами. Швидкість потоку рідини через пристрій 0,8-1,0 м/с. Передбачається встановлення типових решіток з механічним очищенням типу РМУ-1. Відходи викидаються у вихідний лоток. Частота циклу електродвигуна, що приводить в дію розгортку механічної сітки, становить n=1450 об/хв. Кількість прозорих плівок в сітці - 21, а її розмір - 16 мм. Виробнича потужність – до 80 тис. куб.м/добу [22]. На цьому етапі здійснюється технологічний контроль пропускної здатності мереж, який вказує на ступінь забруднення мереж великими вловленими частинками сміття [9].

10. Очищення пісковловлювачів.

Обов'язковим елементом споруд доочищення є пісковловлювачів, оскільки пісок та інші важкі мінеральні матеріали негативно впливають на роботу

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

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

ТС 22510179

Арк

36

відстійників, інших переробних споруд і насосних станцій. Оптимальна швидкість руху води в горизонтальних пісковловлювачах 0,15-0,3 м/с, а гідравлічна шорсткість уловлюваного піску 18,7-24,2 м/с, на виході з пісковловлювачів кожна секція оснащена гідравлічним затвором. Для видалення піску секції піскоструминних машин обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок збирається знизу і подається в бункер, розташований на початку секції. Пісок з бункера періодично (двічі на добу) видаляється гідравлічним елеватором. Піскокар'єрна насосна станція, в якій встановлено два насоси Д200/95, забезпечує гідропідйомник робочою водою з вихідного каналу після вторинних відстійників [5].

Піщаний керн видаляють на піщані майданчики, які висушують, а ділянки загамбовують. Знаходиться біля піщаних кар'єрів. Стічні води з піщаних майданчиків перекачуються насосами до головки очисних споруд [24].

11. Очищення в первинних відстійниках.

У стічних водах міститься велика кількість завислих речовин - грубодисперсних нерозчинних домішок з щільністю більше, ніж у води, що знаходяться у зваженому стані. Для запобігання подальшого зростання активного мулу в аеротенках концентрація завислих речовин у стічних водах перед цим об'єктом не повинна перевищувати -150 мг/л. Ефективність видалення зважених речовин становить 53%. Діаметр радіальних грохотів 24 м, діаметр дозатора 1,6 м, гідравлічна глибина 3,4 м, концентрація завислих речовин 318 мг/дм³ [10].

12. Очищення стічних вод в аеротенку.

За схемою активний мул подається безпосередньо на вхід в аеротенк. Ці ж стічні води подаються і піддаються біологічному очищенню після первинного відстоювання. Вода подається в аеротенк для поповнення активного мулу. Стиснене повітря від повітродувної станції подається в аеротенк для аерації суміші та підтримання АМ у завислому стані. Повітря подається зі ступеня DR1. Найчастіше аеротенк влаштовують у вигляді прямокутної ємності, розділеної поздовжніми перегородками на окремі ходи шириною 4-9 м, по яких протікає

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Непопл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

37

мулова суміш від входу в аеротенк до його виходу з постійним перемішуванням і насиченням кисню. На цьому етапі двічі на день контролюють інтенсивність аерації, рН і температуру стічних вод [17].

13. Осадження у вторинних відстійниках.

Вода, що містить надлишковий активний мул, надходить у розподільний канал вторинних відстійників, потім у розподільну ємність кожної групи відстійників і по широкому дренажному каналу-порогу - до самих відстійників. Розрахунок відбувається протягом 1,5 години. Перероблений активний мул повертається на вхід в аеротенк. Надлишок активного мулу, який накопичується у вторинному відстійнику, видаляється та направляється на очисні споруди [6].

14. Очищення в біологічних ставках.

Для біологічних ставків застосовуються нормативи скиду стічних вод у річку. Це прямокутні споруди, найчастіше глибиною 1-1,5 метра. Тривалість додаткового очищення – дві доби [10].

15. Знезараження очищених стічних вод.

Воду змішати з активним хлором (у вигляді хлорної води) у змішувачі, а потім знезаразити в контактній ємності. Знезараження води здійснюється шляхом очищення побутових стічних вод хлорною водою. Час контакту стічної води з активним хлором становить 30 хв. Всі показники контролюються відповідно до нормативів скидання води у природні водойми: С (активний хлор) не більше = 1,5 мг/м³, при цьому підвищення С (перебування) в резервуарі І класу комунально-побутового водокористування досягає 0,25 мг/д³. , рН = 6,5-8,5. Очищена вода після хлорування зливається в резервуар [10].

16. Очищення надлишкового активного мулу та осаду.

Пневматична стабілізація надлишкового активного мулу та осаду

З первинних освітлювачів аеробна стабілізація опадів полягає в тривалій аерації в спорудах типу аеробних резервуарів, в результаті якої значна частина органічної речовини розкладається на кінцеві продукти, втрачаючи при цьому

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Непопл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

38

здатність до гниття. Близько 65-80% беззольного матеріалу в активному мулі піддається біохімічному розкладанню.

17. Тиск осілих відкладень.

Для зниження вологості осілого осаду передбачена стадія ущільнення. Відкладення під дією сили тяжіння осідають на дно конструкції і видаляються насосом для подальшої обробки. Тривалість тиску $t_y = 5$ годин. [10].

18. Дегельмінтизація ущільнених відкладень.

Дегельмінтизація відбувається в ущільнених відкладеннях через високу температуру. Відбувається загибель яєць гельмінтів, а також пригнічення розвитку хвороботворних мікроорганізмів і вірусів. Реакцію проводять у дегельмінтизаційній камері, обладнаній лопатевими двигунами [25].

19. Коагуляція ущільнених відкладень Як коагуляційний реагент ми використовуємо 10% розчин хлориду заліза (III), приготовлений попередньо, який реагує з гашеним вапном для регулювання рН, таким чином стимулюючи ефективну коагуляцію з утворенням пластівців гідроксиду заліза (III), які контактують з частинками осаду й осідають [8].

20. Зневоднення осаду фільтр-пресами.

Після первинної очистки осад надходить на фільтр-прес. Фільтрування виконується фільтруючою-тканинною «стрічкою», закріпленою на пластикових рамах і ущільненою гідроциліндром з ручним приводом. Тиск фільтрації 0,3 МПа, осад утримується на фільтрі, а після зняття тиску струшується з фільтрувальної тканини в пересувну ємність.

Результатом фільтрації є фільтрат з мінімальним вмістом завислих речовин і висушеного осаду з вологістю 70-85%, який скидається на головну станцію очищення стічних вод.

21. Сушіння мулу на аварійних мулових майданчиках.

У разі аварії на установці механічного зневоднення 20% річної кількості осаду зберігається для сушіння осаду. Відкладення, що надходять на завод видаляються [2].

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

39

22. Сушка на піддонах з піском.

На майданчики потрапляє піщаний керн, який після зневоднення вивозиться.

3.3 Контроль виробництва

Для забезпечення ефективності процесу очищення необхідно забезпечити контроль на всіх основних етапах очищення стічних вод – шляхом відбору проб. Такий контроль якості допоможе своєчасно виявити відхилення від прийнятих стандартів, виявити причину несправності обладнання або невідповідності нормативам [11].

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.Недубл.	Підп. і дата	TC 22510179	Арк
						40
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

Таблиця 3.2 – Моніторинг процесу біологічного очищення стічних вод

Об'єкт контролю	Параметр контролю	Періодичність вимірів	Норми та відхилення	Місце забору проби	Метод аналізу
Стічна вода на вході до очисних споруд	Витрати стічних вод, м ³ /добу	Один раз на добу	56800 ±3%	Резервуар перед очисними спорудами	Вимір заповнення акустичним витратоміром
Стічна вода після механічного очищення	pH	Один раз на добу	6,5-8,5	Стічна вода після решіток	Вимірювання pH-електрометром
Стічна вода після механічного очищення	Температура	Один раз на добу	Не вище 40°C	Стічна вода після решіток	Вимір температури води за допомогою термометра технічного

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.Недубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

41

Стічна вода після механічного очищення	Завислі речовини	Один раз на добу	<319 мг/дм ³	Стічна вода після решіток	Вимірювання за допомогою гравіметричного методу
Стічна вода після механічного очищення	БСК _{повн}	2 рази на тиждень	<375 мг/дм ³	Стічна вода після решіток	Класичним методом відбору проби з титруванням після інкубації n днів
Стічна вода після механічного очищення	Жири	1 раз на добу	<60 мг/дм ³	після решіток	За допомогою аналізатора. Фотоколориметра
Стічна вода після первинного відстійника	БСК _{повн}	1 раз на добу	< 337 мг/дм ³	Після відстоювання у первинних відстійниках	Класичним методом відбору проби з титруванням після інкубації n днів
Стічна вода після первинного відстійника	Завислі речовини	1 раз на добу	< 150 мг/дм ³	Після відстоювання у первинних відстійниках	Вимірювання за допомогою гравіметричного методу

Інв.Неподл.	Підп. і дата
	Взаєм.інв.№
Інв.Недубл.	Підп. і дата
	Інв.Недубл.
Підп. і дата	Підп. і дата

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

ТС 22510179

Арк

42

Осад після первинних відстійників	Вологість осаду	1 раз на добу	95%.	Після відстоювання у первинних відстійниках	Визначення за допомогою відстоювання
Стічна вода після аеротенку	БСК _{повн}	1 раз на добу	До 300 мг/дм ³	Після аеротенку	Класичним методом відбору проби з титруванням після інкубації n днів
Стічна вода після вторинного відстійника	Осад	1 раз на добу	~ 15 % від загальної об'єму стічних вод	При відстоюванні вторинному відстійнику	Визначення за допомогою методу відстоювання
Стічна вода після вторинного відстійника	Завислі речовини	1 раз на добу	15-20 мг/дм ³	Після Відстоювання у вторинному відстійнику	Вимірювання за допомогою гравіметричного методу
Очищена стічна вода	БСК _{повн}	1 раз на добу	15 мг/дм ³	Після очисних споруд	Визначення за стандартним методом споживання кисню

Інв.Неподл.	Підп. і дата
	Взаєм.інв.№
Вип	Інв.Недубл.
	Підп. і дата

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

ТС 22510179

Арк

43

3.4 Матеріальний баланс

Розрахунок зважених матеріалів:

Концентрація зважених матеріалів на вході в первинний відстійник

$$C_{VI} = 318 \text{ мг / дм}^3$$

Витрата стічних вод, що надходять в будівлю = 2366 м³/год

Визначимо його масу як

$$Q = 2366 \text{ м}^3/\text{год},$$

$$M_{sv} = Q \cdot \rho_{св} = 2366 \cdot 1000 = 2366000 \text{ кг/год},$$

де $\rho_{св}$ – щільність стічної води, що дорівнює 1000 кг/м³.

Визначаємо баланс завислих речовин на вході в первинні відстійники.

$$B_{зр} = Q \cdot C_{сум. зр} = 2366000 \cdot 0,318 = 752,338 \text{ кг/год}.$$

Концентрація завислих матеріалів на виході з будівлі

$$C_{exit} = 150 \text{ мг/ см}^3$$

Витрата осаду, що утримується в первинних відстійниках - 10,53 т/добу = 428,75 кг/год.

Визначаємо залишок видатних матеріалів на виході з первинної стадії освітлювачів

$$B_{зr} = 2366000 \cdot 0,150 = 324,900 \text{ кг/год}.$$

$$C_{in} \cdot Q = C_{out} \cdot Q + Q_{сухий}$$

$$2\ 366\ 000 \cdot 0,318 = 0,150 \cdot 2\ 366\ 000 + 428,75\ 752\ 338 = 428,75 + 324\ 900$$

$$752\ 338 = 753,65 \pm 5\%$$

Розрахунок БСК:

Концентрація матеріалу БСК на вході в первинний відстійник

$$C_B = 350 \text{ мг/ дм}^3$$

Витрата стічних вод, що надходять в будівлю = 2366 м³/ год

Підп. і дата	
Інв. Недубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. Неподр.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

44

Визначимо його масу як

$$Q = 2366 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$M_{sv} = Q \cdot \rho_{св} = 2366 \cdot 1000 = 2366000 \text{ кг/ГОД,}$$

де $\rho_{св}$ – щільність стічної води, що дорівнює 1000 кг/м^3 .

Визначаємо баланс БСК на вході в первинні відстійники

$$B_{zt} = Q \cdot C_{сум.} = 2\,366\,000 \cdot 0,350 = 828\,100 \text{ кг/ГОД}$$

Концентрація БСК на виході з будівлі, вихід $C = 337 \text{ мг/ ДМ}^3$

Споживання БСК - 10% зберігається в первинних відстійниках:

$$350 - 337 = 13$$

$$B_{zt} = Q_0 \cdot C = 2\,366\,000 \cdot 0,013 = 30\,758 \text{ кг/ГОД}$$

Визначаємо баланс завислих речовин на виході з первинних відстійників

$$B_{zt} = 2366000 \cdot 0,337 = 797,342 \text{ кг/ГОД.}$$

$$C_{in} \cdot Q = C_{out} \cdot Q + Q_0$$

$$2366000 \cdot 0,350 = 0,013 \cdot 2366000 + 0,337 \cdot 2366000 \quad 828,100 = 30758 + 797,342$$

$$828,100 = 825,100$$

Інв. Неподр.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. Неодубл.	Підп. і дата	TC 22510179	Арк
						45
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

РОЗДІЛ 4 ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

4.1 Розрахункові витрати стічних вод

Відповідно до місії, середнє споживання стічних вод містом і заводом становить:

$$Q_{сер.год} = \frac{Q_{сер.доб}}{24} = \frac{56800}{24} = 2366 \text{ м}^3/\text{год}$$

Середній другий потік стічних вод:

$$Q_{сер.с.} = \frac{Q_{сер.доб}}{24 \cdot 3600} = \frac{56800}{24 \cdot 3600} = 0,657 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Максимальний і мінімальний другий потік стічних вод становить:

$$q_{max.з.} = 0,667 \cdot 657 = 438,22 \text{ дм}^3/\text{с.}$$

де $q_{сер.с.}$ – середнє секунднє споживання побутових стічних вод, м³/добу;

K_{max} – коефіцієнт анізотропії дренажу [10]. Максимальна витрата стічних вод:

$$Q_{max} = q_{max.с.} \cdot 3,6 = 3,6 \cdot 978,93 = 3324,1 \text{ дм}^3/\text{с.}$$

Концентрація забруднюючих речовин у побутових стічних водах:

$$q_{max.с.} = K_{max} \cdot q_{сер.с.} = 1,49 \cdot 657 = 978,93 \text{ дм}^3/\text{с.}$$

$$q_{min.с.} = K_{min} \cdot q_{сер.с.} = 0,667 \cdot 657 = 438,22 \text{ дм}^3/\text{с.}$$

$$C = \frac{a \cdot N}{Q_{поб}}, \text{ мг/дм}^3,$$

де a – кількість забруднюючих речовин на душу населення, г/добу, яка визначається за даними [13, табл. 25] Приймають: 65 г/добу завислих речовин, 75 г/добу - повну БСК, 2,5 г/добу - ПАР; N – населення міста, розраховане нижче.

$Q_{поб}$ – споживання побутових стічних вод, м³/добу [10]. Населення міста:

$$N = \frac{Q_{поб}}{n_v} \cdot 1000 = \frac{55300}{200} \cdot 1000 = 276 \text{ 500 од.}$$

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

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

ТС 22510179

Арк

46

Куди споживаються побутові стічні води м³/добу?

- Курс обміну на особу

Концентрація зважених речовин у побутових стічних водах приймається:

$$C_{ЗР} = \frac{a_{ЗР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{65 \cdot 276500}{55300} = 325 \text{ мг/дм}^3.$$

Концентрація органічних речовин за загальним БСК у господарсько-побутових стічних водах:

$$C_{БСК} = \frac{a_{БСК} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{75 \cdot 276500}{55300} = 375 \text{ мг/дм}^3.$$

Концентрація ПАР у побутових стічних водах:

$$C_{ПАР} = \frac{a_{ПАР} \cdot N}{Q_{поб}} = \frac{2,5 \cdot 276500}{55300} = 12,2 \text{ мг/дм}^3.$$

Концентрацію забруднюючих речовин у суміші побутових і промислових стічних вод визначають за формулою:

$$C_{сум} = \frac{C_{поб} \cdot Q_{поб} + C_{вир} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + Q_{вир}}, \text{ мг/дм}^3,$$

де $C_{вир}$ – концентрація забруднюючих речовин у промислових стічних водах після очищення на локальних очисних спорудах: 65 мг/см³ завислі речовини, 350 мг/дм³ – БСК_{повн}, 15 мг/см³ – ПАР мг/дм³; вир Q – Споживання виробничих стічних вод: 1500 м³/добу

Концентрація зважених речовин у суміші стічних вод:

$$C_{сум,ЗР} = \frac{C_{ЗР} \cdot Q_{поб} + C_{вир,ЗР} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + Q_{вир}} = \frac{325 \cdot 55300 + 65 \cdot 1500}{55300 + 1500} = 318,13 \text{ мг/дм}^3.$$

Повна концентрація органічних речовин за БСК в суміші стічних вод:

$$C_{сум,БСК} = \frac{C_{БСК} \cdot Q_{поб} + C_{вир,БСК} \cdot Q_{вир}}{Q_{поб} + Q_{вир}} = \frac{375 \cdot 55300 + 350 \cdot 1500}{55300 + 1500} = 374,34 \text{ мг/дм}^3.$$

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

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

ТС 22510179

Арк

47

Концентрація ПАР у суміші стічних вод [13]:

$$C_{\text{сум,ПАР}} = \frac{C_{\text{ПАР}} \cdot Q_{\text{поб}} + C_{\text{вир,ПАР}} \cdot Q_{\text{вир}}}{Q_{\text{поб}} + Q_{\text{вир}}} = \frac{12,2 \cdot 55300 + 15 \cdot 1500}{55300 + 1500}$$

$$= 12,27 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} [1].$$

4.2 Розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод

Характеристика річки Уж, в яку впадають стічні води:

- Розрахункова швидкість потоку для 95% покриття становить 21 м/с;
- Швидкість течії за розрахунковою витратою 2,1 м/с;
- Середня глибина річки 3,4 м;
- Коефіцієнт накладення 1,3;
- Вид водокористування: комунально-побутове;
- Концентрація кисню у воді влітку 6,4 мг/ дм³;
- Концентрація зважених речовин 22 мг/ дм³;
- Загальний BSK = 4,4 мг/ дм³;
- Температура води влітку 17 °С.

Розрахунок коефіцієнта змішування стічної води з водою річки [10].
Коефіцієнт турбулентної дифузії, що показує перемішування стічних вод з річковою водою:

$$E = \frac{V_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ср}}}{200} = \frac{2,1 \cdot 3,4}{200} = 0,0357$$

де $V_{\text{ср}}$ – середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковою спорудою, м/с, приймається 2,1 м/с; $H_{\text{ср}}$ – середня глибина річки на цій же ділянці взято м 3,4 м [10].

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з річковими:

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Непопл.

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

ТС 22510179

Арк

48

$$\alpha = \phi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{Q_{\text{сеп.с.}}}} = 1,3 \cdot 1,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0357}{0,657}} = 0,74$$

де ϕ – коефіцієнт меандру річки; ξ - Коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції зливу стічних вод в резервуар (при каналному дренажі - 1,5); E - середня секундна витрата стічних вод, що скидаються в резервуар, м³/с.

Коефіцієнт змішування стічної води з річковою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \left(\frac{Q}{Q_{\text{сеп.с.}}}\right) e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0,74 \sqrt[3]{3000}}}{1 + \left(\frac{21}{0,657}\right) e^{-0,75 \sqrt[3]{3000}}} = 0,98$$

де L - відстань по руслу річки від місця скиду стічних вод до розрахункової споруди, Q - розрахунковий 95% витрат води в річці, q - середня секундна витрата стічних вод, що скидаються в резервуар, м³ / год .

Гранично допустима концентрація завислих речовин у чистих стічних водах, що скидаються в резервуар, становить:

$$C_{\text{зр}}^{\text{дон}} = p \cdot \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} + 1\right) + C_{\phi} = 0,25 \cdot \left(\frac{0,98 \cdot 21}{0,657} + 1\right) + 22 = 30,2 \text{ мг/дм}^3,$$

де p – збільшення концентрації зважених речовин в резервуарі після їх викиду стічних вод, мг/дм³ , 0,25 г/м³ для водного об'єкта І класу для комунально-побутового водокористування; C_{ϕ} – концентрація завислих речовин у річковій воді до місця скиду стічних вод, мг/дм³ .

Допустиме значення БСК загальної кількості стічних вод, що скидаються в резервуар:

$$C_{\text{БСК}}^{\text{дон}} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{\text{сеп.с.}}} \cdot \left(\frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} - C_{\text{БСК}}^{\phi}\right) + \frac{C_{\text{БСК}}^{\text{н}}}{10^{-k \cdot t}} = \frac{0,98 \cdot 21}{0,657} \cdot \left(\frac{4}{10^{-0,1 \cdot 0,016}} - 4,4\right) + \frac{4}{10^{-0,1 \cdot 0,016}} = 11,77 \text{ мг/дм}^3,$$

Підп. і дата
Інв.Подубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

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

ТС 22510179

Арк

49

де $C_{\text{БСК}}^{\text{доп}}$ – значення БСКповн, яке повинні бути отримане в процесі очищення стічних вод, мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^{\text{н}}$ – гранично допустиме значення БСКповн. У розрахунковому дні річки 4 мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}$ – фонове значення БСК у річковій воді до місця скиду стічних вод, мг/дм³ (4,4 мг/дм³ - згідно завдання); K - константа швидкості споживання кисню в суміші річкової та стічної води, 0,1 добу⁻¹; T - тривалість руху води від початкової точки до розрахункового складу [13]:

$$t = \frac{L}{V_{\text{ср}} \cdot 24 \cdot 3600} = \frac{3000}{2,1 \cdot 24 \cdot 3600} = 0,016 \text{ доб}$$

де L – відстань по руслу річки від місця скиду стічних вод до розрахункової споруди, $V_{\text{ср}}$ - середня швидкість течії води в річці [10].

Розрахувати допустимий БСК із загальної кількості стічних вод, що скидаються в резервуар. За допомогою кисню, розчиненого у воді, без урахування поверхневої реаерації резервуара. Необхідна концентрація розчиненого кисню в річковій воді для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК сумарних стічних вод не перевищуватиме значення [13]:

$$C_{\text{БСК}}^{O_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{\text{ср.с.}}} \cdot ((O_{\text{ф}} - 0,4 \cdot C_{\text{БСК}}^{\text{ф}} - O_{\text{min}}) - (-\frac{O_{\text{min}}}{0,4} | = \frac{0,98 \cdot 21}{0,4 \cdot 0,657} \cdot (6,4 - 0,4 \cdot 4,4 - 4) - \frac{6,4}{0,4} = 36,68 \text{ мг/дм}^3)$$

$C_{\text{БСК}}^{O_2}$ - обсяг стічних вод, який необхідно досягти в процесі очищення, мг/дм³; $O_{\text{ф}}$ – базова концентрація розчиненого кисню в річковій воді до місця скиду стічних вод, мг/дм³; O_{min} - мінімальна концентрація розчиненого кисню, яка повинна подаватися в резервуар, 6,4 мг/дм³ [13]; $C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}$ - фонове значення загального БСК у річковій воді до місця скиду стічних вод, мг/дм³; 0,4 — повний коефіцієнт перерахунку БСКповн у БСК₂ [10].

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Неподр.

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

ТС 22510179

Як розрахункове значення повного БСК - 11,77 мг/дм³. Отримане значення концентрації $C_{зр}^{доп}$ зваженого матеріалу = 30,2 мг/дм³ і повне значення БСК = 11,77 мг/дм³ свідчить про необхідність додаткового очищення, оскільки повне біологічне очищення дозволяє досягти повних значень БСК = 15 мг/дм³, $C_{зр} = 15$ мг/дм³. Тому необхідно проектувати споруди для очищення стічних вод, і оптимальним рішенням є проектування біологічного ставка – це відносно дешево та ефективно [13,10].

4.3. Розрахунок очисних споруд

Розрахунок первинних відстійників.

Прийнято тип відстійника – радіальний, де $Q \geq 20\ 000$ м³/добу (у цьому випадку 56 800 м³). Ефективність відстоювання обумовлена тим, що воду, призначену для біологічного очищення, рекомендується давати з вмістом завислих речовин не більше 150 мг/ дм³.

Тривалість стояння води визначається в залежності від ефекту E_{set} групи її освітлення [13]. Шляхом горизонтальної та вертикальної інтерполяції згідно з табл. Ми обчислюємо значення t_{set} , яке дорівнює $t_{set} = 678$ с.

Гідравлічний об'єм частинок, що утримуються в первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h}\right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,05 \cdot 678 \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5}\right)^{0,212}} = 1,53 \text{ мм/с,}$$

де K_{set} — коефіцієнт використання об'ємної площі (для радіального відстійника $K_{set} = 0,45$; група Н - робоча глибина об'ємного відстійника (для

Підп. і дата
Інв. Недубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. Непопл.

радіального відстійника група Н = 3 м); α - Коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод 1,05; Група Р - тривалість стояння, с; h - висота циліндра, м (0,5 м); n 2 – показник ступеня, який залежить від агломерації частинок, і приймається рівним 0,212 [13,10].

Продуктивність первинного радіального відстійника:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)(U_o - v) =$$

$$= 2,8 \cdot 0,45(24 - 1,6^2)(1,53 - 0) = 1105,5 \text{ м}^3/\text{год},$$

де D – діаметр басейну, 24 м; d - радіально-жолобковий спредер діаметром 1,6 м; v - турбулентна складова швидкості руху стічної води в споруді приймаємо за 0. [13].

При визначенні розмірів відстійників рекомендується орієнтуватися на розміри типових споруд [19, табл. 12.4-12.6]. Кількість відстійників має бути не менше двох. Кількість первинних фільтрів визначається за формулою [10]:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{3324,1}{1105,5} = 3 \text{ шт},$$

де Q_{max} - максимальна витрата суміші стічних вод, $\text{м}^3/\text{год}$.
Ми приймаємо 3 балкові очищувачі діаметром 24 метри.

Розраховуємо фактичну продуктивність басейну одного відстійника

$$q_{\phi} = \frac{Q_{max}}{N_{\phi}} = \frac{3354,1}{3} = 1112 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Фактичний гідравлічний об'єм захоплених частинок дорівнює:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{1112}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)} = 1,539 \text{ мм/с}.$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{set}^{\phi} = \frac{1000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h}\right)^{n_2}} = \frac{1000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,539 \cdot 1,05 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5}\right)^{0,2}} = 677 \text{ с}.$$

Підп. і дата					Арк
Інв. Недубл.					52
Взаєм. інв. №					TC 22510179
Підп. і дата					Арк
Інв. Неподр.					52
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

Загальна вологість суміші осаду та активного мулу становитиме

$$W_{\text{заг}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{22,85}{2157}\right) = 98,9\%.$$

Вміст сухої речовини в осаді:

$$S_{\text{сух}} = O_{\text{сух}} + M_{\text{сух}} = 10,53 + 11,68 = 22,21 \text{ т/доб.}$$

Вміст беззольного осаду:

$$S_{\text{без}} = O_{\text{без}} + M_{\text{без}} = 7 + 8,2 = 15,2 \text{ т/доб.}$$

Загальна витрата мулу та активного мулу складе:

$$V_{\text{заг}} = V_{\text{ос}} + V_{\text{м}}, = 210,6 + 1946,67 = 2157 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Загальна зольність суміші осаду та активного мулу дорівнюватиме:

$$\begin{aligned} Z_{\text{заг}} &= \left[1 - \frac{S_{\text{без}}}{O_{\text{сух}} \cdot \left(\frac{100 - B_{\text{ос}}}{100}\right) + M_{\text{сух}} \cdot \left(\frac{100 - B_{\text{м}}}{100}\right)} \right] \cdot 100 = \\ &= \left[1 - \frac{15,2}{10,53 \cdot \left(\frac{100 - 5}{100}\right) + 11,68 \cdot \left(\frac{100 - 5}{100}\right)} \right] \cdot 100 \\ &= 30,8 \%. \end{aligned}$$

Розрахунок пневматичного стабілізатора

Розрахунковий розмір пневматичного стабілізатора:

$$V_{\text{ас}} = V_{\text{заг}} \cdot t_{\text{ас}}, = 2157 \cdot 6 = 12,942 \text{ м}^3$$

де $t_{\text{ас}}$ – тривалість стабілізації осаду при температурі, що дорівнює мінімальній середньомісячній $t=17,5$ °С для стічних вод, яка вважається 6 днями [13].

Коли 40% беззольного осаду (X) розкладається в процесі аеробної стабілізації, маса сухої речовини аеробно стабілізованого осаду становитиме [13,10]:

$$\begin{aligned} M_{\text{сух}}^{\text{ас}} &= S_{\text{сух}} - S_{\text{без}} \cdot \frac{(100 - X)}{100} = 22,21 - 15,2 \cdot \frac{(100 - 40)}{100} = \\ &= 4,2 \text{ т/доб.} \end{aligned}$$

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

53

де $Q_{a.c.}$ - питома витрата повітря, $m^3/год$ на $1 m^3$ об'єму стабілізатора повітря. Приймаємо рівним $1-2 m^3 / (год \cdot m^3)$ Приймаємо $2 m^3$ в залежності від вологості суміші опадів і надлишку активного мулу - $98,9\%$ відповідно [13, п. 6.366] [13].

У цьому випадку інтенсивність аерації становить:

$$I = \frac{Q_{пов.}^{a.c.} \cdot H}{V_{a.c.}^{\Phi}} = \frac{26974,6 \cdot 4,4}{13487,3} = 8,8 m^3 / (m^2 \cdot год),$$

де H - гідравлічна глибина пневмостабілізатора, м, що дорівнює Гідравлічна глибина пневмоцистерни [10].

Інтенсивність вентиляції в пневмостабілізаторі повинна бути не менше $6 m^3 / (m^2 \cdot год)$ [1, п. 6.366] [13].

Витрата пневматично спресованого осаду становить:

$$V_{заг.}^y = \frac{M_{сух.}^{a.c.} \cdot 100}{100 - W_{a.c.}^y} = \frac{4,2 \cdot 100}{100 - 96,5} = 120 m^3 / добу,$$

де $W_{a.c.}^y$ - вологість компресорів стабілізованого повітря опадів (приймають $96,5$) [13, с.6, 367].

Мулова вода направляється в аеротенки в кількості [10]:

$$V_{м.в.} = V_{ac} - V_{заг.}^y = 13487,3 - 120 = 13367,3 m^3 / доб.$$

Інв.Неподл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.Недубл.	Підп. і дата	TC 22510179					Арк
										55
					Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Безпека на виробництві - це набір стандартів і заходів, які повинні використовуватися для зменшення нещасних випадків в організації.

Завдання охорони праці полягає в тому, щоб зменшити можливість травмування працівника під впливом небезпечного виробничого фактора або захворювання під впливом шкідливого виробничого фактора при забезпеченні комфортних умов з максимальною продуктивністю праці. У Законі України «Про охорону праці» викладено основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я під час трудової діяльності; Регулює відносини між керівництвом і працівником незалежно від форми власності; Створення єдиної системи організації охорони праці в Україні [16].

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки для життєдіяльності людини – невід'ємна умова сталого економічного і соціального розвитку України.

Відносини у сфері охорони навколишнього природного середовища в Україні регулюються Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», а також відповідно до нього [12].

Основними засадами охорони навколишнього природного середовища є (ст. 3 Закону):

- Пріоритетність вимог екологічної безпеки, обов'язковість дотримання екологічних стандартів, правил і обмежень використання природних ресурсів при здійсненні господарської, адміністративної та інших видів діяльності.
- Забезпечення безпечного для життя і здоров'я людини середовища.
- Профілактичний характер природоохоронних заходів.

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

56

- Екологізація матеріального виробництва на основі комплексних рішень у галузі охорони навколишнього середовища, використання та відтворення відновлюваних природних ресурсів, широкого впровадження нових технологій.
- Обов'язкове екологічне обстеження.
- Відкритість і демократичність у процесі прийняття рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього середовища, формування екологічного погляду населення на населення;
- Наукове виокремлення впливу господарської та іншої діяльності на довкілля.
- Відшкодування збитків, завданих порушенням законодавства про навколишнє середовище.
- Стягнення екологічного податку, збору за приватне водокористування, плати за приватне користування лісовими ресурсами, плати за користування надрами відповідно до Податкового кодексу України

Законодавство України визначає нормативи використання природних ресурсів та інші екологічні нормативи.

Екологічні нормативи визначають гранично допустимі викиди та скиди забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, допустимі межі шкідливої дії фізичних і біологічних факторів (ст. 33 Закону).

Критерії гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у навколишньому середовищі та рівня шкідливого фізичного та біологічного впливу на них є єдиними для всієї території України[16].

Об'єкти, установи та організації, діяльність яких пов'язана зі шкідливим впливом на навколишнє природне середовище, незалежно від часу їх експлуатації повинні бути обладнані спорудами, пристроями та обладнанням для очищення або нейтралізації викидів чи скидів, а також зменшення впливу шкідливих факторів. як моніторинг кількості та складу забруднюючих речовин та характеристик шкідливих факторів (ст. 51 Закону) [12].

Підп. і дата
Інв.Недубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.Неподл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

ТС 22510179

Арк

57

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті на основі вивчених джерел проаналізовано та обрано технологію очищення стічних вод хутряної фабрики та міста Ужгорода, а також запропоновано конструкцію споруди для очищення осаду – пневмостабілізатора. Виконані завдання є результатом виконання курсового проекту:

- Наведено характеристику стічних вод виробництва хутряної фабрики.
- Проаналізована та підібрана технологія локального очищення промислових стічних вод хутряної фабрики з підвищенням якості очищеної води до рівня стандартів для їх безпечного скидання у міську каналізаційну мережу.
- Здійснений розрахунок показників стічних вод і гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин в очищеній стічній воді до її надходження в р. Уж.
- Розраховано технологічні потужності для пневмостабілізатора.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">ТС 22510179</div>					Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат						58