

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
за освітнім ступенем магістра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка технології переробки промислових стічних вод зі застосуванням біохімічних методів очищення»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітнім ступенем магістра,
групи ЗМХТ-17-222
галузі знань (спеціальності)
16 «Хімічна біоінженерія»,
(161 «Хімічні технології та інженерія»)
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)
Киргизова К. В.
(прізвище та ініціали)
Керівник Чиркіна М. А.
(прізвище та ініціали)
Рецензент Тонкоголосий О. А.
(прізвище та ініціали)

Харків – 2019 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Освітній ступінь _____ магістр _____

Напрямок підготовки _____ 16 «Хімічна та біоінженерія» _____
(шифр і назва)

Спеціальність _____ 161 «Хімічні технології та інженерія» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри СХХТ

_____ О. В. Тарахно _____

“ 15 ” 03 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

_____ Киргизової Каріни Володимирівни _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Розробка технології переробки промислових стічних вод зі застосуванням біохімічних методів очищення _____

керівник роботи _____ Чиркіна Марина Анатоліївна, к. т. н., доцент _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “6” 03 2019 року № 37

2. Строк подання роботи _____ 17.05.2019 _____

3. Вихідні дані до роботи _____ промислові стічні води Павлоградського хімічного підприємства, біомаса для кислотогенного зброджуння _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____ огляд сучасних методів очищення, порівняльний аналіз біохімічних методів і вихідні дані для розробки технологічної системи, технологічна частина, охорона праці та економічний розрахунок _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____ мультимедійні слайди в кількості 11 шт. _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Дейнека В. В., к. т. н., доцент	15.03.2019	17.05.2019
Економіка	Яценко О. А., к. е. н., доцент	18.03.2019	17.05.2019

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану досліджень до дипломної роботи	11.03.2019	Викон.
2.	Огляд сучасних методів очищення стічних вод	15.03.2019	Викон.
3.	Порівняльний аналіз біохімічних методів	28.03.2019	Викон.
4.	Вибір напрямку досліджень	3.04.2019	Викон.
5.	Розробка технологічної схеми очищення стічних вод	7.04.2019	Викон.
6.	Обґрунтування рішень за прийнятною технологією виробництва, описання технологічної та апаратно-структурної схем очищення	16.04.2019	Викон.
7.	Метаногенне зброджування	19.04.2019	Викон.
8.	Охорона праці	25.04.2019	Викон.
9.	Економічна частина	6.05.2019	Викон.
10.	Подання роботи до захисту	17.05.2019	Викон.
11.	Захист дипломної роботи	20.05.2019	Викон.

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Киргизова К. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Чиркіна М. А.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	10
1.1. Стічні води: їх класифікація та оцінка ступеня забруднення	10
1.1.1. Характер забруднення стічних вод	12
1.1.2. Методи очищення стічних вод	14
1.2. Засоби очищення промислових стоків	15
1.2.1. Механічний метод	18
1.2.2. Фізико-хімічні та хімічні методи очищення	19
1.2.3. Біологічний метод	21
1.3. Огляд методів біохімічного очищення стічних вод	23
1.3.1. Огляд засобів аеробного очищення	26
1.3.2. Методи анаеробного очищення	29
1.4. Порівняння анаеробного очищення стічних вод з аеробними технологіями очищення	32
1.5. Висновки за літературним оглядом	35
2. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	37
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА (ТЕХНОЛОГІЧНА) ЧАСТИНА	41
3.1. Вибір напрямку досліджень	41
3.2. Розробка технологічної схеми очищення стічних вод	42
3.2.1. Обґрунтування рішень за прийнятою технологією виробництва	42
3.2.2. Описання технологічної та апаратно-структурної схем очищення	43
3.3. Характеристика процесів, що відбуваються на стадіях анаеробної переробки стічних вод	49
3.3.1. Попередня підготовка та зберігання сировини	49
3.3.2. Змішання сировинних потоків	51
3.3.3. Кислотогенне зброджування	51

					НУЦЗУ.2.17-71 СХ та ХТ РПЗ - 06					
Зм	Лист	Докум.	Підпис	Дата	Розробка технології переробки промислових стічних вод зі застосуванням біохімічних методів очищення			Літ.	Лист	Листів
Розробив	Киргизова К. В.									4
Перевірив	Чиркіна М. А.				ЗМХТ – 17 - 222					
Н. Контр.	Скородумова									
Затвердив	Тарахно О. В.									

3.3.4.Метаногенне зброджування	52
3.3.5.Сепарація відферментированої сировини	54
3.3.6.Сушка відферментированного твердого осаду	55
3.3.7.Термічна конверсія твердого осаду	55
3.3.8.Структурування відферментированного твердого осаду	56
3.4.Додаткові заходи щодо функціонування розробленої технології	56
3.4.1.Заходи щодо механізації та автоматизації технологічних процес	56
3.4.2.Вибір і обґрунтування необхідного обладнання	59
3.4.3.Пуско-налагоджувальні заходи для розробленої технології	62
3.5.Рішення, щодо енергозбереження та застосування енергозберігаючих технологій	67
3.6.Висновки за експериментальною частиною	69
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	71
4.1. Заходи щодо забезпечення безпеки процесів та виробів	71
4.2. Токсикологічна, пожежовибухонебезпечна характеристика	72
4.3. Характеристика споруд, обґрунтування категорій вибухопожежної безпеки	73
4.4. Заходи щодо захисту персоналу від травмування, безпечної евакуації працюючих при можливих аваріях і пожежах	75
4.5. Рішення щодо освітлення та зниження виробничих шумів і вібрацій	77
4.5.1. Освітлення робочих місць	77
4.5.2.Шум та вібрація	78
4.6.Дані про способи попередження пожеж, вибухів, зберігання і транспортування матеріалів, напівфабрикатів з небезпечними і шкідливими властивостями, ведення робіт з навантаження та розвантаження	79
4.7.Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх і внутрішніх факторів	81
4.8.Наявність санітарно-побутових приміщень і медобслуговування	82

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

4.9.Інженерно-технічні заходи цивільної оборони та цивільного захисту	82
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	84
5.1 Матеріальний баланс технологічного процесу	84
5.2 Тепловий баланс процесу анаеробного сброжування	86
ВИСНОВКИ	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	90

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

РЕФЕРАТ

Звіт про ДР: 94 с., 7 рис., 17 табл., 41 джерел, 11 додатки.

Ключові слова: промислові стічні води, технологія переробки, біохімічний метод очищення, мул, анаеробний метод очищення, біодобрива, біогаз, твердий осад.

Об'єкт дослідження: промислові стічні води підприємств хімічної промисловості «Павлоградського хімічного заводу».

Мета роботи: розробка технології переробки стічних промислових вод зі застосуванням біохімічних методів очищення.

Стислий зміст роботи та висновки розроблено технологічну схему очищення стічних вод на основі анаеробних методів очищення. Показано, що підвищення ступенів очистки промислових стоків можна досягти шляхом глибокої переробки ілового осаду промислових стоків методом анаеробного бродіння у біореакторах та наступної термічної конверсії твердого осаду. Впровадження анаеробної очистки стоків з додаванням органічних відходів (очерету, трав'яної рослинності) дозволить збільшити ступінь утилізації азото- і фосфоровмісних компонентів в біореакторах за рахунок їх акумуляції мікроорганізмами і подальше використання переробленого мулу в якості біодобрив, а також дозволить ліквідувати ілові поля зі зменшенням вмісту забруднюючих речовин в освітлюючі стоках і викиду парникового газу в атмосферу. Застосування запропонованої технології дозволить підвищити ступінь очищення води на 20 %, впровадити виробництво додаткових джерел енергії у вигляді біогазу і твердого осаду, а також виробництво рідких біодобрив для зрошення полів.

Область застосування: підприємства хімічної промисловості, комунальні підприємства, міські очисні споруди.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

RESEARCH PAPER

Report on thesis: 94 p., 7 draw., 17 tables, 41 sources, 11 applications.

Key words: industrial waste water, processing technology, biochemical method of purification, sludge anaerobic method of purification, biofertilizers, biogas, solid sediment.

Object of research: industrial waste water from chemical industry enterprises of «Pavlograd Chemical Plant».

Purpose: development of technology for the recycling of industrial waste water using biochemical purification methods. Summary of work and conclusions: a technological scheme of wastewater treatment is developed on the basis of anaerobic methods of purification. It has been shown that increasing levels of industrial wastewater treatment can be achieved by deep processing of industrial waste silt by anaerobic fermentation method in bioreactors and subsequent thermal conversion of a solid precipitate. The introduction of anaerobic treatment of wastewater with the addition of organic waste (cane, herbaceous vegetation) will increase the degree of utilization of nitrogen and phosphorus containing components in bioreactors due to their accumulation by microorganisms and further use of recycled sludge as biofuels, as well as eliminating the field of piles with a decrease in the content of pollutants in the illumination of effluents and the emission of greenhouse gases into the atmosphere. The application of the proposed technology will increase the rate of water treatment by 20%, introduce additional biogas and solid precipitates as well as the production of liquid biofuels for irrigation fields.

Scope: chemical industry enterprises, utilities, urban wastewater treatment plants.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

Сучасний розвиток наукових досліджень в області технології очищення стічних вод проходить, в основному, в двох напрямках: розробка принципово нових методів глибокого очищення з використанням фізико-хімічних прийомів та поєднання їх з біологічним очищенням і методами доочищення стічних вод, крім того, постійно йде пошук нових методів та підвищення ефективності вже існуючих способів видалення забруднень.

Безпосереднє скидання стічних вод у природні водойми, навіть із дотриманням санітарно-гігієнічних вимог є небажаним. Це зумовлено як поступовим погіршенням якості води природних водойм, так і тим, що із зміною фонового стану водного джерела, необхідно буде так чи інакше проводити очистку стічних вод.

Промислові стічні води є найбільш потужними антропогенними джерелами забруднення природних вод. Вони характеризуються як великими об'ємами утворення, так і непостійністю хімічного складу. Крім того, промислові стічні води можуть утворюватись несистематично, що ускладнює проблему їх утилізації.

Проблема очищення стічних вод складна у вирішенні через різноманітність забруднюючих домішок. Методів вирішення проблем очистки промислових стічних вод є багато, але пріоритетним має бути створення безвідходних технологій. Цей напрямок є, здебільшого, напрямком майбутнього, адже впровадження таких технологій вимагає значних капіталовкладень.

Зважаючи на те, що хімічна промисловість є тією галуззю, чиї відходи виробництва являють собою значну небезпеку для навколишнього середовища і потребує постійних пошуків їх утилізації, тому дана дипломна робота направлена на розробку технології переробки промислових стічних вод зі застосуванням біохімічних методів очищення і є вельми актуальною.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Стічні води: їх класифікація та оцінка ступеня забруднення

Стічні води — води, що утворилися в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної і дренажної води), а також відведені з забудованої території, на якій вони утворилися внаслідок випадання атмосферних опадів [1].

Класифікація стічних вод [карманов]включає три основні категорії в залежності від їх складу, походження і якісних показників домішок і забруднень:

- побутові, або господарсько-фекальні, до яких відносяться стічні води, які видаляються з різних побутових приміщень, таких як туалети, душові і ванні кімнати, кухні, пральні, лазні, лікарні, їдальні і т.д.

- промислові або виробничі, використані при виконанні різноманітних технологічних процесів, таких промивання сировини і продукції, охолодження обладнання тощо, а також відкачуванні на поверхню в процесі добування корисних копалин.

- атмосферні стічні води, до яких відносяться талі і дощові води, а також води від поливу зелених насаджень і вулиць.

Рівень забруднення стічних вод розраховується залежно від концентрації в них різних домішок, що виражається в масі на одиницю об'єму (г/м³ або мг/л).

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

Для визначення ступеню забруднення стічних вод потрібно проведення значної кількості лабораторних аналізів — хімічних, фізико-хімічних, санітарно-бактеріологічних.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

На всіх етапах очищення стічних вод ведеться суворий контроль за якісним складом води. При цьому проводиться детальний аналіз складу стічної води із з'ясуванням не тільки концентрацій тих або інших сполук, але й більше повне визначення якісного й кількісного складу забруднювачів. Необхідність такого аналізу визначається специфікою системи переробки, тому що в стічних водах можуть бути присутні токсичні речовини, здатні привести до загибелі мікроорганізмів і вивести систему з ладу.

Визначення таких показників, як органолептичні (колір, вид, запах, прозорість, мутність), оптична густина, рН, температура не викликає труднощів. Складніше визначити вміст органічних речовин у стічній воді, які необхідно знати для контролю роботи очисних споруджень, повторного використання стічних вод у технологічних процесах, вибору методу очищення й доочищення, закінчення процесу очищення, а також оцінки можливості скидання води у водойми.

При визначенні вмісту органічних речовин широко використовуються два способи: хімічне споживання кисню й біохімічне споживання кисню. У першому випадку методика заснована на окисленні наявних речовин у стічних водах, 0,25% розчином дихромату калію при кип'ятінні проби протягом 2 годин в 50% (за об'ємом) розчині сірчаної кислоти. Для повноти окислення органічних речовин використовується каталізатор – сульфат срібла. Дихроматний спосіб досить простий і легко автоматизується, що спричиняє його широке поширення.

Визначення лише одного з показників якості стічної води (хімічного або біохімічного споживання кисню) не завжди дозволяє оцінити як її доступність для біологічного очищення, так і ступінь кінцевого очищення. Так, наприклад, є цілі групи сполук, визначення хімічного споживання кисню для яких неможливо, хоча ці сполуки цілком доступні для біохімічного визначення кисню й навпаки. Як правило, дослідження відбувається в лабораторіях хіміко-аналітичного контролю, мета яких – контроль якості складу стічних вод

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

підприємств міст відповідно до «Правил приймання стічних вод абонентів у систему каналізації». Проби стічної води відбирають водії-пробовідбірники. У середньому за місяць лабораторія може аналізувати 1100 проб. Все це говорить про те, що для оцінки чистоти стічних вод необхідно використовувати одночасно декілька методів.

1.1.1. Характер забруднення стічних вод

Щодо, основних типів речовин, що забруднюють стічні води [7], то вони мають природне і фізичне походження. Виробничі стічні води, на відміну від атмосферних та побутових, не мають постійного складу, тому, можуть бути розділені по типу забруднювача на:

- забруднення переважно мінеральними домішками;
- забруднення переважно органічними домішками;
- забруднення, як мінеральними так і органічними домішками;
- бактеріальне та біологічне забруднення.

До мінеральних забруднюючих речовин належать пісок, глина, шлак, розчини мінеральних солей, кислот та лугів.

До складу стічних вод входять, як неорганічні (частки ґрунту, руди і порожній породи, шлаку, неорганічні солі, кислоти, луги) так і органічні (нафтопродукти, органічні кислоти), зокрема. біологічні об'єкти (грибки, бактерії, дріжджі, зокрема. хвороботворні). Органічні забруднюючі речовини бувають рослинного та тваринного походження. Рослинного походження — містять залишки рослин, плодів, злаків, овочів, паперу. З хімічної точки зору у цих забруднюючих речовинах в основному міститься вуглець у вигляді клітковини. Тваринного походження — містять фізіологічні відходи людей та тварин, жирові сполуки, органічні кислоти тощо. Основним хімічним елементом цих забруднюючих речовин є азот у вигляді білкових сполук. Стічні води, крім вуглецю та азоту, містять фосфор, калій, сірку, натрій та інші хімічні

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

елементи та сполуки. Бактеріальне та біологічне забруднення стічних вод представлено бактеріями (в тому числі патогенними, тобто хвороботворними), дріжджовими та пліснявими грибами, дрібними водоростями, тощо.

За фізичним станом забруднюючі речовини стічних вод поділяються на:

- нерозчинні домішки — великі завислі частинки (діаметром понад 0,1 мм) і у вигляді суспензії, емульсії і піни (частинки діаметром від 0,1 мм до 0,1 мкм);
- колоїдні частинки — діаметром від 0,1 до 0,001 мкм;
- розчинні частинки — молекулярно-дисперсні частинки діаметром менше 0,001 мкм.

Залежно від розмірів частинок, їх густини та швидкості руху стічних вод нерозчинені речовини можуть спливати на поверхню, знаходитись у завислому стані у воді та осідати на дно.

За концентрацією забруднюючих речовин бувають:

- із вмістом домішок 1—500 мг/л;
- із вмістом домішок 500—5000 мг/л;
- із вмістом домішок 5000—30000 мг/л;
- із вмістом домішок більш 30000 мг/л.

Забруднювачі за кислотністю поділяються на:

- неагресивні (рН 6,5—8);
- слабоагресивні (слаболужні — рН 8—9 та слабокислі — рН 6—6,5);
- сильноагресивні (сильнолужні — рН > 9 та сильнокислі — рН < 6);

За токсичною дією та впливом забруднювачів на водні об'єкти:

- містять речовини, що впливають на загальний санітарний стан водоймища (наприклад, на швидкість процесів самоочищення);
- містять речовини, які змінюють органолептичні властивості (смак, запах та інше);
- містять речовини токсичні, як для людей так і для тварин і рослин в цілому.

На відміну від побутових, виробничі стічні води відрізняються різноманітністю за своїм складом, що залежить від технології виробництва [10].

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

В деяких виробничих стічних водах містяться кислоти, луги, барвники, отруйні речовини та інше, тому у складі стічних вод виділяють дві основних групи забруднювачів — консервативні, тобто такі, які важко входять у хімічні реакції та практично не піддаються біологічному розкладанню (солі важких металів, феноли, пестициди) та не консервативні, які в свою чергу піддаються процесам самоочищення водоймищ. Скидання погано очищених стічних вод у водні об'єкти може впливати на хімічний склад природних вод та погіршувати їх якість.

1.1.2. Методи очищення стічних вод

Очищення стічних вод промислових виробництв здійснюють механічними, фізико-хімічними, біологічними, термічними методами [18].

Механічні методи використовують в основному як попередні. До них відносяться такі методи: відстоювання, фільтрування, центрифугування.

До фізико-хімічних методів очищення відносяться коагуляція, флокуляція, сорбція, флотаж, екстракція, евапорація, іонний обмін, а також електрокоагуляція, електрофлотаж.

Біологічний спосіб застосовується для очищення стічних вод від органічних речовин, іонів важких металів, наприклад, від іонів хрому за допомогою бактерій, названих дехроматіканс, і деяких неорганічних речовин (H₂, N₂, NH₃). Процес заснований на мінералізації органічних речовин до простих мінеральних сполук, які знаходяться у воді як в розчиненому стані, так і в тонко диспергованому нерозчиненому і колоїдному стані, за допомогою спеціальних мікроорганізмів. Відомі анаеробні (без участі кисню) та аеробні (з участю кисню) методи біохімічного очищення. Біологічне очищення є важливою і невід'ємною частиною будь-якої станції очистки стічних вод, через яку проходять стоки різних галузей народного господарства, що містять розчинні органічні домішки або суміш з двох типів джерел стічних вод.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Термічні методи використовують для очищення дуже мінералізованих стічних вод, що містять солі кальцію, магнію, органічні домішки. Очищену воду одержують, в основному, випаровуванням в спеціальних установках. В деяких випадках використовують вогненний метод, при якому стічні води розпилюють безпосередньо в гарячі гази. При цьому вода повністю випаровується, а органічні домішки згорають, мінеральні речовини перетворюються на тверді або розплавлені частинки, які потім уловлюються.

До нових методів очищення промислових стічних вод відносяться їх обробка в магнітних і електричних полях; диспергування домішок, що містяться в стічних водах; мембранні (ультрафільтрація, зворотний осмос, мікрофільтрація, випаровування через мембрани, діаліз, електродіаліз) та інші [21].

1.2. Засоби очищення промислових стоків

Промислові стічні води, залежно від виду промисловості, бувають різного складу. Тому, щоб правильно вибрати метод їх очищення, попередньо необхідно визначити скільки в стічній рідині міститься кислот, лугів та інших домішків. Способи очищення забруднених промислових вод можна схематично об'єднати в такі групи: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та комплексні (рис. 1.1). Використання того або іншого методу у кожному конкретному випадку визначається характером забруднення і ступенем шкідливості домішок.

Зміст механічних та механохімічних методів полягає в тому, що із стічних вод відділяються механічні домішки. Багато вловлених домішок, як цінні речовини, використовуються у виробництві повторно.

У випадку застосування фізико-хімічних методів очищення стічних вод видаляються тонкодисперсні та розчинені неорганічні домішки, руйнуються органічні речовини і ті, речовини, які погано окиснюються.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Серед методів очищення стічних вод значну увагу приділяють біологічним методам. Стічні води перед біологічним очищенням проходять механічне, а після нього, для видалення хвороботворних бактерій, і хімічне очищення, хлорування рідким хлором або хлорним вапном.

Ступінь очищення стічних вод у випадку скидання їх у водоймища визначається нормативами якості води за ДСТУ, СанПіН та іншими документами [2].

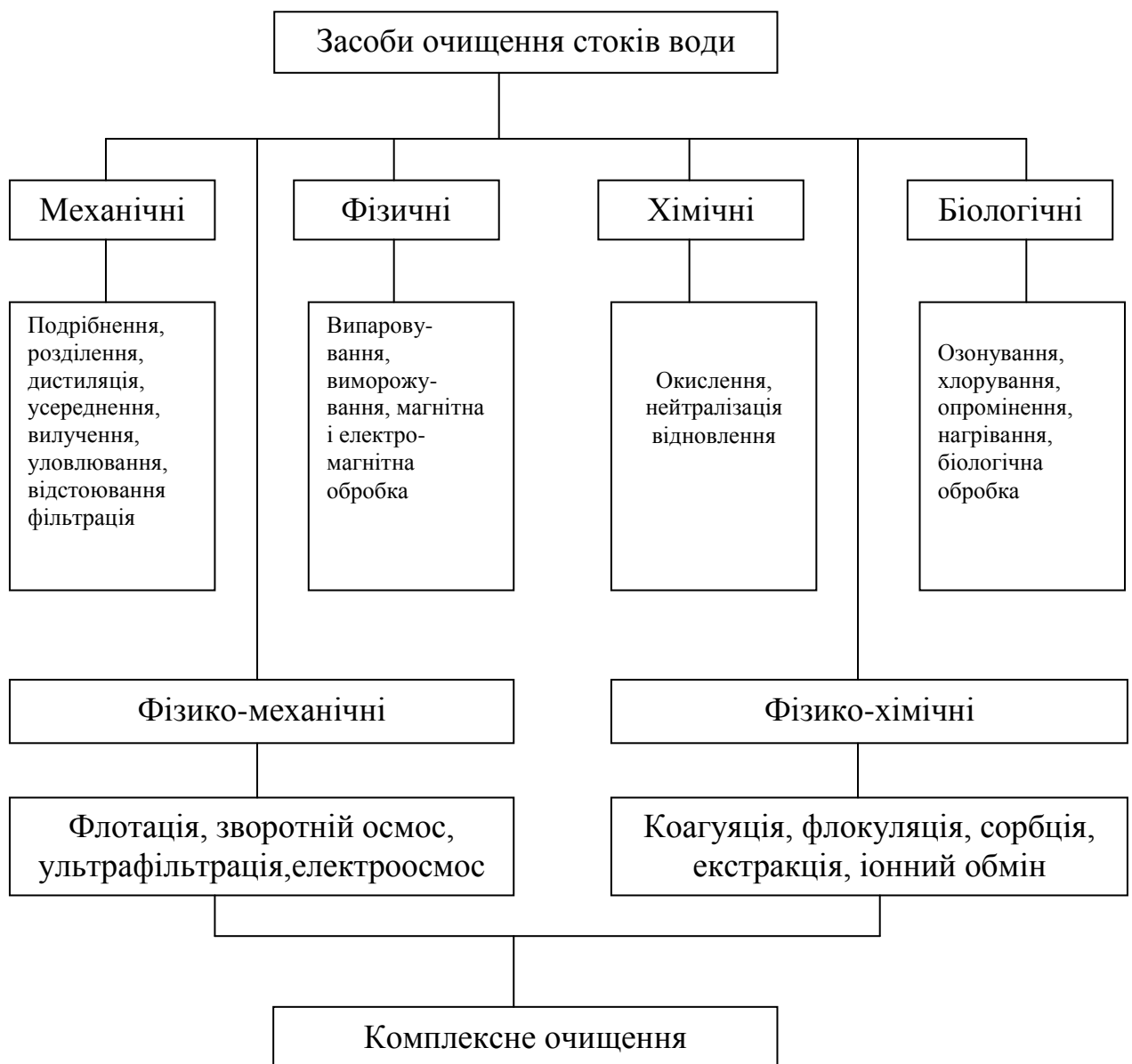


Рис.1.1 Класифікація засобів очищення стічних вод

До методів очищення промислових стічних вод відносять механічні й механічно-хімічні, хімічні й фізико-хімічні та біохімічні способи очистки (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Методи очищення промислових стічних вод

Механічні й механічно-хімічні	Хімічні й фізико-хімічні	Біохімічні
<ul style="list-style-type: none"> - відстоювання - спливання - фільтрування - флотація 	<ul style="list-style-type: none"> - хімічна обробка - екстракція - адсорбція - електроліз - іонообмін - термічна обробка - озонування 	<ul style="list-style-type: none"> - аеробна обробка - анаеробна обробка

Не допускається відводити в міську мережу промислові стічні води, які:

- мають корозійний вплив на матеріал труб і елементи каналізаційної мережі;
- містять горючі домішки (бензин, нафту);
- містять токсичні речовини;
- містять розчинні газоподібні речовини, які можуть викликати вибух на каналізаційних мережах та спорудах [3].

Промислові стічні води від шахт, хімічних, машинобудівних, металургійних, нафтопереробних та інших заводів містять підвищену кількість кислот та лугів. Нейтралізацію кислих або лужних стічних вод здійснюють наступними способами:

- змішуванням кислих та лужних стічних вод перед спуском їх в каналізаційні мережі;
- змішування стічних вод з реагентом в пропорціях, які необхідні для нейтралізації;

- фільтрування стічних вод через нейтралізуючі матеріали;
- використання активної реакції міських стічних вод або водоїм.

Отже, велика кількість різних забруднень у виробничих стічних водах обумовлює і численні способи, методи і технологічні схеми, які використовуються при їх очищенні. Нині широко застосовуються механічне, фізико-хімічне, біологічне та комплексне очищення промислових стічних вод.

1.2.1. Механічний метод

Механічне очищення передбачає відокремлення нерозчинних речовин у процесах відстоювання, фільтрування і центрифугування, його застосовують у випадках, коли стічні води після проходження через вищезазначене устаткування можуть бути використані для потреб виробництва, та як попередній вид очищення при використанні інших (додаткових) засобів очищення. Механічні способи очищення, також застосовуються для очищення стоків від твердих та масляних забруднень [11].

Механічне очищення здійснюється одним з таких методів:

- подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;
- відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших відстійників;
- розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідроциклонів;
- усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин та домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію;
- вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребків та інших пристроїв;

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

— фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше — шляхом пропускання їх через пісок;

— освітлення води шляхом пропускання її через пісок або спеціальні пристрої, наповнені композиціями або мінералами, здатними поглинати завислі частки.

Для механічного очищення стічних вод застосовують: решітки, осередники, пісковловлювачі.

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

Отже, механічний спосіб очищення стоків - найстаріший, але як і раніше актуальний. Як правило, він використовується для підготовки водних мас до подальшого глибшого очищення, але може виконувати роль і самостійного методу. Стандартна механічна очистка має мінімальну ціну. Також для даного способу видалення суспензій в останні роки стали використовуватися нанотехнології [15].

1.2.2. Фізико-хімічні та хімічні методи очищення

Існує безліч фізико-хімічних та хімічних методів очищення стічних вод. Фізична і хімічна очистка стічних вод відрізняється великою різноманітністю способів, кожен з яких активно застосовується при певних умовах.

Важливо те, що фізичні та хімічні методи очистки повинні включати три основні функції: нейтралізацію, окислення і відновлення. Вищевказані методи ефективно застосовуються, коли вода забруднена важковилучаємими забрудненнями або необхідна глибока очистка рідини [12].

Хімічні методи очищення використовується як самостійний метод або як попередній перед фізико-хімічним та біологічним очищенням. Його використовують для зниження корозійної активності стічних вод, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних ділянок, для окислення

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

сірководню та органічних речовин, для дезинфекції води та її знебарвлення (окислювачами є хлор, озон, кисень, хлорне вапно, гіпохлорид кальцію тощо).

Фізико-хімічні методи очистки включають в себе:

- коагуляцію (процес з'єднання дрібних частинок забруднювачів в більші за допомогою коагулянтів. Коагулянтами є вапняне молоко, солі алюмінію, заліза, магнію, цинку, сірчаноокислого кальцію, вуглекислого газу тощо.);

- флотацію (процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз (вода — повітря, вода — тверда речовина));

- флокуляцію (процес агрегації дрібних частинок забруднювачів у воді за рахунок утворення містків між ними та молекулами флокулянтів. Флокулянтами є активна кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні органічні полімери (поліакриламід, поліоксиетилен, поліакрилати, поліетиленаміни тощо).);

- абсорбцію (процес, при якому одна речовина в результаті хімічної реакції поглинає іншу речовину. В результаті реакції абсорбуючий матеріал збільшується в об'ємі і масі. Відбувається зміна його фізичних характеристик.);

- іонізацію (базується на вилученні зі стічних вод цінних домішок хрому, цинку, міді, ПАР за рахунок обміну іонами між домішками та іонами (іонообмінними смолами) на поверхні розподілу фаз "розчин — смола". Іоніти можуть бути природними та синтетичними. Практично застосовуються природні іоніти типу алюмосилікатів, гідроокислів та солей багатовалентних металів, іоніти з вугілля та целюлози та різноманітні синтетичні іонообмінні смоли);

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

- сорбцію (процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, селікагелем, активною глиною тощо). Адсорбційні властивості сорбентів залежать від структури пор,

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

їхньої величини, розподілу за розмірами, природи утворення. Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м³);

- діаліз (чищення стічних вод відділенням з високомолекулярних сполуки частинок низькомолекулярних шляхом пропуску рідини через спеціальні мембрани низькою «проникність». Метод поєднує дифузію (взаємне проникнення) і осмос. Процес такого очищення тривалий за часом.) [1].

Фізико-хімічні методи очищення найчастіше застосовуються в процесах промислового виробництва. Очисні споруди системи централізованих каналізаційних мереж мають в своїй структурі блоки, де використовуються фізико-хімічні способи видалення забруднень. Використання таких очисних видів нераціонально на приватному рівні або в системах автономної каналізації.

Фізико-хімічні методи не використовуються в якості самостійних методів. На очисній споруді не застосовується весь комплект методів: в залежності від завдань вибирається одна або кілька технологій, які здатні вирішити завдання очищення з урахуванням особливостей і складу стоків [16].

1.2.3. Біологічний метод

Біологічне очищення стічних вод — спосіб очищення стічних вод від забруднення залишками органічного походження. Процес очищення заснований на здатності мікроорганізмів використовувати ці речовини для живлення в процесі життєдіяльності. Очищення проводиться шляхом мінералізації органічних речовин (перетворенням їх у мінеральні сполуки — солі азотної кислоти та вугільної кислоти) завдяки життєдіяльності мікроорганізмів (в основному аеробних). У процесі очищення стічних вод беруть участь дві групи бактерій: гетеротрофи та автотрофи. Ці групи бактерій відрізняються за способом використання джерела вуглецевого живлення. Гетеротрофи використовують вуглець з готових органічних речовин, що переробляються ними для отримання

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

енергії, необхідної для біосинтезу клітин. Автотрофи для синтезу клітин застосовують неорганічний вуглець, а енергію утримують у результаті фотосинтезу або хемосинтезу (окислення деяких органічних сполук: аміаку, нітритів, солей двовалентного заліза, сірководню та ін.) [6].

Серед усіх сучасних методів знешкодження промислових і побутових стічних вод найбільш екологічно безпечними визнано біологічні. По-перше, біологічне очищення базується на природних процесах, тобто в ньому важливу роль відіграє здатність гетеротрофних мікроорганізмів використовувати для живлення поряд з органічними речовинами в стічних водах (це спирти, білки, вуглеводи та ін.), і деякі неорганічні (аміак, нітрати, фосфати, солі або ін.). Контактуючи з цими сполуками, мікроорганізми в процесі отримання енергії частково їх руйнують, перетворюючи на воду, діоксид карбону, аніони (сульфатні іони) та катіони деяких металів, а частково вони споживають названі речовини для власної репродуктивності, тобто нарощення біомаси. По-друге, мікроорганізмам притаманна властивість швидкого скупчення та утворення колоній, що дає можливість легко відділяти їх від очищеної води [8].

Під дією мікроорганізмів можуть протікати окислювальний (аеробний) або відновлювальний (анаеробний) процеси.

При біологічному очищенні стічних вод потрібний кисень (повітря), щоб підтримувати життєдіяльність бактерій та окислювати продукти розкладу органічних сполук. Процес очищення здійснюється в умовах, близьких до природних, — на полях зрошення і полях фільтрації; при високій інтенсивності діяльності мікроорганізмів — в аеротанках і біофільтрах. Внаслідок біологічного очищення стічні води не загнивають, стають прозорими, значно зменшується їхнє бактеріальне забруднення.

Процеси біологічного очищення стічних вод, або відновлення якості води антропогенно трансформованих природних водних об'єктів можна умовно розділити на два типи: екстенсивні і інтенсивні.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Екстенсивні – методи, безпосередньо не пов'язані з керованим культивуванням мікроорганізмів (поля зрошення, поля фільтрації, біоставки).

Екстенсивний процес — це природне самоочищення. Він включає в себе створення біоставів (біоплато, ботанічних майданчиків, ветлендів) і потребує додаткових земельних площ. Сам процес залишається мало керованим. До екстенсивних методів належить очищення стічних вод у біологічних ставках, полях зрошення і полях фільтрації, які забезпечують ефективність очищення води до 99,9%. Недоліки цих споруд – низька окислювальна здатність, сезонність роботи, потреба у великих територіях, некерованість процесу тощо.

Інтенсивні методи – це ті, в основі яких лежить діяльність активного мулу чи біоплівки, тобто природно виниклого біоценозу, що формується у кожному конкретному виробництві залежно від складу стічних вод і обраного режиму очищення (промислові апарати - аеротенки чи біофільтри).

Найбільше поширеними є три групи очисних споруд для біологічного очищення, які відрізняються за видом розміщення в них активної біомаси: до першої групи водоочисних споруд відносять біофільтри, до другої — аеротенки, циркуляційні канали, окситенки; до третьої — занурені біофільтри, аеротенки із наповнювачами [13].

Ефективність процесів біологічного очищення залежить від температури, рН середовища, наявності біогенних елементів, рівня живлення мікроорганізмів, кисневого режиму, вмісту токсичних речовин.

1.3. Огляд методів біохімічного очищення стічних вод

Найбільш універсальний для очищення стічних вод від органічних забруднень є біохімічний метод [21].

Біохімічний метод застосовують для очищення господарсько-побутових та промислових стічних вод від багатьох розчинених органічних і деяких неорганічних (сірководню, сульфідів, аміаку, нітритів і ін.) речовин. Процес

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

очищення заснований на здатності мікроорганізмів використовувати ці речовини для харчування в процесі життєдіяльності, так як органічні речовини для мікроорганізмів є джерелом вуглецю [4].

Біологічне окислення – широко застосовується на практиці метод очистки промислових сточних вод, дозволяючий очистити водоймища від багатьох домішок. Процес цей, за своєю суттю, природний, і його характер однаковий, як для процесів, протікаючих у водоймищі так і на очисному спорудженні.

Біологічне окислення здійснюється співтовариством мікроорганізмів (біоценозом), що включають безліч різноманітних бактерій, найпростіших і ряд більш високоорганізованих організмів-водоростей, грибів і т. д., зв'язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіоз, симбіоз і антагонізм). Чільна роль у цьому співтоваристві належить бактеріям, число яких варіює від 10^6 10^{14} клітин на 1 г сухої біологічної маси (біомаси). Число родів бактерій може досягати 5... 10, число видів - декількох десятків і навіть сотень. Співтовариство мікроорганізмів представлено одними бактеріями в тому випадку, якщо очистку проводять в анаеробних умовах (відсутність розчиненого у воді кисню). У виробничих стічних водах зустрічається до 30 видів *Bacterium*. Ці бактерії засвоюють нафту, парафіни, нафтени, феноли та інші сполуки [4].

Процес біохічного очищення базується на використанні спеціальних бактерій, які в процесі своєї життєдіяльності розщеплюють складні органічні сполуки на простіші елементи – воду, вуглекислий газ і мінеральний осад. Ці бактерії постійно присутні в ґрунті і воді, де вони сприяють природному очищенню ґрунту і води.

В очисних спорудах, де застосовується спосіб біохімічної очистки, присутні величезні колонії бактерій, які беруть участь у переробці стоків. При цьому в цих спорудах створюються сприятливі умови для життєдіяльності мікроорганізмів, що дозволяє значно прискорити процеси очищення води у спорудженні в порівнянні з природним очищенням в природі. Відомі аеробні й анаеробні методи

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

біохімічного очищення стічних вод. Як правило, при біохімічній очистці використовується один з двох видів бактерій або їх комбінація:

- аеробні мікроорганізми переробляють складні органічні сполуки. В результаті окислення вони розщеплюються на воду, мінеральний осад і вуглекислий газ. Головна особливість цих бактерій в тому, що вони мають потребу в кисні, тому конструкції з їх використанням обладнуються аераторами і компресорами.

- анаеробні мікроорганізми в невеликій кількості завжди присутні в стоках. Ці бактерії не потребують кисню. Однак їм потрібен вуглекислий газ і нітрати, щоб вести свою життєдіяльність. Ці організми в процесі життя виділяють метан, тому в споруді необхідно використовувати систему вентиляції.

Біохімічне очищення стічних вод протікає в дві одночасно починаючі фази: сорбція поверхнею тіл бактерій розчинених органічних речовин і колоїдів; окислення і мінералізація розчинених і адсорбованих органічних речовин мікробами.

Для біохімічного методу очищення побутових і промислових стічних вод застосовуються аеробні очисні споруди. Для цих цілей використовують біологічні ставки, поля зрошення, поля фільтрації, біофільтри, аерофільтри і аеротенки. Крім того, застосовують анаеробні очисні споруди - септики, двох'ярусні відстійники, метантенки. вибір типу споруд визначається характером і кількістю стічних вод, місцевими умовами, вимогами до якості очищеної води, наявністю вільних земельних площ і т. д.

Біологічне очищення виконується в два етапи. Друга біоочистка істотно не відрізняється від першої, а лише проводиться в скороченому вигляді, більш ретельно, для досягнення кращого ефекту [21].

Одним із сучасних методів біохімічної очистки господарчо-побутових сточних, а також близьких до них за складом промислових сточних вод, є метод зі застосуванням реакторів змінної дії (SBR). Спорудження побудовані за цим принципом відрізняються від традиційних споруджень поточної дії тільки тим,

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

що процес біологічної очистки протікає послідовно в одній ємності. SBR – системи являють собою аеробні технології і на сьогоднішній день є найбільш ефективним методом очистки стоків. Найкращі представники цих систем можуть працювати і в зворотньому водопостачанні. Не всі SBR-системи однаково хороші, але будь-яка із них, навіть найпростіша є кроком вперед від традиційних аераційних технологій [20].

Світовий досвід експлуатації SBR показав, що дана технологія забезпечує очистку будь-яких об'ємів, такі реактори ефективно працюють як в невеликих селищах, так і в великих містах та на промислових підприємствах.

Ця технологія дозволяє досягти показників сливу, що відповідають нормам на скид у водойми загального водокористування, при відносно малих витратах і невеликій займаній площі, оскільки доочищення мінімальне. Повністю автоматизована система управління дозволяє змінювати будь-які параметри і таким чином врегулювати якість зливаючої води.

Досить недавно були створені анаеробні методи і реактори розроблені для обробки специфічних стоків з високим вмістом амонію або сульфату. Основу процесу «анаеробне окислення амонію» (anammox - anaerobic ammonia oxidation) становить анаеробне окислення амонію нітритом з утворенням молекулярного азоту в якості кінцевого продукту. Процес сульфатредукції використовується для осадження важких металів.

Отже, спорудження біохімічної очистки дозволяють досягнути потрібної очистки води при мінімальних експлуатаційних затратах і низьких об'ємах утворюючих вторинних відходів.

1.3.1. Огляд засобів аеробного очищення

Аеробні очисні спорудження доцільні для досягнення самих низьких показників по забруднюючим речовинам (ХПК, БПК, фосфор, азот) [25].

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Процес біологічного очищення відбувається в аеротенках, в які подають стічну воду і активний мул (рис. 1.2).

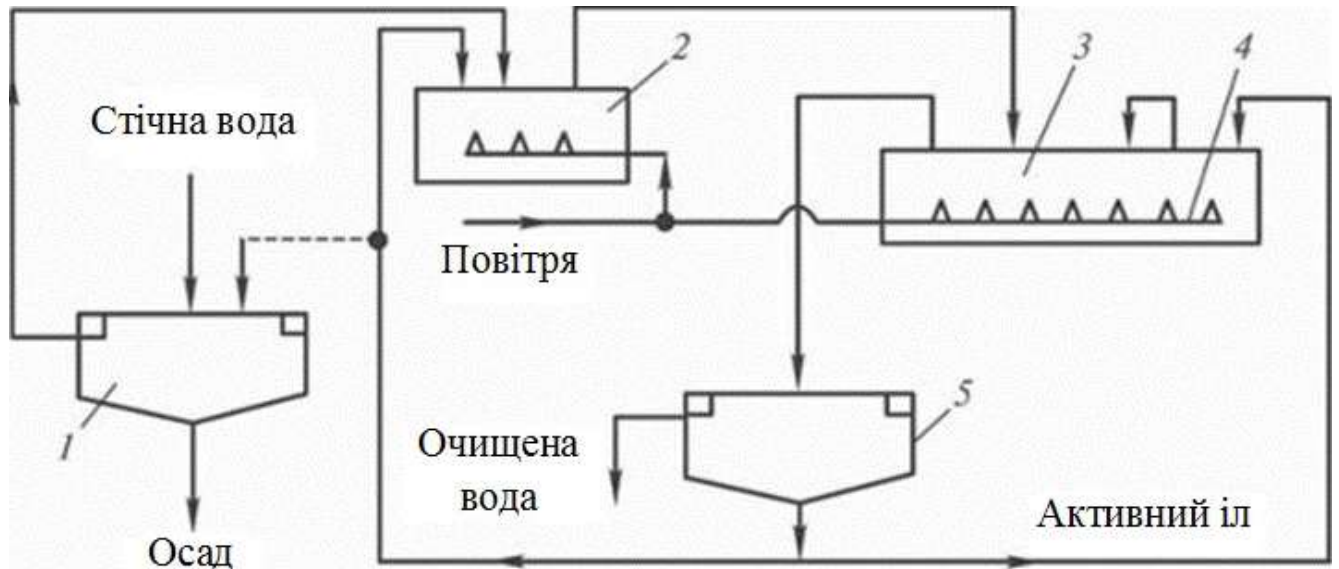


Рис. 1.2 Схема установки для біологічної очистки стічних вод:

1 - первинний відстійник; 2 - переаератор; 3 - аеротенк; 4 - регенератор активного мулу; 5 - вторинний відстійник.

Активний мул складається з живих організмів і твердого субстрату. Спільнота всіх живих організмів (скупчення бактерій, найпростіші, черви, цвілеві гриби, дріжджі, актиноміцети, водорості), що населяють мул, називають біоценозом.

Аеробний метод заснований на використанні аеробних мікроорганізмів, для життєдіяльності яких необхідний постійний приплив кисню і температура в межах 20 - 40 °С. При аеробному очищенні мікроорганізми культивуються в активному мулі або у вигляді біоплівки. Активний мул складається з живих організмів і твердого субстрату. Живі організми представлені бактеріями, найпростішими хробаками і водоростями. Біоплівка складається з бактерій, найпростіших грибів, дріжджів та інших організмів. Біоплівка зростає на

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

наповнювачі біофільтра і має вигляд слизових обростань товщиною 1 - 3мм та більше. При зміні кисневого і температурного режимів сполуки і кількість мікроорганізмів змінюються.

Аеробні процеси біохімічного очищення можуть відбуватися у природних умовах і в штучних спорудах. У природних умовах очищення відбувається на полях поливу, полях фільтрації та біологічних ставках. Штучними спорудами є аеротенки і біофільтри різної конструкції. Тип споруди вибирають з розрахунку місце розташування заводу, кліматичних умов, джерела водопостачання, об'єму промислових та побутових стічних вод, складу та концентрації забруднень. У штучних спорудах процеси очищення протікають швидше, ніж в природних умовах [6].

Очищення в природних умовах відбувається на полях зрошення, полях фільтрації і біологічних ставках. Поля зрошення - це спеціально підготовлені для очищення стічних вод і агрокультурних цілей площі. Очищення відбувається під дією ґрунтової мікрофлори, сонця, повітря й під впливом рослин. У ґрунті полів зрошення знаходяться бактерії, дріжджі, водорості, найпростіші тварини. Стічні води містять в основному бактерії. У змішаних біоценозах активного шару ґрунту виникають складні взаємодії мікроорганізмів, у результаті чого стічна вода звільняється від містяться в ній бактерій.

Якщо на полях не вирощуються сільськогосподарські культури, і вони призначені тільки для біологічного очищення стічних вод, то вони називаються полями фільтрації [17].

Біологічні ставки - це каскад ставків, що складається з 3 - 5 ступенів, через які з невеликою швидкістю протікає освітлена або біологічно очищена стічна вода. Такі ставки призначені для біологічного очищення стічних вод або доочищення стічних вод у комплексі з іншими очисними спорудами. Очищення в штучних спорудах поводить в аеротенках і на біофільтрах. Більш широке застосування знайшли аеротенки.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Аеротенки - це залізобетонні резервуари, що представляють собою відкриті басейни, обладнані пристроями для примусової аерації. Глибина аеротенках - 2 - 5м.

Аеробний процес може відбуватись нормально, якщо концентрація органічної речовини в очищеній воді, виражена у біологічній потребі в кисні, не перевищуватиме певне значення. У зв'язку з цим під час біологічного очищення концентровані стічні води розводять слабкоконцентрованими побутовими стічними водами, а в окремих випадках чистою водою [19].

1.3.2. Методи анаеробного очищення

Анаеробні методи очищення відбуваються без доступу кисню; їх використовують в основному для знешкодження осаду [21].

Анаеробні методи знезараження використовуються для бродіння мулу, що утворюється при біохімічному методі очистки стічних вод, а також як перша стадія очистки дуже концентрованих промислових стічних вод (БПК_n>4-5 г/дм³), які містять органічні речовини, що руйнуються анаеробними бактеріями в процесах бродіння. Залежно від кінцевого продукту розрізняють різні види бродіння: спиртове, молочнокисле, метанове, пропіоновокисле тощо. Кінцевими продуктами бродіння можуть бути спирти, органічні кислоти, ацетон, гази бродіння (CO₂, CH₄, H₂). Для очистки стічних вод використовують метанове бродіння.

Процеси бродіння проводять в мезофільних (30-35⁰C) і термофільних (50-55⁰C) умовах. Повного зброджування органічних речовин в метантенках досягти неможливо. Всі речовини мають свою межу зброджування, яка залежить від їх хімічної природи. В середньому ступінь розпаду органічних речовин становить біля 40% при виконанні умови гранично допустимих концентраціях токсичних речовин.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Процеси анаеробного бродіння в природних умовах протікають з виділенням метану, води і вуглекислого газу. Існують наступні види очисних споруд, в яких використовуються процеси анаеробного розкладання:

- септики (це споруди, в яких поєднуються процеси зброджування і утворення осаду).

- метантенки (тут зброджування осаду виконується при штучному підігріві. Сюди стоки потрапляють після первинного відстійника. Метантенки – це закритий резервуар, в якому виконується анаеробна переробка осаду).

Вищевказані види очисних споруд виконуються з бетону, металу або високоміцного пластика. Причому для життєдіяльності цих мікроорганізмів потрібен кисень. Процеси очищення протікають без викиду енергії, тому підвищення температури в ємності відсутня. Під час розкладання органіки чисельність колонії бактерій практично не змінюється. Оскільки в конструкції не потрібна складна система контролю умов середовища, то анаеробна очистка – більш дешевий метод. Значною перевагою анаеробного біологічного очищення стічних вод є висока швидкість і використання речовин в низьких концентраціях. Перевагою є також відносно незначне утворення мікробної біомаси [24].

Первинна анаеробна обробка виявилася надзвичайно слушною і економічною для сучасних концентрованих стічних вод різних галузей промисловості. Більш того, для стоків, ХСК яких перевищує 2000 мг / л, анаеробна обробка є єдино прийнятним методом очищення, що дозволяє видалити до 90% забруднень. Подальше аеробне очищення потрібне для окислення залишку органічних речовин, амонію і сульфідів. Так як анаеробне мікробне співтовариство розвивається дуже повільно, необхідно максимальне утримання активної біомаси в реакторі. Цьому сприяє використання реакторів нового покоління з прикріпленою мікробною біомасою - анаеробних біофільтрів і зваженого шару активного мулу (рис. 1.3). Реактори з фіксованим жорстким завантаженням є анаеробною модифікацією біофільтра (рис. 1.3, А). Очищувальна вода може подаватися як зверху, так і знизу. Недоліком

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

анаеробного біофільтра вважається відносно швидке забивання пористого матеріалу. Цей недолік долається в системах зваженого шару мулу (рис. 1.3, Б). Найбільш ефективна система, представлена реактором висхідного потоку з виваженим шаром мулу (upflow anaerobic sludge blanket reactor, UASB), розроблена в Нідерландах (рис. 1.3, В).

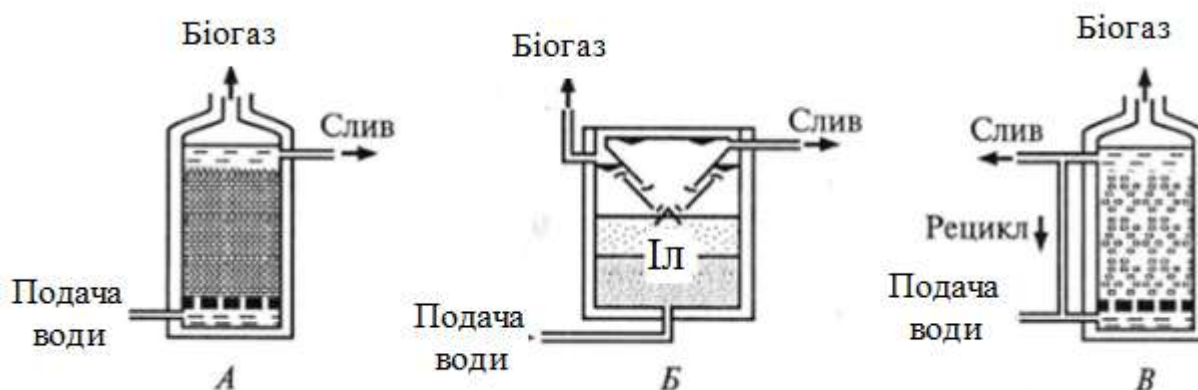


Рис. 1.3 Типи реакторів для інтенсивної анаеробної очистки стічних вод

Подальшим розвитком UASB-системи є баштові реактори з розширеним зваженим шаром мулу (expanded granular sludge bed, EGSB), де товщина шару мулу завдяки рециркулю води і більш високій швидкості її подачі досягає 10м.

Гібридні реактори об'єднують переваги анаеробного біофільтра і зваженого шару мулу. Реактори для інтенсивної анаеробної очистки, особливо UASB-системи, отримали в останні 20 років широке розповсюдження і використовуються для очищення найрізноманітніших стоків - від концентрованих побутових в країнах з дефіцитом води до специфічних стічних вод хімічної промисловості, зокрема, містять галогенізовані з'єднання.

Головний недолік анаеробної очистки - утворення в результаті діяльності анаеробів горючого газу метану. Тому конструкції можна встановлювати тільки на рівних, добре продуваються поверхнях, по їх периметру потрібно облаштовувати газоаналізатори з подальшим підключенням до системи пожежного оповіщення.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Отже, у анаеробного методу очищення стічних вод є свої переваги і недоліки. З одного боку, в процесі очищення не утворюється велика кількість активного мулу - а значить, його не потрібно утилізувати. З іншого, застосовувати метод можна тільки при низьких концентраціях субстрату. Близько 89% енергії йде на вироблення метану, швидкість приросту біомаси низька. Ефективність очищення даним способом висока, але в ряді випадків стоки все одно доочищаються.

1.4. Порівняння анаеробного очищення стічних вод з аеробними технологіями очищення

З вищевказаного матеріалу ми можемо визначити, що розрізняють аеробні й анаеробні способи біохімічного очищення стічних вод.

Виділимо загальні переваги біохімічних способів (аеробний та анаеробний) очищення стічних вод в цілому:

- можливість видалення зі стічної води широкого спектра органічних забруднень;
- самопідлаштування системи до зміни спектру і концентрацій органічних забруднень;
- простота апаратурного оформлення;
- відносно невисокі експлуатаційні витрати;
- висока швидкість і використання речовин в низьких концентраціях.

До переваг аеробного біологічного очищення стічних вод відносяться:

- висока швидкість і використання речовин в низьких концентраціях;
- конструкція аеротенків дуже компактна, що дозволяє розміщати установку навіть на невеликих ділянках;
- конструкцію не потрібно утеплювати зимою, оскільки при переробці органічних відходів виділяється велика кількість енергії.

Недоліки аеробних способів очищення стічних вод:

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- робота аеротенків не може бути забезпечена без електроенергії;
- висока ціна на заводські вироби;
- складне обладнання, що використовується у роботі аеротенків потребує постійного контролю;
- потрібно постійно слідкувати за кількістю та якістю живильного середовища для бактерій.

Перевагами анаеробної біохімічної очистки є:

- низьке споживання електроенергії (до 10% від енергоспоживання при аеробному очищенні);
- утворення незначної кількості надлишкового активного мулу;
- можливість підтримки активності анаеробного мулу тривалий час, при температурі його зберігання не нижче +15 °С;
- допустимість високих навантажень (до 30 кг ХСК / м³ на добу при температурі 30 °С) в порівнянні з 3 кг ХСК / м³ на добу (при аеробному очищенні).

Недоліки анаеробних способів очищення стічних вод:

- головним недоліком анаеробного методу очищення є те, що в результаті діяльності анаеробів виділяється горючий газ – метан;
- бактерії метанового бродіння чутливі до різних інгібіторів;
- суттєвими недоліками, особливо при обробці концентрованих стічних вод, є високі енерговитрати на аерацію і проблеми, пов'язані з обробкою та утилізацією великих кількостей надлишкового мулу в аеробному процесі очищення;
- високі капітальні витрати, що йдуть на спорудження очисних систем;
- необхідність строгого дотримання технологічних режимів очищення;
- токсичність деяких органічних сполук для біоценозу активного мулу [23].

Для більш глибокого очищення концентрованих стічних вод анаеробну обробку слід використовувати в комбінації з подальшою аеробною стадією (рис 1.4).

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

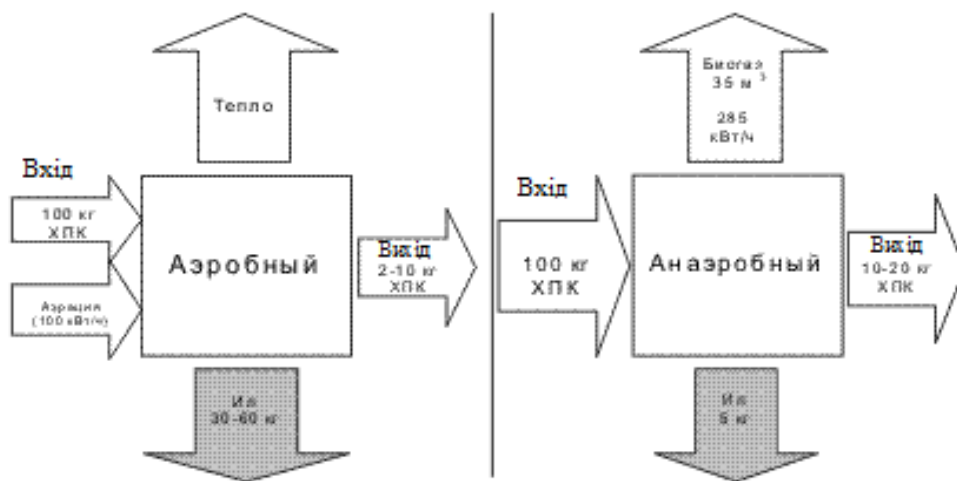


Рис. 1.4 Порівняння матеріального і енергетичного балансів методів аеробного і анаеробної очистки стічних вод.

Вибір технології та особливостей обробки стічних вод визначаються вмістом органічних забруднень в них.

Основні переваги методик біохімічної очистки стоків:

1. Доступна ціна - вартість очищення кубометра стоків із застосуванням хімічного і механічного методу виходить вище, ніж із застосуванням біохімічного.

2. Простота використання, надійність - відразу після запуску в роботу станції біоочищення починають працювати повністю автономно. Закуповувати витратні матеріали не потрібно.

3. Екологічність - пройшли очищення стічні води можна сміливо зливати в ґрунт, не побоюючись за стан навколишнього середовища. Після роботи станції не залишається ніяких реагентів, які потрібно утилізувати відповідним чином. Осідаючий на дно камери мул - відмінне добриво.

Ступінь очищення становить 99%, тобто очищену біологічним способом воду теоретично можна пити, але практично цього краще не робити. Так як колонії бактерій мають здатність до самовідтворення, замінювати їх достатньо один раз в п'ять років.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

1.5. Висновки за літературним оглядом

В даний час розроблені і впроваджені в промисловість багато методів механічної, фізико-хімічної, біологічної і біохімічної очистки стічних вод, що дозволяють утилізувати цінні домішки, надійно та ефективно знешкоджувати стічні води від шкідливих речовин.

В залежності від походження та складу забруднювальних речовин (домішок) умовно виділяють три основні методи очищення стічних вод:

- механічні і механохімічні (попередня стадія процесу);
- хімічні та фізичні (основна стадія вилучення найтоксичніших забруднюючих агентів);
- біохімічні (завершальна стадія доочищення води перед скиданням у водотоки чи повторним використанням у технологічному процесі підприємства).

Вибір конкретного методу очищення залежить від сфери застосування, характеру забруднень стоків і їх обсяг. Для ефективного застосування кожного виду потрібно враховувати технічні та санітарні вимоги для конкретного випадку.

Вимоги до якості використовуваної для виробничих потреб води в кожному конкретному випадку залежать від її призначення і технологічного обладнання. Однак в більшості випадків основною умовою є звільнення води від завислих речовин - як грубодисперсних, так і колоїдно-диспергованих. У природній воді вміст нерозчинених речовин зазвичай становить 100-1500 мг / л, змінюючись за минулими сезонами року. Лише в водах деяких поверхневих водотоків вони досягають 3000-10000 мг / л.

Для визначення складу стічних вод та вибору методів їх очищення потрібно проведення значної кількості лабораторних аналізів — хімічних, фізико-хімічних, санітарно-бактеріологічних, а також знати основний характер забруднення. Ці вимоги прописані в нормативних документах, таких як ГОСТи, СанПіН, РД, і т.д.

Згідно вимогам ГОСТу 30813-2002 «Вода і водопідготовка. Терміни і визначення» стічні води після проведення очищення повинні мати якість, що

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

дозволяє застосовувати воду в подальшому, що є важливим завданням для кожного споживача водних ресурсів.

Вибір очисної системи проводиться залежно від об'єму стічних вод. У виробничих умовах часто доводиться використовувати комплексні методи очищення. Вибір системи очищення, правильність її встановлення та подальшої експлуатації надає прямий вплив на вирішення економічних і екологічних питань.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

2. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Стічні води, що надходять з підприємства «Павлоградський хімічний завод» містять в своєму складі наступні компоненти. Склад промислових вод приведений в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Характеристика виробничих стоків

№ п.п.	Найменування забруднюючих речовин	Од. вим.	Поступаючий стік		Вимоги до стоків		примітки
			Вир. стік	Гоз-поб. стік	ГДС	ГДК	
1	Температура	Гр С	6	12			
2	Вибухові речовини	Мг/дм3	33	203		15	
3	БСК	Мг О2/дм3	14	360		15	
4	ХСК	Мг О2/дм3	1280	245		80	
5	Азот аммонію	Мг/дм3	82,1	25		2,0	
6	Азот нітритний	Мг/дм3	2,1	0,2		1,0	
7	Азот нітратний	Мг/дм3	88,11	0,22		10	
8	Фосфати	Мг/дм3	0,61	7,9		3,5	
9	Нафтопродукти	Мг/дм3	До 10	1,1		0,3	
10	СПАР	Мг/дм3	До 15	1,8		0,5	
11	Сульфати	Мг/дм3	380	130		500	
12	Хлориди	Мг/дм3	870	160		350	
13	Залізо заг.	Мг/дм3	2,1	1,7		0,1	
14	Сухий залишок	Мг/дм3	3200	1000		1000	
15	Тринітротолуол	Мг/дм3	До 45	0		0,01	
16	Перхлорати	Мг/дм3	До 300	0		0,05	

Сировина, що надходить в біореактор, і яка є необхідним компонентом для очищення стічних вод є:

- мул, отриманий при відстої в відстійниках очисних спорудах підприємства промислових та господарчо-побутових стоків робочого селища;
- органічні відходи (очерет), попередньо підготовлений методом силосування;

На переробку надходить мул від відстійників з вмістом сухих речовин 2% в кількості 26 м³/добу.

Інший компонент, який міститься в стічних водах це - органічні відходи (очеретяний силос). Очерет - (Scirpus), рід багаторічних трав'янистих рослин сімейства осокових.

У молодих рослинах міститься 13% протеїну, 2,5% жиру, 36% клітковини, до 44% безазотистих екстрактних речовин [26].

Кількість очерету для переробки в БГУ - 5000 т / рік.

Силос очерету повинен відповідати наступним вимогам:

- вологість силосу - 65-80%;
- рН 4,0-4,2;
- розмір часток не більше - 20 мм;
- щільність 0,6-0,65 т / м³.

Стічна вода, що надходить для очищення у біореактор, має таке співвідношення компонентів:

- мулу виробничих та господарсько-побутових стоків - 26м³/добу при вологості 98%;
- силосу очерету - 13,7 т/добу при вологості 75%.

Об'єкт очищення стічних вод буде включати в себе виробничі ділянки, пов'язаних між собою, та які в свою чергу є ланками технологічного процесу очищення стічних вод.

При переробці даних промислових та господарсько-побутових стічних вод необхідним є отримання наступних речовин з плануємою потужністю відповідно:

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

метановмісткий газ (170 м³ / доби або 792000 м³ /год), рідкі біодобрива (32 м³ /доби або 12 000 м³/год), а також твердий осад (13,6 т/доби або 535 т/год).

Вимоги, що висуваються до даних речовин, приведені в наступних таблицях 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2

Склад і характеристика метановмісткого газу

Характеристика	Компоненти метановмісткого газу					
	N ₂	CH ₄	CO ₂	H ₂	H ₂ S	CH ₄ 65%+CO ₂ 30%+ домішки
Об'ємна доля, %	До 3	65	30	0,05	Не біл-е 0,02, г/м ³	100
Об'ємна теплота сгорання, МДж/м ³		35,8		10,8	22,8	23,5
Межа спалаху, %		5-15		4-30	4-45	5-12
Температура спалаху, °С		65-750		585		+650-+750
Критичний тиск, МПа		4,7	7,6	1,3	3,9	7,5-8,0
Критична температура, °С		-82,5	+31		+100	-2,5
Нормальна щільність, г/л		0,72	1,98	0,09	1,54	0,994
Критична щільність, г/л		102	468	31	349	320
Щільність відносно повітря,		0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Нижча теплота сгорання, МДж/м ³						18,0-27,5
Вища теплота сгорання, МДж/м ³						23
Теоретичний об'єм повітря для горіння, м ³ /м ³						4,8-7,6
Вміст CO ₂ у продуктах сгорання, %об						21-14,3
Нор-на швидкість розпо-рення полум'я, см/сек						16-22

(Продовження табл. 2.2)

Характеристика	Компоненти метановмісткого газу					
	N ₂	CH ₄	CO ₂	H ₂	H ₂ S	CH ₄ 65%+CO ₂ 30%+ домішки
Число Воббе, МДж/м ³ Найнижче Найвижче						17,56-33,11 19,52-36,81
Концентраційні межіспалаху, % Найнижчі Найвижчі						10-6,5 31-17

Таблиця 2.3

Характеристика рідкого біодобрива

Склад та властивості рідкого біодобрива при термофільному режимі	
Показник	Кількість
Водневий показник	6,3-7,8
ЛЖК, мг/кг	6
ХСК, мг/кг	800
Суха речовина, %	0,5-1
Органічна речовина, %	4,1-5,3
Вміст P, %	0,1
Вміст Са, %	0,3-0,8
Вміст Mg, %	0,06-0,24
Вміст Fe, мг/кг	26,8-425
Вміст N общ, %	0,4
Вміст К, %	0,11

Таблиця 2.4

Характеристика твердого осаду

Найменування показників	
Зовнішній вигляд	Коричнева розсипчаста маса
Масова частка води % н.б.	65
Масова частка калія % н.м.	0,3
Масова частка азоту заг. % н.м.	1,5
Масова частка фосфора заг. н.м. %	0,5
pH	6-8
Зольність, %	30
Співвідношення C :N	15-30
Теплотворна здатність, МДж/кг	7

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА (ТЕХНОЛОГІЧНА) ЧАСТИНА

3.1. Вибір напрямку досліджень

Сьогодні в Україні існує багато промислових підприємств, очисні споруди яких працюють неефективно, виведені з експлуатації або взагалі відсутні [9]. Це призводить до того, що стічні води без необхідної попередньої очистки потрапляють на міські очисні споруди, завдають їм значної шкоди, результатом якого є великі штрафи, що накладаються на підприємства за перевищення нормативів скидання забруднюючих речовин. Абсолютно неприпустимою є ситуація, коли стічні води скидаються у водний об'єкт взагалі без будь-якого очищення. Тому практично на кожному промисловому підприємстві існує необхідність будівництва власних локальних очисних споруд.

Значне зменшення експлуатаційних витрат при незначному впливі на кінцевий результат очищення є важливим завданням як для природоохоронних органів, так і для власників підприємства. Це пояснюється тим, що з ростом обсягів використання реагентів і енергоносіїв зростають не тільки прямі витрати, а й ступінь вторинного забруднення навколишнього середовища. Тому, реалізація проекту очисних споруд вимагає досягнення балансу між мінімізацією використання ресурсів і ефективністю запропонованих технологічних процесів очищення, що стає можливим завдяки впровадженню сучасних науково-технічних досягнень і розробок [27].

При розробці проекту будівництва очисних споруд доцільним є використання методів обробки стічних вод, які дозволили б витягти з них все забруднення. Забруднення, що містяться в стічних водах, можуть бути класифіковані за різними ознаками, найважливішими з яких є їх походження і фазово – дисперсний стан. Стічні води перед скиданням у водойми, як відомо, повинні бути очищені на очисних спорудах. При виборі способів і технологічного устаткування для очищення стічних вод від домішок необхідно враховувати, що

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

задані ефективність і надійність роботи будь-якого очисного пристрою забезпечуються у визначеному діапазоні значень концентрацій домішок і витрат стічної води.

З метою розробки проекту технології переробки промислових стічних вод з використанням біохімічних методів очищення, є вирішення завдань в таких напрямках:

- обґрунтування рішень за прийнятою технологією виробництва;
- розробка технологічної схеми очищення стічних вод за допомогою аеробних методів;
- підбір та обґрунтування необхідного обладнання;
- провести розрахунки капітальних і експлуатаційних витрат;
- надати рекомендації щодо застосування біодобрих та біогазу;
- отримання цінних ресурсів при застосуванні розробленої технології.

3.2. Розробка технологічної схеми очищення стічних вод

3.2.1. Обґрунтування рішень за технологією виробництва

Проектом передбачається використання технології анаеробної переробки промислових стоків з подальшою термічною конверсією твердого осаду і використанням тепла для підігріву технологічного обладнання і технічних приміщень.

Застосування анаеробної очистки стоків з додаванням органічних відходів (очерету, трав'яної рослинності) дозволяє збільшити ступінь утилізації азото- і фосфоровмісних компонентів в біореакторах за рахунок їх акумуляції мікроорганізмами і подальше використання переробленого мулу в якості біодобрих.

Для анаеробної очистки стоків прийнято використовувати зброджування в двофазному режимі, що дозволяє:

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

- розділити кислотогенні та метаногенні процеси, які мають різні оптимальні технологічні параметри (температуру, кислотність середовища і швидкість перемішування), що в свою чергу підвищує вихід метановмісткого газу і концентрацію в ньому метану.

- запобігти виникненню можливості закиду свіжого мулу у видаляемий з біореактора 2 відферментирований субстрат, що запобігає потраплянню в навколишнє середовище разом з відсепарованими рідкими біодобривами патогенної мікрофлори.

- використовувати в якості біореактора 1 горизонтальний біореактор, що дозволяє домогтися інтенсивного перемішування і стабільної роботи кислотогенних мікроорганізмів в першій фазі процесу.

- організувати систему підігріву частини сировини в виносному теплообміннику, що дозволяє:

а) скоротити втрати тепла на обігрів біореакторів на 10% для термофільного режиму;

б) полегшити обслуговування тепломережі;

в) подавати частину підігрітої сировини на «дзеркало» субстрату в реакторі з метою запобігання утворенню на поверхні кірки і стабілізації процесу виділення метановмісткого газу.

3.2.2. Описання технологічної та апаратно-структурної схем очищення

Очищення стічних вод методом зброджування подрібненої біологічної маси з очеретяного силосу і мулу відстою стоків проводиться анаеробним зброджуванням сировини в біореакторах. Технологічна схема приведена на рис.

3.1.

Безперервність процесу забезпечується безперервним поступальним рухом подрібненого силосу з силосної ями та мулу після вторинних відстійників

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

очисних споруд на об'єкт біогазового зброджування, з подальшим проведенням очищення біогазу, стисненням його і транспортуванням споживачеві.

Очерет скошується спеціальним обладнанням два рази в рік в фазі молочної стиглості, подрібнюється і закладається на зберігання з урахуванням всіх вимог силосування згідно технологічного регламенту.

Завезення подрібненого силосу зі сховища силосу (1) проводиться фронтальним навантажувачем один раз на добу в кількості 13,7т в приймальний бункер дозатора (2), з якого він подається шнеком дозатора в подрібнювач (3)

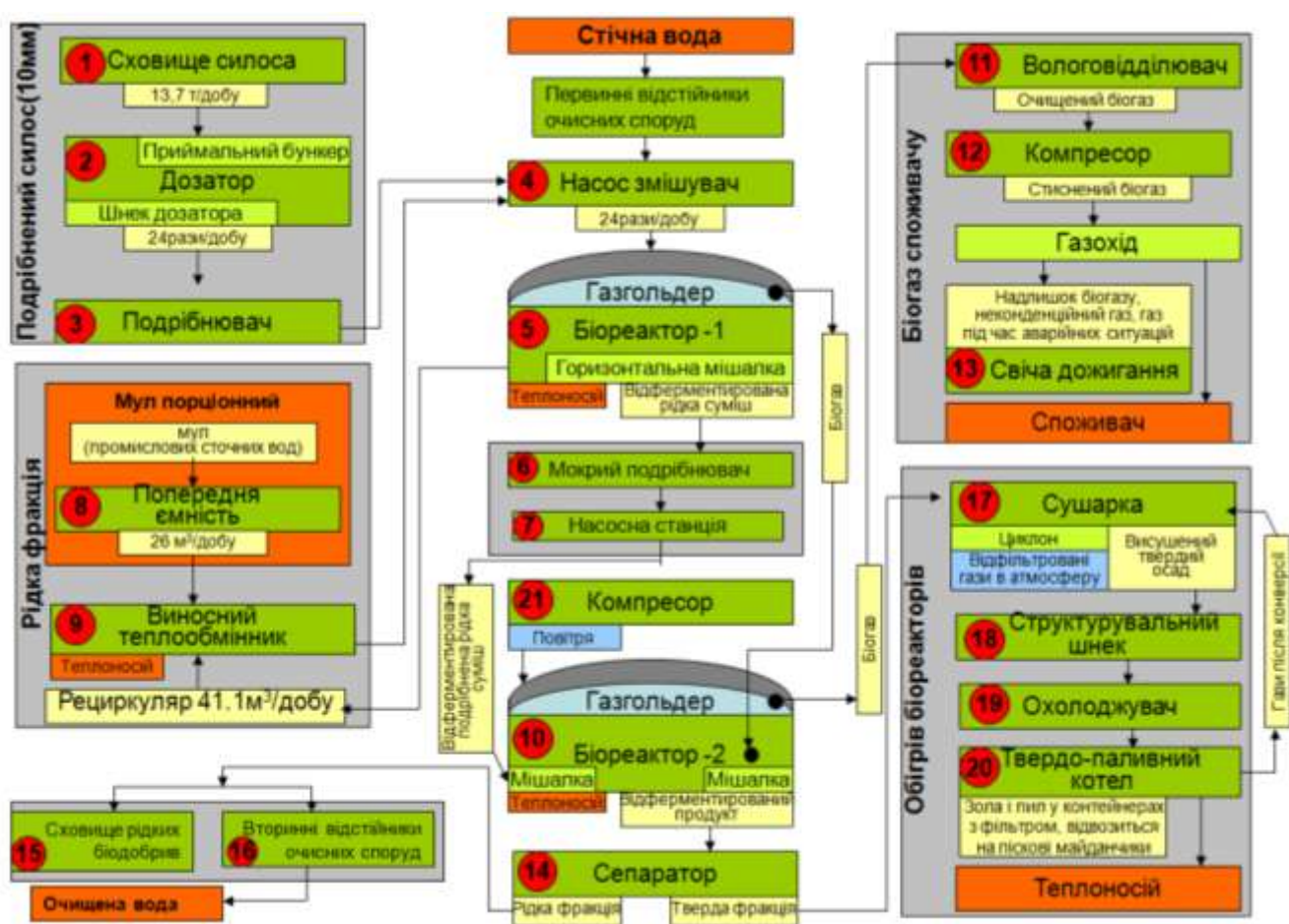


Рис. 3.1 Технологічна схема очищення стічних вод

Після подрібнення силос подається на змішання з рідкою фракцією в насос - змішувач (4), яка складається з мулу в кількості 26м³ / добу, що подається з попередньої ємності (8) після попереднього підігріву в виносному

теплообміннику (9), і рециркулята в кількості 41,1 м³ /добу, а після в біореактор - 1 (5) в насос-змішувач (4). Біореактор -1 має обсяг 550 м³.

Контроль та управління подачею сировини здійснюється автоматично з диспетчерського пункту. Для підтримки температури в біореакторі 1-55 °С рециркулянт і мул підігріваються в виносному теплообміннику типу «труба в трубі» (9) до необхідної температури. Теплоносієм служить гаряча вода з температурою не більше 80°С.

Процес підігріву сировини контролюється автоматично.

Дана суміш подається в біореактор 1 - 24 рази на добу. У біореакторі 1 сировина сбражується, причому концентрація сухої речовини падає, а використана органіка перетворюється в біогаз з концентрацією метану близько 50%. Коливання температури не повинні перевищувати +/- 2 °С на добу.

Перемішування в біореакторі - 1 здійснюється за допомогою горизонтальної мішалки. Цією ж мішалкою здійснюється просування суміші до виходу з біореактора - 1. Робота мішалки контролюється автоматично.

Біогаз, що виділився в біореакторі - 1 подається в біореактор - 2 (10) під шар рідини. Отримана частково відферментована рідка суміш подається на мокрий подрібнювач (6) для ще більш тонкого подрібнення, а потім насосною станцією (7) - в біореактор - 2. Процес перекачування здійснюється через розподільну насосну станцію (7). Розподіл рідинних потоків здійснюється автоматично.

Біореактор - 2 має, дві мішалки для перемішування сировини, гнучкий купол для збору біогазу і купол для захисту від атмосферного впливу.

Суміш, що надходить в біореактор – 2 містить 5% сухої речовини і температуру близько 55°С. У біореакторі - 2 в результаті анаеробного зброджування відбувається зниження вмісту сухої органічної речовини до 4%, температури - до 40 °С, підвищення концентрації метану в біогазі, що виділився становить до 65%. Тиск в апараті близько 5000 Па.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Температура біореакторі - 2 підтримується за рахунок подачі в теплообмінні труби гарячого теплоносія. Контроль і управління температурою здійснюється автоматично. Перемішування здійснюється мішалками. Для очищення від сірководню під купол газгольдера в біореактор -1 подається повітря повітряним копресором (21) в кількості 5% від виробленого біогазу. Подача повітря призводить до розмноження бактерій, що знищують сірководень в газовому просторі. Для їх життєдіяльності необхідний кисень. В результаті вміст сірководню падає від 500 ppm до 100 ppm. У міжкупольному просторі для підтримки тиску і форми, подається повітря в міру падіння тиску, яке контролюється автоматично. Утворений біогаз направляється на очистку від вологи у вологовідділювач (11), стискається компресором (12) і направляється по газоходу споживачеві.

Для безпечної роботи установки служить «свічка дожигання» (13), на яку скидається надлишок біогазу, некондиційний газ і газ під час аварійних ситуацій. Робота свічки контролюється і управляється автоматично.

Відферментований продукт з вмістом сухої речовини близько 3,7% подається на сепарацію в сепаратор (14), де розділяється на рідку і тверду фракції. Рідка фракція (рідке біодобриво) відкачується в сховище рідких біодобрив (15), звідки забирається на полив і добриво очерету. Надлишок рідкої фракції відкачується на доочистку в первинні відстійники очисних споруд. Зміст ХСК, зважених речовин, ЛЖК, N-P-K визначається лабораторним методом згідно технологічного регламенту.

Твердий осад з вологістю 67% подається на сушку в сушарку (17), де газами, отриманими після конверсії структурованого твердого осаду (20) з температурою 170 °С висушується до вологості 20%. Температура газу, завантаження контролюється автоматично. Відпрацьовані гази пройшовши через циклон викидаються в атмосферу. Готовий висушений твердий осад подається після структурування шнеком (18) і охолодження в охолоджувачі (19) герметичним шнеком в герметичний завантажувальний бункер на конверсію, де

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

згоряє, підігриваючи теплоносій для обігріву біореактора - 1 і біореактора - 2. Зола герметичним шнеком вивантажується в закритий контейнер з фільтром для уловлювання пилу золи і навантажувачем відвозиться на піскові майданчики.

Апаратно-структурна схема очищення промислових вод наведена на рис.3.2. Дана схема передбачає будівництво споруд з наступними конструктивними рішеннями:

1. спорудження Н1 - насосна перекачування мулу - призначена для перекачування мулу з вторинних відстійників в біореактор;

2. спорудження НЗ - насосна дозування мулу, призначена для дозування мулу в біореактор 1;

3. спорудження Н2 - насосна перекачування рідких біодобрих, призначена для перекачування рідких біодобрих в ємність для зберігання;

4. спорудження Б1 - біореактор №1 призначений для анаеробного зброджування стоків з додаванням силосу очерету з очищенням їх від азотистих сполук;

5. спорудження Б2 - біореактор №2 біореактор №1 призначений для анаеробного зброджування стоків з додаванням силосу очерету з очищенням їх від азотистих сполук;

6. спорудження Т1 - приміщення силосу та подачі мулу, приміщення технічне (будівля), приміщення електрощитової та управління, приміщення сепарації, приміщення сушіння, приміщення структурування, приміщення охолодження осаду, приміщення термічної конверсії твердого осаду;

7. спорудження ЕН1 - естакада наливна, призначена для заповнення ємнісного транспортного засобу для розливу біодобрих на поля;

8. спорудження Ф1 - установка факельна, призначена для спалювання аварійного викиду або надлишку біогазу;

9. спорудження С1 - сховище силосу, призначене для зберігання силосу очерету;

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

10. спорудження С2 / 1 - сховище рідких біодобрих, предназначено для зберігання рідких біодобрих;

11. спорудження С2 / 2 - сховище рідких біодобрих, сховище призначене для зберігання рідких біодобрих.

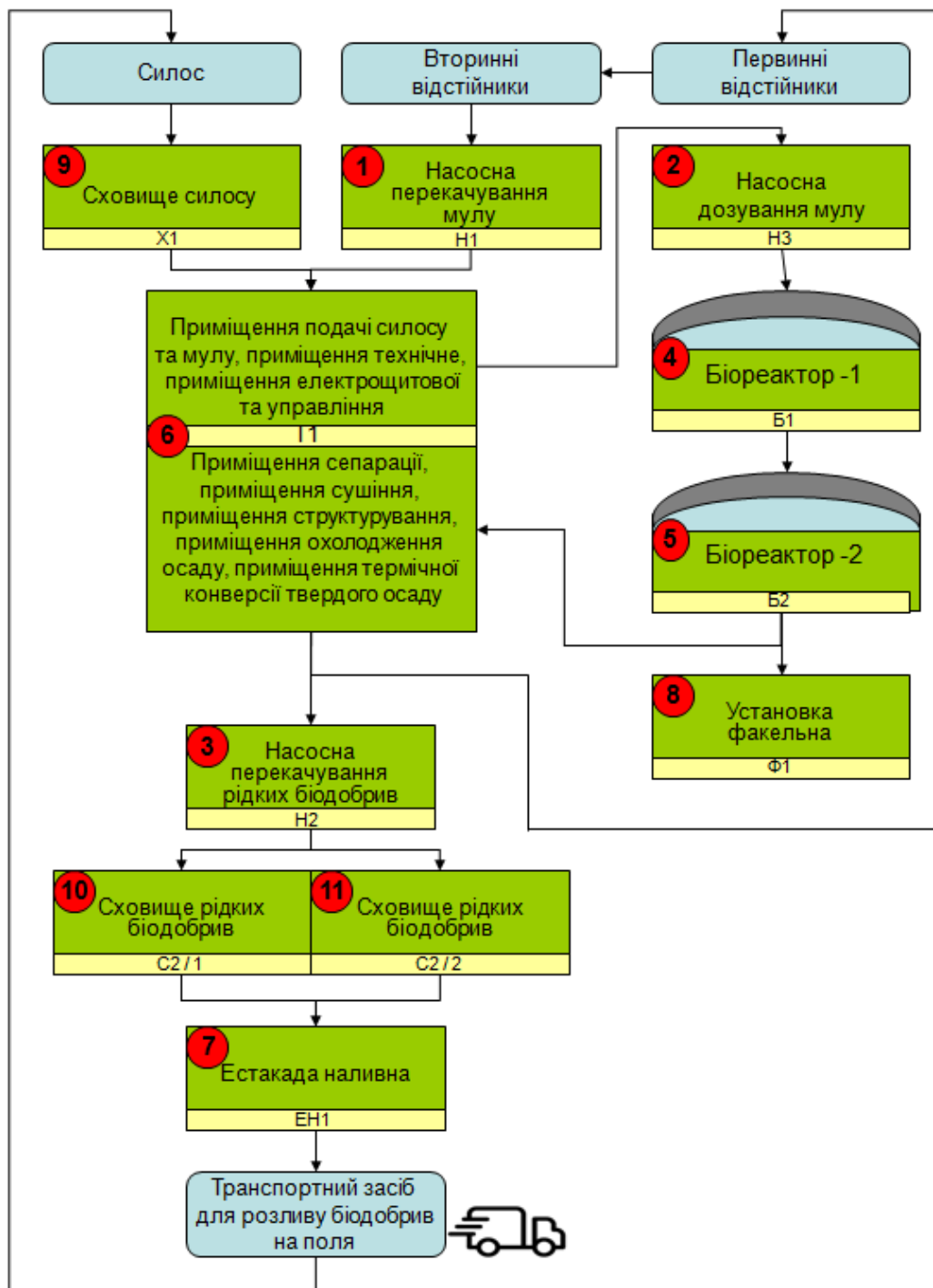


Рис. 3.2 Апаратно-структурна схема очищення промислових вод

3.3. Характеристика процесів, що відбуваються на стадіях анаеробної переробки стічних вод

Процес анаеробної переробки промислових та хозфекальних стоків складається з наступних технологічних ділянок:

1. - Попередня підготовка та зберігання сировини;
2. - Змішання сировинних потоків;
3. - Кислотогенне зброджування;
4. - Метаногенне зброджування;
5. - Сепарація відферментованої сировини;
6. - Сушка і компримування метановмісткого газу;
7. - Сушка, структурування і охолодження відферментованого твердого осаду;
8. - Конверсія відферментованого твердого осаду.

3.3.1. Попередня підготовка та зберігання сировини

Проектом передбачено скошування очерету в період воскової стиглості до утворення волотті за допомогою спеціалізованого комбайна. При скошуванні відбувається подрібнення очерету до шматків розміром не більше 1,0-2,0 см. Маса, яка утворилася, навантажувачем розподіляється по території сховища силосу і силосується.

Всі технологічні прийоми приготування силосу повинні бути спрямовані на створення сприятливих умов для молочнокислого бродіння і придушення шкідливої мікрофлори (аеробні бактерії, дріжджові клітини, гнильні бактерії і цвілеві гриби). Для цього необхідне дотримання двох основних умов:

- створення анаеробного середовища;
- вміст у масі, що силосується, достатньої кількості цукру та її оптимальна для молочнокислого бродіння вологість (не більше 70%). Під цукровим

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

мінімумом розуміють таку кількість цукру в рослинах, яке необхідно для утворення молочної кислоти в кількості, що забезпечує швидке підкислення маси до рН 4,0-4,2 при даній буферній ємності сировини. При рН 4,0-4,2 пригнічується діяльність більшості шкідливих мікроорганізмів і грибків, при цьому самі молочнокислі бактерії функціонують нормально. В середньому вміст цукру в сирій масі, що силосується має бути не нижче 1 - 1,5% [28].

При заготівлі силосу проектом передбачено дотримання наступних параметрів:

Вологість маси, що силосується - 65 - 80%.

Подрібнення рослинної маси - 1,0-2,0 см

Заповнення силосної ями починається з боку передбачуваного вивантаження. Температура силосуемого продукту не вище 30°C для інтенсифікації молочнокислого бродіння.

Швидке і щільне завантаження та укладання силосної маси.

Камиш укладається шаром 30-40 см та скочується до щільності 600-650 кг / м³, для чого навантажувач повинен пройти 3-4 рази по поверхні укладаемого продукту. Потім наступний шар і т. д.

Умови отримання доброякісного силосу:

- Мінімальні терміни закладки - 2 - 4 дня;
- Ретельне трамбування і створення анаеробних умов;
- Температура маси, що силосується повинна бути не більше 38 °С.

Укриття маси, що силосується:

Поліетиленова плівка + 8 - 10 см шар землі + висів насіння бур'янових рослин (щоб опади не проникали в силос). Якість силосу визначають по його запаху, кольору, структурі рослин і хімічним складом. Показниками якості готового силосу служить величина рН та вміст в ньому різних органічних кислот. В хорошому силосі міститься близько 2% вільних кислот, причому більша частина припадає на частку молочної кислоти, а близько 1/3 - на оцтову (масляна кислота відсутня), рН такого силосу близький до 4,2.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Збір силосного соку дозволяє уникнути втрат розчинних органічних речовин і гниття.

3.3.2. Змішання сировинних потоків

Мул, що утворюється у відстійниках очисних споруд, через систему колодязя і проміжної ємності самопливом надходить в приймальну ємність споруди об'єкта «Павлоградський хімічний завод».

Поступаючий з приймальної ємності мул подається насосом на змішання в насос -змішувач, де змішується з рециркулятом і попередньо зваженим та подрібненим очеретом.

3.3.3. Кислотогенне зброджування

Перша стадія переробки сировини відбувається в біореакторі 1.

Вихідні речовини, що містяться в сировині, з участю води в першій фазі утворюють кислоти (оцтову, мурашину, молочну, масляну, пропіонову та ін.), спирти (етиловий, пропіловий, бутиловий і ін.), гази (вуглекислий, водень, сірководень, аміак), амінокислоти, гліцерин та ін. Цей розпад здійснюють звичайні сапрофітні анаеробні бактерії, які широко поширені в природі, швидко розмножуються і живуть при рН середовищі 4,5-7. Кисле бродіння характеризується рясним утворенням і виділенням кислот, що супроводжується підкисленням середовища і зниженням рН до 5-4,5, а також появою неприємного гнильного запаху.

На першій стадії гетерогенна група анаеробних бактерій, так звані «первинні» анаероби, піддають ферментативному гідролізу складні багатовуглицеві речовини, що уявляють собою основні класи органічних поєднань - ліпіди і полісахариди. При цьому разом з бактеріями, що здійснюють гідроліз полімерів, функціонують мікроорганізми, які розщеплюють моноцукор,

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

органічні кислоти, спирти і метанол. Результатом діяльності цих мікроорганізмів є утворення водню, вуглекислого газу, низькомолекулярних жирних кислот і спиртів, а також деяких інших з'єднань.

Проектом передбачені наступні параметри проведення процесу в біореакторі:

- зміст сухої речовини не більше 12%,
- ступінь подрібнення не повинна перевищувати 10 мм,
- співвідношення C-N має бути в межах 15 - 20.
- температура в кислототінці - 55 °С
- відхилення від заданої температури не повинно перевищувати 0,3 °С в годину.

3.3.4. Метаногенне зброджування

Метаногенна стадія (друга стадія процесу) відбувається в біореакторі 2.

У біореактор 2 крім рідкої фази з біореактора 1 надходить газ, що утворюється в біореакторі 1, який містить в основному 50% CH₄ і 50% CO₂.

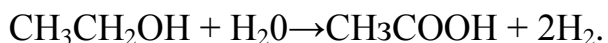
У другій фазі (лужне або метанове бродіння) метаноутворюючі бактерії здійснюють подальше розкладання речовин, що утворилися в першій фазі. При цьому виділяється газ, що складається з метану, вуглекислого газу, водню та азоту. На другій стадії ацетогенні мікроорганізми, ферментують H₂ і CO₂ та інші одновуглецеві з'єднання, а також деякі більш складні речовини і низькомолекулярні органічні кислоти через проміжне утворення ацетилю. Реакції проходять за наступними рівняннями:

1) окислення органічних кислот:



					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

2) окислення спиртів, наприклад етанолу –



Розпад органічної речовини на останній стадії здійснюється метаноутворюючими і сульфатредуючими мікроорганізмами, які використовують метаболіти, що утворюються на перших стадіях. На заключному етапі анаеробного руйнування органічної речовини в екосистемах з низьким вмістом сульфатів утворюються головним чином CH_4 і CO_2 і незначна кількість H_2S . Метаногенні бактерії є строгими анаеробами, тому присутність в біореакторі кисню і значної кількості іонів нітратів може перешкоджати виділенню метану. Метанове бродіння протікає при окислювально-відновлювальному потенціалу, рівному 330 мВ. Переважна більшість метаногенів досягають максимальної швидкості росту при температурі 30-40 °С. Є також термофільні види з оптимумом температури від 50 до 85 °С.

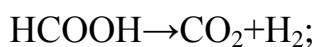
Проектом передбачено проведення першої стадії процесу в термофільному режимі при температурі 55 °С для знищення патогенної мікрофлори, другої стадії - в мезофільному режимі при температурі 40 °С для економії енергоресурсів. Більшість представників метаноутворюючих бактерій ростуть в середовищах з рН, близьким до центрального (рН 6,5 до 7,5).

Джерелами вуглецю та енергії для метаногенів зазвичай є суміш водню і вуглекислого газу. Деякі бактерії використовують цю суміш, як єдиний субстрат зростання:

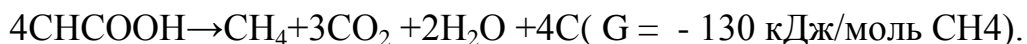


При цьому клітини використовують одночасно газоподібний водень і водень, що входить до складу молекул води.

Наступним потенційно використовуваним джерелом вуглецю та енергії у метаногенів є форміат. На першому етапі форміат розкладається до CO_2 і H_2 , а потім CO_2 відновлюється до CH_4 .



					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		



Більш важливим субстратом для метаногенеза є ацетат. Кількість CH_4 , що утворюється з ацетату в біореакторі, за деяким даними, становить 72%.



У біореакторах при нормальному ході процесу всі групи мікроорганізмів діють узгоджено.

Всі проміжні продукти розпаду однієї стадії переробляються бактеріями другої стадії.

3.3.5. Сепарація відферментованої сировини

Проектом передбачено поділ відферментованого субстрату на твердий осад і рідке біодобриво у сепараторі. Спосіб дії сепаратора полягає в наступному. Речовина подається в сепаратор по трубопроводу з біореактора 2. Механізми, що забезпечують вібрацію в завантажувальній камері, впливають на в'язкість речовини і підсилюють зневоднення, причому в даній конструкції вібрує не машина, а речовина. Шнек, який має постійний діаметр і кут нахилу (це дозволяє уникнути скупчення оброблюваної маси), переміщує речовину в кошик сортування. Там послідовно відбувається зневоднення спочатку під впливом сили тяжіння, а потім під тиском. Коливання концентрації речовини, що подається, або перерви в подачі, не викликають проблем і не здійснюють будь-який вплив на результат процесу сепарації. При припиненні подачі матеріалу машина продовжує працювати "всуху".

Вміст сухої речовини в твердому осаді 27-30%, в рідкому біодобриві - 0.5%

Твердий осад подається на сушку, а рідке добриво в сховище рідких біодобрив і надалі - на зрошення полів.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3.3.6. Сушка відферментированного твердого осаду

Твердий осад (шлам) з вологістю 67% подається на сушку в стрічкову сушарку, де газами, які отримуються в процесі термічної конверсії твердого осаду, з температурою 170 °С висушується до вологості 20%. Подача продукту, його переміщення, температура газу, вивантаження висушеного продукту контролюється автоматично. Відпрацьовані гази, пройшовши через циклон, викидаються в атмосферу.

3.3.7. Термічна конверсія твердого осаду

Термічна конверсія твердого осаду відбувається у відділенні термічної конверсії з одночасною утилізацією тепла для підігріву теплоносія системи опалення та для біореакторів і технічних приміщень до температури 70-80 °С, відходящі топкові.

В результаті термічної конверсії відбувається:

- остаточне знищення патогенної мікрофлори, яка може пройти через біореактор 1 і 2.

- зниження обсягів осаду з 1,435 т до 0,102 т зольного залишку (золи) на добу.

Зола, що утворилася після конверсії, шнеком вивантажується один раз на добу в ківш навантажувача з проміжним зрошенням відсепарованою рідкою фракцією в кількості 3 л і вивозиться на піскові майданчики для подальшого використання для підсипки узбіч доріг або їх будівництва.

- гази, які утворилися в результаті конверсії з температурою 170 °С направляються в сушарку для підсушування твердого осаду перед його структуруванням.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

3.3.8. Структурування відферментированного твердого осаду

Структурування відферментированного твердого осаду відбувається за допомогою преса з наступним охолодженням твердого осаду.

3.4. Додаткові заходи щодо функціонування розробленої технології

3.4.1. Заходи щодо механізації та автоматизації технологічних процесів

Загальна планова трудомісткість на річну програму 792 000 м³ рік біогазу визначена, виходячи з необхідної кількості виробничих робітників для обслуговування технологічного обладнання з урахуванням ефективного фонду часу 12624 чол / год, з них осного персоналу -11520 чол/год і допоміжного -1104 чол/год, і становить 0,016 чол*год/ м³ біогазу.

Режим роботи біогазової установки прийнятий, виходячи з безперервності технологічного процесу, тримісний.

Об'єкт працює по 360 діб у році з необхідними перервами на планово-попереджувальні ремонти (5 діб у році). Виникнення непередбачених простоїв оцінюється в 25 діб у році.

Технологією передбачається механізація міжфазного транспортування напівфабрикатів і транспортування готової продукції:

- при заготівлі очерету на виробничих площах використовується спеціальна техніка - силосоприбиральний комбайн, який одночасно подрібнює продукцію, що заготовляється;

- транспортування заготовленої сировини здійснюється трактором;

- навантаження - розвантаження сировини і силосу здійснюється навантажувачем;

- міжфазне транспортування сировини і напівфабрикатів здійснюється транспортерами та госфекальними насосами.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- газ транспортується по трубопроводах за допомогою компресора.

Процес завантаження сировини в сушилку твердого осаду здійснюється шнеком.

Процес завантаження сировини при структуруванні та охолодженні твердого осаду здійснюється шнеком.

Процес завантаження твердого осаду в котел здійснюється також шнеком.

Сухий відферментований мул переміщується за допомогою навантажувача.

Весь процес переміщення продукції та напівфабрикатів насосами та шнеками управляється автоматично згідно програмним завданням [26].

Автоматизація технологічних процесів.

Проектом передбачається автоматизація управління процесами, перелік наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Контроль технологічного процесу

Найменування фази, ділянки, стадії, операції, місце контролю, номер позиції обладнання за схемою	Контрольований параметр, одиниця вимірювання	Нормоване значення	Спосіб (візуальний, автоматичний та ін.) та періодичність контролю
1	2	3	4
Позиція 2 і 3 - Завантаження силосу - Подрібнення силосу	Маса, т/добу	13,7	1 раз на добу
	Обертання подрібнювача, об/хв		Автоматичний, під час роботи
Позиція 3 - Подрібнювач силосу	Обертання подрібнювача, об/хв		Автоматичний
	Рівень, м		Автоматичний, постійно
Позиція 2 - Дозатор подачі подрібненого силосу	Розхід, м ³	0,570 т/год	Автоматичний, 24 рази на добу
Позиція 23 - Насос подачі ілу	Розхід, м ³ /год	1,25	Автоматичний, 24 рази на добу

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

(Продовження табл. 3.1)

1	2	3	4
Позиція 4 -Змішання і транспортування продукту насосом-змішувачем	Розхід, м ³	Сума поз. 5,1 і поз. 5,2	Автоматичний, 24 рази на добу
Позиція 5 - Біореактор 1	Рівень, м		Автоматичний, постійно
	Температура, °С	55	Автоматичний, постійно
	Тиск, ПА	10000	Автоматичний, постійно
Позиція 5 -Мішалка біореактора 1	Обертання мішалки, об/хв		Автоматичний, під час роботи
Позиція 6 -Мокрий подрібнювач	Обертання подрібнювача, об/хв		Автоматичний, під час роботи
Позиція 7 -Насосна станція	Становище клапанів		Автоматичний, під час роботи
	Протікання продуктів по магістралям		Автоматичний, під час роботи
	Робота насосів		Автоматичний, під час роботи
Позиція 9 -Виносний теплообмінник	Температура, °С		Автоматичний, постійно
	Тиск, ПА		Автоматичний, постійно
	Розхід, м ³		Автоматичний, постійно
	Протікання продуктів по магістралям		Автоматичний, постійно
Позиція 10 -біореактор 2	Рівень, м		Автоматичний, постійно
	Температура, °С	40	Автоматичний, постійно
	Тиск, ПА	5000	Автоматичний, постійно
	Тиск в термоізоляційному шарі куполу,ПА		Автоматичний, постійно
Позиція 10 -Мішалка біореактора 2/1	Обертання мішалки, об/хв		Автоматичний, під час роботи
Позиція 10 -Мішалка біореактора 2/2	Обертання мішалки, об/хв		Автоматичний, під час роботи
Позиція 12. -Газовий компресор	Температура, °С		Автоматичний, постійно
	Тиск, ПА		Автоматичний, постійно
	Розхід, м ³		Автоматичний, постійно

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

(Продовження табл. 3.1)

1	2	3	4
Позиція 13. -Газова свічка	Тиск, ПА		Автоматичний, постійно
	Наявність полум'я		Автоматичний, на час підпалювання свічки
Позиція 14. -Сепаратор	Обертання валу, об/хв		Автоматичний, під час роботи
Позиція 17. -Сушилка твердого осаду	Температура, °С		Автоматичний, постійно
	Обертання приводного валу транспортера, об/хв		Автоматичний, під час роботи
Позиція 20. -Котел для конверсії твердого осаду	Температура, °С		Автоматичний, постійно

3.4.2. Вибір і обґрунтування необхідного обладнання

Характеристика основного технологічного обладнання представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.4.2

Характеристика основного технологічного обладнання

№ п/п	Найменування обладнання	Тип, марка обладнання, виробник	Технічна характеристика	Кількість	Призначення
1	2	3	4	5	6
1	Дозатор силоса	Huning, Німеччина	$V=35\text{м}^3$	1	Бункер прийому і дозування силосу в технологію
2	Телескопічний навантажувач	Sennebogen 305, Виробник -Sennebogen, Німеччина	Вантажопідйомність: 3т Висота підйому: 7м	1	Транспортування силосу із силосховища в дозатор
3	Шредер- подрібнювач	Segork-3045, Німеччина	$V=6\text{в}^3$	1	Приготування подрібненого силосу
4	Насос – подрібнювач	NM090BY01L0 6ВМЕМО, Німеччина	Продуктивність $40\text{м}^3/\text{год}$	1	Підготування і подача сировини в технологію

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

(Продовження табл. 3.2)

1	2	3	4	5	6
5	Мішалка біореактора 1	Prechtl Ruhrwerk, Німеччина	N=7,5 кВт	2	Переміщення субстрата
6	Мішалка біореактора 2	Prechtl Ruhrwerk, Німеччина	N=11 кВт	2	Переміщення субстрата
7	Шламаний насос основний	Vmax, MEMO, Німеччина	Продукт. 47м ³ /год	1	Подача іла в технологію
8	Мокрий подрібнювач	RC5000, Vogelsang, Німеччина	Продукт. 50м ³ /год	1	Гомогенізація та подрібнення сировини
9	Насос для іла	UtNM090B Y01L06B, MEMO, Німеччина	40м ³ /год	1	Подача іла в технологію
10	Повітряний копресор			1	
11	Високовольт на система подрібнення	BioCrack, Німеччина	Потужність 35 вт	1	Підвищення виходу біогаза до 18%
12	Компресор газовий	WP 15L-10, Sauer, Німеччина	P=1...4 bar	1	Подача біогаза в мережу споживача
13	Газоохолоджувач	APROVIS Gasentfeuchter FriCon-150/250-45-8-0-0, Німеччина	Продукт. 250м ³ /год	1	Очищення біогаза від парів води
14	Сепаратор	Sercom 015, Німеччина	Продукт. 15м ³ /год	1	Розділення твердої та рідкої фракції
15	Сушилка твердого осаду	PICOLLO SPC9-170, Німеччина	Vповітря=15000 м ³ /год Sповерх=15,3м ²	1	Сушка твердої фракції
16	Установка для брикетування	Brikettierpresse mutek MPP 280ма, Німеччина	Продукт. 280 кг/год	1	Виготовлення топливних брикетів

Загальна чисельність працюючих, в тому числі по кваліфікаціям та категоріям.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

(Продовження табл. 3.2)

1	2	3	4	5	6
17	Котел с попілвидалячем	ÖKOTHERM®-450, Німеччина	N=450 кВт M=7500 кг Vводи = 1800м ³	1	Підігрів теплоносія
18	Насосна станція для рідких біодобрив	Wilo-DrainLift XXL 1080-2/8,4, VILO, Німеччина	Продукт. 20м ³ /год	1	Завантаження автоцистерн рідким біодобривом
19	Газовий факел	FBA-150, MUCHE, Німеччина	Продуктивність 150м ³ /год	1	Спалювання надлишку газу

Для функціонування установки БГУ передбачається 6 нових робочих місць.

Перелік робочих місць наведено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Перелік робочих місць

Найменування персоналу	Розряд	Численність в сміну	Змінність	Численність на добу
Основні робочі:				
Оператор біоенергетичних установок	4	1	3	3
Тракторист	3	0.25	1	0.25
Разом:				3.25
Допоміжні робочі:				
Електромонтер по ремонту і обслуговуванню електрообладнання	3	0.25	1	0.25
Черговий слюзар КППіА	3	0.25	1	0.25
Разом:				0.5
Всього:				3.75

Обслуговування та поточний ремонт обладнання об'єкта проводиться силами чергового персоналу.

					Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	

НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06

Капітальний ремонт обладнання проводиться силами ремонтних служб підприємства або сторонніх організацій на договірній основі згідно з установленим порядком.

Характеристика цехових і міжцехових комунікацій.

На промисловому об'єкті очищення стічних вод передбачаються наступні міжцехові технологічні комунікації:

- відкачування мулу з вторинних відстійників очисних споруд самопливів в приймальну ємність по трубопроводу в кількості 26 м³ / добу;
- відкачування відферментированих рідких біодобрих після сепаратора в кількості 33 м³ / добу в первинні відстійники по трубопроводу;
- доставка біогазу в кількості 2170 м³ / добу споживачеві по газоходу;
- доставка води здійснюється спеціальним автотранспортом.

3.4.3. Пуско-налагоджувальні заходи для розробленої технології

Опалення споруд БГУ здійснюється теплом, одержуваного при конверсії в котлі структурованого осаду. В якості теплоносія застосовується вода з температурою не вище 80 °С.

Технологією передбачена природна вентиляція (через дефлектори «ЦАГІ») з одноразовим повітрообміном на годину:

- в приміщенні завантаження силосу;
- в технічному приміщенні;
- в приміщенні сепарації;
- в приміщенні сушки;
- в приміщенні операторської;
- в приміщенні охолодження твердого осаду.

Природна вентиляція (через дефлектори «ЦАГІ») з триразовим повітрообміном на годину в приміщенні термічної конверсії осаду. У приміщенні операторської передбачено димовидаляння через дефлектор і вікно.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Електропостачання: проект силового обладнання розроблений на підставі ТУ «Технічні умови на електропостачання об'єкта «Павлоградський хімічний завод» модернізації підстанції ТП-20 від 21.06.2012 р.»

Проходи кабелів через стіни і перекриття виконати в відрізках сталевих водогазопровідних труб із закладенням негорючого легко видаляемого матеріалу.

Всі металеві частини обладнання та конструкцій не перебуваючих нормально під напругою, заземлити приєднанням до контуру заземлення будівлі.

Монтаж виконати відповідно до НПАОП 29.6-7.05-91, НПАОП 40.1-1.32-01, НПАОП 0.00-1.21-98, ДБН В.2.5-13-98. Місця установки устаткування і прокладки кабелів уточнити при монтажі.

Напруга мережі --380 / 220В. Мережа живлення прийнята 5-ти провідна 3-х фазна з системою заземлення TN-C-S з роздільними нульовими і заземлюючим провідниками.

Електричне живлення здійснюється від електричної щитової та збірки пускачів і автоматів (ПР).

Захист електричних двигунів від перевантажень забезпечується автоматичними вимикачами струмовими реле РТ82-2. Управління електричними двигунами передбачено автоматичне та кнопками за місцем.

Вибір пускової апаратури і електричної проводки проведений відповідно до вимог ПУЕ і показаний в розрахункових схемах.

Облік електроенергії передбачений лічильниками 1 класу точності СТ-ЕА-05 з реверсивним зчитувальним пристроєм. Для забезпечення безпеки передбачено занулення електрообладнання шляхом механічного зв'язку його з заземляючою нейтраллю трансформатора. В якості занулюючих провідників використовувати спеціальні жили кабелю (проводу).

Електропроводки передбачені кабелями в лотках, по металоконструкціях, частково в сталевих трубах, в підготовці підлоги та в металорукаві.

Для заземлення РЩ-0.4кВ і обладнання передбачено влаштування контуру заземлення.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Всі електромонтажні роботи виконати згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.32-01, НПАОП 40.1-121-98.

Автоматизація.

Устаткування поставляється комплектно. До складу поставки входить основне технологічне обладнання, комектне електрообладнання з кабельною продукцією від шаф, комплектне устаткування систем КВПіА та АСУТП з АРМ оператора. Проектом передбачена пожежна сигналізація. Протипожежний сигнально-пусковий блок встановлений в приміщенні операторської [26].

Заземлення та захист від статичної електрики.

Обладнання заземлення: зовнішній контур заземлення будівель і споруд виконується із сталеві штаби 40x4 мм. Контур заземлення прокладається на глибині 0,8 м по периметру будівлі.

Для вирівнювання потенціалів і захисту від статичної електрики в спорудженні передбачений внутрішній контур захисного заземлення, виконаний із сталеві штаби 40x4 мм на висоті 0,3-0,5 м. Внутрішній контур заземлення з'єднується з зовнішнім контуром заземлення смуговою сталлю 40x4мм (число приєднань - не менше двох).

Все особливо небезпечно, з точки зору електризації, технологічне обладнання приєднується до контуру заземлення будівлі за допомогою не менше, ніж двох заземлюючих провідників в діаметрально протилежних точках.

Технологічне обладнання заземлюється шляхом приєднання до внутрішнього контуру заземлення смуговою сталлю 25x4 мм. Всі з'єднання контуру заземлення виконуються зварюванням. Довжина зварного шва повинна бути не менше 2В при прямокутному і 6D при круглому перетині заземлюючих провідників (див. відомість заземлення).

Металеві трубопроводи та вентиляційні короба приєднуються до контуру заземлення через кожні 40-50 м, але не менше, ніж в двох точках.

Для захисту від вторинних проявів блискавки на фланцевих з'єднаннях вентиляційних повітропроводів передбачена установка металевих перемичок.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Струмівідводи від дахового обладнання, що прокладаються по зовнішніх стінах будівель і споруд, передбачено розташовувати не ближче, ніж в 3 м від входів або в місцях, не доступних для дотику людей [24].

Заземлювальні провідники, призначені для захисту від статичної електрики, фарбуються в чорний колір з нанесенням в місцях приєднання до технологічного устаткування і внутрішньої магістралі заземлення однієї поперечної смуги шириною 15-20 мм червоного кольору.

Монтаж заземлюючих пристроїв виконується відповідно до вимог, РД.34.21.122-87, ПУЕ, ПЗСЕ.

Захист від блискавки.

Захист споруд від прямих попадань блискавки забезпечується громовідводами.

Все особливо небезпечно, з точки зору електризації, технологічне обладнання приєднується до контуру заземлення будівлі за допомогою не менше, ніж двох заземлюючих провідників в діаметрально протилежних точках.

Для захисту від заносу високого потенціалу по надземним трубопроводах вони на введенні в спорудженнях приєднуються до контуру заземлення смуговою сталлю 40x4 мм.

Технологічне обладнання заземлюється шляхом приєднання до внутрішнього контуру заземлення смугової сталі 25x4 мм. Всі з'єднання контуру заземлення виконуються зварюванням. Довжина зварного шва повинна бути не менше 2В при прямокутному і 6D при круглому перетині заземлюючих провідників (див. відомість заземлення).

Заземлювальні провідники до контуру приєднуються за допомогою нарізного сполучення (М10), виконаного за ГОСТ 21130-75, ГОСТ 12.2.007-75, але із застосуванням контргайок замість пружинних шайб. Приєднання більше двох заземлюючих провідників під один болт не допускається. Для захисту від вторинних проявів блискавки на фланцевих з'єднаннях вентиляційних повітропроводів передбачена установка металевих перемичок.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Струмівідводи, що прокладаються по зовнішніх стінах споруд, передбачено розташовувати не ближче, ніж в 3 м від входів або в місцях, не доступних для дотику людей.

Заземлювальні провідники, призначені для захисту від статичної електрики, фарбуються в чорний колір з нанесенням в місцях приєднання до технологічного устаткування і внутрішньої магістралі заземлення однієї поперечної смуги шириною 15-20 мм червоного кольору.

Монтаж заземлюючих пристроїв виконується відповідно до вимог ПУЕ.

Рішення, щодо зниження виробничих шумів та вібрацій.

Для зниження рівня виробничого шуму та вібрації в спорудах проектного промислового об'єкта проектом передбачаються планувальні та будівельно-акустичні заходи, в тому числі:

- установка обладнання, що виробляє шум, поза робочим приміщенням;
- ущільнення по периметру притворів дверей і воріт;
- звукоізоляція місць перетину огорожувальних конструкцій з інженерними комунікаціями;
- під'єднання вентиляторів до повітропроводів через гнучкі вставки;
- підбір швидкостей руху повітря в повітророзподільних пристроях з урахуванням забезпечення оптимальної акустичної якості проектованих систем;
- постійний контроль вібраційних характеристик обладнання та вібраційного навантаження;
- створення умов експлуатації технологічного обладнання тільки відповідно до його призначення;
- підтримання технологічного стану обладнання, параметрів технологічних процесів відповідно до технологічного регламенту;
- своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів;
- застосування огорожувальних конструкцій з високою звукоізоляцією та звукопоглинаючою здатністю не нижче наведеної в таблиці 3.4.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Звукопоглинаюча здатність огорожувальних конструкцій

Огороджувальна конструкція	Звукоізолююча здібність, дБ, при середньгеометричній частоті, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Стіни	43	43	43	59	57	60	60	60
Вікна	40	36	35	46	49	53	50	44

- застосування малошумлячого опалювального, вентиляційного та технологічного обладнання;
- розміщення об'єкта на значній відстані від селітебної зони.

3.5. Рішення, щодо енергозбереження та застосування енергозберігаючих технологій

При розробці технології були використані наступні прогресивні технології енергозаощадження:

- застосування анаеробного зброджування для комплексної переробки різного виду органічної сировини з отриманням метановмісткого газу.

Комплексна переробка різних видів органічної сировини дозволяє збільшити вихід газу за рахунок взаємної дії на 7%.

- використання біогазу після біореактора 1 для харчування анаеробних бактерій в метантенці дозволяє збільшити концентрацію метану в газі, підвищуючи його теплотворну здатність до 25 МДж / м³.

- використання твердого відферментованого осаду для отримання тепла для обігріву біореакторів дозволяє на 30% заощадити енергоресурси для використання його для основного виробництва.

- використання рідких біодобрих дозволяє збільшити на 20% врожайність зеленої маси очерету і, відповідно, вихід біогазу.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Електропостачання здійснюється від існуючих ТП 20 підприємства, розташованих в безпосередній близькості від ГПП, відповідно до вимог норм і правил. Зазначена схема електропостачання дозволяє мінімізувати втрати електроенергії при транспортуванні до споживачів.

За ступенем надійності електропостачання споживачі відносяться до II категорії, за винятком систем пожежної сигналізації, систем пожежогашіння та систем аварійного оповіщення, які відносяться до споживачів I категорії.

Технологією не передбачена система каналізації в зв'язку з відсутністю каналізаційних стоків.

Забезпечення споруд промислового об'єкта «Павлоградський хімічний завод» - очищення стічних вод дослідно-промислового об'єкта вилучення водорозчинних компонентів та їх конверсії стисненим повітрям здійснюється локальною системою підготовки і подачі стисненого повітря до споживачів. Зазначена схема дозволяє мінімізувати витрати за рахунок використання повітря тільки в період виконання технологічних робіт.

Опалення споруд промислового об'єкта «Павлоградський хімічний завод» - очищення стічних вод дослідно-промислового об'єкта вилучення водорозчинних компонентів та їх конверсії здійснюється реєстрами водяного опалення з використанням тепла термічної конверсії твердого осаду.

У всіх приміщеннях застосовується природна вентиляція крім приміщення термічної конверсії твердого осаду, де проектом передбачена приточно-витяжна вентиляція

Для забезпечення необхідних режимів технологічного процесу передбачена система обігріву технологічного обладнання і продуктопроводів із застосуванням в якості теплоносія гарячої води. Зазначена схема є найбільш раціональною з урахуванням забезпечення технологічних потреб з мінімізацією витрат на утримання і експлуатацію.

Технологією передбачено влаштування господарсько-протипожежного водопроводу від проектованої свердловини і двох пожежних водойм по 50 м³.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Потреба води на технологічні потреби (миття обладнання) становить $6 \text{ м}^3 / \text{добу}$, яка потім після очищення повертається в технологічний процес.

Водоспоживання планованого об'єкта становить:

- на господарчо-побутові потреби - $0,5 \text{ м}^3 / \text{добу}$
- на протипожежні потреби: зовнішнє пожежогасіння - 15 л / с ,
- внутрішнє пожежогасіння (від пожежних кранів) - 3 л / с (2 струменя по $1,5 \text{ л / с}$). Зазначена схема є найбільш раціональною з урахуванням забезпечення технологічних потреб, і, особливо, протипожежних потреб з мінімізацією витрат на утримання та експлуатацію.

3.6 Висновки за експериментальною частиною

1. Розроблено технологічну схему очищення стічних промислових вод за допомогою біохімічних методів.

2. Підвищення ступеня очищення досягається за рахунок глибокої переробки мулових осадів промислових стоків методом анаеробного зброджування в біореакторах та подальшої термічної конверсії твердого осаду з використанням тепла для підігріву технологічного обладнання і технічних приміщень.

3. Впровадження розробленої технології зробить можливим:

- отримання метановмісткого газу. Комплексна переробка різних видів органічної сировини дозволяє збільшити вихід газу за рахунок взаємної дії на 7%.

- збільшити концентрацію метану в газі, підвищуючи його теплотворну здатність до $25 \text{ МДж} / \text{м}^3$ за рахунок використання біогазу після біореактора 1 для харчування анаеробних бактерій в метантенці;

- дозволяє на 30% заощадити енергоресурси для використання його для основного виробництва шляхом використання твердого відферментованого осаду для отримання тепла для обігріву біореакторів;

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- дозволяє збільшити на 20% врожайність зеленої маси очерету і, відповідно, вихід біогазу завдяки використанню рідких біодобрив.

4. Запропонована технологія є найбільш раціональною з урахуванням забезпечення технологічних потреб з мінімізацією витрат на утримання і експлуатацію.

5. Розроблена технологія очищення стічних вод хімічних підприємств дозволяє отримати якісну очищену воду, що відповідає вимогам та ДСТУ.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХ_{та}ХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Заходи щодо забезпечення безпеки процесів та виробів

Технологічний процес очищення стічних вод передбачає використання технологічного обладнання, що відповідає вимогам актів і норм з охорони праці, екологічної та вибухопожежної безпеки.

Безпека прийнятих в проекті виробничих процесів очищення стічних вод забезпечується:

- безпекою технологічного обладнання, його розміщенням і організацією робочих місць;

- безпекою застосовуваного технологічного процесу вилучення водорозчинних компонентів та їх конверсії;

- безпекою прийомів, режимів роботи, порядку обслуговування виробничого обладнання;

- застосуванням АСУТП;

- застосуванням засобів індивідуального захисту працюючих;

- організацією системи охорони праці в цілому по виробництву.

Проектні рішення з забезпечення безпеки операцій утилізації передбачають:

- розташування виробничих і допоміжних приміщень з урахуванням нормативних протипожежних розривів, найкоротшим технологічним зв'язком, зручності обслуговування і ремонту устаткування, безпеки його експлуатації.

- дистанційне керування небезпечними операціями вилучення водорозчинних компонентів та їх конверсії;

- пристрій майданчиків, які забезпечують зручність обслуговування технологічного та допоміжного обладнання;

- компоновку обладнання, що враховує специфіку обслуговування і ремонту устаткування і забезпечує:

- основні проходи в місцях постійних робочих місць не менше 0,8 м;

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

- відстань між обладнанням і будівельними конструкціями не менше 0,5 м;
- перевірку перед запуском обладнання працездатності всіх систем енергозабезпечення (-тепло, -енергопостачання, -постачання стисненим повітрям та ін.);
- перевірку обладнання на холостому ходу перед початком роботи;
- пуск і експлуатація обладнання в суворій відповідності з технологічним регламентом;
- можливість зовнішнього огляду технологічного обладнання, засобів контролю, управління, сигналізації та автоматичної пожежної сигналізації з нормативною періодичністю;
- розташування запірних пристроїв в зручній і доступній для обслуговування зоні [30].

4.2. Токсикологічна, пожежовибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів

Токсикологічна, пожежовибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів приведена в таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Токсикологічна, пожежовибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів

№ п/п	Найменування речовини	Загальна характеристика	Температура спалаху, °С	Межа вибуховості, об. %	Клас неки за ГОСТ 12.1.007-76	Загально-допустима концентрація, мг/м ³ У повітрі робочої зони виробн. приміщень
1	Метановмісткий газ	Пожежовибухонебезпечний	-	4,4-16-	4	300

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

(Продовження табл. 4.1)

№ п/п	Найменування речовини	Загальна характеристика	Температура спалаху, °С	Межа вибуховості, об. %	Клас неки за ГОСТ 12.1.007-76	Загально-допустима концентрація, мг/м ³ У повітрі робочої зони виробн. приміщень
2	Висушений твердий осад	Пожежонебезпечний	150	-	4	-
3	Сірководень	Пожежовибухонебезпечний	-	4,6-46-	2	10
4	Водень	Пожежовибухонебезпечний	-	4-76	2	-
5	Оксиди азота	Пожежобезпечний	-	-	3	5
6	Оксид вуглецю	Пожежобезпечний	-	-	4	20

4.3. Характеристика споруд, обґрунтування категорій вибухопожежної безпеки

Характеристика споруд [39], категорії вибухопожежної безпеки, класів приміщень представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Характеристика споруд, категорії вибухопожежної безпеки, класів приміщень

№ п/п	Найменування споруджень	Ступінь вогнестійкост	Категорії за ДСТУ Б В. 1.1-36:2016	Клас приміщень за ПУЕ
1	Насосна перекачування ілу Н1	Ша	Д приміщ. Ємкість прийому ілу V=33м ³	Норм.
2	Насосна дозування ілу Н3	Ша	Д приміщ. Ємкість прийому ілу V=100м ³	Норм.

					Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	

НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06

(Продовження табл. 4.2)

№ п/п	Найменування споруджень	Ступінь вогнестійкост	Категорії за ДСТУ Б В. 1.1-36:2016	Клас приміщень за ПУЕ
3	Насосна перекачування рідких біодобрив Н2	Ша	Д приміщ. Ємкість прийому біодобрив. V=100м3	Норм.
4	Біореактор №1-Б1 (це не приміщення, а зовнішня установка)	П (від зовнішньої пожежі)	Зовнішня установка (резервуар)	Норм.
5	Біореактор №2-Б2 (це не приміщення, а зовнішня установка)	П(від зовнішньої пожежі)	Зовнішня установка (резервуар)	Норм.
6	Приміщення силосу та подачі ілу (споруда Т1)	Ша	Д	Норм.
7	Приміщення технічне (споруда Т1)	Ша	Д	Норм.
8	Приміщення операторська Т1)	Ша	Д	Норм.
9	Приміщення сепарації (споруда Т1)	Ша	Д	Норм.
10	Приміщення сушки (споруда Т1)	Ша	Д	Норм.
11	Приміщення структурування осаду (споруда Т1)	Ша	Д	Норм.
12	Приміщення охолодження осаду. (споруда Т1)	Ша	Д	Норм.
13	Приміщення термічної конверсії осаду (споруда Т1)	Ша	Г	Норм.
14	Естакада наливна ЕН1	Ша	Д	Норм.
15	Установка факельна Ф1 (це зовнішня установка)	Ша	Г	Норм.
16	Сховище силосу С1	Ша	Д	Норм.
17	Сховище рідких біодобрив С2/1	Ша	Д	Норм.
18	Сховище рідких біодобрив С2/2	Ша	Д	Норм.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

Розміщення факельної установки передбачено поза зоною біореактора №1.

4.4. Заходи щодо захисту персоналу від травмування, безпечної евакуації працюючих при можливих аваріях і пожежах

Головною умовою безпечного ведення технологічного процесу є суворе дотримання працівниками норм технологічного режиму, правил з охорони праці, протипожежної безпеки та інструкцій з охорони праці [31].

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи проходять інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії.

Всі робітники, зайняті на вогне-, вибухонебезпечних виробництвах, один раз на рік, повинні пройти навчання (за професією) на курсах і здати іспит кваліфікаційній комісії. Робітники, які не пройшли навчання або не здали іспит, до подальшої роботи не допускаються.

При надходженні на роботу кожен працівник повинен пройти вступний інструктаж фахівцем служби з охорони праці та представником пожежної охорони.

Перед допуском до роботи начальник підрозділу повинен ознайомити кожного працівника з загальними правилами ведення робіт. Потім безпосередній керівник робіт проводить первинний інструктаж на робочому місці. Повторний інструктаж на роботах з підвищеною небезпекою проводиться в терміни не рідше 1 разу на 3 місяці, для решти робіт - не рідше 1 разу на 6 місяців. Позаплановий інструктаж повинен проводитися при зміні правил з охорони праці, при зміні технологічного процесу, заміні обладнання, приладів та інструментів, при порушенні правил з охорони праці, що призвели до аварій, травм і пожеж, під час надходження інформації про нещасні випадки або аварії в аналогічних виробництвах [38].

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

При виникненні аварійної ситуації персонал приймає заходи, передбачені «Планом ліквідації аварійних ситуацій».

Електрообладнання у виробництві біогазової установки передбачається з урахуванням класів зон за НПАОП 40.1-1.32-01.

Обладнання, трубопроводи та елементи будівельних конструкцій, потенційно небезпечні щодо аварій і нещасних випадків, забарвлюються у сигнально-попереджувальні кольори у відповідності з вимогами ОСТ ВЗ – 12.023-90 і ГОСТ 14202-69.

Надійність роботи устаткування і комунікацій забезпечується наступними технічними рішеннями:

- ведення технологічного процесу при роботі біогазової установки із застосуванням АСУТП;

- заземлення, занулення і захист від статичної електрики обладнання та комунікацій відповідно до вимог ГОСТ В 19005-81 «Засоби забезпечення захисту від статичної електрики у виробництвах галузі»;

- пристрій блискавкозахисту споруд відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38: 2008;

- пристрій автоматичної пожежної сигналізації;

- забезпечення обслуговуючого персоналу спецодягом, взуттям, рукавицями, захисними окулярами і засобами індивідуального захисту [37].

Конструктивне оформлення технологічного процесу, оснащення його індивідуальними засобами захисту поряд з вивченням і суворим дотриманням обслуговуючим персоналом правил експлуатації, охорони праці, пожежної безпеки та промсанітарії гарантує безпеку і безаварійне ведення технологічного процесу.

Відхилення від вимог технологічного процесу і порушення інструкцій може призвести до виникнення аварійної ситуації. Аварійна ситуація також може виникнути через припинення подачі електроенергії, виходу з ладу обладнання та комунікацій, виникнення пожежі. Наслідком аварії може з'явитися розгерметизація купола біореактора № 2 і викид метановмісткого газу.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

При виникненні аварійної ситуації персонал вживає заходів, передбачених «Планом локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій», які розробляються структурою, яка експлуатує даний об'єкт [40].

Електрообладнання в спорудах об'єкту передбачається з урахуванням класів зон за ПУЕ-86 «Правила улаштування електроустановок»;

Устаткування, трубопроводи та елементи будівельних конструкцій, потенційно небезпечних щодо аварійних ситуацій і нещасних випадків, фарбуються в сигнально-попереджувальні кольори відповідно до вимог ГОСТ 12.4.026-76 і ГОСТ 14202-69.

Надійність роботи обладнання і комунікацій забезпечується наступними технічними рішеннями:

- влаштування систем енергозабезпечення відповідно до вимог ПУЕ;
- заземлення, занулення електрообладнання та захист від статичної електрики технологічного устаткування і комунікацій згідно з вимогами ПУЕ та «Правил захисту від статичної електрики у виробництвах галузі»;
- пристрій блискавкозахисту будівлі згідно з ДСТУ Б Ст. 2.5-38:2008.
- пристрій автоматичних систем пожежної сигналізації;
- застосування водяного опалення приміщень з температурою поверхні нагрівальних приладів не більше 80⁰С.
- ізоляція газоходів, що забезпечує температуру на поверхні ізоляції не вище 40⁰С;
- забезпечення обслуговуючого персоналу спецодягом, взуттям, рукавицями, захисними окулярами і засобами індивідуального захисту.

4.5. Рішення щодо освітлення та зниження виробничих шумів і вібрацій

4.5.1. Освітлення робочих місць

Для освітлення споруд і приміщень об'єкту передбачаються такі види освітлення:

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

- робоче,
- аварійне,
- евакуаційне та ремонтне.

Проектом прийняті системи загального і комбінованого освітлення.

Вибір значень освітленостей проводиться у відповідності з ДБН Ст. 2.5-25-2006 «Природне і штучне освітлення» технологічних будівель.

Величини освітленості основних виробничих приміщень 200-75Лк, приміщень інженерного обладнання 100-50 Лк, допоміжних приміщень -75-50 Лк.

Напруга мережі електроосвітлення 380 / 220В, напруга на лампах 220В, напруга мережі переносного освітлення 12В [35].

Мережі робочого та аварійного освітлення передбачені роз'єднаними. Типи і кількість світильників обрані відповідно до призначення і розмірів приміщень, характером виконуваних робіт і характеристикою середовища.

4.5.2. Шум та вібрація

Для зниження рівня виробничого шуму і вібрації в спорудах проектного об'єкту, проектом передбачаються наступні планувальні та будівельно-акустичні заходи:

- установка шумового обладнання поза робочим приміщенням;
- ущільнення по периметру притворів дверей і воріт;
- звукоізоляція місць перетину огорожувальних конструкцій з інженерними комунікаціями;
- під'єднання вентиляторів до повітропроводів через гнучкі вставки;
- підбір швидкостей руху повітря в повітророзподільних пристроях з урахуванням забезпечення оптимальних акустичних якостей проєктованих систем;
- постійний контроль вібраційних характеристик обладнання та вібраційного навантаження;

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

- створення умов експлуатації технологічного обладнання тільки відповідно до його призначення;
- підтримання технологічного стану обладнання, параметрів технологічних процесів відповідно до технологічного регламенту;
- своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів;
- застосування малошумового, опалювального, вентиляційного та технологічного обладнання;
- розміщення об'єкта на значній відстані від селітебної зони.

З урахуванням поступового зниження рівнів звукового тиску шуму по шляху його поширення, а також передбачених заходів з шумозаглушення, рівні звукового тиску на території житлової забудови, створювані джерелами установки, не перевищать нормованих значень [32].

4.6. Дані про способи попередження пожеж, вибухів, зберігання і транспортування матеріалів, напівфабрикатів з небезпечними і шкідливими властивостями, ведення робіт з навантаження та розвантаження

Для запобігання виникнення пожежі, проектом передбачені такі заходи [33]:

- захист від статичної електрики повітроводів, трубопроводів і обладнання;
- заземлення та занулення електрообладнання;
- блискавкозахист.

Крім того, для швидкого гасіння пожежі передбачені:

- зовнішнє пожежогасіння від проєктованих пожежних гідрантів;
- внутрішнє пожежогасіння від внутрішніх пожежних кранів;
- пожежна сигналізація і зв'язок;
- первинні засоби пожежогасіння (ВПК, вогнегасники, глинозем, совки тощо).

Склад та кількість первинних засобів пожежогасіння наведені в таблицях 4.3 та 4.4.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 4.3

Склад та кількість первинних засобів пожежогасіння

Найменування первинних засобів пожежогасіння	Тип, модель, розмір, мм	Кількість, шт	Примітка
Щит пожежний комплектний	1400x950	1	Поблизу основного спорудження – біореактор 1 і 2

Розрахунок необхідної кількості вогнегасників зроблений на підставі «Правил експлуатації та типові норми належності вогнегасників», затверджених наказом МВС України № 25 від 15.01.18р.

Категорія вибухо-пожежонебезпеки приміщень визначена за ДСТУ Б В. 1.1-36 діє до: 2016, класи вибухопожежонебезпечних зон приміщень НПАОП 40.1-1.32-01.

Таблиця 4.4

Розрахунок необхідної кількості вогнегасників

	Найменування приміщення	Категорія приміщення	Клас пожежі	Площадь приміщення м ²	Вид вогнегасника	Кількість вогнегасників, шт
Спорудження очистки стічних вод						
1	Приміщення силосу та подачі ілу	Д	А	70	ВП-5	1
2	Приміщення технічне	Д	А,Е	71	ВП-5 ВВК-3,5	1
3	Приміщення операторська	Д	А,Е	25	ВП-5	1
4	Приміщення сепарації	Д	А,	49	ВП-5	1
5	Приміщення сушки	Д	А	160	ВП-5 ВВК-3,5	4 4
6	Приміщення структурування осаду	Д	А,Е	37	ВП-5 ВВК-3,5	1
7	Приміщення охолодження осаду	Д	А	68	ВП-5 ВВК-3,5	1

НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06

Лист

	Найменування приміщення	Категорія приміщення	Клас пожежі	Площа приміщення м ²	Вид вогнегасника	Кількість вогнегасників, шт
Спорудження очистки стічних вод						
8	Приміщення термічної конверсії осаду	Г	А,Е	63	ВП-5 ВВК-3,5	1 1
9	Майданчик біореакторів				Щит пожежарний комплектний	

Для транспортування матеріалів передбачено застосування спеціального транспорту. Для вантажно-розвантажувальних робіт запроєктовані вантажопідйомні механізми [36].

Вимоги до транспортних і вантажопідйомних механізмів будуть вказані в технологічній документації: технологічному регламенті, інструкції з експлуатації, інструкції з охорони праці.

4.7. Заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх і внутрішніх факторів

З метою зниження впливу небезпечних виробничих факторів передбачається забезпечення всього обслуговуючого персоналу засобами індивідуального захисту [38]:

- спецодягом;
- спецвзуттям по ДСТУ 3962;
- рукавицями за ГОСТ 20010;
- захисними окулярами згідно з ГОСТ 12.4.013-85;
- респіраторами за ГОСТ 12.4.028-76.

При виникненні надзвичайних ситуацій природного або техногенного характеру розроблені інженерно-технічні заходи щодо цивільного захисту.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

4.8. Наявність санітарно-побутових приміщень і медобслуговування

Санітарно-побутове обслуговування працівників біогазової установки передбачається в існуючому адміністративно-побутовому комплексі очисних споруд.

Відповідно до нормативних вимог по «Адміністративним і побутовим будівлям» в побутових приміщеннях передбачені [41]:

- гардеробні для верхнього одягу;
- гардеробні для робочого одягу;
- санвузли;
- комора;
- кімната прийому їжі.

Додатково у виробничій частині споруди об'єкта «Павлоградський хімічний завод» передбачено пристрій біотуалету і умивальника.

В обов'язковому порядку передбачено проведення регулярного (1 раз в рік) медичного огляду всіх працівників об'єкта.

4.9. Інженерно-технічні заходи цивільної оборони та цивільного захисту

При виникненні надзвичайних ситуацій природного чи техногенного факторів можливі пошкодження споруд і зовнішніх установок об'єкта.

При руйнуванні ємнісних споруд БГУ і його газових комунікацій можливий викид:

- метановмісткого газу в навколишнє середовище і утворення вибухонебезпечних газових сумішей;
- розливи рідкого середовища з ємностей в ґрунт.

Можливість безаварійної зупинки виробництва

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

У разі виникнення небезпеки необхідно скористатися кнопкою аварійної зупинки. Люди, які безпосередньо працюють на ділянці, що прилягає до даної установки, повинні знати призначення і місце її розташування. Кнопка аварійної зупинки використовується для відключення установки в разі виникнення небезпеки. Порядок аварійної зупинки наведено в функціональних специфікаціях.

Проектом передбачено наявність резервної лінії електропостачання 2 категорії. При відключенні електроенергії аварійно включається резервна лінія енергопостачання [40].

При повному відключенні електроенергії:

- необхідно вручну відкрити клапани на скидання метановмісткого газу в атмосферу;

- забезпечити аварійний злив рідин з трубопроводів і насосів для запобігання забивання.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХ_{та}ХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Матеріальний баланс технологічного процесу

Процес анаеробного зброджування складається з наступних стадій:

1. - Попередня підготовка сировини;
2. - Змішання сировинних потоків;
3. - Кислотогенне зброджування;
4. - Вторинне доброджування;
5. - Сепарація відферментированої сировини;
6. - Сушка метановмісткого газу;
7. - Сушка відферментированого твердого осаду;
8. - Конверсія структурованого твердого осаду.

Таблиця 5.1

Розрахунок рухів потоків, т/доби

Стадія	Параметри	Сума,	H ₂ O	СВ	біогаз	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	H ₂ O
Змішування сировини									
Прихід силосу	СВ 25%	13,7	10,27 5	3,42 5					
Прихід ілу	СВ 2%	26	25,48	0,52					
Розхід		39,7	35,75 5	3,94 5					
Кислотогенне зброжування біореактор 1									
Прихід	СВ 10,2%	39,7	35,75 5	3,94 5					
Витрата рідкої фази	СВ 5%	38,7684	35,75 5	3,01 34					
Витрата газової фази					0,931 6	0,5425	0,38 08	0,0017 3	0,0066 3
Метаногенне зброжування біореактор 2									
Прихід рідкої фази	СВ 5%	38,7684	35,75 5	3,01 34					
Прихід газової фази					0,931 6	0,5425	0,38 08	0,0017 3	0,0066 3

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

(Продовження табл. 5.1)

Стадія	Параметри	Сума,	H ₂ O	СВ	біогаз	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	H ₂ O
Витрата рідкої фази	СВ 4%	37,4719	35,755	1,7164					
Витрата газової фази					2,2282	1,2298	0,9754	0,0028	0,0202
Сушка метановмісткого газу									
Прихід					2,2282	1,2298	0,9754	0,0028	0,0202
Витрата рідкої фази							0,047	0,0013	0,0189
Витрата газової фази					2,161	1,2302	0,928	0,0015	0,0013
Сепарація відферментованої сировини									
Прихід	СВ 3,7%	37,4719	35,755	1,7164					
Витрата рідкої фази	СВ 0,5%	33,209	33,043	0,166					
Витрата твердої фази	СВ 27,52%	4,263	4,38	1,62					
Сушка відферментованого твердого осаду									
Прихід	СВ 27,52%	4,263	3,091	1,172					
Витрата твердої фази	СВ 80%	1,465	0,293	1,172					
Витрата парів води									2,798
Конверсія твердого осаду									
Прихід твердого осаду		1,465	0,293	1,172					
Прихід повітря		5,4498							
Залишок золи		0,10255							
Витрата відхідних газів									6,81225

НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06

Лист

Зм. Лист № докум. Підп. Дата

Таблиця 5.2

Матеріальний баланс процесу анаеробного сброжування

Прихід			Розхід		
Найменування сировини	Од. виміру	Кількість	Найменування готової продукції	Од. виміру	Кількість
Очеретяний силос	т/доби	13,7	Метановмісткий газ	т/доби	2,161
Іл госфекальних стоків	т/доби	26	Рідке біодобриво	т/доби	33,209
			Зола	т/доби	0,10255
			Пари води	т/доби	2,8652
Повітря	т/доби	5,45	Відхідні гази	т/доби	6,81225
Підсумок:	т/доби	45,15	Підсумок:	т/доби	45,15

5.2 Тепловий баланс процесу анаеробного сброжування

Таблиця 5.3

Тепловий баланс процесу анаеробного сброжування

Потреба у теплі	Зимній період	Літній період
Для нагріву завантажуючої сировини, кВт*час тепла/час	109	87
Для компенсації витрат теплового випромінювання, кВт*час тепла/час	9,5	5
Обігрів виробничих приміщень, 10% від загальних затрат	11,9	9,3
Сума споживаного тепла, кВт*час тепла/час	130,4	101,3
Потреба у теплі в добу кВт*час тепла	3131	2431
Середньорічний расхід тепла 1 014 946 кВт*час тепла		

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

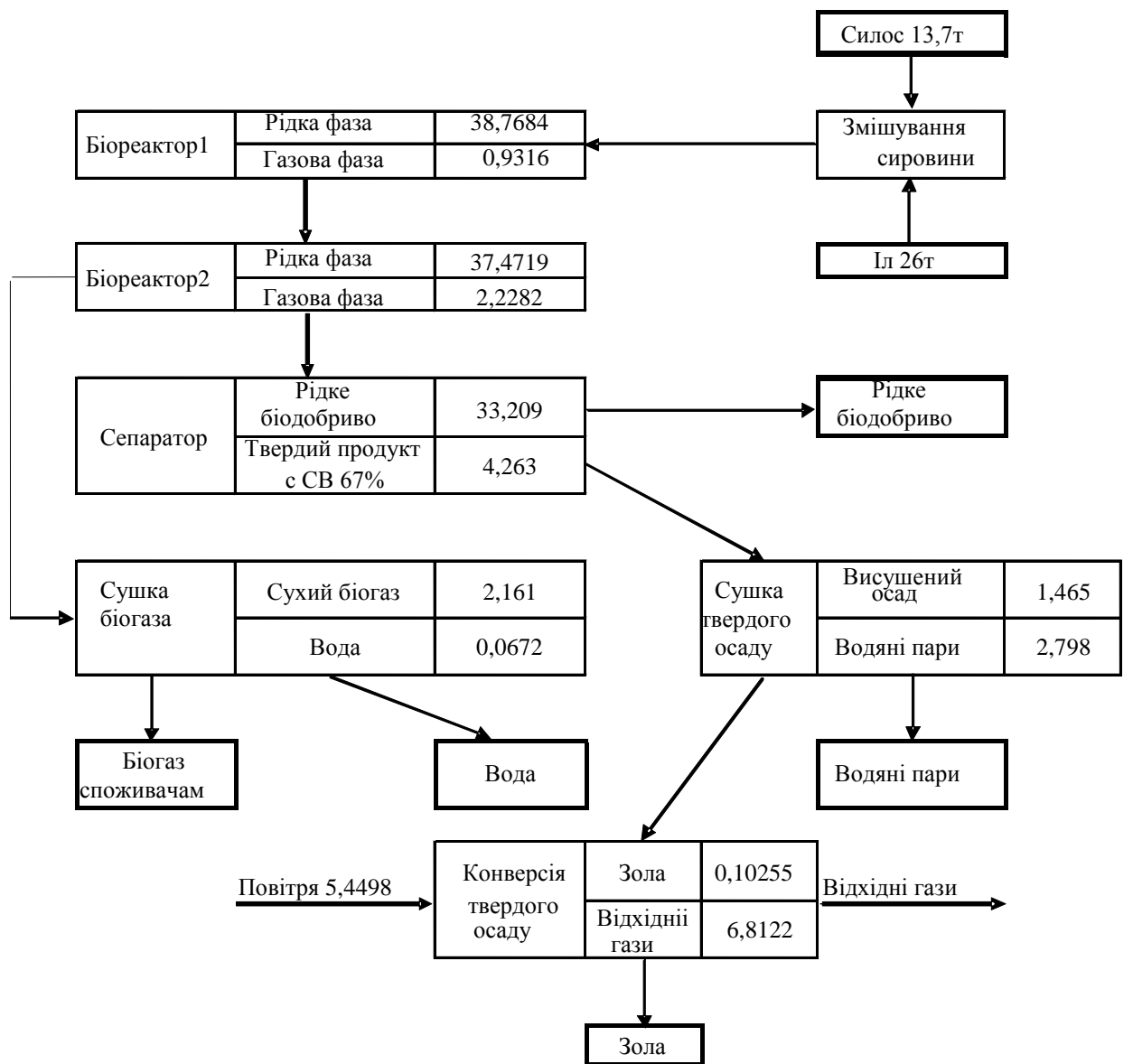


Рис. 5.1 Схема матеріальних потоків БГУ (добова)

ВИСНОВКИ

У даній роботі наведені аргументи на користь проведення досліджень у сфері біохімічного очищення та технології переробки промислових стічних вод на очисних спорудах.

Розглянено методи механічної, фізико-хімічної, біологічної і біохімічної очистки стічних вод, що дозволяють утилізувати цінні домішки, надійно та ефективно знешкоджувати стічні води від шкідливих речовин.

Розкрито актуальність очистки стічних вод для промислових підприємств, їх складність і специфічність. Особливу увагу приділено біохімічному методу очищення в проведенні досліджень і розробки технології очищення стічних вод промислових підприємств.

Визначено, що створена технологія зробить можливим:

- ліквідацію мулових полів зі зменшенням вмісту забруднюючих речовин в освітлених стоках і викидів парникових газів в атмосферу;
- утилізацію органічних відходів (очерету, бур'янів, листя);
- виробництво додаткових джерел енергії у вигляді метаномісткого газу і твердого осаду;
- виробництво рідких біодобрих для зрошення полів.

Застосування анаеробної очистки стоків з додаванням органічних відходів (очерету, трав'яної рослинності) дозволить збільшити ступінь утилізації азото- і фосфоровмісних компонентів в біореакторах за рахунок їх акумуляції мікроорганізмами і подальше використання переробленого мулу в якості біодобрих.

Проведено підбір необхідного обладнання та розробка систем автоматизації управління процесами. Вибір основного технологічного обладнання, організацію ремонтного господарства, цехових і міжцехових комунікацій, опалення, вентиляції, заземлення та захист від статичної електрики, рішень, щодо зниження виробничих шумів та вібрацій, рішень, щодо

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

енергозбереження та застосування енергозберігаючих технологій, опалення та обігрів технологічного обладнання, виробничо-протипожежне водопостачання. Розрахунки капітальних і експлуатаційних витрат.

В цілому здійснювати очистку промислових стічних вод на підприємстві «Павлоградський хімічний завод» для підвищення ступенів очищення господарчо-побутових та промислових стоків підприємства вигідно, тому що необхідним є створення таких очисних споруд, помірні капітальні та експлуатаційні витрати на які, дозволили б істотно знизити рівень забруднення промислових стічних вод і де система очистки була б найбільш раціональною з урахуванням забезпечення технологічних потреб та мінімізацією витрат на утримання і експлуатацію.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод : конспект лекцій. / Т. С. Айрапетян. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 73 с.
2. Айрапетян Т. С. Очистка побутових стічних вод. Споруди та обладнання водовідведення: конспект лекцій. / Т. С. Айрапетян. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2014. – 121 с.
3. Вижевська Т. В. Досвід впровадження багатоступеневої технології біологічного очищення стічних вод / Т. В. Вижевська, О. Б. Дем'янюк, К. О. Дем'янюк. - Рівне, 2015. С. 92-101. - (Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. Вип. 1(69). Технічні науки).
4. Ветошкин А. Г. Инженерная защита гидросферы от сбросов сточных вод. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и доп. / А. Г. Ветошкин. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – С. 147.
5. Воронов Ю. В. Биологическая очистка сточных вод пивоваренных заводов. / Ю. В. Воронов, С. П. Берцун // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. – 2014.- № 3. – С. 8.
6. Волошин М. Д. Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод / М.Д. Волошин, О.Л. Щербак, Я.М. Черненко, І.М. Корнієнко. - Дніпродзержинськ: Дніпродзержинський державний технічний університет, 2009. — 230 с.
7. Гусак А. І. Водопостачання, водовідвід, водопідготовка. Конспект лекцій для студентів екологічних фахів. / А. І. Гусак, Є. В. Йосипенко. – Одеса: Наука і техніка, 2006. – 124 с.
8. Горова А. І. Біотехнології в екології : Навч. посібник. / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Д. : Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
9. Грищенко С. В. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды Донецкой области: проблемы, факторы риска и территории повышенной

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

екологической опасности. // Медицинские перспективы. / С.В. Грищенко, Ю.О. Ищейкина. - 2009. - Т. 14, № 3. - С. 109-116.

10.ДБН В.2.5 -74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. - К.: Мінрегіон України, 2013. - 172 с.

11. Долина Л. Ф. Проектирование и расчет сооружений и установок для механической очистки производственных сточных вод : учеб. пособие / Л. Ф. Долина. - Днепропетровск: Континент. - 2004. – 93 с.

12. Долина Л. Ф. Проектирование и расчет сооружений и установок для физико-химической очистки производственных сточных вод : учеб. пособие / Л. Ф. Долина. - Днепропетровск : Континент, 2004. – 127 с.

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

14.Долгов Е. К. Проблема очистки воды – мировые тенденции / Е. К. Долгов // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2011. – № 9. – С. 56–63.

15. Журба М. Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений : учеб. пособие: в 3 т. / М. Г. Журба. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. - Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод. - 552 с.

16.Запольский А. К. Фізико-хімічні технології очищення стічних вод / А. К. Запольский. — К.: Вища школа, 2005. – 671 с.

17.Карманов А. П., Полина И.Н. Технология очистки сточных вод: Учебное пособие. / сост. А. П. Карманов, И. Н. Полина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – 212 с.

18.Кіндюк Б. В. Житлово-комунальне господарство міст: Конспект лекцій. / Б. В. Кіндюк, М. Б. Бизова, О. В. Бірюков. – Одеса: Наука і техніка, 2008. – 120 с.

19.Олійник О. Я. Моделювання очистки стічних вод від органічних забруднень в біореакторах-аеротенках зі зваженим (вільноплаваючим) і

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

закріпленім біоценозом / О. Я. Олійник, Т. С. Айрапетян. - Доповіді НАНУ. - 2015. №5. - С. 55-59.

20.Самойлов В. С. Дренаж и очистка сточных вод. / В. С. Самойлов, В. С. Левадный. – М.: Аделант, 2009. – С. 216-221.

21.Сидорова Л. П. Очистка сточных и промышленных вод. Ч.-2. Биохимическая очистка. Активный ил. Оборудование. / Л. П. Сидорова, А. Н. Снигирева. – Екатеринбург. – 2017. – 125.

21.Третьяков О. В. Підвищення ефективності очищення побутово-промислових стоків / О. В. Третьяков, В. Л. Безсонний, Т. О. Шевченко. - Збірка наукових статей, що видана за матеріалами VII міжнародної науково-методичної конференції НТУ «ХП» та 105-ї міжнародної конференції EAS – «Безпека людини в сучасних умовах», 3-4 грудня 2015 р.: [за ред. проф. В.В. Березуцького]. - Харків, ГО СФБЖДЛ, 2015. - С. 315–323.

22.Удосконалення технології біологічної очистки стічних вод: наукове видання. / М. Д. Волошин, О. Л. Щербак, Я. М. Черненко, І. М. Корнієнко. - Дніпродзержинськ: Дніпродзержинський державний технічний університет, 2009. — 230 с.

23.Рехтин А. Ф. Проектирование сооружений для очистки сточных вод: учебное пособие / А. Ф. Рехтин, Е. Ю. Курочкин, Б. П. Лашкинский. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2016. – 314 с.

24.Шевченко А. А. Энергосберегающие оборудование и технологии для очистки сточных вод и обработки осадков // Научный вестник строительства: научно-технический сборник / А. А. Шевченко, П. В. Трунов, С. В. Лунин. – Вып. 63. Харьков, 2011. – С. 386-389.

25.Хижняк О. О. Використання коагулянтів для очищення води від бактерій: вісник Національного університету водного господарства та природокористування / О. О. Хижняк. - Технічні науки, 2014. №1 (65). - С. 134.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

26.Денисов С. Е. Автоматизация и управление процессом биологической очистки сточных вод / С. Е. Денисов, С. П. Максимов, Т. А. Микляева. - Новосибирск: СибАК, 2015. – (Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. XXX междунар. науч.- практ. конф. № 5(29)).

27.Інтенсифікація технологічних процесів комплексного очищення стічних вод промислово-урбаністичних центрів: монографія. - Харків: ІКХХВ ім. А. В. Думанського НАН України, ТОВ «ТО Ексклюзив», 2013.- 240 с.

28.Олійник О. Я. Забезпечення киснем вилучення органічних забруднень в аеротенках-змішувачах зі зваженим і закріпленим біоценозом / О. Я. Олійник, Т. С. Айрапетян. - Харків: ХНУБА, 2016. - С.51-52. – (Методи підвищення ресурсу міських інженерних інфраструктур: VII Всеукраїнський наук. семінар, 11-12 жовтня 2016 р., м. Харків: Тези матер. семін.).

29.Голуб Н. Б. Математичне моделювання продукування метану в процесі ферментації / Н. Б. Голуб. - Проблеми біології та біотехнології. - 2014. №.3. С. 21–95. – (Наукові вісті НТУУ "КПІ").

30.Закон України «Про охорону праці Відомості верховної ради (ВВР), 1992, №49. С. 668.

31.Ефремова, О.С. Охрана труда от А до Я: Практическое пособие / О.С. Ефремова. - М.: Альфа-Пресс, 2013. - 672 с.

32.Романчук А.А. Организация деятельности службы охраны труда на предприятии. / А. А. Романчук. – К.: Основа, 2002. – 96 с.

32.Фролов, А.В. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда в строительстве: Учебное пособие / А.В. Фролов, В.А. Лепихова, Н.В. Ляшенко. - Рн/Д: Феникс, 2010. - 704 с.

33. ГОСТ В 19005-81 «Засоби забезпечення захисту від статичної електрики у виробництвах галузі.

34.ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони».

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		

35.ДБН В 2.5-28-2006 «Будівельні норми і правила. Частина II, норми проектування. Глава 4, природне і штучне освітлення».

36.СНиП 2.04.05-91 "Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря».

37.ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

38.Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій» НПАОП 0.00-4.33-99.

39.ДСТУ 2275-93 Енергозбереження. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії. Терміни та визначення.

40.ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Кольори сигнальні і знаки безпеки.

41.ГОСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів.
Загальні вимоги.

					НУЦЗУ.2.17-71.СХтаХТ РПЗ-06	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		