

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
“ ____ ” _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
“ Екологічна оцінка впливу ЕМ препаратів на
формування деяких видів мікроорганізмів в
аеротенках ”

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи ЕО-20 МЗ
ОПП «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Гуменюк О.В.
« ____ » _____ 2021 р.
Керівник роботи
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
« ____ » _____ 2021 р.

Рецензент _____ Олександр ГУЛАЙ
« ____ » _____ 2021 р.

м. Кропивницький, 2021

Центральноукраїнський національний технічний університет
 Факультет ЦЗДО
 Кафедра ЕОНСЗСЖ
 Рівень вищої освіти магістр
 Галузь знань 10 – Природничі науки
 Спеціальність 101 - екологія
 Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ

к.б.н., доцент

Ольга МЕДВЕДЄВА

“ ” 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гуменюка Олександра Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Екологічна оцінка впливу ЕМ препаратів на формування деяких видів
 мікроорганізмів в аеротенках

2. Керівник роботи

Медведєва О.В., кандидат біологічних наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 15.12.2021

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Полягає в обґрунтуванні та дослідженні впливу ЕМ препаратів на формування факультативних анаеробів активного мулу при очищенні господарсько-побутових стічних вод селища Нове.

Завдання дослідження:

- Провести детальний аналіз роботи моноблочних споруд очистки господарсько-побутових стічних вод малих населених пунктів.
- Виконати експериментальні дослідження впливу ЕМ препаратів під час обробки стічних вод на ефективність процесу очищення.
- Розробити рекомендацій з розрахунку і проектування пристроїв, котрі входять у запропоновану технологічну схему модернізації моноблочних станцій очистки господарсько-побутових стічних вод.

- Обґрунтувати можливість використання надлишкового активного мулу в якості кормових добавок та дати економічну оцінку запропонованій системі очистки стічних вод.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Доцент Медведєва О.В.		
Економічна частина	Асистент Мірзак Т.П.		
Охорона праці	Доцент Лузан П.Г.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання «____» _____ 2021 р.

Підпис керівника

_____ Медведєва О.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«____» _____ 2021р.

Підпис здобувача

_____ Гуменюк О.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

На тему: «Екологічне обґрунтування застосування ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів в аеротенках»

Випускна кваліфікаційна робота виконана на 75 сторінках, включає 15 таблиць, 14 рисунків, 63 літературних джерела, 3 додатки.

Об'єктом дослідження є комунальне підприємство «Теплоенергетик».

Метою дослідження є: вивчення впливу ЕМ препаратів на формування факультативних анаеробів в однокоридорних аеротенках при очищенні стічних вод с. Нове; запропонована технологія модернізації моноблочної системи біологічного етапу очищення стічних вод; розрахунок запропонованого методу очищення.

У вступі розкривається актуальність мігісторської роботи за обраним напрямом, ставиться проблема, мета і завдання.

У першому розділі наведено загальні відомості про існуючі шляхи вирішення очищення стічних вод від висококонцентрованих забруднювачів органічного походження..

У другому розділі описується склад стічних вод с. Нове.

У третьому розділі описується методика проведення досліджень технології очищення стічних вод.

У четвертому розділі описана технологія модернізації одно коридорних аеротенків, виконаних за моноблочною системою, а також формування факультативних анаеробів активного мулу за допомогою ЄМ препаратів.

У п'ятому розділі розглянуто економічний ефект від впровадження запропонованої технології очищення стічних вод.

У шостому розділі проведено аналіз ризиків, котрі можуть виникнути на біологічному етапі очищення господарсько-побутових стічних вод

У висновках наведені результати магістерської роботи та визначені перспективи розроблених заходів.

СТІЧНІ ВОДИ, ФАКУЛЬТАТИВНІ АНАЕРОБИ, АКТИВНИЙ МУЛ,
ЕМ ПРЕПАРАТИ.

ЗМІСТ

	Стор.
Реферат	4
Вступ	7
ПРОБЛЕМИ ОЧИСТКИ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ	
РОЗДІЛ 1 СТИЧНИХ ВОД СЕЛИЩ МІСЬКОГО ТИПУ (огляд літератури)	10
1.1. Роль активного мулу в трансформації складних органічних сполук.	11
1.2. Використання мікробіологічних препаратів для інтенсифікації видалення органічних забруднювачів.	12
1.3. Очисні споруди малих міст і селищ міського типу	13
1.4. Компоновка очисних споруд малої пропускної спроможності	14
1.4.1. Споруди видалення сирого осаду	15
1.4.2. Серце очисних споруд -аеротенки	18
РОЗДІЛ 2 КОРОТКА ХАРЕКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД В ТОВ «ТЕПЛОЕНЕРГЕТИК»	20
2.1. Технологія переробки осадів стічних вод	21
2.2. Попередня обробка ОСВ.	22
2.3. Виготовлення компостних сумішей	24
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	27
3.1. Методи дослідження	28
3.2. Обробка результатів методами математичної статистики	29
ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЄМ ПРЕПАРАТІВ	
РОЗДІЛ 4. НА ФОРМУВАННЯ ФАКУЛЬТАТИВНИХ АНАЕРОБІВ В ОДНО КОРИДОРНИХ АЕРОТЕНКАХ	31
Вибір групи мікроорганізмів, специфічних до	
4.1. трансформації білків стічних вод з високими концентраціями забруднень.	31

4.2.	Вплив джерел азоту та вуглецю на біосинтез зразку 0832	34
4.3.	Оптимізація живильного середовища для актиноміцету 0832	39
4.4.	Використання надлишкового активного муму в якості білково-вітамінного мулу.	49
РОЗДІЛ 5	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕМ БІОАКТИВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД	53
РОЗДІЛ 6	ОХОРОНА ПРАЦІ	60
6.1.	Особливості умов праці та аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виконанні робіт в аеротенках.	60
6.2.	Розробка заходів по покращенню умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих факторів при виконанні робіт в аеротенках.	61
6.2.1.	Розрахунок природної системи вентиляції в лабораторії екологічної оцінки впливу ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів в аеротенках.	61
6.2.2.	Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт з	64
6.3.	екологічної оцінки впливу ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів.	65
6.4.	Висновки по розділу	65
	ВИСНОВКИ	67
	ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	68
	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69
	Додатки	75

ВСТУП

Актуальність теми. На зламі двох століть в комунальних підприємствах України все ще залишається досить велика кількість морально застарілого обладнання, котре дісталось у спадок від комуністичного минулого. Яскравим прикладом цього слугують моноблочні одно коридорні аеротенки станцій біологічної очистки господарсько-побутових стічних вод з пропускною спроможністю до 1200 м³/добу.

Типові рішення цих моноблочних станцій не в змозі забезпечити необхідний ступінь очищення висококонцентрованих стічних вод. Цю вкрай складну задачу до того ж погіршуються критичні до режиму нерівномірного надходження стоків. Переважна більшість не розрахована на перерви в подачі стічних вод.

Надійність роботи цих станцій повинна забезпечуватися простотою їх улаштування та експлуатації, тому що обслуговування їх в основному проводиться малокваліфікованим персоналом.

Комбінована технологія очищення господарсько-побутових стічних вод невеликої пропускної здатності, котра передбачає використання методів коагуляції, нітрифікації в умовах одно коридорних аеротенків без модернізації не здатна повній мірі забезпечити високу надійність роботи малих очисних споруд та достатню якість очищення стічних вод.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні та дослідженні впливу ЕМ препаратів на формування факультативних анаеробів активного мулу при очищенні господарсько-побутових стічних вод селища Нове, що передбачає використання методів коагуляції, нітрифікації в одно коридорних аеротенках моноблочної станції.

Завдання дослідження:

1. Провести детальний аналіз роботи моноблочних споруд очистки господарсько-побутових стічних вод малих населених пунктів.

2. Виконати експериментальні дослідження впливу ЕМ препаратів під час обробки стічних вод на ефективність процесу очищення.

3. Розробити рекомендації з розрахунку і проектування пристроїв, котрі входять у запропоновану технологічну схему модернізації моноблочних станцій очистки господарсько-побутових стічних вод.

4. Обґрунтувати можливість використання надлишкового активного мулу в якості кормових добавок та дати економічну оцінку запропонованій системі очистки стічних вод.

Наукова новизна роботи полягає: 1) в розробці і експериментальному дослідженні нової технології очищення господарсько-побутових стічних вод, що передбачає використання різних типів ЕМ препаратів в процесах коагуляції, нітрифікації висококонцентрованих органічних забруднень біогенного походження в одно коридорних аеротенках; в описі математичних залежностей, котрі креативно описують процеси обробки господарсько-побутових стічних вод ЕМ препаратами для формування факультативних анаеробів активного мулу; 3) у визначенні раціональних режимів роботи одно коридорних аеротенків при очистці висококонцентрованих органічних забруднень господарсько-побутових стічних вод селище Нове.

Практична цінність роботи полягає у тому, що автором була запропонована та апробована в промислових умовах технологія очищення господарсько-побутових стічних вод за допомогою ЕМ препаратів; розроблені рекомендації до проектування та розрахунку пристроїв, що входять в запропоновану технологічну схему очищення господарсько-побутових стічних вод.

Особистий внесок студента в наукові дослідження. Викладені в роботі результати отримано автором самостійно. Щодо розглянутих в магістерській роботі задач, котрі розв'язані в працях, спільних з науковим керівником, Т.М. Тунік, їй належить постановка проблеми досліджень і загальне керівництво роботою.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дослідження

доповідалися та отримали схвальну оцінку на III міжнародній науковій інтернет-конференції «Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика», м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р., НУБІП України, 2021 та XIII Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», м. Кропивницький, ЦНТУ, 10-12 листопада 2021 року.

Публікації. Результати проведених досліджень в даній магістерській роботі опубліковані у вигляді тез доповідей: Гуменюк О.В. Використання ЄМ колобків в якості сорбенту при виробництві кормових добавок. Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.), НУБІП України, 2021. С. 84-86 [29] та Гуменюк О.В. Адсорбуюча здатність ЄМ колобків при виробництві кормових добавок. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 10-12 листопада 2021 р), ЦНТУ, 2021 С.140-141[30].

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМИ ОЧИСТКИ ГОСПОДАРСЬКО-ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД СЕЛИЩ МІСЬКОГО ТИПУ (огляд літератури)

На фоні зростання цін на послуги водопостачання та водовідведення, населення як маленьких, так і великих селищ змушене більш раціонально витрачати водні ресурси. Тому господарсько-побутові стічні води невеликих населених пунктів з практично відсутньою промисловою складовою водоспоживання забруднені висококонцентровими органічними речовинами, біогенними елементами, нафтопродуктами [1]. Такі стічні води в свою чергу являють собою поживне середовище для аеробних мікроорганізмів, котрі здатні використовувати енергію стічних вод для задоволення власних потреб. Вони очищають стоки від органічного і біогенного забруднювачів, розкладаючи складні органічні сполук до простих хімічних складових, в основному діоксиду вуглецю (CO_2) та води (H_2O). В той же час вони акумулюють значну частину азоту та фосфору в своїй бактеріальній клітинній масі [2].

Головною задачею очистки висококонцентрованих стічних вод є створення стійких популяцій факультативних анаеробних (аеробних) мікроорганізмів, котрі на відміну від облігатних однаково здатні розкласти складні органічні сполуки як в кисневих, так і без кисневих умовах. За відсутності кисню окислення органічних речовин відбувається за рахунок використання його з оксидів азоту та фосфору [3]. При цьому відбувається так зване «анаеробне дихання» з відновленням нітратів та нітритів до молекулярного азоту N_2 . На противагу анаеробному диханню, в кисневих (аеробних) умовах бактерії окислюють складні органічні сполуки до діоксиду вуглецю використовуючи для цього розчинений у воді вільний кисень. Тим самим видаляючи з стічних вод азот та фосфор з подальшим накопиченням в постійно зростаючої клітинної масі [4].

1.1. Роль активного мулу в трансформації складних органічних сполук.

Споруди, в котрих відбуваються трансформаційні процеси окислення складних органічних сполук та їх подальше відновлення до простих хімічних елементів в прис утності штучно закаченого повітря називаються аеротенки. Їх прийнято вважати серцем очисних поруд. І не дарма, адже від їх роботи залежить ефективність роботи будь-якої станції очистки стічних вод. Очищення стічних вод у аеротенках відбувається за допомогою «активного мулу», який являє собою складний біоценоз, складовими частинами якого є мікроорганізми та простійші [5]. Ця природно вирощена біогенна система традиційно використовується на біологічному етапі очистки стічних вод. Головними серед них є здатність абсорбувати забруднення в проточних очисних спорудах за досить короткий часовий проміжок.

На противагу активному мулу штучно створений біоценоз має ряд недоліків, головним з яких є нездатність протистояти вимивання з аеротенку, значно погіршена адаптованість у порівнянні з активним мулом природного походження, відсутність швидко сорбувати забруднення [6]. А це відображається на більш тривалому процесі видалення забруднювачів з стічних вод. На практиці більшість технологів змушені періодично проводити підсів свіжої культури, що тягне за собою постійні експлуатаційні витрати на транспортування [7].

Враховуючи викладене вище, застосування штучно культивованих біоценозів для очищення стічних вод рекомендується в слабопроточних очисних спорудах з великим часом очищення: вторинних відстійниках, накопичувачах, біопрудах з використанням штучної або природної поверхневої аерації, полях фільтрації. Час перебування стічних вод в таких спорудах має бути не менше 48 годин. За цей проміжок часу з стічних вод будуть видалені складні органічні сполуки, азот та фосфор біогенного походження, а також патогенна мікрофлора [8].

1.2. Використання мікробіологічних препаратів для інтенсифікації

видалення органічних забруднювачів.

Біопрепарати: Гріз Тріт, Вейст Тріт, Дейр Тріт, Петро Тріт містять асоціації від шести до дванадцяти універсальних штамів натуральних ґрунтових селекціонованих аеробних факультативних мезофільних сапрофітних мікроорганізмів, основним джерелом енергії життєдіяльності для яких є: жири, білки, вуглеводи, крохмаль, лігнін, різні види цукрів [9].

В процесі життєдіяльності ці мікроорганізми здатні активно синтезувати в оточуюче їх середовище позаклітинні ферменти (ліполітичні, амілазолітичні, протеолітичні, карбогідразні та багато інших сполук), руйнуючи при цьому складні органічні речовини та перетворюючи їх до простих які можуть бути засвоєні біоценозами за рахунок всмоктуванням через клітинну стінку та внаслідок свого метаболізму виділяти діоксид вуглецю. В кисневих умовах ці біоценози досить жваво споживають біогенні елементи азоту і фосфору, накопичуючи їх в своїй клітинній масі.

Чисельна перевага корисних мікроорганізмів різних біопрепаратів полягає в конкуренції за первинні джерела живлення, створюючи беззаперечний ефект придушення в стічних водах патогенної та умовно патогенної мікрофлори. Ефективність пригнічення патогенів може перевищувати 1000 кратний показник. Контроль ефективності дії препаратів на основі мікрозимів в стічних водах здійснюється за критеріями БПК повн, БПК 5, ХПК, рН (водневий показник), завислих та органічних речовин, фосфатів та полі фосфатів, а також різних видів окисів нітрогену: амонійного, нітратного, нітритного [10].

Ці препарати в основному (як стверджує виробник) призначені для комплексної біологічної очистки стічних вод харчової промисловості: молочних, м'ясопереробних, рибообробних, маслоекстракційних, кондитерських та цукрових. Однак за рекомендаціями виробника їх можна застосовувати у слабопроточних очисних спорудах в кисневих або безкисневих умовах із штучною або природньою аерацією.

1.3 Очисні споруди малих міст і селищ міського типу

На фоні морально застарілого обладнання та очисних споруд в Україні досі є актуальними і норми водовідведення на душу населення, розраховані ще за існування радянського союзу. Ця норма для малих населених пунктів при наявності централізованого водовідведення складає 200 л / добу на одного мешканця [11]. Ці норми вплинули на проектування, будівництво та експлуатаційні характеристики моноблочних станцій очистки господарсько-побутових стічних вод для малих містечок. Тобто іншими словами очисні споруди проектувалися та будувалися виходячи з того, що буде приділена головна увага власне технології очистки стічних вод, а за рахунок зменшення концентрацій забруднюючих речовин величезними нормами водоспоживання на душу населення.

Тому на папері вибір технології очищення невеликих кількостей стічних вод, підбір компоновки очисних споруд, їх типів та конструктивних рішень в більшості випадків залежив від так званих «місцевих умов», а саме можливості виділення площі землі під очисні споруди, віддаленість цієї площі від житла, топографії місцевості, ґрунтових, гідрологічних і кліматичних умов, характеру і місця розташування водойми, в який можуть бути спущені очищені води [12]. На практиці все було зовсім протилежним. Не виключенням було будівництво в кінці 70 років 20 століття нових очисних споруд селища Нове.

Згідно проектній документації експлуатація нових очисних споруд мала відбуватися разом з локальними очисними спорудами Чавунно-ливарного заводу, тому при будівництві моноблоку не особливо дотримувалися проектної документації. І замість горизонтальних первинних та вторинних відстійників побудували своєрідний гібрид вертикального та горизонтального відстійника [13]. А для видалення сирого осаду та осадженого надлишкового активного мулу вирішили застосовувати систему ерліфтів, котрі є самим не досконалим насосом для видалення осаду. Ще більш погіршило ситуацію те, що після виходу з ладу повітродувки з водяним охолодженням, вирішили з

економити та поставили повітродувки, котрі фізично не могли забезпечити ерліфти необхідним тиском та об'ємом повітря для видалення осадів з 9 метрової глибини [14].

Для видалення стічних вод в малих населених пунктах створювалися групові системи водовідведення, котрі обслуговували групи різних споживачів (промислові підприємства та соціальна сфера), з великими спорудами для очищення і знезараження стічної води. Але досить часто влаштовували локальні системи водовідведення малої продуктивності, які обслуговували окремих водо споживачів, з малими установками для очищення та знезараження стічних вод [15].

Групові системи водовідведення споруджували переважно в міських агломераціях з високою щільністю населення і великою кількістю промислових підприємств. Спорудження локальних систем очистки – навпаки в районах з порівняно низькою щільністю населення, при територіальній віддаленості невеликих населених пунктів, або для піонерських таборів, будинків відпочинку, санаторіїв і кемпінгів.

Установки для очищення та знезараження стічних вод повинні були бути максимально простими у виготовленні і експлуатації та обслуговуватися мінімальною кількістю персоналу бажано з низькою кваліфікацією. В той же час очисні споруди повинні забезпечувати досить високу надійність технологічних процесів очищення і знезараження стічної води з використання доступних та широко розповсюджених реагентів [16].

1.4. Компоновка очисних споруд малої пропускної спроможності.

Для видалення з стічних вод високомолекулярних органічних сполук використовують наступні методи: 1) механічні; 2) хімічні; 3) фізико-хімічні; 4) біологічні [17] Вибір методу очистки стічних вод залежить від ступеня їх забруднення. В основному, згідно нормативної документації радянських часів прийнято було вибирати компоновку за такими складовими: 1) необхідного ступеня очищення, 2) складу забруднень, 3) пропускної спроможності станції,

грунтового-геологічних умов, 4) потужності водного об'єкта до якого передбачався скид очищених стоків, 5) техніко-економічне обґрунтуванням [18].

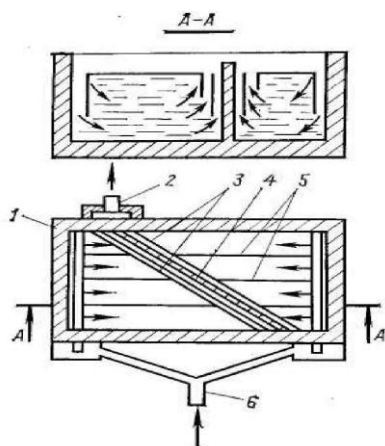
Але в новому тисячолітті забруднювачів все більше, при чому не тільки з'являються нові сполуки, а що більш важливе невпинно зростають їх концентрації. Також з поступовою євроінтеграцією нашої країни підвищуються і вимоги до якості очистки господарсько-побутових та виробничих стічних вод. Всі ці складові погіршує й економічна складова. Населення змушене досить жорстко економити водні ресурси, а від цього концентрація забруднювачів зростає до захмарних значень. Звичайно, що старі радянські системи очистки а ні фізично, а ні морально не здатні протистояти цим викликам. В даний час вимоги до ступеня очищення стічних вод підвищуються [19, 20].

1.4.1. Споруди видалення сирого осаду

Але все-таки розглянемо основні етапи очистки зворотніх вод, котрі ми згадували вище. Отже першим йде механічний етап очищення стічних вод. Його основне призначення полягає в тому, щоб підготувати виробничі та господарсько-побутові стічні води до більш глибокого видалення забруднювачів, до біологічного, фізико-хімічним або будь-яких їх поєднань. Основна мета механічного очищення - видалення зі стічних вод нерозчинених, а також по можливості і частково колоїдних органічних або мінеральних домішок. При грамотному проектуванні та жорсткого дотримання технологічного регламенту на механічному етапі можна досягти практично 90-95 відсоткового видалення з стічних вод зважених речовин, і що більш важливіше, зниження органічних забруднень (по БПК_{повн}) на 20-25 відсотків [21]. Я вважалося раніше: «у ряді випадків механічна очистка є єдиним і достатньою ним способом для видалення з виробничих стічних вод механічних забруднень і підготовки їх до повторного використання в системах оборотного водопостачання».

Одними з найбільш поширеними способами, що застосовуються на механічному етапі очистки є проціджування, пісковидалення, відстоювання, центрифугування та фільтрування.

Більшість очисних споруд радянського періоду проектувалися та будувалися для очищення стічних вод не від якогось конкретного споживача, а від різних груп. В основному це були господарсько-побутові стоки від соціальної сфери та населення та виробничі зворотні води від промислових підприємств. А тому для регулювання складу або витрати стічних вод протягом доби використовували спеціальні споруди – усереднювачі. Застосування їх дозволяло на той час підвищити ефективність та надійність роботи пристроїв механічної, біологічної та фізико-хімічної очистки. Основним їх завданням було вирівнювання пікових витрати та концентрацій забруднювачів від різних споживачів [22]. Схема усереднювача представлена



на рис. 1.1.

Рис. 1.1. Прямокутний усереднитель стічних вод

1 - розподільний лоток; 2 - водовідвідний канал; 3 - збірні лотки; 4 - глуха перегородка; 5 - вертикальні перегородки; 6 - підведення води

Іншою незамінною спорудою без якої не можливо представити будь-яку станцію зочистки стічних вод – відстійник. Він є основною спорудою механічного етапу очищення стічних вод [23]. Ці споруди застосовуються для затримання нерозчинених органічних забруднень. Вони бувають: 1) первинні (що влаштовуються перед спорудами біологічної або фізико-хімічної очистки); 2) вторинні (що влаштовуються після споруд для біологічного очищення для відділення очищеної води від активного мулу або біоплівки); 3) за характером руху води (за конструктивними ознаками) відстійники поділяються на три види: а) горизонтальні; б) вертикальні; в) радіальні.

Старшим братом відстійника є двоярусні відстійники (емшери), котрі

поєднували в собі функції власне відстійника та освітлювача-перегнивателя, в якому відбувається освітлення стічної рідини з одночасним перегниванням сирого осаду (див рис.1,3).

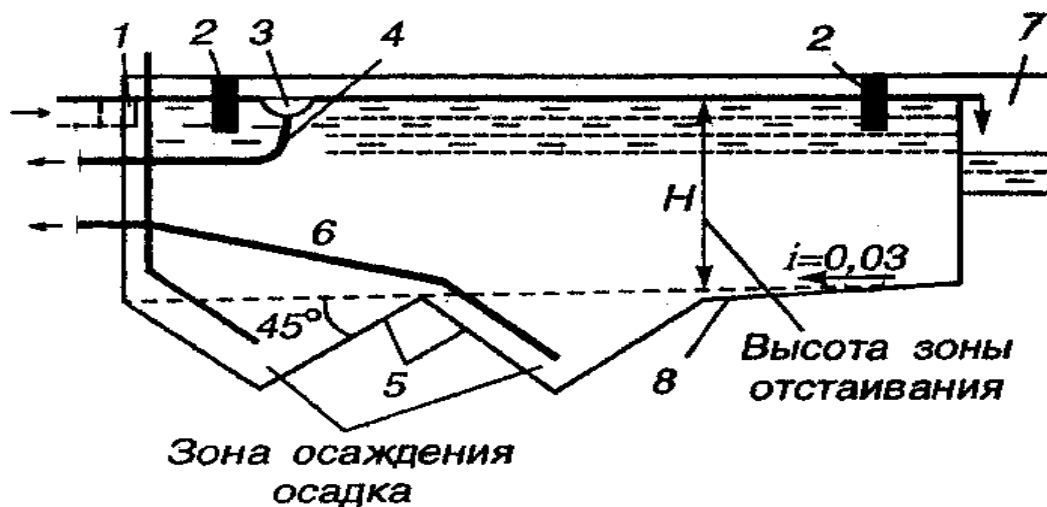


Рис. 1.3. Схема роботи горизонтального відстійника: 1 - вхідний лоток; 2 - напівзанурені перегородки; 3 - жировий лоток; 4 - жирова труба; 5 - прямки для збору осаду; 6 - мулова труба; 7 - збірний лоток освітленої води; 8 - днище відстійника.

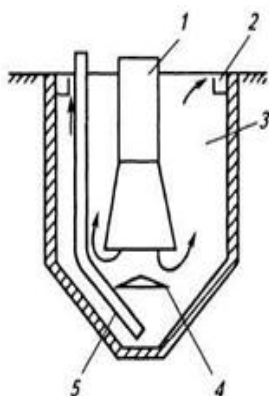


Рис. 1.4. Схема вертикального відстійника [23].

- 1 - центральна труба;
- 2 - водозлив;
- 3 - отстойная частина;
- 4 - відбивний щит;
- 5 - мулопровід

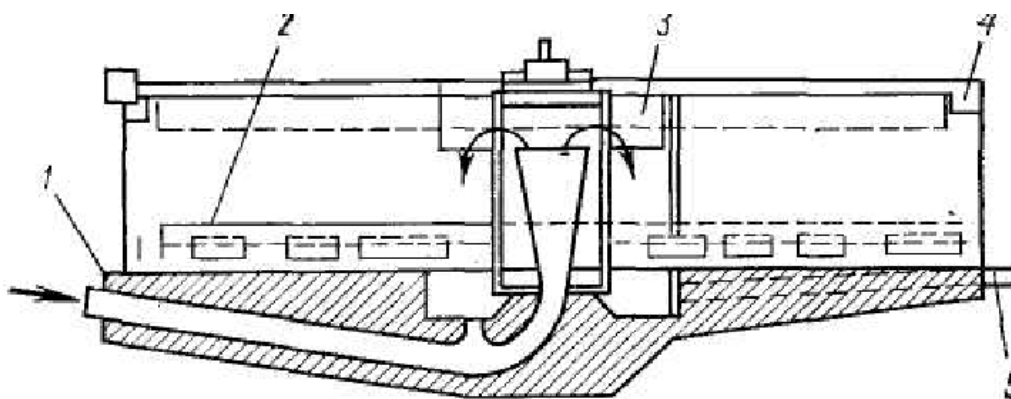


Рис. 1.5. Схема радіального відстійника [23].

1 - труба для подачі води; 2 - скребки; 3 - розподільна чаша; 4 - водо - слив; 5 - відведення осаду

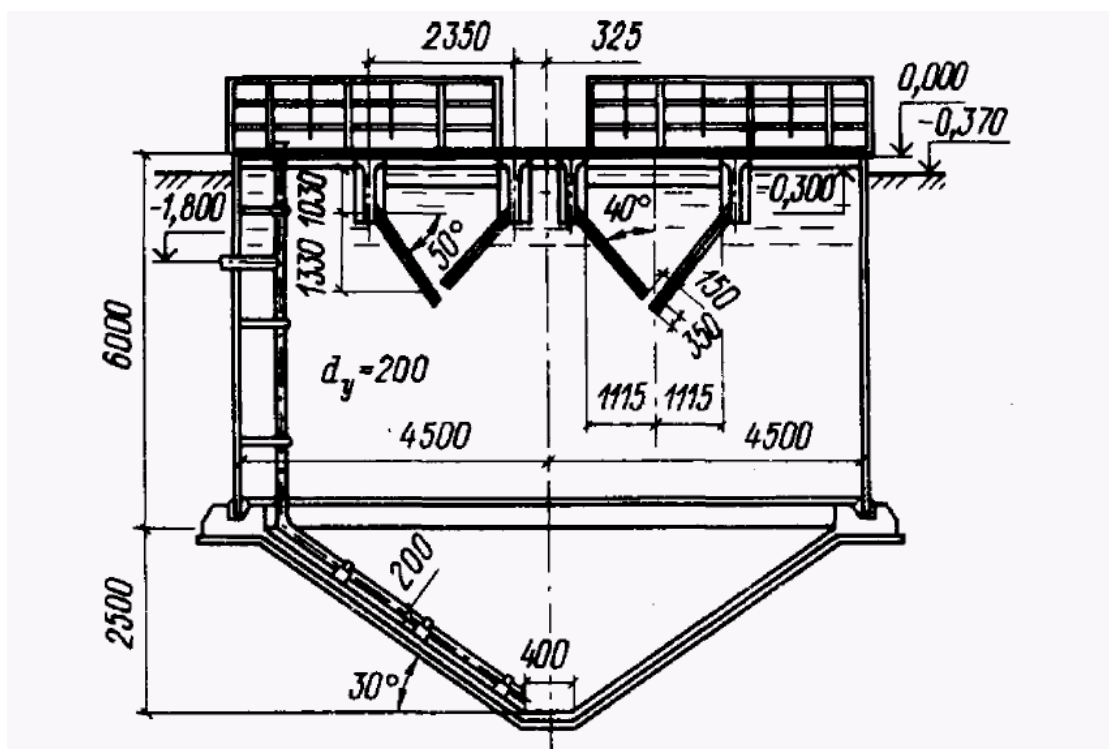


Рис.1.6 Одиночний двох'ярусний відстійник: 1 - підвідний лоток, 2 - напівзаглибна дошка, 3 - відвідний лоток, 4 - випуск сирого осаду

1.4.2. Серце очисних споруд -аеротенки

Видалення високомолекулярних органічних сполук з стічних вод відбувається в аеротенках. Вони є не тільки головною спорудою біологічного етапу очистки, а й задають ритм усій станції [24]. Процес видалення складних органічних з'єднань з стічних вод заснований на здатності деяких біоценозів використовувати забруднювачі стічних вод для власних потреб. На сьогодні жодна станція не може обійтися і ефективно працювати без аеротенків. Враховуючи специфіку трансформації складних органічних з'єднань у прості хімічні, аеротенки є найбільш енергозатратними спорудами станцій очищення стічних вод [25]. Але вони повністю виправдовують витрачені на них ресурси, адже при біологічному очищенні видаляється не тільки основна маса високомолекулярних органічних забруднень, але й забезпечується очищення від сполук азоту та досить високих концентрацій фосфорних

забруднень.

Саме тому від технічних та технологічних рішень, котрі були впровадженні для аеротенків, багато в чому залежить як якість очищеної води, так і енергетичні характеристики станції очищення в цілому [26]. Принципова схема роботи аеротенку наведена на рис. 1.7

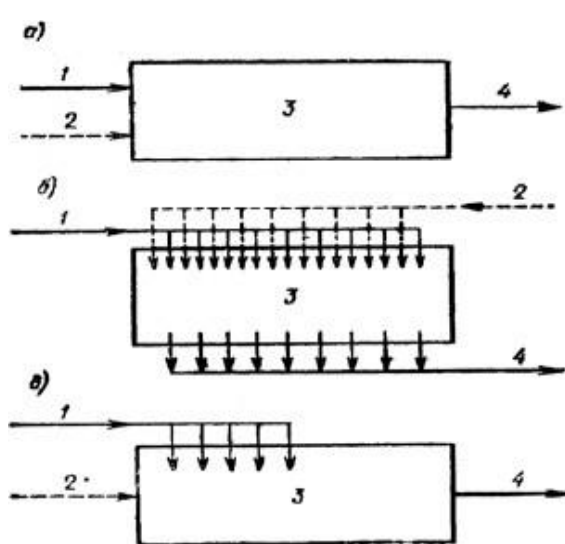


Рисунок 1.7 – Види аеротенків [23]:

4 – випуск мулової суміші

Необхідно також зазначити про досить важливий момент, а саме запровадження періодичної аерації мулових сумішей в системах з біологічним видаленням сполук біогенного походження, заснованих на методах нітрифікації - денітрифікації.

Останнім часом цей напрямок використання здатності аеротенків до окислення високомолекулярних сполук досить широко досліджується та впроваджується з метою глибокого видалення сполук азоту з одночасним біологічним очищенням води [27]. Максимального поширення набули дві базові схеми роботи аеротенків: схема роботи за: 1) одномуловою та 2) двомуловою системами видалення азоту.

Варто також відмітити те, що запропоновано і розроблено значну кількість різних модифікаційних схем, котрі спрямованих на оптимізацію очисних процесів і головним чином зниження капітальних і експлуатаційних витрат.

РОЗДІЛ 2

КОРОТКА ХАРЕКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД В ТОВ «ТЕПЛОЕНЕРГЕТИК»

Очисні споруди потужністю 1200 м³ включають споруди, для забезпечення механічної та біологічної очистки. У відповідності з проектом стічні води повинні містити забруднення у незначній концентрації за показником біологічного поглинання кисню (БПК) – 278 мг/л. Стічна вода відповідає цим вимогам [28].

Біологічна очистка складається з: адсорбції забруднюючих речовин на активному компоненті; мінералізації забруднень мікроорганізмами в аеробних умовах.

Перший процес триває близько 10-15 хвилин, а от другий досить тривалий час. В процесі роботи аеротенку в нього надходять, попередньо очищені від механічних забруднень, стічні води, які перемішуються з активним мулом. Подача повітря здійснюється компресорами крізь перфоровані дрібнопухерцеві аератори [29]. Кисень повітря сприяє життєдіяльності мікроорганізмів, частково пригнічуючи розвиток патогенних мікроорганізмів. Аерація сприяє також дещо більшому контакту активного мулу з забрудненнями. Однією з основних умов нормальної роботи аеротенков є приріст активного мулу, який володіє гарними сорбційними та седиментативними властивостями [30]. Активний мул в аеротенках утворюється з допомогою суспензії стічної рідини, адсорбції колоїдів і розмноження у цьому субстраті мікроорганізмів. Основну частину активного мулу становлять бактерії. На 1 мг активного мулу приходить 10¹² бактерій. Видовий склад бактерій залежить від характеру забруднень. Крім бактерій в мулі перебувають одноклітинні організми і складніші організми – коловертки, хробаки. За нормальної роботи аеротенків бактерії і найпростіші перебувають у рівновазі. Порушення рівноваги – це сигнал попередження до погіршення роботи аеротенків [31, 32]. Найбільш сприятливим передумовою процесу

очищення в аэротенках є співвідношення з яким надходять стічні води: БПК:N:P = 100:5:1.

Ступінь очищення залежить від дози мулу – кількість в грамах сухої речовини на 1 л стічної рідини. Для очисних споруд с.Нове дана доза становить регенераторі – 4-7 г/л та в аеротенках – 1,2-1,8 г/л. Якість активного мулу характеризується муловим індексом – це обсяг мулу за мл, що займає у вологому стані після 30 хвилин відстоювання 1 г сухої речовини [33]. Якщо муловий індекс має значення понад 130, то мул спушений, скдиментація його погана. Швидкість осадження пластівців активного мулу залежить з його щільності. Дрібні мікроорганізми утворюють щільний мул, а довгі нитчасті форми, розгалужені організми утворюють рихлий, погано зволожений мул.

Причинами, порушення роботи аеротенка є: перевантаження споруд органічними речовинами; підвищене кисневе навантаження анаеробних зон; нестача біогенних елементів (К, N, Р); різка зміна рН середовища проживання та температури; присутність у стічної воді токсичних речовин [34].

Біохімічне очищення повне, якщо біохімічні процеси в спорудженні сягають початку реакції нітрифікації. Умовно ступінь очищення визначають також за показником БПК очищеної стічної води. За повного очищення цей показник знаходиться в межах 15-20 мг/л [35].

2.1. Технологія переробки осадів стічних вод

Стічні води, що підлягають скиду в селищну каналізацію: комунальні та виробничі надходять через приймачі, розташовані у трубах внутрішньої каналізаційної мережі, потім через стояки, із яких вже виводяться в зовнішню каналізаційну мережу [23, 36].

Зовнішня каналізаційна мережа складається з розгалуженої мережи труб і каналів. Стічні води, протікаючи в цих трубах самотливом і збираючись поступово з дрібних труб у великих колекторах, скеровуються в каналізаційну станцію (КНС) позиція 10, а з неї напірним трубопроводом на очисні споруди.

Для виділення великих забруднень застосовуються ґрати, які являють

собою вертикально чи похило поставлені у напрямку руху стічних вод пруті з прозорами різного розміру. Для виділення дрібної суспензії застосовуються відстійники [37]. За характером своєї роботи відстійники бувають періодичного і безперервного дії. Відстійники безперервного дії засновані у тому, що чим повільніше рухається у них рідина, тим більше дрібних часточок випадає в осад. Стічна вода надходить у відстійники безперервно. На станції використовується моноблок, який поєднує у собі етапи механічної, біохімічної та фізико-хімічної очистки [38].

2.2. Попередня обробка ОСВ

Для видалення з стічних вод різних важких мінеральних домішок застосовуються пісковловлювачі. Після перших відстійників стічні води вступають у аэротенки. У аэротенках відбувається біологічне очищення. Для біологічного очищення використовуються мікроорганізми, завдяки процесам їх життєдіяльності відбувається мінералізація органічних речовин [39].

Аеротенк – найбільш досконала для біологічного очищення споруда. У ньому штучно створюються необхідні для окислення органічних речовин умови шляхом введення необхідної кількості мікроорганізмів і кисню. Аеробні мікроорганізми надходять у вигляді активного мулу. Вони слугують тієї твердої фазою, де відбувається у аэротенці адсорбція органічних речовин. Необхідний для окислення органічних речовин кисень надходить із повітрям, що нагнітається в аеротенк компресорами. У аеротенках проходять біологічні процеси та хімічне окислювання органічних речовин [40].

Після аэротенков стічна вода надходить у вторинні відстійники. Наявність в очищеній воді невеликих кількостей нітратів (0,5-1,0 мг/л) свідчить про закінчення процесу окислення органічних забруднень [41].

На якість очищення стічних вод в аеротенках впливають три важливих чинника: період аерації, концентрація активного мулу, ступінь його регенерації і витрати повітря. У зв'язку з тим, що надходження стічних вод за добу коливається у великих межах, змінюється період їх аерації. При чому

БПК стічних вод, що надходить у аэротенки, має відповідати періоду аэрації.

Після біологічного очищення вода надходить у другі відстійники, де в основному відбувається осадження мулу, який винесено з аэротенка [42]. Далі цей мул, що вже значною мірою втратив свою адсорбційну здатність, повертається у регенератор для регенерації. Вторинні відстійники конструктивно збудовані за тими самими принципами, як й первинні. З вторинних відстійників за допомогою ерліфтно́ї системи мулова вода надходить у регенератор. Вона містить 40-50% мулу. Кількість активного мулу, що утворюється внаслідок його приросту, має оброблятися і спрямовуватися на подсушку або сбраживання. Стічні води після вторинних відстійників надходить у контактні резервуари, куди подається й хлорна вода.

Правилами скиду стічних вод у водойми, встановленими Державною санітарною інспекцією, передбачається дезінфекція стічних вод перед скидом їх у водойми. Як дезінфектант нині в каналізаційній практиці застосовується хлор. Хлорна вода надходить у третинні відстійники де й змішується зі стічними водами. Найшвидше входить у з'єднання з хлором газу і розчинні речовини в стічних водах. Усі процеси відбуваються одночасно, але з різними швидкостями [23].

Сірководень, що присутній у стічних водах та що надає їм гнильний запах знищується миттєво. Хлор, діючи на стічні води, не заподіює шкоди бактеріям, але кисень, що вивільняється в процесі хімічних реакцій є сильним окисником і знищує все живе. Єдиною умовою для цього є застосування освітлених вод. Якщо ж вода надходить не освітлена, то дезінфекція є не ефективною. Доза хлору, необхідна для дезінфекції стічних вод, становить 5-10 мг/м³. Час контакту – 30 хвилин.

Серйозною проблемою у справі очищення стічних вод є ліквідація забруднень і осадів, затриманих на ґратах і відстійниках. При тривалому зберіганні осаду у відстійниках, коли проміжок між очищеннями складає півроку, що осад піддається анаеробному зброджуванню і кількість осаду зменшується. Відбувається це внаслідок дії анаеробної мікрофлори. При

тривалому гнилому процесі, всі органічні речовини можна буде перевести в розчинний стан [43, 61]. Для прискореного процесу бродіння застосовуються спеціальні споруди – метантеки з температурою 27-28°C та використанням газу метану. Осад стічних вод містить азот, фосфор, калій та інші речовини, які роблять його цінним добривом. Для використання осаду як добриво необхідно зменшити його вологість.

Найпростіший спосіб зневоднення – подсушування його за мулових майданчиків, де вологість зменшується з 90-95% до 55-60%. У цьому осад зменшується обсягом і втрачає свій рідинний стан. Щороку на мулові майданчики очисних споруд с.Нового викидається до 2 тис. тонн ОСВ [44].

2.3. Виготовлення компостних сумішей

Інтенсифікація процесу підготовки осадів до використання в якості добрив може бути досягнута компостуванням з органічними наповнювачами (торфом, тирсою, корою, сільськогосподарськими рослинними відходами, опалим листям, лігніном та ін.). Компостування є біотермічним процесом розкладу органічних речовин, в результаті якого відбувається саморозогрев маси до 50-70°C, зниження вологості до 55-65%, стабілізація органічних речовин та перевод їх в більш доступні форми, знезараження і пакращання фізико-механічних властивостей маси. Для компостування може використовуватися стабілізований і нестабілізований осад, зневоднений механічним або природним шляхом [45]. Для нормального перебігу процесу компостування необхідно рівномірне змішування осадів з органічними наповнювачами, забезпечення оптимальних значень вологості, співвідношення C:N, рН, умов аерації (табл. 3.2.2.1.).

Компост – високоефективне органічне добриво, яке складається з поживних макро та мікроелементів. Застосування цього виду добрива забезпечує підвищення родючості ґрунту та урожайності культур, що вирощуються. Воно має зовнішній вигляд: твердий сипкий продукт, не маючий запаху.

Одним з лімітуючих показників ОСВ є вміст важких металів, який має відповідати вимогам ГОСТ Р 17.4.3.07- 2001. Іншим не менш важливим

Таблиця 3.2.2.1.

Параметри компостів

показником є відсутність патогенної мікрофлори та яєць гельмінтів, у відповідності з СанПіН 2.1.7.573-96 [23].

Назва	Показники
Масова частка вологи, %	50-70
Масова частка поживних речовин	% сухої речовини
органічні речовини	30-70
Загального азоту (N)	1.5-4.0
Загального фосфору (P_2O_5)	1.5-3.5
Загального калію (K_2O)	0.2-0.9

Даний вид органічного добрива може застосовуватися в якості основного підживлення в сільському господарстві, зеленому будівництві, лісорозведенні, квітникарстві. Біологічної рекультивації порушених земель, полігонів ТПВ, для приготування поживних ґрунтових сумішок.

КП «Теплоенергетик» розроблена та впроваджена на очистних спорудах каналізації с. Нового технологія виробничого приготування компосту. Змішування осаду з наповнювачами відбувається безпосередньо на карті компостування з укладкою пошарово. Виробнича потужність виробництва 10т/рік компосту.

Технологічний процес складається з наступних стадій:

- завезення, класифікація, органічних наповнювачів;
- попереднє зневоднення осаду на мулових картах;
- формування бургів та їх витримка до повного дозрівання компосту;

- сортування та відвантаження споживачу.

Метод компостування широко застосовується закордоном [46, 48]. В Фінляндії компостується до 80 % осаду, в Чехії та Швеції до 50 %, в Польщі до 20 % осаду.

В останній час все більшого поширення набуває метод приготування ґрунтових сумішей з використанням стабілізованих та знезаражених осадів або компосту, торфу, неродючого ґрунту та різноманітних домішок, в тому числі природного цеоліту для зниження рухомості важких металів та нітратів [47].

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Основними об'єктами дослідження були: 1) стічна вода селища Нове; 2) мікробіологічні препарати на основі ефективних мікроорганізмів ТОВ «ЕМ Україна». Матеріал для дослідження відбирали зі I та II блоку в зоні дефосфорації та нітрифікації однокоридорних аеротенків моноблоку станції очистки стічних вод КП «Теплоенергетик», поміщали в скляні пляшки з щільно закритими кришками. Окрім того, в роботі використовували ЕМ колобки, виготовлені на основі глинистих мінералів Часов-Ярського родовища, що розташовані поблизу села Катеринівка Кропивницького району Кіровоградської області.

Відбір мулової суспензії здійснювали на виході із зони регенератора, поєднаного з аеротенком, що відноситься до 3 блоку діючих очисних споруд (рис.3.1).

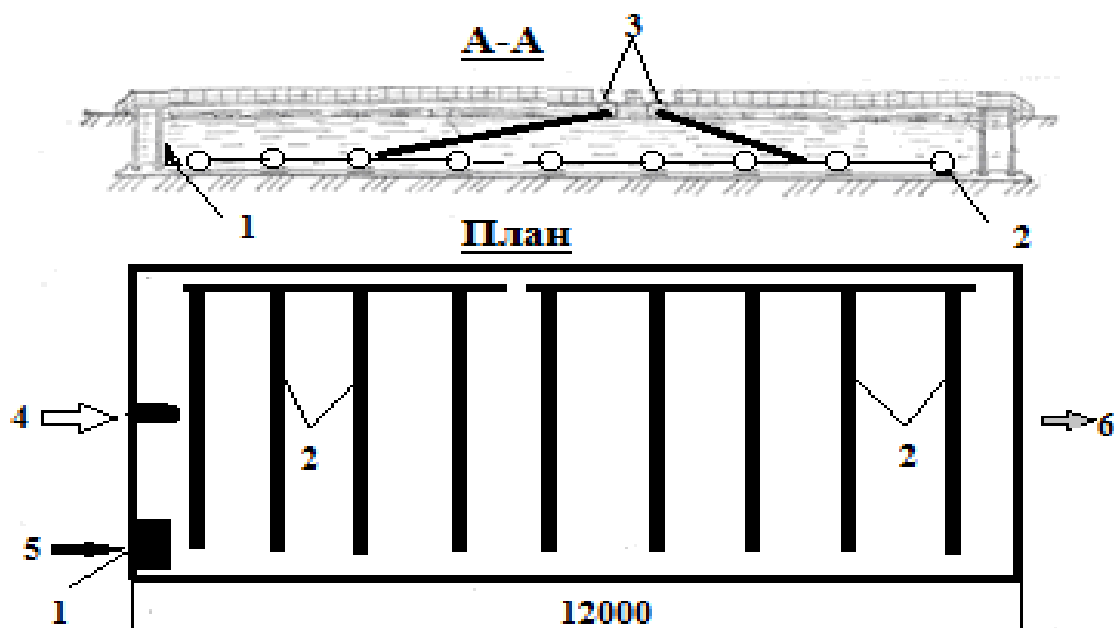


Рис. 3.1. Схема аеротенка з переривчастою аерацією: 1 — шибер для випуску АМ в аеротенк; 2- перфорований дрібнопухирцевий аератор; 3 — повітря розподільчі стояки; 4 — надходження попередньо освітлених СВ; 5 — випуск АМ; 6 — випуск мулової суміші.

Відповідно до поставленого завдання оцінку стану ефективних мікроорганізмів активного мулу проводили в процесі біологічного очищення

господарсько-побутових стічних вод, включаючи вихідний стан біоагенту в момент змішування зі стічною водою, а також після 1, 3, 5 та 20 годин аерації, за умови індивідуального та сукупного впливу на активну біомасу контрольних поллютантів (фенол, неіоногенні поверхнево-активні речовини (СПАВ), гліколі) та навантаження (за хімічним споживанням кисню (ХПК)). Експериментальні дослідження проводили за схемою, наведеною на рис. 3.2.

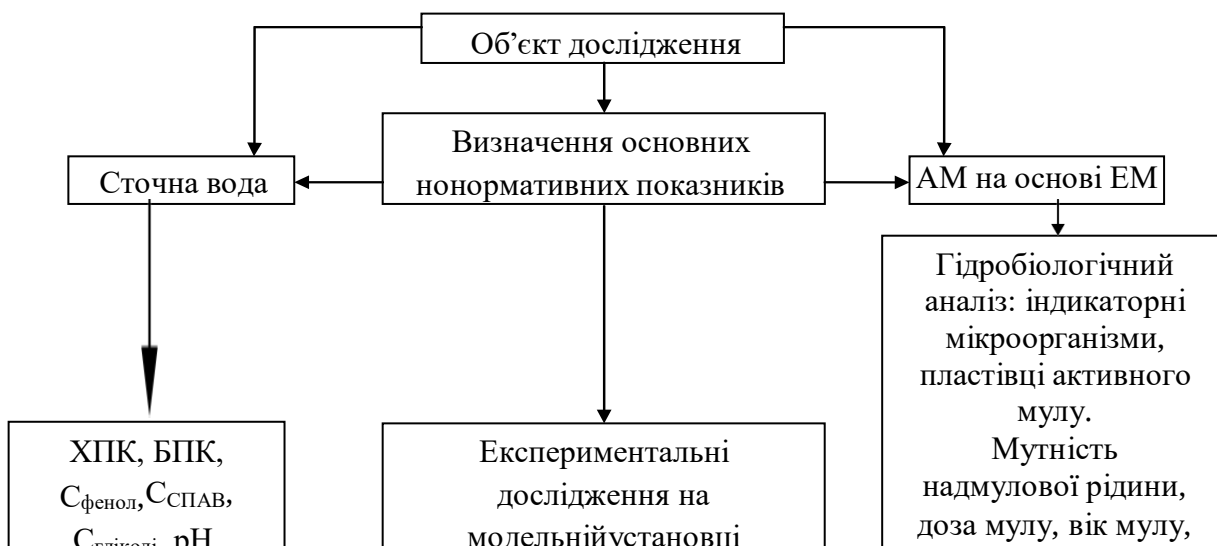


Рис. 3.2. Схема експериментальних досліджень

Проведено мікроскопування понад 4170 зразків 83 проб активного мулу в динаміці з урахуванням умов його формування та понад 950 вимірів різними методами показників, 300 проб стічних вод. [51].

3.1. Методи дослідження

Визначення основних нормативних показників стічних вод та активного мулу (ХПК, БПК, вміст фенолів, СПАВ, етиленгліколю, мутність, доза мулу, pH) здійснювалося згідно з природоохоронними нормативними документами [48-50].

Токсичність стічної води та наділової рідини оцінювалася методом біотестування з використанням як тест-об'єкт інфузорії *Paramecium caudatum* [52].

Вивчали здатність виділених мікроорганізмів до зростання на індикаторних паперових смужках. Діаметр клітин визначали за допомогою

медичного біологічного мікроскопу Мікромед XS4130 Evolution ES-4130 виробництва SveLen при збільшенні в 30000 разів. Наявність спор визначали методом забарвлення клітин за методикою Ожешко.

Інтенсивність росту і накопичення біомаси бактеріальних штамів оцінювали оптичним методом за допомогою приладу КФК-3-УХЛ-4.2 в кюветах з довжиною оптичного шляху 5,065 мм, при довжині хвилі 670 нм. рН поживних середовищ і культуральних рідин визначали з використанням рН-метра Ні2215 (HANNA Hinstruments Німеччина).

Зберігання виділених мікроорганізмів проводили за модифікованим методом Леляки А.І. [23].

Проведення експериментальних досліджень. Для отримання достовірної інформації за віком та станом ефективних мікроорганізмів активного мулу досліди проводили на модельній установці біологічного очищення стічних вод (рис. 3.3) в умовах, максимально наближених до виробничих (у кожному модулі змішання реальних суспензії мулу та стічної води здійснювали у співвідношенні 1:1,6 згідно виробничих даних, інтенсивність аерації відповідала технологічному режиму водоочищення, тривалість експерименту становила 20 годин, що відповідає тривалості біоокислення стоків на моноблочних очисних спорудах [42].

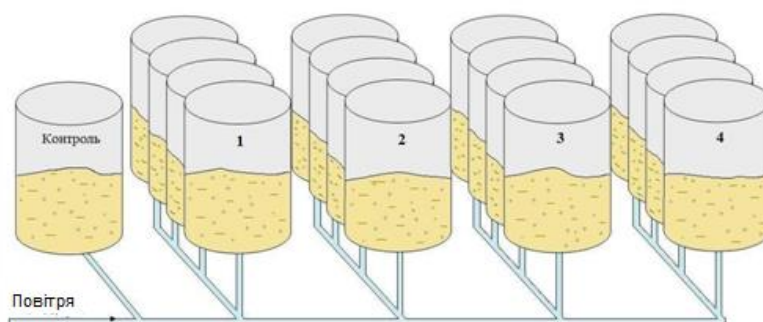


Рис. 3.3. Схема експериментальної установки

3.2. Обробка результатів методами математичної статистики

Отримані в ході експериментів дані піддавали статистичній обробці за

допомогою програми BIOSTAT. Отримані результати вважали достовірними, якщо ймовірність помилки не перевищувала 0,05. Статистичні методи включали визначення середнього значення і стандартної помилки середнього ($\bar{X} \pm \Delta\bar{x}$) [17]. Математичне моделювання зростання біопрепарату в досліджуваних експериментальних умовах здійснювали на ЕОМ методом регресійного аналізу [17, 21]. Статистична обробка отриманих результатів вимірювання проводилася методами дисперсійного та регресійного аналізів за Доспеховим [17]

РОЗДІЛ 4

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЄМ ПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ ФАКУЛЬТАТИВНИХ АНАЕРОБІВ В ОДНО КОРИДОРНИХ АЕРОТЕНКАХ

Біологічне очищення стічних вод відбувається за участю великої різноманітності організмів: бактерії. Серед них є також актиноміцети, гриби, водорості, найпростіші та багатоклітинні мікроорганізми. Якість цієї очистки залежить від умов, які будуть створені для ефективних організмів, що входять до біологічного консорціуму стічних вод. Для підвищення ефективності очищення стоків необхідно точно знати фізико-хімічний та мікробіологічний склад стічних вод [43, 55]. Ця інформація дозволить грамотно підійти до селекції мікроорганізмів, які першими розпочинають трансформацію та розкладання органічних речовин. Керувати цими процесами можна безпосередньо торкаючись тонких механізмів фізіології та біохімії мікроорганізмів. Розвиток цього напрямку дає можливість раціонально та науково обгрунтовано регулювати активність мікрофлори та інтенсифікувати процес біологічного очищення стічних вод. Необхідно також звернути увагу, що до цього часу склад окремих видів мікроорганізмів повністю не вивчений. Тому ефективність будь-якого організму, зокрема і актиноміцетів, дуже складно передбачити. А тому існує необхідність у проведенні додаткових досліджень з даної проблематики [44].

4.1 Вибір групи мікроорганізмів, специфічних до трансформації білків стічних вод з високими концентраціями забруднень.

Дослідження, узагальнені на роботах ниски вітчизняних вчених [54], а також опубліковані за кордоном [56], свідчать про перспективність саме цього напрямку. У зв'язку з необхідністю розробки ефективної технології очищення господарсько-побутових та промислових стічних вод увагу дослідників все більше привертають пошуки можливості використання чистих культур мікроорганізмів, здатних трансформувати важкорозчинні органічні сполуки.

Придатність культур специфічних деструкторів ще й у тому, що вони можуть бути використані в іммобілізованому вигляді на адсорбентах і біофільтрах для запобігання отруєнню активного мулу при залпових скидах та при введенні в дію нових технологічних схем, коли склад стічних вод різко змінюється в часі.

Літературні дані дозволяють виділити кілька етапів здійснення мікробіологічного методу очищення зворотних вод: 1) виділення активних штамів мікроорганізмів-деструкторів; 2) посилення специфічної активності шляхом адаптації до підвищених концентрацій забруднювачів; 3) перевірка життєздатності мікроорганізмів у певних умовах; 4) перевірка стійкості чи можливості трансформації інших компонентів стічних вод; 5) розробка технології застосування штамів-деструкторів у очисних спорудах; 6) усунення факторів, що інгібують процес біологічного очищення [45]

У відпрацьованих технологічних рідинах підприємств харчової галузі міститься велика кількість фібрилярних білків (колаген, кератин та ін), які відрізняються низькою функціональністю, тобто є нерозчинними у воді, мають низьку вологоутримуючу здатність, дуже високу механічну міцність. Ця особливість пояснюється наявністю великої кількості поперечних дисульфідних зв'язків між поліпептидними ланцюгами у структурі таких білків [30, 37, 41, 52]. У зв'язку з цим при виборі мікроорганізму-деструктора фібрилярних білків, необхідно керувалися наявністю у них протеолітичної активності, в тому числі кератиназної (остання необхідна гідролізу білків кератинів, які практично не руйнуються у звичайних умовах) [34, 35]

З метою виявлення активного продуцента кератинрозщеплюючої протеїнази нами було перевірено деякі актиноміцети різних таксономічних груп. У 50 штамів мікроорганізмів, взятих для дослідження, одночасно визначали протеолітичну активність (ПА) та кератиназну активність (КА). Протеолітичну активність визначали згідно загальноприйнятої методики [57]. Визначення кератиназної активності проводили за Кашкіним [13, 14]. Поверхневі культури вибраних для дослідження мікроорганізмів підтримували на загальноприйнятих середовищах. Культури вирощували в термостаті при

30 °C протягом 12 діб. В якості посівного матеріалу використовували 48-годинну культуру, вирощену на середовищі (г/дм³): картопляний крохмаль - 20; соєве борошно - 20; (NH₄)₂SO₄ - 3,0; CaCO₃ - 3,0; KН₂PO₄ - 0,5; NaCl - 2,5; рН середовища підтримували на рівні 3,7.

Культивування проводили в глибинних умовах у колбах об'ємом 750 см³, що містять 100 см³ середовища, при 28-30 °C на гойдалці (220 об / хв). Основне живильне середовище складу (г/дм³): картопляний крохмаль – 40; соєве борошно - 10; подрібнене перо – 5; (NH₄)₂SO₄ - 0,65; KН₂PO₄ - 0,45; FeSO₄ – 0,01; ZnSO₄ - 0,02; MnCl₂ - 0,01; CaCO₃ – 3,0, засівали 5% за обсягом посівного матеріалу та вирощували на гойдалці 120 годин при рН середовища 3,75. Культуральну рідину актиноміцетів вносили в кількості 3 % до обсягу стічної води, перемішували протягом 15 хвилин, відстоювали протягом години. Після чого визначали флокулюючий ефект (Д).

З 50 штамів досліджуваних мікроорганізмів, 48 - мали здатність руйнувати білки різною мірою. Кератиназна активність виявилася лише у 30 штамів із 50. Варто відмітити те, що між значеннями протеолітичної та кератиназної активності відсутній кореляційний зв'язок. Це пов'язано з специфічною особливістю окремих представників актиноміцетів. Так 7 штамів виявляли високу протеолітичну активність за повної відсутності кератиназної активності.

Однак флокулюючий ефект залежить від значень протеолітичної та кератиназної активності. Найкращі показники відповідали найбільшим значенням ПА та КА. При цьому не було встановлено прямої залежності флокулюючого ефекту від протеолітичної або кератиназної активності. Він був вищим у тих мікроорганізмів, які показали високі значення гідролітичної активності. Так, найбільший флокулюючий ефект (Д = 1,22) показав зразок 0832. При цьому він мав максимальні значення протеолітичної (2,2 од/см³) і кератиназної активності (3,0 од/см³). На другому місці розташувався зразок 1015 з Д = 0,98. Але в нього, на відміну від 0832, протеолітична активність була низькою (0,13 од/см³), а кератиназна – високою (2,6 од/см³). Третє місце

зайняв зразок Ас-629 з $D = 0,88$, який практично не показав кератиназної активності (всього $0,04$ од/см³), але виявив високу протеолітичну – $2,5$ од/см³.

Звідси можна дійти невітнішого висновку, що флокулюючий ефект пов'язаний не з проявом специфічної протеолітичної чи кератиназної активності, а спостерігається за наявності загальної гідролітичної (протеолітичної) активності [60]. Але рівень флокулюючого ефекту залежить від значення цієї активності: чим вона вище, тим вищий ефект. Можливо, це пов'язано з тим, що інтенсивне вивільнення позаклітинних ферментів актиноміцетів збільшує кількість білка розчинного в стоках, тим самим активізує ферментні системи та сприяє більш інтенсивному гідролізу цих білків. У свою чергу гідроліз білків призводить до зростання загальної кількості полярних груп, які орієнтуючись у просторі, утворюють міцний адсорбційний шар. На нього сорбується наступний і т.д. Зрештою підвищується загальний флокуляційний ефект.

На підставі вищевикладеного матеріалу, для подальших досліджень нами було обрано актиноміцет зразок 0832.

4.2. Вплив джерел азоту та вуглецю на біосинтез зразку 0832

При очищенні високо забруднених органічними сполуками стічних вод передбачається внесення культури актиноміцету 0832 в стічні води, які не будуть збалансовані за складом для даного мікроорганізму, як в нашому випадку. Але якщо актиноміцет попередньо буде вирощено в оптимальних умовах, то це дасть можливість даному мікроорганізму синтезувати специфічні для білків стічних вод протеолітичні ферменти, що виявляють максимальну активність. У зв'язку з цим необхідно визначити оптимальні умови для культивування мікроорганізму, тобто. з'ясувати вплив джерел азоту, вуглецю, інших речовин на зростання актиноміцету та синтез ним протеолітичних ферментів [58]

При вивченні впливу джерел азоту на біосинтез кератинрозщеплюючої протеїнази зразком. 0832 їх вносили в концентрації $0,2\%$ по азоту (для

неорганічних сполук) і в кількості 1% за вагою (для органічних сполук азоту), ґрунтуючись на результатах [59]. Контролем у всіх дослідах було мінеральне середовище Чапека (рН - 6,70-6,85), де як джерело вуглецю використовували картопляний крохмаль, джерелом азоту служив нітрат натрію.

В якості джерела азоту нами були випробувані мінеральні солі нітриту: алюмінію, срібра, барію, калію, натрію, амонію, а також сульфат та фосфат амонію та органічні сполуки: сечовина, пептон, казеїн, білково-вітамінний концентрат (БВК). Було встановлено (табл.4.1), що найкращими джерелами мінерального азоту виявилися нітрат та сульфат амонію. Це узгоджується і з літературними даними [23]. Відзначено синтез кератинрозщеплюючого ферменту та на середовищі з фосфат амонію. Серед нітратних форм азоту кератиназна активність виявилася лише на середовищі з нітрату срібла. На середовищах з органічними джерелами азоту синтезу кератинрозщеплюючої протеїнази не виявлено за винятком середовища з БВК.

Проведені експериментальні дослідження підтверджують, що джерела азоту не тільки впливають на накопичення біомаси, величину рН, але можуть впливати на синтез кератинрозщеплюючої протеїнази [19,61].

Таблиця 4.1 _ Вплив джерел азоту на біосинтез протеїнази зразку 0832

Джерела азоту	рН	ПА, од/дм ³	КА, од/дм ³	Біомаса, г/100дм ³	Питома ПА, од/г біомаси	Питома КА, од/г біомаси
1	2	3	4	5	6	7
нітрат алюмінію	8,15	0,009	0	0,555	1,62	0
нітрат срібла	7,70	0,004	0,60	0,534	0,75	112,42
нітрат барію	7,70	0,006	0	0,439	1,37	0
нітрат калію	4,85	0,003	0	0,332	0,91	0
нітрат натрію	7,35	0,009	0	0,292	3,36	0
нітрат амонію	7,10	0,020	3,80	0,196	10,41	1938,78
сульфат амонію	7,25	0,013	2,95	0,275	4,73	1072,34
фосфат амонію	7,20	0,007	0,16	0,311	2,25	51,51

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Сечовина	9,50	0,005	0	0,393	1,27	0
Пептон	9,20	0,012	0	0,409	2,93	0
Казеїн	9,50	0,020	0	0,678	2,95	0
БВК	9,25	0,041	0,10	0,564	7,27	17,73
Контроль	8,30	0,006	0	0,468	1,22	0

З джерел вуглецю було вивчено вплив глюкози, мальтози, сахарози, картопляного та кукурудзяного крохмалю, лимонної, бурштинової та пальмітинової кислот, гліцерину. Дані речовини вносили в кількості 2% вуглецю. Контролем у всіх дослідах служило середовище Чапека, рН. 4,7-5,5. Вони надавали різний вплив на синтез ферменту. Наприклад, мальтоза та сахароза негативно впливали на утворення протеїнази (табл. 4.2). Картопляний, кукурудзяний крохмаль, а також лимонна кислота, навпаки, сприяли біосинтезу даного ферменту. Найбільша продуктивність відзначена на середовищі з картопляним крохмалем – 1,98 од./р біомаси (питома ПА) та 4,68,44 од./ г біомаси (питома КА).

Таблиця 4.2 - Вплив джерел вуглецю на біосинтез протеїнази зразку 0832

Джерела вуглецю	рН контр.	ПА, од/см ³	КА, од/ см ³	Біомаса, г/100 см ³	Питома ПА, од/г біомаси	Питома КА, од/г біомаси
1	2	3	4	5	6	7
Глюкоза	4,60	0,0030	0,00	0,623	0,48	0,00
Мальтоза	6,91	0,0000	0,00	0,681	0,00	0,00
Сахароза	6,78	0,0000	0,00	1,419	0,00	0,00
Картопляний крохмаль	7,35	0,0040	0,95	0,203	1,98	468,44
Кукурудзяний крохмаль	8,20	0,0020	1,10	0,818	0,24	134,43
Лимона кислота	8,70	0,0070	0,40	0,422	1,66	94,81
Бурштинова кислота	9,65	0,0002	0,00	1,069	0,02	0,00
Пальміт.кислота	7,55	0,0030	0,00	0,725	0,41	0,00

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Гліцерин	7,66	0,0020	0,00	0,565	0,35	0,00
Контроль	8,90	0,0030	0,00	0,520	0,58	0,00

Отримані результати підтверджують літературні дані про те, що для синтезу кератинрозщеплюючої протеїнази найкращим джерелом вуглецю в більшості випадків є картопляний крохмаль [21].

Деяких науковці вважають, що введення до складу поживних середовищ складних природних продуктів, багатих на органічні сполуки, надає позитивний вплив на біосинтез ферментів, у тому числі і на кератиназу [15, 23]. Наприклад, введення соєвого борошна, що входить до складу поживного середовища для глибинного культивування актиноміцетів, підвищувало біосинтез протеолітичних ферментів у 40-50 разів. Оскільки останнім часом соєве борошно інтенсивно застосовується у м'ясопереробній промисловості, то його залишки можуть бути присутніми в стічних водах підприємств галузі. Тому було вивчено вплив соєвого борошна на біосинтез ферментів зразку 0832. Соєве борошно вносили в кількості 1 % за вагою в середу з величиною рН 4,70-4,85. Контрольне вирощування здійснювали на середовищі Чапека (див. табл. 4.3).

Таблиця 4.3 - Синтез кератинрозщеплюючої протеїнази зразку 0832

Варіант досліду	рН контр.	ПА, од/ см ³	КА, од/ см ³	Біомаса, г/100 см ³	Питома ПА, од/г біомаси	Питома КА, од/г біомаси
Соєве борошно	9,30	0,092	0,59	0,615	14,96	95,92
контроль	8,75	0,004	0,00	0,554	0,72	0,00

Результати експерименту дозволяють будувати висновки, що біосинтез ферментів зразку 0832 активізується при додаванні у поживне середовище соєвого борошна. Протеолітична активність підвищилася у 23 рази у порівнянні з контролем. Можна стверджувати, що прояви актиномицетом 0832 кератиназної активності соєве борошно виступає індуктором, оскільки на контрольному середовищі даний вид активності мікроорганізм не виявляв

зовсім.

Згідно літературних даних відомо, що в основному кератиназа синтезується на середовищах із кератиновими білками [29, 37, 48]. Тому нам було цікаво з'ясувати, чи стимулюють ефект на біосинтез ферменту зразка 0832 коров'яче волосся, ріг та перо. Продукти, що розглядаються, містять білки, що відносяться до класу кератинових. Культивування проводили серед складу (г/дм³): картопляний крохмаль – 40; соєве борошно - 10; нітрат амонію – 0,65; (сульфат амонію-0,65; дигідроортофосфат калію - 0,45; сульфат заліза – 0,01; сульфат цинку - 0,02; хлористий марганець - 0,01; вуглекислий кальцій - 3,0, а також з додаванням у кількості 1% за вагою волосся, роги, пера при значенні рН 4,70-4,85.

Результати досліджу, наведені у таблиці 4.4, підтверджують припущення зарубіжних учених про позитивний вплив кератину на синтез кератинолітичного ферменту [295,297].

Таблиця 4.4 - Вплив кератинових білків, на біосинтез днструктора кератину

Назва середовища	рН кон.	ПА, ед/ см ³	КА, ед/ см ³	Біомаса, г/100 см ³	Питома ПА, од/г біомаси	Питома КА, од/г біомаси
Контроль	7,00	1,631	0,25	3,367	0,48	0,07
Коров'яче волосся	7,85	0,941	1,20	1,753	0,54	0,69
Ріг	8,40	1,349	2,60	2,132	0,63	1,22
Перо	6,80	2,165	3,00	0,922	2,35	3,25

При введенні цих продуктів до складу поживного середовища зразку 0832 кератиназна активність підвищилася відповідно у 4,8 рази (волосся), у 10,4 рази (ріг), у 12 разів (перо), порівняно з контрольним середовищем. Однак слід звернути увагу на те, що значення питомої активності (ПА, КА) на середовищі з пером вище за інших. Це дозволяє зробити висновок про специфіку зразку 0832 до кератину пера.

На основі результатів проведених досліджень для вирощування актиноміцету 0832 було обрано середовище наступного складу (г/дм³): картопляний крохмаль – 40; соєве борошно - 10; перо подрібнене – 5; нітрат амонію – 0,65; сульфат амонію - 0,65; дигідроортофосфат калію - 0,45; сульфат заліза – 0,01; сульфат цинку - 0,02; хлористий марганець - 0,01; вуглекислий кальцій - 3,0; з рН 4,75; ПА=2,17-2,20 од/см³; КА = 2,9-3,0 од/см³. Отриманий експериментально склад поживного середовища було розглянуто як базовий для вибору оптимальних концентрацій компонентів середовища [46].

4.3 Оптимізація живильного середовища для актиноміцету 0832

При виборі оптимальних концентрацій компонентів середовища для культивування зразку 0832 застосовували математичний метод планування експерименту [47]. Математичне опис цього процесу може бути отримано емпірично. У цьому його математична модель має вигляд рівняння регресії, знайденого статистичними методами з урахуванням експерименту. Так як до складу вихідного середовища входить 10 компонентів, провести аналіз впливу всіх цих факторів на біосинтез ферментів дуже складно. Це завдання спростили, розбивши його на кілька етапів.

1 етап.

Як фактори, що впливають на зростання мікроорганізму та біосинтез ферментів, були обрані:

X₁ – картопляний крохмаль, X₂ – соєве борошно, X₃ – подрібнене перо.

Концентрація інших компонентів середовища залишалася без зміни основному рівні. Межі зміни досліджуваних факторів наведено у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Межі зміни факторів

Фактори	X ₁ , %	X ₂ , %	X ₃ , %
Основний рівень	4	1,0	0,5
Інтервал варіювання	1	0,5	0,5
Верхня межа	5	1,5	1,0
Нижня межа	3	0,5	0

Програма дослідження була закладена у матрицю планування експерименту (див. табл. 4.6).

Таблиця 4.6 - Матриця планування та результати дослідження

№ середовища	X ₁ , картопляний крахмал %	X ₂ , соєве борошно, %	X ₃ , перо %	Активність ферментативна од/см ³ (Y)		позначення строк в матриці	Коефіцієнти регресії, b _i	
				протеїназа	кератиназа		протеїназа	кератиназа
1	3	0,5	0	0,704	0,533	X ₀	1,076	3,019
2	5	0,5	0	0,743	1,483	X ₁	0,208	0,200
3	3	1,5	0	0,255	4,300	X ₂	0,691	0,901
4	5	1,5	0	0,407	2,220	X ₁ X ₂	-0,068	-0,96
5	3	0,5	1	2,277	1,367	X ₃	0,549	1,018
6	5	0,5	1	3,344	5,090	X ₁ X ₃	0,161	0,482
7	3	1,5	1	0,234	5,077	X ₂ X ₃	-0,495	-0,23
8	5	1,5	1	0,643	4,083	X ₁ X ₂ X ₃	-0,096	-0,21

Дослід у кожній точці матриці дублювали тричі, тобто $m=3$. Однорідність дисперсій перевіряли за критерієм Кохрена з числами ступенів свободи: $\nu_1=1$; $\nu_2=8$ та рівнем значимості $P=0,95$. У разі максимальне значення критерію Кохрена для протеїнази $G_{p1}=0,3885$, для кератинази $G_{p2}=0,4573$. Розрахункові значення цього критерію у всіх випадках менші за табличний (G_{p1} ; $G_{p2} < G_T=0,52$). Отже, процес відтворюємо та за відповідного планування можна передбачити очікувані результати дослідження.

В результаті статистичної обробки експериментальних даних отримано рівняння регресії, що описують цей процес під впливом досліджуваних факторів (табл.4.6). Перевірку коефіцієнтів регресії на значущість проводили за критерієм Стюдента для рівня значущості $P=0,95$ та числа ступенів свободи $\nu=16$.

Гіпотезу про адекватність представлених результатів експерименту перевіряли за допомогою критерію Фішера

В даному випадку розрахункове значення критерію Фішера для протеїнази $F_1 = 0,0343$, для кератинази - $F_2 = 0,1838$. В обох випадках розрахункове значення критерію менше табличного ($F_{теор.1}=4,49$; $F_{теор.2}=2,85$)

при числі ступенів свободи для протеїнази $v_1=1$; $v_2=16$, для кератинази – $v_1=5$; $v_2=16$ та рівні значимості $P=0,95$ Тому гіпотеза про адекватність даних математичних результатів досліджу можна прийняти. Рівняння регресії мають вигляд:

$$Y_{\text{протеїназа}} = 1,076 + 0,208X_1 + 0,691X_2 + 0,549X_3 + 0,161X_1 \cdot X_3 - 0,495X_2 \cdot X_3 - 0,096X_1 \cdot X_2 \cdot X_3, \text{ тоді}$$

$$Y_{\text{кератиназа}} = 3,019 + 1,018X_3 - 0,968X_1 \cdot X_2$$

Позитивні коефіцієнти b_1 , b_2 та b_3 у рівнянні для протеїнази свідчать про необхідність збільшення концентрації крохмалю, соєвого борошна та пера. На це вказує також позитивна взаємодія факторів X_1 (крохмаль) та X_3 (перо). Аналіз рівняння регресії для кератинази показав, що найбільший вплив на вихідний параметр (КА) має фактор X_3 – перо.

2 етап.

Великий вплив на синтез ферментів здійснює присутність в поживному середовищі мінеральних елементів. Деякі з них (магній, кальцій, калій, залізо) потрібні у досить високих концентраціях, потреба в інших (цинк, марганець, натрій, молібден, мідь, ванадій, кобальт, нікель) – невелика [55, 59].

Роль останніх визначається тим, що вони входять до складу основних клітинних метаболітів і таким чином беруть участь у здійсненні життєво важливих функцій організму. Підвищення вмісту мінеральних елементів призводить до гальмування нормального зростання клітини. Це необхідно враховувати при внесенні до поживного середовища органічних джерел живлення. Багато хто з них містить значні кількості мінеральних речовин [13, 32].

Основними факторами, котрі впливають на розвиток мікроорганізму, було обрано: X_1 - дигідроортофосфат калію та X_2 – вуглекислий кальцій.

Концентрація інших компонентів середовища залишалася на початковому рівні.

Межі зміни досліджуваних факторів наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Межі зміни факторів

Фактори	X_1 , %	X_2 , %
Основний рівень	0,045	0,3
Інтервал варіювання	0,035	0,1
Верхня межа	0,080	0,4
Нижня межа	0,010	0,2

Матриця планування повнофакторного дослідження та його результати наведені в таблиці 4.8, $n = 3$.

Таблиця 3.9 Матриця планування та результати експерименту

№ середовища	X_1 , %	X_2 , %	Активність ферментативна од/см ³ (Y)		позначення строк в матриці	Коефіцієнти регресії, b_i	
			протеїназа	кератиназа		протеїназа	кератиназа
1	0,010	0,2	0,100	0,7	X_0	0,4230	15,425
2	0,080	0,2	0,061	1,1	X_1	0,2580	2,575
3	0,010	0,4	0,230	1,8	X_3	0,0680	6,925
4	0,080	0,4	0,750	2,6	$X_1 X_2$	0,0025	1,015

Розрахункове значення критерію Кохрена для протеїнази $Gr_1 = 0,0730$, для кератинази - $Gr_2 = 0,4297$. Вони менші від табличного значення $G_T = 0,7679$ з числами ступенів свободи $\nu_1 = 2$; $\nu_2 = 4$ і рівнем значущості $P=0,95$. Отже дисперсії однорідні.

Після визначення оцінок b_i коефіцієнтів регресії перевіряли їхню значимість за критерієм Стюдента для рівня значущості $P=0,95$ та числа ступенів свободи $\nu = 8$. Для протеїнази незначними виявилися b_2 та $b_{1,2}$, для кератинази – $b_{1,2}$.

При перевірці адекватності отриманих математичних моделей розрахункові значення критерію Фішера для протеїнази та кератинази виявилися меншими за табличні: $F_1 = 0,008$ ($F_{теор1} = 4,46$); $F_2 = 0,391$ ($F_{теор2} = 5,32$) при числі ступенів свободи $\nu_1 = 2$; $\nu_2 = 8$ для протеїнази та $\nu_1 = 1$; $\nu_2 = 8$ для кератинази та рівні значущості $P=0,95$. Гіпотеза подання результатів

дослідку приймається. Рівняння регресії мають вигляд:

$$Y_{\text{протеїназа}} = 0,423 + 0,258X_1, Y_{\text{кератиназа}} = 1,543 + 0,258X_1 + 0,693X_2$$

З аналізу рівнянь можна дійти невтішного висновку, що на біосинтез ферментів позитивно впливає чинник X_1 (дигідроортофосфат калію). Присутність вуглекислого кальцію (фактор X_2) у середовищі сприятливо впливає на синтез кератинази.

3 етап.

Основними факторами, що впливають на ріст та біосинтез мікроорганізму, були обрані: X_1 – нітрат амонію, X_2 – сульфат амонію, при постійній концентрації всіх інших компонентів середовища. Межі зміни, взяті для дослідження, факторів вказані в таблиці 4.9 [53].

Таблиця 4.9 - Межі зміни факторів

Фактори	X_1 , %	X_2 , %
Основний рівень	0,065	0,065
Інтервал варіювання	0,035	0,035
Верхня межа	0,100	0,100
Нижня межа	0,030	0,030

Дослідження проводили за допомогою повного факторного експерименту. Матриця планування та результати експерименту наведені у таблиці 4.10, $n = 3$.

Таблиця 4.10 - Матриця планування та результати дослідів

№ середовища	X_1 , %	X_2 , %	Активність ферментативна од/см ³ (Y)		Позначення строк в матриці	Коефіцієнти регресії, b_i	
			протеїназа	кератиназа		протеїназа	кератиназа
1	0,03	0,03	0,261	1,3	X_0	0,626	2,675
2	0,10	0,03	0,501	2,3	X_1	-0,134	-0,775
3	0,03	0,10	0,723	5,6	X_2	-0,245	0,875
4	0,10	0,10	1,017	1,5	$X_1 X_2$	0,014	-1,275

Критерій Кохрену для протеїнази $Gr_1 = 0,535$, для кератинази - $Gr_2 = 0,4807$. Табличне значення $G_T = 0,7679$ при числі ступенів свободи $\nu_1 = 2$; $\nu_2 = 4$

та рівні значущості $P=0,95$ з цього випливає, що $G_{p1} < G_T$ та $G_{p2} < G_T$, отже, дисперсії однорідні.

Значимість коефіцієнтів регресії b_i перевіряли за критерієм Стюдента для числа ступенів свободи $\nu = 8$ та рівнем значимості $P=0,95$. Для протеїнази незначним виявився $b_{1,2}$, для кератинази – всі коефіцієнти незначні. Можливо, нітрат амонію та сульфат амонію не суттєво впливають на накопичення кератиназної активності в таких концентраціях.

Подальший аналіз регресійного рівняння протеїнази полягав у перевірці його адекватності. У даному випадку, розрахункове значення критерію Фішера становило $F_1 = 0,017$. Воно менше табличного ($F_1 < F_{\text{теор}} = 5,32$) для числа ступенів свободи $\nu_1=1$; $\nu_2=8$ та рівня значущості $P=0,95$. Отже, гіпотеза про адекватність моделі приймається. Регресійне рівняння має вигляд:

$$Y_{\text{протеїназа}} = 0,626 - 0,134X_1 - 0,245X_2$$

Негативні знаки коефіцієнтів b_1 і b_2 свідчать про необхідність зменшити концентрації нітрату та сульфату амонію. Тому вважаємо за доцільне виключити ці компоненти з поживного середовища. Можна припустити, що присутність у середовищі таких джерел азоту, як перо, соєве борошно, забезпечують потреби мікроорганізму в азотному живленні повністю і необхідність нітрату та сульфату амонію відпадає.

Таким чином, після ПФЕ було визначено склад середовища для культивування продуцента кератинрозщеплюючої протеїнази 0832. Далі було проведено вирощування цього мікроорганізму на середовищі складу (г/дм³): картопляний крохмаль – 50; соєве борошно - 5; перо - 10; дигідроортофосфат калію - 0,80; вуглекислий кальцій - 4,0; сульфат заліза – 0,010; хлористий марганець - 0,010; сульфат цинку - 0,020; рН = 4,75 при температурі 28-30°C протягом 124 годин. Протеолітична активність склала 3,33 од/см³, кератиназна – 23 од./см³. При порівнянні з початковим середовищем, активність протеїназу зросла в 1,5 рази, а по кератиназі - в 7,6 рази.

Для нас було цікавим з'ясувати вплив мікрокількостей хлористого марганцю, сульфатів заліза та цинку на накопичення протеолітичної та

кератиназної активності в культуральній рідині зразку 0832. З цією метою з живильного середовища складу (г/дм³): картопляний крохмаль – 50; соєве борошно - 5; перо - 10; дигідроортофосфат калію - 0,80; вуглекислий кальцій - 4,0; сульфат заліза – 0,010; хлористий марганець - 0,010; сульфат цинку – 0,020 виключали кожен з останніх трьох солей. Дані експерименту показали, що відсутність хлористого марганцю підвищує протеолітичну та кератиназну активність у 1,3 рази порівняно з контрольним середовищем. Присутність сульфатів заліза та цинку необхідна, оскільки без цих солей протеолітична активність знижується в 1,5 раза (сульфат заліза) та в 1,7 раза (сульфат цинку). Кератиназна активність – відповідно без сульфата заліза зменшується в 1,5 рази, а без сульфата цинку – дорівнювала нулю (див. табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Вплив хлористого марганцю, сульфатів заліза та цинку на протеолітичну та кератиназну активності

№ середовища	Середовище	Активність ферментативна, од/см ³	
		протеїназа	кератиназа
1	Контроль	3,33	22,7
2	середовище без хлористого марганцю	4,17	30,0
3	середовище без сульфата заліза	2,00	0
4	середовище без сульфата цинку	2,25	15,1

Таким чином, при культивуванні актиноміцету. 0832 для біосинтезу кератинрозщеплюючої протеїнази необхідна присутність сульфатів заліза та цинку. Причому без сульфата цинку кератиназна активність не виявлялася зовсім. До того ж значення таблиці 4.11 свідчать про те, що хлористий марганець краще виключити зі складу середовища. Без нього протеолітична активність зростає на 25 %, кератиназна активність також досягає високого значення.

Зростання та розвитку мікроорганізмів, біосинтез ними ферментів значною мірою залежить від кислотності середовища [46]. За літературними

даними мікроорганізми, які продукують кератинрозщеплюючу протеїназу, мають оптимум рН зазвичай в інтервалі від 4,0 до 12,0 [44, 46]. Можливо, це пов'язано з тим, що основні продуценти кератинази – актиноміцети мешкають у ґрунтах чорноземного типу. Які, як правило, збагачені лужними мінералами, екскрементами тварин, білками, що розкладаються. У таких ґрунтах величина рН може досягати досить високих лужних значень. Щоб вижити мікроорганізми пристосувалися до таких умов та змінили рН в більш лужну зону. Так, якщо біосинтез ферментів 119 [21] та кератиноміцетів [32] відбувається при величині рН = 7,2-7,4, то кератиназа Нікерсона та Новаля синтезується вже при рН = 8,3-8,4 [27]

Стрептоміцети утворюють протеолітичні ферменти з кератинруйнівною здатністю при величині рН = 10,5 [25].

Вплив величини рН на біосинтез ферментів актиноміцету 0832 вивчали у діапазоні рН від 4 до 12. Максимальні значення протеолітичної та кератиназної активності спостерігаються при доведенні початкової величини рН до 11,0 (ПА=3,778 од/см³; КА=29,0 од/см³). Найбільша розчинність пера також досягається при цьому значенні рН та становить 85 %

Наступним етапом оптимізації біосинтезу протеїнази актиноміцету 0832 було вивчення динаміки біосинтезу ферментів. Зростання мікроорганізму характеризується короткою лаг-фазою, тривалістю близько 8 годин, за нею слідує фаза росту, в якій інтенсивно споживаються поживні речовини, збільшується біомаса і до 48 годин її накопичується найбільша кількість. Після 48 годин частина клітин зазнає лізису, про що свідчить зменшення їхньої біомаси. Максимальні значення протеолітичної та кератиназної активності спостерігаються також до цього часу: ПА=6,044 од/см³,

КА=34,0 од/см³. Зауважимо, що протеолітична активність різко падає вже до 72 годин вирощування на відміну від кератиназної, яка протягом 96 годин відносно стабільна.

Проведені дослідження дозволяють зробити такі висновки:

- 1) на біосинтез ферментів істотно впливає присутність органічного

азоту у вигляді соєвого борошна та пера

2) необхідним джерелом вуглецю є картопляний крохмаль;
3) синтез кератинрозщеплюючої протеїнази залежить від мікрокількостей сульфатів заліза та цинку [17];

4) культивування мікроорганізму в оптимальних умовах підвищує його біосинтетичну здатність, збільшуючи протеолітичну активність у 3 рази, кератиназну – у 11 разів порівняно з контрольним середовищем [26]; скорочує час вирощування на 3 доби порівняно з вирощуванням у вихідному середовищі;

5) до 48 годин біосинтезу 84% пера в середовищі переходить у розчинну форму, що дозволяє вирішити проблему утилізації відходів м'ясної та птахопереробної промисловості.

З метою створення біофлокулянту широкого спектра дії було проведено модифікацію поживного середовища. Ряд зарубіжних вчених [59, 61] зазначає, що внесення в середовище культивування мікроорганізмів, коагулянтів та синтетичних флокулянтів покращує очищення стічних вод. Культивування актиноміцету 0832 проводили в оптимальних умовах при додаванні флокулянту поліакриламід (ПАА) та коагулянту сульфату алюмінію у кількості 0,004 %. Через 48 годин вирощування культуральну рідину вносили у стічні води у співвідношенні 4:100 та через 10 хв. визначали показники, що характеризують якість очищення стічної води (табл. 4.12).

Таблиця 4.12- Очищення стічної води модифікованим біофлокулянтом актиноміцетом 0832

Показники	Початкові значення СВ	ЕМ+сток	Культивація сульфат алюмінію+сток	Культивація ПАА + сток
1	2	3	4	5
ХПК, мг О ₂ /дм ³	1500±45,12	200±6,07	160 ± 3,48	110 ± 3,32
Мутність, мг/дм ³	4,2 ± 0,11	1,3 ± 0,01	1,1 ± 0,01	0,4 ± 0,01

Продовження таблиці 4.12

1	2	3	4	5
Загальне залізо, мг/дм ³	1,15 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,15 ± 0,01
ζ-потенціал клітин, мВ	+17,80	-28,60	-43,40	-53,20
Загальний азот, мг/дм ³	160 ± 2,03	52,3 ± 1,01	41,7 ± 0,59	32,1 ± 0,47

Додаткове внесення в середовище культивування поліакриламідів та сульфату алюмінію покращують ефект очищення за всіма розглянутими показниками. Так при культивуванні з сульфатом алюмінію ступінь очищення стоку за ХПК на 20 %, а при культивуванні з ПАА – на 45 % вище, ніж при очищенні культурою мікроорганізму, вирощеного на традиційному поживному середовищі (ЕМ). Можна припустити, що в процесі зростання актиноміцету формується простір між клітинами мікроорганізму та молекулами ПАА та сульфатом алюмінію з утворенням «біоматриці». У цій матриці концентруються та зберігаються поживні речовини, а також позаклітинні ферменти. Як наслідок зростає загальна молекулярна маса.

При цьому адсорбційний шар поліелектроліту формується безпосередньо на клітинній поверхні актиноміцету. Окрім того, відбувається взаємодія між реагентом та компонентами поверхні клітини, а також компонентами середовища та продуктами метаболізму. Макроіони ПАА та сульфату алюмінію утворюють з компонентами культуральної рідини складні сполуки, які входять до складу агрегатів, що формуються при біофлокуляції.

Адсорбція катіонних поліелектролітів призводить до зниження рівня ζ-потенціалу клітин, за якої відбувається максимальне зниження агрегативної стійкості системи. На цій підставі можна припустити, що найімовірнішим механізмом флокуляції в даному випадку є зменшення електростатичних сил

відштовхування

Отже, проведені дослідження дозволяють стверджувати, що актиноміцет 0832, виділений з мікробіологічного препарату ЕМ Біоактив може бути рекомендований для видалення стічних вод органічних забруднень. Варто зазначити, що з очищення стічних вод культуральної рідиною актиноміцету 0832 біосорбція в основному протікає за рахунок механізму «містутворення» [55], а при культивуванні даного мікроорганізму з ПАА та сульфатом алюмінію - основну роль відіграють електростатичні сили відштовхування [56, 57].

4.4. Використання надлишкового активного мулу в якості білково-вітамінного мулу.

При очистці господарсько-побутових стічних вод на біологічному етапі утворюється велика кількість надлишкового активного мулу (НАМ). Одним із способів його утилізації є використання як повноцінної кормової добавки. В 1976 році даний продукт отримав назву Білково-вітамінний мул (БВМ) [1, 11]. Внаслідок того, що НАМ в переважній своїй більшості представлений бактеріальним ценозом, то він містить значну кількість білкових речовин, амінокислот, мікроелементів, вітамінів групи В, в тому числі В₁₂.

Головною умовою використання НАМ в якості кормової добавки є суворе дотримання санітарно-епідеміологічного контролю його якості, тобто видового складу. Досить проблематичним є питання токсичності біомаси НАМ. В той же час практичний досвід використання біомаси НАМ в якості кормової добавки лише в поодиноких випадках дає позитивні результати [29, 30]. Тому впровадження технологічно простої і водночас дешевої технології знезараження НАМ є вкрай важливим кроком отримання практично невичерпних запасів БВМ.

Існуючі на сьогодні способи знезараження є досить енергозатратними і не дають стовідсоткової гарантії якості кінцевого продукту. Тому необхідно змінити саму концепцію процесу знезараження АМ, і як наслідок НАМ. З

цією метою ми пропонуємо застосовувати так звані «ефективні мікроорганізми». Їх експансія у різні галузі народного господарства останнім часом невинно зростає. І це не дивно, адже вони поєднують такі складні питання як простота у використанні і екологічна якість кінцевого продукту. Застосування ЕМ колобків на механічному етапі підготовки стічних вод та їх подальша глибока очистка та знезараження на біологічному етапі, відбувається внаслідок формування стійких мікробних біоценозів, основними представниками яких є факультативні анаероби, котрі володіють високою адаптаційною здатністю до коливання в часі рівня забруднюючих високомолекулярних органічних речовин.

Використання ЕМ колобків на основі каолінових глин Часов-Ярського родовища, розташованого біля с. Катеринівка на Кропивницьчині та мікробіологічного препарату ЕМ Біоактив, внаслідок високої сорбційної здатності обох компонентів зменшити рівень завислих речовин на виході первинних відстійників з 1600 мг/дм³ до проектних 200 мг/дм³ (див. табл. 4.13).

Таблиця 4.13 - Порівняння якості стічних вод за різних способів відстоювання

Параметри, мг/дм ³	Відстоювання з застосуванням ЕМ колобків	Відстоювання без застосуванням ЕМ колобків
БСК	10	15
Завислі речовини	200	600
Ортофосфати-Р	3,5	8,5
Азот амонійний	50	400

Більш високі концентрації завислих речовин в СВ після первинного відстійника (600 мг/дм³) обумовлюють зниження ефективності видалення сполук фосфору до 65 % без застосування ЕМ колобків. В той же час їх використання призводить до підвищення ефективності видалення загального

фосфору в цілому до 90% [29]. Такий вплив завислих речовин на ефективність видалення фосфатів з очищених стічних вод пов'язане зі значним вмістом фосфору у зважених речовинах. Як видно з таблиці введення ЕМ колобків, є досить ефективним, хоча і має ряд недоліків при практичному застосуванні. Якщо впроваджувати такі технологічні схеми на очисних спорудах великої продуктивності, то для обробки такої кількості стічних вод будуть потрібні великі витрати складових для формування ЕМ колобків, відповідно витрати на їх придбання, на будівництво реагентного господарства, додаткові енерговитрати.

Хімічний складу БВМ, наведений в таблиці 4.14, підтверджує цінність НАМ як кормового продукту [2].

Таблиця 4.14 - Хімічний склад НАМ% до абсолютно сухої маси

Джерела БВМ	Протеїн	Жири	Безазотисті речовини	Зольність	Азот
НАМ очисних споруд с. Нове	34,2	10	4,92	32,6	5,46
НАМ очисних споруд м. Кропивницький	40,5	14,4	2,7	27,8	6,5
НАМ очисних споруд м. Дніпро	32-41	5-12	9,1	15,6	-
М'ясокостне борошно	37,2	14,4	48,4	32,9	-
Кормові дріжджі	44,6	0,5	53,4	8,3	-

Виробництво БВМ широко досліджувався у виробничих умовах гідролізої і целюлозно-паперової промисловості. Ці розробки можна використовувати для утилізації НАМ станцій очистки стічних вод.

Основні процеси виробництва наступні: подрібнені відходи целюлози перемішуються з НАМ, до них додаються органічні легкозасвоювані субстрати та необхідні мінеральні речовини. Згодом на цих субстратах вирощують біценоз мікроорганізмів, які в свою чергу гідролізують інертну

біомасу, засвоюють азот та інші біогенні з'єднання. Основне засвоєння біомаси здійснюють гриби, температура процесу коливається в межах 25-45 °С. Таким чином додаткового введення енергії не потрібно [30].

Найбільш складною частиною цієї технології є складання і підбір мікробної асоціації, яка б поєднувала в собі стійкість до зміни температури процесу і засвоєння гетерогенних органічних залишків, які в даний час включають багато полімерних сполук та важко піддаються розкладанню.

Використання активного мулу в якості кормової добавки для вигодівлі сільськогосподарських тварин - перспективний напрямок безвідходного екологічного виробництва. Однак необхідно враховувати, що для практичної реалізації методів утилізації НАМ міських СВ необхідне проведення широкомасштабних фізіологічних, токсикологічних та інших досліджень в тваринницькій галузі.

Проведені нами дослідження впливу мікробіологічних препаратів ЕМ колобків на видалення завислих речовин в первинних відстійниках та ЕМ Біоактив для видалення біогенних елементів разом з НАМ при очистці стічних вод дозволили зробити наступні висновки:

1. Розроблено технологію інтенсифікації освітлення стічних вод у первинних відстійниках за допомогою ЕМ колобків;
2. Обґрунтовано використання ЕМ Біоактив для знешкодження НАМ та його подальшого використання в якості БВМ;

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕМ БІОАКТИВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Будь-який технологічний процес, його модернізація або впровадження новітніх наукових досягнень, котрі забезпечують зниження негативного техногенного впливу на навколишнє середовище, неможливі без еколого економічних обґрунтувань цих заходів.

Людський вплив на водне середовище зазнав катастрофічних змін для гідросфери в цілому. Проблеми необмеженого споживання водних ресурсів для задоволення потреб людства з кожним днем наближаються до катастрофічної позначки. За останні роки збільшилася кількість людей, вимушених вживати неякісну питну воду, що призводить до зростання захворюваності. Тому захист водних об'єктів від зростаючого техногенного впливу перетворилася у першочергову задачу [23].

Завдяки тому, що більшість технологічних процесів залежить від чистої та якісної води, вона є безцінним і найбільш поширеним сировинним ресурсом.

За допомогою використання мікробіологічних препаратів у більшості розвинених країн поступово зникають критичні галузі народного господарства. В літературі можна зустріти багато наукових статей, в котрих описаний ефект застосування ЕМ препаратів для очищення водних акваторій від забруднювачів [25, 28]. Такого значного ефекту вони досягнуть внаслідок впровадження цих препаратів на законодавчому рівні. В Україні ситуація протилежна.

Для того щоб провести розрахунок економічної ефективності використання мікробіологічного препарату ЕМ Біоактив для очищення стічних вод с. Нове, необхідно усі техніко-економічні показники порівняти з показниками (прийнявши за об'єкт-аналог або вихідний рівень) очисних споруд, які існували до модернізації і побудовані за типовим проектом моноблочних станцій біологічної очистки стічних вод, виробничою

потужністю 1200 м³ / добу.

Вихідні показники для порівняння прийняті на підставі фактичних звітних даних КП «Теплоенергетик» Розрахунки виконані нами у відповідності з існуючими методиками та діючими нормативами і прејскурантами.

Очікувані витрати на модернізацію моноблока для очищення стічних вод,використовуючи ефективні мікроорганізми складатимуть [38]:

Очікувані витрати на нововведення розрахуємо за формулою (5.1):

$$Ц = B_{M.Y} + B_{M.P} + B_{П.H} + B_T + B_K, \text{ грн.} \quad (5.1)$$

де $B_{M.Y}$ – витрати на модернізацію устаткування, грн.;

$$B_{M.Y} = 40000 \text{ грн.}$$

$B_{M.P}$ – витрати на монтажні роботи, грн.;

$B_{П.H}$ – витрати на пусконаладжувальні роботи, грн.;

B_T – транспортні витрати, грн.;

B_K – витрати на складання проектно-кошторисної документації, грн.

Витрати на монтажні роботи складають 20 % від витрат на модернізацію розраховуються за наступною формулою:

$$B_{M.P} = B_{M.Y} \times 0,2 = 40000 \times 0,2 = 8000,0 \text{ грн.} \quad (5.2)$$

Витрати на пусконаладжувальні роботи складають 5 % від витрат на монтажні роботи розраховуються за формулою:

$$B_{П.H} = B_{M.P} \times 0,05 = 8000 \times 0,05 = 400,0 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

Транспортні витрати складають 3800 грн, а витрати на складання кошторисно-проектної документації 10500 грн.

Отже очікувані витрати на нововведення складатимуть:

$$Ц = 40000 + 8000 + 400 + 3800 + 10500 = 62700 \text{ грн.}$$

Очікувані щорічні витрати коштів на роботу очисних споруд після реконструкції можна обчислити за формулою, наведеною нижче [66]:

$$B_{пр} = B_{ел} + B_{мп} + B, \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де $B_{ЕЛ}$ – витрати на електроенергію, грн.;

$B_{мн}$ – витрати на придбання мікробного препарату;

B – витрати на річне технічне обслуговування

Потреби в електроенергії обчислюються за формулою [67]:

$$W = \sum_{\phi} (P \times n \times t) \times k + \sum_{Е} (P \times n \times t) \times k + \sum_{н} (P \times n \times t) \times k, \text{ кВт/год} \quad (5.5)$$

де P – потужність, яку споживає одиниця електрообладнання, кВт;

n – кількість одиниць даного електрообладнання, шт;

t – кількість годин роботи даного електрообладнання на добу, год;

k – кількість робочих днів за рік.

Отже кількість електроенергії що використовується на очисних спорудах:

$$W = (11 \times 3 \times 20) \times 365 = 240900 \text{ кВт/год}$$

Згідно тарифам на електроенергію плата за 1 кВт/год складає – 1,94162 грн. В грошовому еквіваленті річні витрати електроенергії $B_{ЕЛ}$ після впроваджень нововведень можна порахувати за формулою (5.7):

$$B_{ЕЛ} = W \times Ц_{1кВт} = 240900 \times 1,94162 = 467736,26 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де W – річна потреба в електроенергії, кВт/год;

$Ц_{1кВт}$ - ціна за 1кВт електроенергії, грн..

За рік нам необхідно замінити 2 насадки в одному моноблоці. Оскільки в нас три моноблока, тому за рік необхідно замінити 6 насадок, при цьому ціна однієї насадки, з урахуванням того, що підприємство виробляє їх самостійно складає 1000 грн. Щорічні витрати на заміну насадок складають $6 \times 1000 = 6000$ грн.

Експлуатаційні витрати пов'язані з періодичним технічним обслуговуванням модулів та придбанням мікробного препарату ЕМ Біоактив не перевищують 7 000 грн.

Щорічні витрати коштів на роботу очисної установки складатимуть:

$$B_{пр} = 467736,26 + 7000 + 6000 = 480736,26 \text{ грн.}$$

Збитки для наднормативних скидів визначаються за формулою:

$$Z_{\text{над}} = 0,001 \times V \times T \times (C_{\text{ф}} - C_{\text{д}}) \times 0,003 \times N \times A_i \times S, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де V - витрата зворотних вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

$C_{\text{ф}}$ – фактична концентрація забруднення;

$C_{\text{д}}$ – дозволена для скиду концентрація забруднення, визначена при затвердженні ГДС;

0,003 – базова ставка відшкодування збитків, в частках неподаткового мінімуму доходів громадян;

A_i – показник відносної небезпечності речовини, визначаються з співвідношення $1/C_{\text{гдк}}$;

$C_{\text{гдк}}$ - гранично - допустима концентрація цієї речовини згідно СанПН;

N – величина неподаткового мінімуму доходів громадян в одиницях національної валюти;

0,001 – коефіцієнт, що враховує розмірність величин.

S – коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта =1,4.

Підприємство скидає не достатньо очищену воду яка містить гексаметилендіамін, тому платить грошову компенсацію збитків.

Суми податку, який справляється за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти, обчислюються щокварталу підприємством виходячи з фактичних обсягів скидів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою:

$$P_C = M_i \times H_{ni} \times K_{oc} \quad (5.8)$$

де M_{li} -- обсяг скиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т);

H_{ni} - ставки податку в поточному році за тонну i -того виду забруднюючої речовини у гривнях з копійками;

K_{oc} - коефіцієнт, що дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в іншому випадку коефіцієнт дорівнює 1).

Обсяги викиду забруднюючих речовин до та після модернізації вказані у таблицях 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 – Обсяги скидів забруднюючих речовин до модернізації

Найменування забруднюючої речовини	Обсяг скиду, т	Ставка податку, грн./т
Азот амонійний	0,830	1610,48
БСК 5	0,453	644,6
Завислі речовини	0,872	46,19
Залізо	1,845	2264,36
Мінеральний склад	7,810	428,92
Нафтопродукти	0,876	415,75
ХСК	0,784	942,27

Обсяги скидів забруднюючих речовин до модернізації:

$$\begin{aligned}
 \Pi_{C1} = & M_i \times H_{pi} \times K_{oc} = (0,83 \times 1610,48 \times 1,5) + (0,453 \times 644,6 \times 1,5) + \\
 & (0,872 \times 46,19 \times 1,5) + (1,845 \times 2264,36 \times 1,5) + (7,81 \times 428,92 \times 1,5) + \\
 & (0,876 \times 415,75 \times 1,5) + (0,784 \times 942,27 \times 1,5) = 15448,99 \text{ грн}
 \end{aligned}$$

Таблиця 5.2 – Обсяги скидів забруднюючих речовин після модернізації

Найменування забруднюючої речовини	Обсяг скиду, т	Ставка податку, грн/т
Азот амонійний	0,0005	1610,48
БСК 5	0,0011	644,6
Завислі речовини	0,0151	46,19
Залізо	0,00011	2264,36
Мінеральний склад	0,0021	428,92
Нафтопродукти	0,00009	415,75
ХСК	0,0024	942,27

Обсяги скидів забруднюючих речовин після модернізації:

$$\begin{aligned} \Pi_{c2} = & M_i \times H_{\Pi i} \times K_{oc} = (0,0005 \times 1610,48 \times 1,5) + (0,0011 \times 644,6 \times 1,5) \\ & + (0,0151 \times 46,19 \times 1,5) + (0,00011 \times 2264,36 \times 1,5) + (0,0021 \times 428,92 \times 1,5) \\ & + (0,00009 \times 415,75 \times 1,5) + (0,0024 \times 942,27 \times 1,5) = 8,49 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Визначаємо збитки за наднормативні скиди недостатньо очищених стічних вод за формулою (5.8). Для цього необхідно перевести мл в м, в $1 \text{ м}^3 = 1 \times 10^6 \text{ мл}$, тому:

$$Z_{\text{над}} = 0,001 \times 50 \times 8760 \times (15448,99 - 8,49) \times 0,003 \times 17 \times 1 \times 1,4 = 482873,85 \text{ грн.}$$

Отже сума збитків сягає: $Z_{\text{над}} = 482873,85 \text{ грн. на рік.}$

Визначення еколого-економічного ефекту. Ефективність капіталовкладень використаних на природоохоронні заходи визначають за формулою [38]:

$$E_k = Z / K \quad (5.9)$$

де Z – зменшення щорічних витрат для забезпечення роботи очисних споруд, грн.;

K – величина капіталовкладень використаних для модернізації моноблоку ($K = V_{\text{пр}}$);

Зменшення щорічних витрат можна обчислити за формулою

$$Z = Z_1 - Z_2, \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де Z_1 – щорічні витрати до впровадження нововведень, грн.;

Z_2 – очікувані щорічні витрати після впровадження нововведень, які дорівнюють 0, оскільки за скиди в нормах ГДС збори не проводяться.

З врахуванням цих даних маємо

$$Z = 482873,85 - 0 = 482873,85 \text{ грн.}$$

Що стосується терміну окупності запропонованих заходів, то він визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = K / Z, \quad (5.11)$$

де $T_{\text{ок}}$ – термін окупності запропонованих заходів, у роках;

Z – зменшення щорічних витрат для забезпечення роботи очисних

споруд, грн.;

K – величина капіталовкладень використаних для модернізації моноблоку;

Отже термін окупності запропонованих нововведень на очисних спорудах складатиме:

$$T_{ок} = 480736,26 / 482873,85 = 0,99 \text{ року.}$$

Економічний результат природоохоронних заходів (P) [39] визначається за величиною економічних збитків ($У_{пр}$), та величиною додаткового доходу ($Д$) визначається за формулою:

$$P = У_{пр} + Д \quad (5.12)$$

де $У_{пр}$ – величина попереднього економічного збитку;

$Д$ – річний приріст доходу внаслідок поліпшення виробничих досягнень.

Оскільки після знезараження вода досягла якості, при якій її можна використовувати, як технічну, тому частину води можна продавати підприємствам для використання в технічних цілях.

На даний час 1 м^3 коштує 10,048 грн.

В рік підприємство відводить до 438000 м^3 води. Тоді

$$Д = 10,048 \times 438000 = 4401024 \text{ грн,}$$

$$P = 482873,85 + 4401024 = 4883897,85 \text{ грн.}$$

Річні витрати на здійснення природоохоронних заходів визначаються за формулою [68]:

$$З = C + E_{п} \times K \quad (5.13)$$

де C – експлуатаційні витрати = 0;

$E_{п}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень = 0,15

Одноразові капітальні вкладення:

$$З = 0,15 \times 480736,26 = 72110,44 \text{ грн.}$$

Тоді розмір чистого економічного ефекту:

$$E_{п} = P - З = 482873,85 - 72110,44 = 410763,41 \text{ грн}$$

Впровадження даного заходу для модернізації очистки стічних вод на даному підприємстві еколого-економічно обґрунтоване.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Особливості умов праці та аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виконанні робіт в аеротенках.

Під час виконання робіт в аеротенках на працівників можлива дія наступних небезпечних та шкідливих факторів.

Фізичні:

- машини та механізми, які використовуються для виконання робіт в аеротенках (автомобілі, трактори та ін. техніка);
- підвищена загазованість газами розкладу органічних речовин та викидами парів у навколишнє середовище;
- запиленість повітря пилом з під'їзних доріг та поверхні полів, які знаходяться неподалік від аеротенків;
- не відповідність температури повітря навколишнього середовища в різні пори року вимогам санітарних норм;
- підвищений рівень шуму від роботи техніки та обладнання;
- не відповідність з вимогами санітарних норм вологості повітря в різні пори року, тому що роботи виконуються на відкритому повітрі;
- висока швидкість руху повітря на відкритих ділянках аеротенків;
- виникнення статичної електрики;
- природне освітлення не задовольняє сприятливі умови роботи в робочій зоні;
- низька контрастність предметів, які розрізняються під час виконання робіт;
- блискіт поверхонь, що створюють засліплюючу дію для очей;
- високий рівень інфрачервоної та ультрафіолетової радіації при виконанні робіт на відкритому повітрі;
- поверхні обладнання та інструментів мають шорсткі поверхні та задирки.

Хімічні:

- використання дезінфікуючих та миючих засобів, тощо;

- пестициди, важкі метали, які потрапляють зі стічними водами, газів розкладу органічних речовин.

Біологічні:

- мікроорганізми, бактерії, гриби та ін.;
- алергенні рослини, птахи, які можуть з'явитися в місцях розташування аеротенків.

Психофізіологічні:

- роботи в аеротенках, що виконуються вручну;
- емоційні перевантаження при виконанні робіт.

При проведенні робіт в аеротенках до виконання робіт допускаються працівники, що не мають ніяких захворювань, пройшли перевірку правил охорони праці відповідно до «Типових положень про порядок проведення навчання з питань охорони праці», НПАОП 0.00-4.12-15.

Допуск до робіт з підвищеною небезпекою, працівників здійснюється у відповідності з «Переліком робіт з підвищеною небезпекою», НПАОП 0.00-8.24-15, професійний добір виконавців здійснюється у відповідності з вимогами НПАОП 0.03-8.06-14.

6.2. Розробка заходів по покращенню умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих факторів при виконанні робіт в аеротенках.

6.2.1. Розрахунок природної системи вентиляції в лабораторії екологічної оцінки впливу ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів в аеротенках.

В адміністративних будівлях такого типу для проведення екологічної оцінки найчастіше використовується безканальна система природної вентиляції (аерація), при якій повітря з приміщення виходить через верхні отвори, а подається через двері, вікна та ін., рис. 6.1. Оскільки розмір дверей приміщення набагато більший чим розмір верхніх отворів, то фактором, який визначає ефективність вентиляції є кількість повітря, що видаляється через верхні отвори.

Для проведення аналізу ефективної роботи природної системи

вентиляції порівняємо необхідний повітряний обмін із фактичним.

Відповідно до будівельних норм і правил БНіП 2.04.05-11 об'єм робочого приміщення, де виконуються такі роботи, що припадає на одного працівника, повинна складати не менше ніж 40 м^3 .

Враховуючи вище наведене, необхідний повітрообмін (L_n , $\text{м}^3/\text{год}$) визначаємо за формулою

$$L_n = L_n \cdot n, \quad (6.1)$$

де n - найбільш чисельна зміна людей, що працюють у приміщенні (для виконання даних робіт в лабораторії приймаємо – 10 чол.).

$$L_n = 20 \cdot 10 = 200 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Фактичний повітряний обмін (L_ϕ , $\text{м}^3/\text{год}$) визначаємо за формулою

$$L_\phi = 3600 \cdot F \cdot V \cdot \mu \quad (6.2)$$

де F - площа отвору, через який видалятиметься повітря, м^2 ;

μ - коефіцієнт витрат повітря, (для нашого випадку приймаємо $\mu=0,55$);

V - швидкість видалення повітря із приміщення, $\text{м}/\text{сек}$.

Швидкість видалення повітря із приміщення (V , $\text{м}/\text{сек}$) визначаємо за формулою

$$V = \sqrt{\frac{2g \cdot \Delta H_2}{\gamma_{вн}}} \cdot \mu \quad (6.3)$$

де g - прискорення вільного падіння, ($g = 9,8 \text{ м}/\text{с}^2$);

ΔH_2 - тиск, під дією якого повітря видалятиметься із приміщення.

$$\Delta H_2 = h_2 \cdot (\gamma_3 - \gamma_{вн}) \quad (6.4)$$

де h_2 - відстань від площини рівних тисків до центру отвору, через який видаляється повітря, (рис. 6.1). Визначається із співвідношення відстані до центрів нижніх дверей та верхніх отворів в приміщенні від площини рівних тисків (відповідно h_1 і h_2), що обернено пропорційні квадратам площ цих отворів.

γ_3 і $\gamma_{вн}$ - густина повітря, у середині і за приміщенням, кг/м³.

Об'ємна вага повітря (γ , кг/м³) в загальному вигляді розраховується за формулою

$$\gamma = 0,465 \frac{P_6}{T}, \quad (6.5)$$

де P_6 - барометричний тиск, мм рт. ст., ($P_6 = 760$ мм рт.ст.);

T - температура повітря, °К.

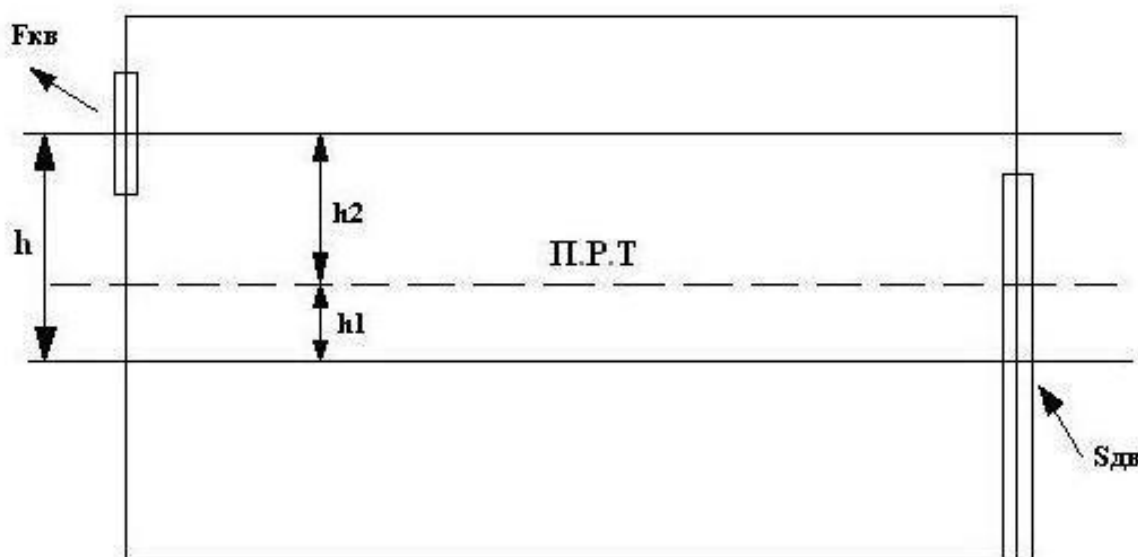


Рисунок 6.1 – Схема до розрахунку системи природної вентиляції
Для адміністративних приміщень при виконанні легких робіт температура для теплого періоду не вище $t=28^{\circ}\text{C}$ ($T=301^{\circ}\text{K}$), холодного $t=17^{\circ}\text{C}$, ($T=290^{\circ}\text{K}$).

Середня температура зовнішнього повітря для Кіровоградської області згідно з будівельними нормами і правилами БНіП 2.04.05-91: влітку $t=24^{\circ}\text{C}$, ($T=297^{\circ}\text{K}$), взимку $t=-11^{\circ}\text{C}$, ($T=262^{\circ}\text{K}$).

Тоді, для теплого періоду року

$$\gamma_{вн} = 0,465 \frac{760}{301} = 1,17 \text{ кг/м}^3; \quad \gamma_3 = 0,465 \frac{760}{297} = 1,19 \text{ кг/м}^3;$$

для холодного періоду року

$$\gamma_{вн} = 0,465 \frac{760}{290} = 1,22 \text{ кг/м}^3; \quad \gamma_3 = 0,465 \frac{760}{262} = 1,35 \text{ кг/м}^3;$$

Визначаємо тепловий тиск, під дією якого повітря виходитиме за межі приміщення.

Теплий період року

$$\Delta H_2 = 1,5 \cdot (1,19 - 1,17) = 0,03 \text{ кг/м}^2.$$

Холодний період року

$$\Delta H_2 = 1,5 \cdot (1,35 - 1,22) = 0,2 \text{ кг/м}^2.$$

Швидкість видалення повітря із приміщення для теплого періоду року

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,03}{1,17}} \cdot 0,55 = 0,39 \text{ м/с}.$$

Для холодного періоду року

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 0,2}{1,22}} \cdot 0,55 = 0,99 \text{ м/с}.$$

Визначаємо дійсний повітряний обмін (L_ϕ , м³/Год).

Для теплого періоду року

$$L_\phi = 3600 \cdot 0,8 \cdot 0,39 \cdot 0,55 = 617 \text{ м}^3/\text{Год}.$$

Для холодного періоду року

$$L_\phi = 3600 \cdot 0,8 \cdot 0,99 \cdot 0,55 = 1568,2 \text{ м}^3/\text{Год}.$$

Порівняння фактичного і необхідного повітряного обміну для даного приміщення лабораторії показує, що вентиляція ефективна, так як $L_\phi > L_n$.

6.2.2. Вибір і обґрунтування засобів індивідуального захисту.

Для працівників лабораторії з екологічної оцінки впливу ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів в аеротенках за галузевими нормативами видається спеціальний одяг, взуття та інші засоби захисту такі як бавовняний халат, взуття шкіряне, окуляри захисні, спеціальний фартух, гумові рукавички, респіратор ШБ «Пелюстка».

При виконанні робіт, де можлива дія на працівників агресивних хімічних середовищ (кислот, лугів та ін.), їх забезпечують спеціальним одягом, який виготовлений з матеріалів, що забезпечують захист від впливу таких речовин. При виконанні робіт в лабораторії працівники зобов'язані

дотримуватися вимог особистої гігієни, вимог санітарних норм і виконувати роботи тільки у засобах захисту а місце виконання робіт утримувати в чистоті і порядку.

6.3. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт з екологічної оцінки впливу ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів.

Працівники, які виконують роботи із застосуванням пожежонебезпечних матеріалів і шкідливих речовин, зобов'язані:

- знати гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- знати клас небезпеки матеріалів, що застосовуються і заходи дотримання обережності залежно від цього;
- вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від дії шкідливих та небезпечних речовин;
- дотримуватися правил особистої гігієни;
- дотримуватися правил пожежної безпеки і виробничої санітарії.

Робітники, що виконують роботи із застосуванням пожежонебезпечних матеріалів і шкідливих речовин, повинні користуватися спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального і колективного захисту відповідно до тих робіт, які вони виконують.

При одержанні засобів індивідуального захисту робітники повинні бути проінструктовані про порядок користування і догляду за ними.

Перевірити на робочому місці справність установок штучної вентиляції чи наявність та працездатність природної вентиляції, джерел штучного освітлення, первинних засобів пожежогасіння.

На вході у приміщення, де виконують роботи із використанням шкідливих та пожежонебезпечних речовин, встановити попереджувачі знаки.

6.4. Висновки по розділу.

Розроблені заходи дозволять попередити виникнення можливих нещасних випадків, та зменшити дію небезпечних та шкідливих факторів на

працівників під час проведення робіт екологічної оцінки впливу ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів в аеротенках.

ВИСНОВКИ

1. Розглянута технологія модернізація аеротенку з створенням зон дефосфорації, нітрифікації та денітрифікації дозволила на 30 % збільшити ефективність очистки стічних вод на біологічному етапі;
2. Визначена ефективність роботи одно коридорного аеротенку з попереднім внесенням ЕМ колобків в первинні відстійники та подальшим внесенням робочого розчину ЕМ Біоактив в зону дефосфотації .
3. На базі моноблоку станції очистки стічних вод вдосконалено роботу одно коридорного аеротенку з використанням одномулової та двомулової схемами рециркуляції НАМ.
4. Удосконалено технологію інтенсифікації освітлення стічних вод у первинних відстійниках за допомогою ЕМ колобків;
5. Обґрунтовано використання ЕМ Біоактив для знешкодження НАМ та її подальшого використання в якості БВМ;

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Результати обстеження водної акваторії вище та нижче скиду зворотних вод КП «Теплоенергетик» показують, що застосування ЄМ препаратів дозволило виростити стійкі мікробні біоценози, в основному представлені факультативними анаеробами, котрі разом з невеликою модернізацією моноблочних очисних споруд здатні забезпечувати високу ефективність їх роботи та підтримувати на постійному рівні якісну очистку.

2. Для збільшення ефективності очистки стічних вод необхідно використовувати мікробіологічний препарат ЕМ Біоактив у поєднанні з ЕМ колобками, виготовлених на основі каолінових глин Часов-Ярського родовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аксьонов В. І. Локальні замкнуті системи водокористування промислових підприємств. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2005. № 3. С. 14-16.
2. Алексєєв Є.В. Особливості стічних вод, що містять поверхнево-активні речовини. БЖД. 2006. №11. С. 18-21.
3. Антипанова Н.А. Вплив підприємств чорної металургії на якість питної води. ЕКіП. 2005. №11. С.40-43.
4. Архіпова Н.А. Гідроекологія: кількісна оцінка надходження у водні об'єкти забруднюючих речовин від розосереджених джерел. Інженерна екологія. 2002. №1. С.27-41.
5. Баглай С.В. Біохімічне очищення промислових стічних вод. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2002. №3. С.9-11.
6. Бордунов В.В. Очищення води від нафти та нафтопродуктів. ЕКіП. 2005. №8. С.8-10.
7. Буренін В.В. Очищення виробничих стічних вод від зважених частинок та інших шкідливих домішок. БЗ. 2007. №3. С. 14-22.
8. Васильченко О.В. Гідроекологія: особливості оцінки якості вод. Інженерна екологія. 2003. №3. С.2-25.
9. Вишняков Я.Д. Водоохоронні заходи: еколого-економічне обґрунтування. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001. №5. С.40-42.
10. Водокористування та очищення промстоков. Додаток до журн. «Безпека життєдіяльності». 2003. №9. С. 9-11.
11. Гляденов С.І. Очищення стічних вод: традиції та новації. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001. №2. С.15-17.
12. Гляденов С.М. Непусті роздуми про чисту воду. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2002. №7. С.42-44.
13. Денисов В.В. Впровадження екологічно безпечних технологій у питному водопостачанні. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001. №5. С.29-31.

14. Дірін М. С. Опріснення солоної води для відновлення геоecологічних характеристик водойм та ґрунтів ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2005. № 11. С. 38-39.
15. Долгоносков Б.М. Біоекологія: Бактеріологічні показники якості води Москворецького вододжерела. Інженерна екологія. 2006. №4. С.17-31.
16. Долгоносков Б.М. Проблеми забезпечення якості води у природно-технологічному комплекс водопостачання. Інженерна екологія. 2003. №5. С.2-14.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований: учебник. М.: ИД Альянс. 2011. 352 с.
18. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция / В.Ф. Дроздов.— М.: Высшая школа, 1984. 244 с.
19. Журавльова Л.Л. Гідроекологія: дослідження процесів очищення стічних вод. Інженерна екологія. 2001. №4. С.25-33.
20. Журба М.Г. Біотехнологія попереднього очищення поверхневих вод. Екологія та промисловість Росії. 2007. №4. С. 27-32.
21. Івчатов А.Л. Ще раз про біологічне очищення стічних. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2003. N4. С.37-40.
22. Кашеваров А.А. Гідроекологія: прогнозування якості води інфільтраційних водозаборів (метод математичного моделювання). Інженерна екологія. 2001. №4. С.2-14.
23. Кочарян А.Г. Охорона водних ресурсів України від забруднень: сучасний стан та перспективи// Інженерна екологія. 2006. №4. С.3-17.
24. Кривицький С.В. Гідроекологія: покращення якості води у водоймі. ЕКіП. 2007. №7. С.18-22.
25. Курцевич Є.П. Використання ейхорнії для очищення промстоків. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001. №2. С.21-23.
26. Лаврушина Ю. А. Про якість питної води. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2004. № 3. С. 38-39.

27. Малкін В.П.Знешкодження промислових стічних вод термічним методом. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001. №6. С.9-12.
28. Мусіхіна Т.А. Регіональні нормативи вмісту хімічних елементів у поверхневих водах. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001.№5. С.26-28.
29. Ніколаєв О.М. Очищення стічних вод до вимог екологічних нормативів на скидання водойми. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2003. №7. С.17-19.
30. Новіков О.М. Гідроекологія: шляхи зниження техногенного впливу на водні ресурси регіонів. Інженерна екологія. 2005. №5. С. 29-46.
31. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. № 9. К.:Держнаглядохоронпраці України, 1998. 20 с.
32. Пашацький Н.В. Гідроекологія: проблеми малих водойм, що забруднюються відходами промислового виробництва. Інженерна екологія. 2001. №6. С. 39-45.
33. Пашкевич М. А. Удосконалення системи очищення стічних вод. Безпека життєдіяльності. 2004.№ 7. С. 5-15.
34. Питна вода з підземних джерел. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001.№12. С.17-19.
35. Пряжинська В.Г. Гідроекологія: системний підхід до управління водними ресурсами. Інженерна екологія. 2002.№1. С.2-19.
36. Рабінович Б.Є. Нові методи контролю якості питної води. ЕКіП. 2005. №6. С.14-15.
37. Розумоський Е.С. Очищення стічних вод підприємств харчової промисловості. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2002.№3. С.25-28.
38. Рещетников В. Безхлорне очищення питної води. Військові знання. 2006. №7. С.61-62.
39. Самсонов А.Л. Всесвіт води. Екологія та життя. 2006. №5. С.42-48.

40. Тангієв Б.Б. Екологічна безпека водних ресурсів. Громадянин та право. 2006. №7. С.76-81.
41. Тауіпбаєв С.Т. Гідроекологія: обґрунтування та методи оцінки стійкості геосистеми. Інженерна екологія. 2001.№3. С.25-33.
42. Терещенко О.Г. Автоматизований контроль якості поверхневих та стічних вод. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2001.№4. С.22-25.
43. Пристрій для очищення питної води. Екологічні системи та прилади. 2003.№9. С.56.
44. Фітосорбенти для очищення води. ЕКіП: Екологія та промисловість Росії. 2002.№2.С.17-19.
45. Ельпінер Л.І. Питна вода та здоров'я. Екологія та життя. 2000. №2. С.62-65.
46. Юдаков А.А. Очищення стічних вод від стійких емульсій нафтопродуктів. ЕКіП. 2007. №2. С. 22-25.
47. Arora, S., Rajpal, A., Kumar, T., Bhargava, R., Kazmi, A.A., 2014b. A comparative study for pathogen removal using different filter media during vermifiltration. Water Sci. Technol. 70(6), 996–1003.
48. Arora S. Pathogen removal during wastewater treatment by vermifiltration. Environmental Technology. 2014. Volume 35, Issue 19, pages 2493-2499.
49. Athanasopoulos, N., 1993. Use of earthworm biotechnology for the management of anaerobically stabilized effluents of dried vine fruit industry. Biotechnol. Lett. 15, 1281–1286.
50. Azuar, S.A. Comparison of Sand and Oil Palm Fibre Vermibeds in Filtration of Palm Oil Mill Effluent (POME). UMT 11th International Annual Symposium on Sustainability Science and Management, 09th -11th July 2012, Terengganu, Malaysia. 2012, pp 1414-1419.
51. Bajsa, O. Vermiculture as a tool for domestic wastewater management. Water Science and Technology 2003. 48 (11- 12), 125-132

52. Bouché, M.B. Concrete contributions of earthworms in the environmental study. Doc. Predozool. Int regrol. 1998. 3, pp 225–252.

53. Bouché, M.B. An industrial use of soil animals for environment: the treatment of organically polluted water by lumbrifiltration. In: Proceedings of the XIVth International Colloquium on Soil Zoology and Ecology, University of Rouen, Mont Saint Aignan, France, August 30–September 3, 2004, pp. 1–13.

54. Bhargava R. Decentralized wastewater treatment by vermifiltration using river bed material. International Conference on sustainable Duilt Environment, 14-16 december 2012, Kandy, Sri Lanka.

55. Brown, G.G., 1995. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? In: The Significance and Regulation of Soil Biodiversity. Springer, 170, 247–269.

56. Ghatnekar S.D., Kavian M.F. Utilisation of vermi-filter biotreatment plant to treat waste water from a sewage plant of a small town for irrigating agriculture. *Report on Case Studies of Ecosan Pilot Projects in India*, Version 1. September 14, 2006, pp 46-47.

57. Ghatnekar S.D., Kavian M.F., Ghatnekar G.S. Vermiculture-based effluent treatment plants in diverse industries. In: Ray SK (Ed) *Proceedings of Biotechnology Strategy for Development*, Biotek South Asia, 1994, New Delhi, pp 167-169.

58. Ghatnekar S.D., Kavian M.F., Ghatnekar M.S., Ghatnekar S.S. Bio-management of wastewater from vegetable dehydration plant. In: Trivedy RK, Kaul SN (Eds) *Advances in Wastewater Treatment Technologies* (Vol 2), Global Science Publications, U.P., India, pp 19-26.

59. Ghatnekar S.D., Ghalsasi D.S., Tamhane B.M. The novel three-tier bio- technology to convert solid waste of gelatine manufacturing unit into useful plant probiotics. *Indian Journal of Environmental Protection* 29 (9), 767-774.

60. Ghatnekar S.D., Ghatnekar S.S., Ghalsasi D.S. Three-tier vermiculture biotechnology to treat bio-solid wastes into bio-clean probiotics for agriculture. *Proceedings of 14' European Biosolids and Organic Resources*

Conference, Seminar and Exhibition, November 9-11, 2009, organized by Aqua Enviro Technology Transfer, The Royal Armouries, Leeds, UK, pp 1 -13.

61. Ghatnekar, S. D. Application of Vermi filter-based Effluent Treatment Plant (Pilot scale) for Biomanagement of Liquid Effluents from the Gelatine Industry. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*. 2010, Vol. 4 Special Issue 1, pp 83-88.

62. Hughes, R., Ho, G., Mathew, K., 2006. Conventional small and decentralised wastewater systems. Municipal wastewater management in developing countries: principles and engineering. 134–167.

63. Hughes, R.J. The toxicity of ammonia/ammonium to the vermifiltration wastewater treatment process. *Water Sci Technol*. 2008; 58(6):1215-20.

ДОДАТКИ

СТРУКТУРА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Стан проблеми

На зламі двох століть в комунальних підприємствах України все ще залишається досить велика кількість застарілого обладнання, котре дісталось у спадок від комуністичного минулого. Яскравим прикладом цього слугують моноблочні однокоридорні аеротенки станцій біологічної очистки господарсько-побутових стічних вод з пропускною спроможністю до 1200 м³/добу. Типові рішення цих моноблочних станцій не в змозі забезпечити необхідний ступінь очищення висококонцентровані стічних вод.

Екологічна оцінка впливу ЕМ препаратів на формування окремих видів мікроорганізмів в аеротенках

Мета

Полягає в обґрунтуванні та дослідженні впливу ЕМ препаратів на формування факультативних анаеробів активного мулу при очищенні господарсько-побутових стічних вод мислища Нове, що передбачає використання методів коагуляції, нітрифікації в однокоридорних аеротенках моноблочної станції

Актуальність

Надійність роботи цих станцій повинна забезпечуватися простою їх улаштування та експлуатації, тому що обслуговування їх в основному проводиться висококваліфікованим персоналом. Комбінована технологія очищення господарсько-побутових стічних вод невеликої пропускної здатності, котра передбачає використання методів коагуляції, нітрифікації в умовах однокоридорних аеротенків без модернізації не здатна в повній мірі забезпечити високу надійність роботи малих очисних споруд та достатню якість очищення стічних вод.

Задачі

Провести детальний аналіз роботи моноблочних споруд очистки господарсько-побутових стічних вод малих населених пунктів

Виконати експериментальні дослідження впливу ЕМ препаратів під час обробки стічних вод на ефективність процесу очищення

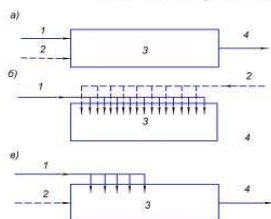
Розробити рекомендації з розрахунку і проектування пристроїв, котрі входять у заропоновану схему модернізації моноблочних станцій очистки господарсько-побутових вод

Обґрунтувати схему роботи аеротенку за двомуловою системою очистки стічних вод з попередньою аерацією мулової суміші

Результат

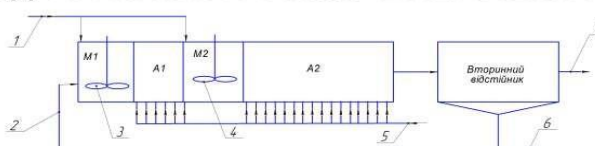
Запропонована та апробована в промислових умовах технологія очищення господарсько-побутових стічних вод за допомогою ЕМ препаратів, розроблені рекомендації до проектування та розрахунку пристроїв, що входять в пропонувану технологічну схему очищення господарсько-побутових стічних вод

ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ ПОДАЧІ АКТИВНОГО МУЛУ В АЕРОТЕНКИ



Види аеротенків:

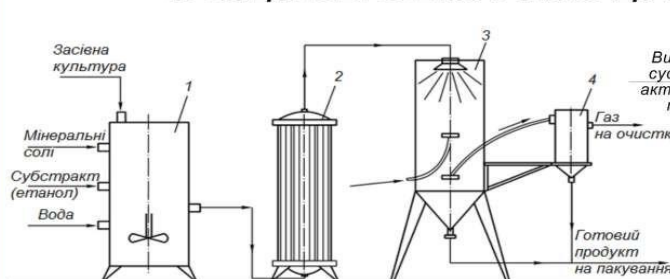
- а - аеротенки-виплискові;
б - аеротенки-змішувачі;
в - аеротенки з розосередженим впуском стічної води;
1 - подача стічної води; 2 - подача аеротного активного мулу;
3 - аеротенки; 4 - випуск мулової суміші



Принципова технологічна схема біологічних очисних споруд, яка забезпечить найбільш високу ступінь очистки стічних вод від азоту і фосфору:

- 1 - вихідні стічні води; 2 - циркулюючий активний мул; 3, 4 - мішалки;
5 - повітря; 6 - надлишковий активний мул; 7 - очищені стічні води;
M1, M2 - зони перемішування; A1, A2 - зони аерації

ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ НАДЛИШКОВОГО АКТИВНОГО МУЛУ



Принципова апаратурно-технологічна схема отримання мікробної біомаси в якості реагенту для буріння:

- 1 - аеротенк колоніального типу; 2 - комбінований апарат для виділення біомаси; 3 - розплювальна сушарка; 4 - циклон



Принципова технологічна схема дослідно-промислових випробувань згушення суспензії надлишкового активного мулу



Схема виробництва білково-вітамінних концентратів біологічним окисленням насичених вуглеводів:

- 1 - ферментатор; 2 - центробіжні сепаратори; 3 - апарат для дозрівання біомаси;
4 - апарат для водної промивки біомаси; 5 - сушарка; 6 - збірник культуральної рідини;
7 - збірник депарафінованого газойлю

Додаток Б

ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ СЕДИМЕНТАЦІЇ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН ПІСЛЯ ВНЕСЕННЯ ЕМ ПРЕПАРАТІВ

Показники стічних вод до та після їх очистки

Якість стічних вод на виході з первинних відстійників до і після внесення ЕМ колобоків

Показники якості, мг/м ³	До внесення	Після внесення
БПК _п	106,0	97,8
ХПК	116,5	68,5
Амонійний азот	11,2	9,0
Нітрити	0,28	0,32
Завислі речовини	740,0	211,0
Розчинений кисень	2,8	5,4

Показники, мг/л	Стічні води на вході очисної споруди	Стічні води на виході очисної споруди	Нормативний скид ЗР у водойму, мг/л
ХПК	686,6	38,1	-
БПК _{повн}	350,0	3,8	4,0
Нафтопродукти	0,3	0,1	0,3
Завислі речовини	732,0	15,2	18,0
Хлориди	350	250	300
Сульфати	186,6	165,1	350
Нітрати	24,4	8,5	10,0
Сухий залишок	708,5	610,4	835,0

Вміст завислих речовин і розчиненого кисню на різній глибині біля зливального лотка контактного резервуару по всій його ширині

Точка виміру по ширині, м	Глибина відстійника, м			
	1,0	2,0	1,0	2,0
	Вміст, мг/дм ³			
	завислі речовини	розчиненого кисню		
0	160,0	360,0	3,6	2,6
1	140,0	270,0	4,3	4,0
2	260,0	190,0	4,5	3,1
3	480,0	240,0	5,5	4,3
4	360,0	250,0	4,8	4,2
5	300,0	370,0	3,3	3,3
6	120,0	440,0	2,8	2,3

Кінетика осадження активного мулу на виході з аеротенку при внесенні ЕМ Біоактив

Час, хв	Експериментальний обсяг, мол	Розрахунковий обсяг, мол
1,5	212,00	208,63
1,8	191,00	187,77
2,0	174,00	176,69
3,0	113,00	118,39
4,0	95,00	98,49
5,0	70,00	67,79
15,0	49,00	46,72

Якість стічних вод на виході із вторинних відстійників до й після модернізації аеротенку

Показники якості, мг/м ³	До модернізації	Після модернізації
БПК _п	19,1	18,2
ХПК	27,8	36,8
Амонійний азот	5,4	1,2
Нітрити	1,65	0,35
Завислі речовини	91,0	15,4
Розчинений кисень	7,7	7,3

МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ВИБРАНОЇ СХЕМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ МОНОБЛОКУ СТАНЦІЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Матеріальний баланс аеротенка з послідовним включенням в роботу обох аеротенків

Назва потоків	%	м ³ /год	м ³ /добу
Прихід			
Стічні води з первинних відстійників:	56,9	50	1200
- в зону дефосфатації ДФ	8,4	17	408
- в денітрифікатор Д	45,5	63	1512
- в аеробну зону Н ₂	3,0	42	1000
Рецикл мулової суміші	14,4	200	4800
- в зону дефосфатації	2,1	30	710
- в денітрифікатор	11,5	16	384
- в аеробну зону Н ₂	0,8	10	250
Активний мул			
- в зону дефосфатації ДФ	25,1	35	840
- в аеробну зону Н ₁	3,6	50	1200
Всього	100,0	513	12312
Витрата			
Мулова суміш з аеробної зони Н ₂ у вторинний відстійник, в тому числі	85,6	12	4608
- активний мул	29,0	43	1032
- стічні води	56,6	78	1872
- рецикл мулової суміші	14,4	200	4800
Всього	100,0	513	12312

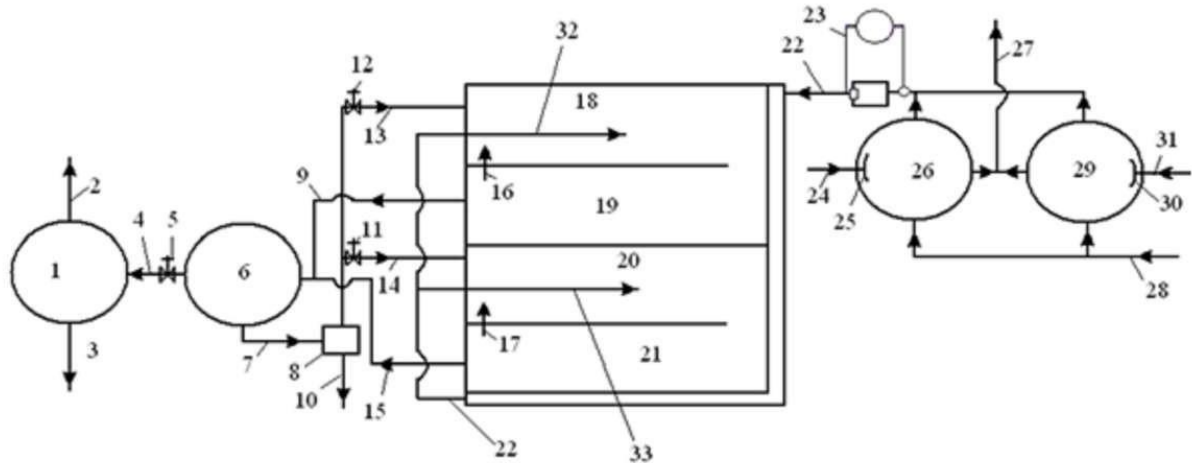
Матеріальний баланс модернізації одного аеротенка з ерліфтною циркуляцією активного мулу та НАМ

Назва потоків	%	м ³ /год	м ³ /добу
Прихід			
Стічні води з первинних відстійників в тому числі:	65,1	25	600
- в генератор	20,4	16	216
- в аеротенк	44,7	16	384
Рецикл мулової суміші в генератор	34,9	100	2400
Активний мул в регенератор	34,9	100	2400
Всього	100,0	257	6168
Витрата			
Мулова суміш в тому числі:	100,0	257	6168
- активний мул	38,4	100	2400
- стічні води	61,6	100	2400
- рецикл мулової суміші	34,9	57	1368
Всього	100,0	257	6168

Витратні матеріали для внесення зміни до технологічної схеми ерліфтною циркуляції активного мулу і мулової суміші при послідовному включенні аеротенків та вторинних відстійників

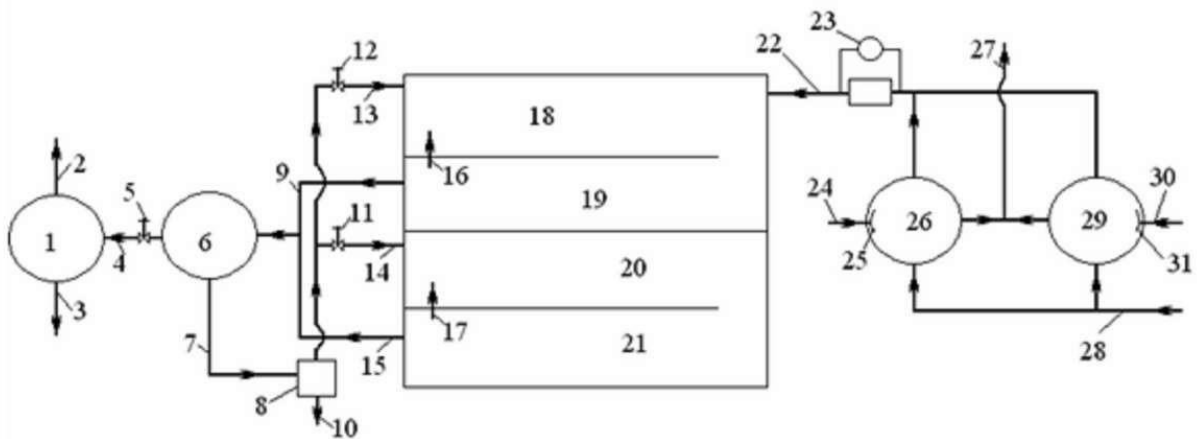
Найменування	Матеріал	Кількість	Розміри, мм	Маса, кг
Труба D _г =400	Сталь вуглещева звичайна	15 м	D=426×5	778,65
Труба D _г =300		42 м	D=325×9	2946
Труба D _г =250		10 м	D=273×7	459,2
Труба D _г =80		40 м	D=89×3,5	295
Цемент	Марка 500	4 мішки		200
Гравій		100 кг		100
Пісок		300 кг		300
Фарба	Олійна	5 банок		15
Засувка D _г =80		3 шт.		
Засувка D _г =300		2 шт.		
Шандора		1 шт.	80×80	
Куточок №№6, 3	Ст 3	10 м	63×63	57,2
Швелер №18а	Ст 3	20 м	180×74	348

ПРИНЦИПОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПРЕДАЕРАТОРІВ ТА ЕМ БІОАКТИВ



Принципова технологічна схема з паралельним включенням первинних відстійників і аеротенків та послідовним включенням вторинних відстійників і з ерлітною циркуляцією активного мулу і НАМ блоку I та II:

- 1, 6 - вторинні відстійники; 2 - очищені стічні води на став-аккумулятор; 3, 10 - надлишковий активний мул в аеробний стабілізатор;
5, 11, 12 - засувки; 7 - суміш циркулюючого та надлишкового активного мулу; 8 - ерліфт для циркулюючого мулу;
9, 15 - НАМ; 13, 14 - циркулюючий активний мул; 16, 17 - циркулююча мулова суміш; 18, 20 - регенератори; 19, 21 - аеротенки;
22 - освітлені стічні води; 23 - автоматична система регулювання подачі стічних вод в аеротенки;
24, 31 - повітря на предаерацію стічних вод; 25, 30 - аератори; 27 - сирий осад;
28 - стічні вод з горизонтальних пісковловлювачів з круговим рухом води



Принципова технологічна схема з паралельним включенням первинних відстійників і аеротенків та послідовним включенням вторинних відстійників і з ерлітною циркуляцією активного мулу і мулової суміші:

- 1, 6 - вторинні відстійники I та II блоків; 2 - очищені стічні води на контактний резервуар;
3, 10 - надлишковий активний мул на аеробний стабілізатор; 5, 11, 12 - засувки;
7 - суміш циркулюючого та надлишкового активного мулу; 8 - ерліфт для циркулюючого мулу;
9, 15 - мулова суміш; 13, 14 - циркулюючий активний мул; 16, 17 - циркулююча мулова суміш;
18, 20 - регенератори; 19, 21 - аеротенки; 22 - відстояні стічні води;
23 - автоматична система регулювання подачі стічних вод в аеротенки;
24, 31 - подача робочого розчину ЕМ Біоактив; 25, 30 - перемішувачі; 27 - сирий осад; 28 - стічні вод з пісковловлювачів