

Вінницький національний технічний університет

---

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

---

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології та екологічної безпеки

---

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка  
до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему РОЗРОБКА НАУКОВИХ ЗАСАД ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ  
БЕЗПЕКИ ВОДОСКИДУ ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ГРОМАДИ

Виконав: студент групи ЕКО-19м

спеціальності 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Сулими О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник к. т. н., доцент Петрук Р. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доцент Гордієнко О. А.

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020 року

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля  
Кафедра, циклова комісія екології та екологічної безпеки

Спеціальність 101 “Екологія”  
(шифр і назва)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕЕБ,

к. т. н., доцент

\_\_\_\_\_ В. А. Іщенко

(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

\_\_\_\_\_ Сулимі Олені Сергіївні \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи** РОЗРОБКА НАУКОВИХ ЗАСАД ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДОСКИДУ ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ГРОМАДИ

керівник роботи \_\_\_\_\_ Петрук Роман Васильович, к.т.н., доцент, \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по ВНТУ від “ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року № \_\_\_\_\_

**2. Строк подання студентом роботи** \_\_\_\_\_

**3. Вихідні дані до роботи:**

1. Значення коефіцієнта  $K_{кат}$ , що враховує категорію водного об'єкта (Додаток Е).

2. Значення регіонального коефіцієнта дефіцитності водних ресурсів поверхневих вод  $K_p$  (Додаток Ж).

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)**

1. Аналіз екологічних проблем очисних споруд на території Якушинецької громади.

2. Методи аналізу стічних вод.

3. Розробка заходів екологічної безпеки очисних споруд на території Якушинецької громади.

4. Економічна оцінка ефективності впровадження проекту очисних споруд на території Якушинецької громади.

## **5. Перелік графічного матеріалу**

1. Схема прямокутного усереднювача стічних вод

2. Схема круглого усереднювача стічних вод

3. Різновиди конструкцій відстійників за принципом роботи

4. Схема радіального відстійника із вбудованою камерою флокуляції

5. Схема відкритого гідроциклону

6. Схеми установок для знешкодження стічних вод

7. Схема тонкошарового відстійника з похилими пластинами

## **6. Консультанти розділів роботи**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Завідувач кафедри підготовки менеджерів, д.е.н., професор Мороз О. О.		

7. Дата видачі завдання “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

## **КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка технічного завдання		
2.	Аналіз екологічних проблем очисних споруд на території Якушинецької громади		
3.	Методи аналізу стічних вод		
4.	Розробка заходів екологічної безпеки очисних споруд на території Якушинецької громади		
5.	Оформлення пояснювальної записки та графічної частини		
6.	Економічна частина		

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

Сулима О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

Петрук Р.В.

(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	4
ABSTRACT.....	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ОЧИСНИХ СПОРУД ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ОТГ .....	9
1.1 Огляд складових Якушинецької ОТГ.....	9
1.2 Вплив стічних вод на довкілля та здоров'я людей.....	13
1.3 Фізико-хімічні властивості стічних вод.....	15
2 МЕТОДИ АНАЛІЗУ СТІЧНИХ ВОД .....	19
2.1 Методи аналізу стічних вод.....	19
2.2 Обладнання для аналізу стічних вод.....	26
2.3 Нормативна база України у сфері поводження з стічними водами.....	34
3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОЧИСНИХ СПОРУД ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ОТГ .....	38
3.1 Обладнання що дозволяє очистити стічні води Якушинецької ОТГ .....	38
3.2 Розробка проекту очисних споруд .....	57
4 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТУ ОЧИСНИХ СПОРУД НА ТЕРИТОРІЇ ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ГРОМАДИ .....	59
4.1 Економічна ефективність упровадження науково-технічних розробок .....	63
4.2 Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок нарнормативного скиду забруднюючих речовин у водний об'єкт зі зворотніми водами .....	73
4.3 Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок аварійного або самовільного скиду забруднюючих речовин зі зворотніми водами .....	76

4.4 Рекомендації по впровадження проекту очисних споруд на території Якушинецької громади .....	78
ВИСНОВКИ .....	80
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	82
ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ .....	86
ДОДАТОК Б БАГАТОКАНАЛЬНІ УСЕРЕДНЮВАЧІ .....	88
ДОДАТОК В КОНСТРУКЦІЇ ВІДСТІЙНИКІВ .....	90
ДОДАТОК Г ТИПИ ВІДКРИТИХ ГІДРОЦИКЛОНІВ.....	93
ДОДАТОК Д СХЕМИ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗНЕСКОДЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	94
ДОДАТОК Е ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА $K_{\text{КАТ}}$ , ЩО ВРАХОВУЄ КАТЕГОРІЮ ВОДНОГО ОБ'ЄКТА.....	95
ДОДАТОК Ж ЗНАЧЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТА ДЕФІЦИТНОСТІ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД $K_{\text{Р}}$ .....	96

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 97 стор., 24 рис., 2 табл., 50 джерел.

В магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто проблему очищення води на очисних спорудах. Сучасний стан оточуючого середовища є глобальною проблемою у всьому світі. Джерело забруднень, яким є об'єкти житлово-комунального господарства одне з суттєвих джерел забруднень оточуючого середовища. В останні роки економічна криза створила передумови для зменшення кількості стічних вод. Збільшення культури життя людства привело до зменшення кількості стічних вод і до збільшення відповідних концентрацій забруднень.

Стічні води відводяться з території Якушинецької ОТГ побутовою каналізаційною мережею і транспортуються на очисні споруди. Вони забруднені поверхнево активними речовинами, що викликає піноутворення на спорудах аерації. Після очищення вони скидаються у водойму нижче границі забудівлі за течією річки. Ступінь і методи очищення стічних вод визначаються розрахунком і техніко-економічним аналізом різноманітних варіантів рішення.

**Метою роботи** є аналіз екологічних проблем та розробка проекту очисних споруд.

**Об'єкт дослідження** – процес очищення стічних вод на очисних спорудах Якушинецької ОТГ.

**Предметом дослідження** є процес розроблення проекту реконструкції очисних споруд.

**Галузь застосування** – охорона навколишнього середовища в Україні.

**Ключові слова:** СТИЧНІ ВОДИ, ЗАБРУДНЕННЯ, ОЧИСНІ СПОРУДИ, ОСАД, БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ.

## ABSTRACT

Master's qualification work: 97 pages, 24 figures, 2 tables, 50 sources.

The problem of water purification at treatment facilities is considered in the master's qualification work. The current state of the environment is a global problem around the world. The source of pollution, which is the objects of housing and communal services is one of the significant sources of environmental pollution. In recent years, the economic crisis has created the preconditions for reducing the amount of wastewater. The increase in the culture of human life has led to a decrease in the amount of wastewater and to an increase in the corresponding concentrations of pollutants.

Wastewater is drained from the territory of Yakushinets OTG by the domestic sewerage network and transported to treatment plants. They are contaminated with surfactants, which causes foaming on aeration structures. After cleaning, they are discharged into a reservoir below the building boundary along the river. The degree and methods of wastewater treatment are determined by the calculation and technical and economic analysis of various solutions.

The purpose of the work is to analyze environmental problems and develop a project of treatment facilities.

The object of research is the process of wastewater treatment at the treatment facilities of Yakushinets OTG.

The subject of the study is the process of developing a project for the reconstruction of treatment facilities.

Field of application - environmental protection in Ukraine.

Key words: WASTEWATER, POLLUTION, TREATMENT FACILITIES, SEDIMENT, BIOLOGICAL TREATMENT.

## ВСТУП

**Актуальність.** Очисні споруди мають значний фізичний і моральний знос. За роки експлуатації очисних споруд суттєво змінився склад стічних вод міста і з кожним роком все важче здійснювати очистку до нормативних значень складників скидаємих вод. Скид зворотних вод здійснюється в річку, яка в свою чергу є джерелом водопостачання, а можливі аварійні скиди неочищених стоків можуть негативно вплинути на стан басейну річки.

У природних умовах хімічний склад вод регулюється природними процесами. Підтримується рівновага між надходженням хімічних речовин у воду та виведенням з неї. Однак антропогенний чинник обумовлює потрапляння в гідросферу величезної кількості стічних вод, що містять відходи промисловості і сільськогосподарського виробництва, комунально-побутові стоки, що в кінцевому рахунку погіршує якість води.

Якість води – це характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретних видів водокористування. Якість води оцінюється комплексом різноманітних показників. Основними показниками якості води є кольоровість, запах і смак, жорсткість і лужність, вміст заліза, марганцю та деяких інших елементів.

Водні об'єкти вважаються забрудненими, якщо склад або стан їх вод змінені в результаті діяльності людини до такого ступеня, що вони стали непридатними для цілей, яким вони служили до початку їх використання людиною. Речовиною, що забруднює воду, є кожне з'єднання, що викликає порушення норм якості води.

У минулому забруднених стічних вод було порівняно мало, вони мали переважно комунально-побутове походження. Такі води багаторазово розбавлялися великою кількістю чистої води річок, а процеси самоочищення звільняли води від забруднюючих речовин. В даний час становище змінилося. Індустріалізація країн, збільшення кількості населених пунктів, інтенсифікація і хімізація сільського господарства призвели до різкого



збільшення водоспоживання і скидання стічних вод. Кількість стічних вод збільшилася в багато разів, склад забруднюючих речовин теж змінився.

Домішки, що надходять у водні об'єкти, можна розділити на мінеральні, органічні та біологічні. До мінеральних забруднюючих речовин відноситься глина, пісок, різні золи та шлаки, розчини та емульсії солей, кислот, лугів і мінеральних масел, радіоактивні та інші неорганічні сполуки. Органічні забруднюючі речовини – це різноманітні речовини рослинного і тваринного походження, а також численні відходи у вигляді смол, фенолів, барвників, спиртів, альдегідів, сіро – і хлоровмісних органічних сполук і т.д.

Біологічні забруднюючі речовини відіграють особливу роль у житті водойм. З побутовими стічними водами та стоками деяких виробництв у водойми і водотоки потрапляють хвороботворні бактерії і віруси.

У ХХ різко зросла кількість всіляких відходів антропогенного характеру, що призвело до масового інтенсивного забруднення річок, морів і океанів. Щорічно річковий стік виносить у Світовий океан 2,3 млн. т свинцю, 1,6 млн. т марганцю, 6,5 млн. т фосфору, 230 млн. т заліза. У ріки скидають сірчану кислоту та її солі, феноли, пестициди, отрутохімікати, радіоактивні відходи. Якість природних вод у багатьох районах Землі погіршилась настільки, що їх використовувати неможливо.

**Метою роботи** є аналіз екологічних проблем та розробка проекту очисних споруд.

**Задачі дослідження.** Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- 1) аналіз характеристик забруднення водних ресурсів;
- 2) дослідження характеристик технологічного процесу очищення стічних вод на очисних спорудах Якушинецької ОТГ;
- 3) аналіз токсикологічного впливу забруднення води на здоров'я людей та на довкілля;
- 4) розробка природоохоронних заходів і рекомендацій для поліпшення екологічного стану водних ресурсів;

5) розробка природоохоронних заходів і рекомендацій з метою утилізації осадів стічних вод.

**Наукова новизна.**

– Обґрунтована доцільність застосування для очистки стічних вод круглих у плані флотаційних камер вертикального типу із попереднім вилученням більших частинок короткотривалим відстоюванням і сумісним висхідним рухом бульбашок повітря і частинок забруднень для забезпечення їх максимально ефективного контакту у зоні флотації, що дало можливість збільшити загальну ефективність вилучення завислих речовин, жирів та інших забруднень, спростити процес видалення шламу і осаду.

– Вперше систематизовано та науково обґрунтовано концепцію підвищення рівня екологічної безпеки та економічної ефективності процесів водовідведення, що створює та забезпечує необхідні та достатні умови інноваційного удосконалення господарсько-побутових каналізаційних очисних споруд.

**Практичне значення.** В роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення актуальної науково-прикладної проблеми зниження екологічної небезпеки функціонування систем водовідведення, шляхом удосконалення екологічно безпечних технологічних процесів та створення устаткування, що забезпечить раціональне використання наявних відновлюваних ресурсів та зменшення шкідливих впливів систем водовідведення на навколишнє природне середовище. Удосконалено наявні технології, що забезпечують найбільш раціональне використання природних ресурсів.

# 1 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ОЧИСНИХ СПОРУД ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ОТГ

## 1.1 Огляд складових Якушинецької ОТГ

Якушинецька сільська об'єднана територіальна громада розташована у Вінницькому районі Вінницької області. Вона була створена 30 квітня 2017 року. Площа об'єднаної територіальної громади складає 283,6591 км<sup>2</sup>. Чисельність населення громади становить 15194 осіб. Голова Якушинецької ОТГ – Романюк Василь Станіславович [1]. До складу Якушинецької ОТГ входять:

1. Якушинецька сільська рада
  - село Якушинці;
  - село Зарванці;
  - село Березина.
2. Майданська сільська рада
  - село Майдан;
  - село Слобода-Дашковецька.
3. Ксаверівська сільська рада
  - село Ксаверівка;
  - село Лисогора.

С. Якушинці. Кількість населення складає 4442 особи. Загальна площа в адміністративних межах – 476,8 га, з них сільгоспугіддя – 306,04 га, у використанні – 306,04 га, під водними об'єктами 1,7 га, лісами – 26 га, земель запасу та держрезерву немає. Економічну та виробничу діяльність на території села здійснюють 38 суб'єктів підприємницької діяльності. В галузі сільського господарства працює ПРАТ «Якушинецьке». Протяжність доріг з твердим покриттям 21 км, з них комунальної власності – 21 км, протяжність водогону – 2,5 км. В селі нараховується 1630 будинків.

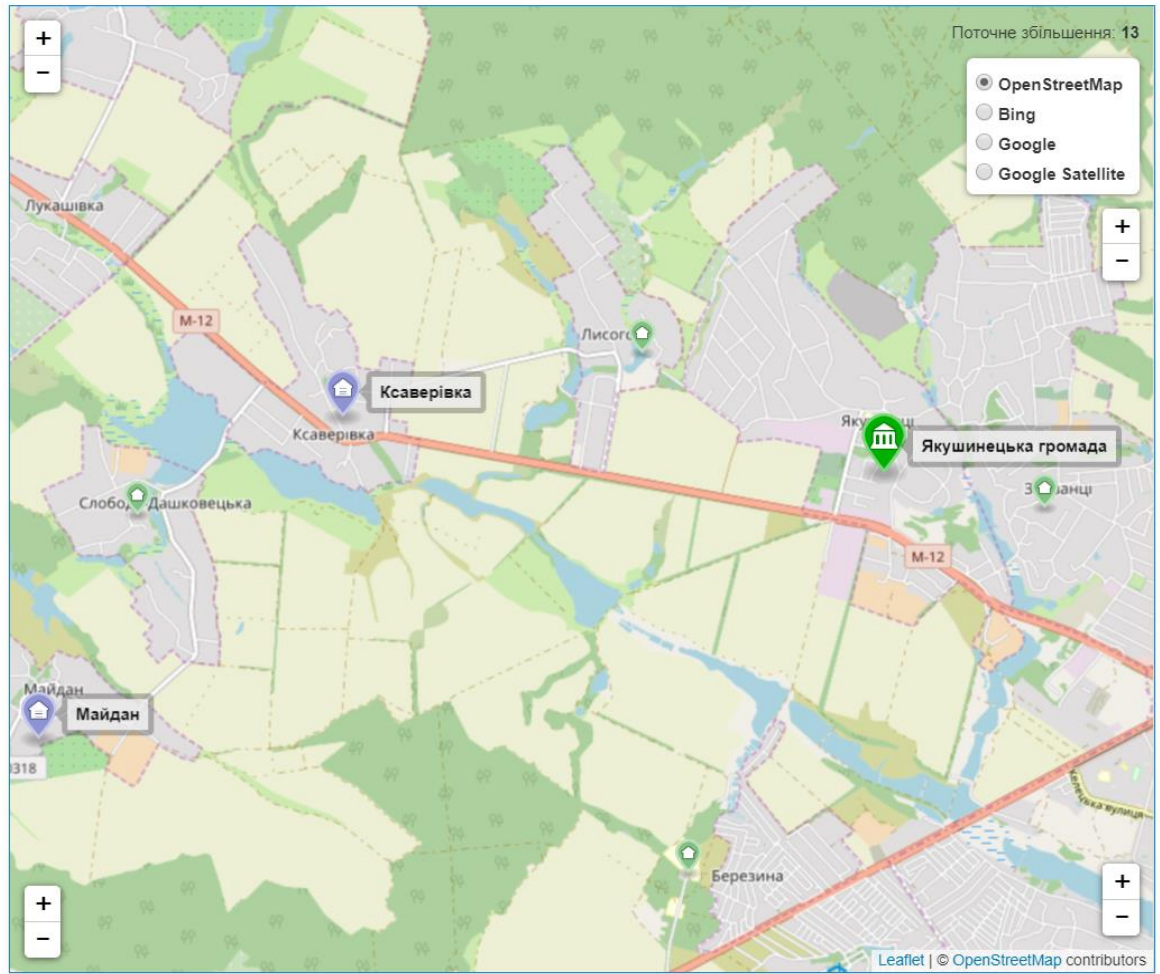


Рисунок 1.1 – Карта Якушинецької ОТГ

На території села розташовані: сільська рада, загальноосвітня середня школа I-III ступенів – гімназія, дитячий навчальний заклад «Барвінок», лікарська амбулаторія загальної практики сімейної медицини, сільський будинок культури, бібліотека, стадіон, волейбольна площадка, тренажерний зал, дитячі майданчики, храм Преподобного Серафима Саровського, 7 закладів торгівлі.

С. Зарванці. Кількість населення складає 7575 особи. Загальна площа в адміністративних межах – 780,78 га, з них сільгоспугіддя – 491,07 га, у використанні – 491,07 га, під водними об'єктами 21,0 га, лісами – 24,17 га, земель запасу та держрезерву немає. Економічну та виробничу діяльність на території села здійснюють 67 суб'єктів підприємницької діяльності. В галузі сільського господарства працює ПРАТ «Якушинецьке». Протяжність доріг з твердим покриттям 47км, з них комунальної власності – 47 км, протяжність водогону – 8,5 км. В селі нараховується 1921 будинків. На території села

розташовані: загальноосвітня середня школа I-II ступенів, фельдшерсько-акушерний пункт, сільський будинок культури, стадіон, дитячі майданчики, храм Великомучениці Параскеви, ресторан «Вікторія», 25 закладів торгівлі.

С. Березина. Кількість населення складає 840 осіб. Загальна площа в адміністративних межах – 105,26 га, з них сільгоспугіддя – 49,34 га, у використанні – 49,34 га, земель запасу та держрезерву немає. Протяжність доріг з твердим покриттям 16,1 км, з них комунальної власності – 16,1 км, протяжність водогону – 1 км. В селі нараховується 241 будинок. На території селища розташовані 2 магазини.

С. Ксаверівка. Кількість населення складає 832 особи. Загальна площа в адміністративних межах – 233,3 га, з них сільгоспугіддя – 179,7 га, у використанні – 179,7 га, під водними об'єктами 1,5 га, лісами – 1,86 га, земель запасу та держрезерву – 50 га та 53 га відповідно. Економічну та виробничу діяльність на території села здійснюють 14 суб'єктів підприємницької діяльності. В галузі сільського господарства працює ТОВ «Вінагротрейдінг», ФГ «Оксана», ФГ «Ваяр», лісового господарства немає. Протяжність доріг з твердим покриттям 5,67 км, з них комунальної власності – 5,67 км, водогонів немає. В селі нараховується 299 будинків. На території села розташовані: Ксаверівська початкова школа 1 ступенів, дитячий навчальний заклад «Росинка», сільський клуб, бібліотека, православна церква, два продуктових магазини, кафе, перукарня, фельдшерсько-акушерний пункт, поштове відділення, стадіон.

С. Лисогора. Кількість населення складає 659 осіб. Загальна площа в адміністративних межах – 216,1га, з них сільгоспугіддя – 146,7 га, у використанні – 146,7 га, під водними об'єктами 7,7 га, лісами – 6,4 га, земель запасу 53 га. Економічну та виробничу діяльність на території села здійснюють 8 суб'єктів підприємницької діяльності. В галузі сільського господарства працює Агрофірма «Серпанок», лісового господарства немає. Протяжність доріг з твердим покриттям 3,45 км, з них комунальної власності – 3,45 км, водогону немає. В селі нараховується 242 будинки. На території села розташовані:

Лисогірська початкова школа 1 ступенів, фельдшерсько-акушерний пункт, православна церква, продуктовий магазин, продуктовий кіоск.

С. Майдан. Кількість населення складає 618 осіб. Загальна площа в адміністративних межах – 178,8 га, з них сільгоспугіддя – 85,21 га, у використанні – 85,21 га, під водними об'єктами 14,75 га, лісами – 4,13 га, земель запасу 82,21 га. Економічну та виробничу діяльність на території села здійснюють 4 суб'єктів підприємницької діяльності. В галузі сільського господарства працює ТОВ «Фітосвіт ЛТД», лісового господарства – ДП «Вінницький лісгосп». Протяжність доріг з твердим покриттям 6 км, з них комунальної власності – 0 км, водогону немає. В селі нараховується 281 будинок. На території села розташовані: сільська рада, дитячий навчальний заклад «Малятко», фельдшерсько-акушерний пункт, сільський будинок культури, бібліотека, стадіон, дитячий майданчик, храм Преподобного Димитрія Солунського, 1 заклад торгівлі, будівля школи.

С. Слобода-Дашковецька. Кількість населення складає 420 осіб. Загальна площа в адміністративних межах – 258,3 га, з них сільгоспугіддя – 125,85 га, у використанні – 125,85 га, під водними об'єктами 65,7 га, лісами – 167,7га, земель держрезерву – 101,67 га. Економічну та виробничу діяльність на території села здійснюють 3 суб'єкти підприємницької діяльності. В галузі сільського господарства працює ПАТ «Дашківці», ТОВ «Домінанта», лісового господарства – Вінницький «Райагроліс». Протяжність доріг з твердим покриттям 4 км, з них комунальної власності – 0 км, водогону немає. В селі нараховується 202 будинки. На території села розташовані: фельдшерсько-акушерний пункт, дитячий майданчик, храм Димитрія Солунського, 2 магазини [2].

## 1.2 Вплив стічних вод на довкілля та здоров'я людей

Стічні води - це води, які були в користуванні промислових та комунальних підприємств та забруднені різними домішками. В стічних водах містяться органічні забруднення, які можуть загнивати і стають сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, в тому числі і патогенних (хвороботворних). Великої шкоди ґрунту і водоймищам завдають хімічні з'єднання, жири, масла, нафтопродукти, отруйні і радіоактивні речовини. На поверхні і у глибині ґрунту накопичується стічна рідина, яка у водоймах викликає забруднення навколишнього середовища, виключає можливість користування водою для побутових і господарських потреб. Це є безпосередньою загрозою для людства та потребує очищення і виведення стічних вод за межі житлових зон.

В залежності від різних галузей виробництва стічні води підприємств можуть відрізнятися за характером і концентрацією забруднень. Стічні води ТЕС і котелень містять пом'якшувачі, плями мастил, продукти корозії і нафти. Згубно впливають на розвиток фітопланктону синтетичні поверхнево-активні речовини. Токсичними є стічні води підприємств металургії і гальванічних цехів, у яких вміст свинцю, кадмію, ртуті, цинку, нікелю, марганцю може перевищувати ГДК у 2000-5000 разів. Негативно впливають на водні організми та людей пестициди, котрі потрапляють у воду при хімічній обробці лісонасаджень, садів, городів, полів та споживають таку воду [3].

Заводи чорної металургії. Вода забруднена завислими речовинами (0,2 – 5 г/л – різні цехи), окалиною (0,3 – 2 г/л – прокатні цехи), сірчаною кислотою до 0,3 г/л і залізним купоросом до 0,7 г/л (травильні установки – промивні води), залізом 3–5 мг/л і мастилами 200 – 250 мг/л; фенолами 0,7 – 1 г/л тощо. Коксохімічні заводи. Стічні води містять завислі речовини (0,3 – 0,5 г/л), смоли і мастила (0,3 – 0,5 г/л), аміак (0,2 – 3 г/л і більше), солі неорганічних кислот, феноли (0,4 – 1,8 г/л), ціаніди і роданіди (0,1 – 0,4 г/л). Вміст органічних речовин дуже високий – БПК<sub>5</sub> = 0,8 – 3 г/л (хімічні цехи – фенольні води).

Нафтопереробні заводи з нафтохімічними виробництвами. Стічні води завислими речовинами до 300 мг/л, забруднені нафтою і нафтопродуктами від 150 мг/л до 15 г/л, солями (хлориди) 3 – 15 мг/л, різними органічними речовинами. БПК стічних вод коливається від 150 мг/л (більшість виробництв) до 7 г/л (виробництво жирних кислот).

Текстильні підприємства. Основними забруднюючими речовинами є миючі засоби (50 – 120 мг/л), завислі речовини (250 – 400 мг/л), барвники; БПК досягає 300 – 350 мг/л. Сильно забруднені стічні води фабрик первинної обробки шерсті: тваринний жир (8 – 12 г/л), завислі речовини (20 – 40 г/л); БПК<sub>20</sub> 16 – 20 г/л. Стічні води підприємств важкої індустрії забруднені переважно мінерального походження забрудненням, а у легкої та харчової індустрії в основному забруднення органічного походження.

Концентрація забруднень у стічних водах машинобудівних та автомобільних заводів становить: ціанідів – 70 – 120 мг/л, нафтопродуктів – 25 – 40 мг/л (цехи металопокриттів), хрому – 40 – 60 мг/л, кислот – 70 – 100 мг/л, завислих речовин – 100 – 200 мг/л (загальний стік). У відпрацьованих розчинах і емульсіях вміст забруднень досягає: мастил – 50 г/л, ціану – 100 г/л, хрому – 200 г/л, окалини – 15 г/л [4].

До біологічного забруднення води призводять господарсько-побутові стоки, які можуть викликати інфекційні захворювання в людей (холеру, тиф, гепатит). Особливо небезпеку несуть в собі стічні води пунктів санітарної обробки білизни, спецодягу, стоки від лікарень, каналізаційні стоки, у яких часто містяться збудники глистових захворювань (гельмінтозів). До зменшення вмісту розчиненого кисню в воді часто призводять органічні забруднення, внаслідок чого гинуть водні організми та фітопланктон. До цвітіння і порушення біологічної рівноваги водойм призводять надлишки азоту та фосфору у воді.

Потрапляючи до води радіоактивні речовини викликають іонізацію, яка негативно відбивається на розвитку живих організмів. Риби та планктон накопичують в своєму тілі велику кількість радіоактивних ізотопів, тому споживати таку рибу дуже небезпечно для здоров'я [5].



### 1.3 Фізико-хімічні властивості стічних вод

Стічні води це складні фізико-хімічні системи, в яких органічні і мінеральні забруднення знаходяться в розчиненому, колоїдному і нерозчиненому станах. Суспензії, емульсії і піну в стічних водах утворюють органічні та неорганічні компоненти забруднення, що знаходяться в колоїдному і нерозчиненому станах. Складом виробничих стічних вод та нормами водоспоживання визначається склад стічних вод і концентрація забруднень в них.

По кількості кисню, який потрібний для окислення органічних речовин за допомогою аеробних мікроорганізмів – мінералізаторів можна визначити ступінь забруднення стічної води органічними речовинами. Біохімічною потребою кисню (БПК) називається загальна кількість кисню, потрібного для окислення органічних речовин аеробними мікроорганізмами і виражається кількістю кисню в міліграмах на літр (мг/л) чи в грамах на літр (г/л).

Склад та кількість виробничих стічних вод можна визначити такими факторами: можливістю утилізації відходів виробництва, галуззю промислового виробництва, режимом технологічних процесів, типом вихідної сировини, витратою води на одиницю продукції. Мінеральні і органічні забруднення в виробничих стічних водах містяться в самих різних сполученнях [6].

Так як визначення абсолютного складу стічних вод це трудомісткий процес, більшість користуються спрощеним переліком показників, які найбільш повно характеризують їх якість і які використовуються для проектування і розрахунку споруд каналізації. До цих показників відносяться: запах, температура, забарвлення, БПК, прозорість, сухий залишок, вміст осідаючих і завислих речовин, вміст різних форм азота, сульфатів, фосфатів, хлоридів, токсичних елементів (залізо, нікель, свинець, мідь, хром, цинк, миш'як тощо), синтетичних поверхнево-активних речовин, біологічні забруднення. Біологічні забруднення представлені бактеріями, вірусами, грибами, тому стічні води небезпечні в епідеміологічному відношенні [7].

Від технології та виду виробництва залежать різноманітні речовини, що забруднюють виробничі стічні води. Виробничі стічні води за вмістом забруднюючих речовин (слабкоконцентровані та висококонцентровані) розділяються на чотири групи: 1 – 500, 500–5000, 5000–30000 і більше 30 000 мг/л. Виробничі стічні води розрізняються за фізичними властивостями забруднюючих їх органічних продуктів, наприклад, за температурою кипіння: менше 120°C, 120–250°C та вище 250°C. Стічні води за ступенем агресивності поділяють на:

- слабоагресивні (слабкокислі із рН = 6 – 6,5 і слабколужні із рН = 8 – 9);
- сильноагресивні (сильнокислі із рН < 6 і сильнолужні із рН > 9);
- неагресивні (з рН = 6,5–8) [8].

На дві групи можна поділити виробничі стічні води, які забруднені відходами і викидами виробництва.

До першої групи можна віднести стічні води содових, сульфатних, азотно-тукових заводів, збагачувальних фабрик свинцевих, нікелевих руд, цинкових і т.д., в яких містяться луѓи, кислоти, іони важких металів і ін. Стічні води в цій групі змінюють фізичні властивості води.

До другої групи відносяться стічні води, які скидають нафтопереробні, нафтохімічні заводи, підприємства органічного синтезу, коксохімічні і ін. В стоках містяться різні нафтопродукти, аміак, альдегіди, смоли, феноли і інші шкідливі речовини. Шкідлива дія стічних вод з цієї групи полягає головним чином в окислювальних процесах, наслідком є зменшення вмісту у воді кисню, збільшення біохімічної потреби в ньому, погіршення органолептичних показників води [9].

Основними забруднювачами внутрішніх водоймищ, вод і морів, Світового океану в теперішній час є нафта та нафтопродукти. Потрапивши у водоймище, вони створюють різні форми забруднення: плаваючу на воді нафтову плівку, розчинені або емульговані у воді нафтопродукти, що осіли на дно важкі фракції тощо. При цьому змінюється запах, смак, забарвлення, поверхневе натягнення,

в'язкість води, зменшується кількість кисню, з'являються шкідливі органічні речовини. Внаслідок чого вода стає токсичною і представляє загрозу не тільки для людини, але і для організмів, які знаходяться у водному середовищі.

Одним із досить шкідливих забруднювачів промислових вод є фенол. Він знаходиться в стічних водах багатьох нафтохімічних підприємств. При потраплянні фенолу у водоймище різко знижуються біологічні процеси водоймищ, процес їх самоочищення, вода приймає специфічний запах карбону.

На життя організмів водоймищ згубно впливають стічні води целюлозно-паперової промисловості. Під час окислення деревної маси поглинається значна кількість кисню, що приводить до загибелі ікри, мальків і дорослих риб. Волокна і інші нерозчинні речовини засмічують воду і погіршують її фізико-хімічні властивості. На рибах і безхребетних - несприятливо відображаються мілеві сплави. Під час гниття деревини і кори виділяються у воду різні дубильні речовини. Смола і інші екстрактні продукти розкладаються і поглинають багато кисню, внаслідок цього викликають загибель риби.

Атомні електростанції забруднюють річки радіоактивними відходами. Радіоактивні речовини концентруються в найдрібніших планктонних мікроорганізмах і рибою, потім по ланцюгу живлення передаються іншим тваринам [10]. Стічні води, що мають високу радіоактивність (100 кюрі на 1 л і більше), підлягають похованню в підземних безстічних басейнах і спеціальних резервуарах.

Зростання населення, розширення старих і виникнення нових міст значно збільшують надходження побутових стоків у внутрішні водоймища. Ці стоки є джерелом забруднення річок і озер хвороботворними бактеріями і гельмінтами. В ще більше забруднюють водоймища миючі синтетичні засоби, що широко використовуються в побуті. Вони також знайшли широке вживання в промисловості і сільському господарстві. Хімічні речовини, які містяться в них, поступаючи із стічними водами в річки і озера, значно впливають на біологічний і фізичний режим водоймищ. В результаті цього знижується здібність води до

насичення киснем, паралізується діяльність бактерій, мінералізуючих органічних речовин.

Викликають хвилювання також забруднення водоймищ пестицидами і мінеральними добривами, які потрапляють з полів разом із стоками дощової і талої води. В результаті досліджень доведено, що інсектициди, що містяться у воді у вигляді суспензій розчиняються в нафтопродуктах, якими забруднені річки і озера. Це приводить до значного ослаблення окислювальних функцій водних рослин. Потрапляючи у водоймища, пестициди накопичуються в планктоні, рибі та по ланцюжку живлення потрапляють в організм людини, діючи негативно як на окремі органи, так і на організм в цілому [11].

## 2 МЕТОДИ АНАЛІЗУ СТІЧНИХ ВОД

### 2.1 Методи аналізу стічних вод

За походження та складом забруднюючих речовин стічні води поділяються на чотири основні категорії: господарсько-побутові, промислові (виробничі), сільськогосподарські та дощові стічні води, що стікають з території виробничих об'єктів та населених пунктів у результаті випадання атмосферних опадів чи поливання вулиць, шахтні та рудничні.

Господарсько-побутові стічні води — утворюються в житлових приміщеннях, а також в побутових приміщеннях на виробництві (наприклад, душові кабінки, туалети), відводяться через систему господарсько-побутової каналізації або по загальносплавній. Забруднені мийними засобами та екскрементами. Більшість завислих твердих речовин має целюлозну природу, а інші забруднюючі органічні речовини включають жирні кислоти, білки і вуглеводи. Неприємний запах побутових стічних вод зумовлений розкладанням білків в анаеробних умовах. Склад таких стічних вод відносно постійний і характеризується органічними забруднюючими речовинами в не розчиненому, колоїдному та розчиненому стані, а також різними бактеріями і мікроорганізмами, у тому числі й патогенними [12].

Промислові стічні води — утворюються в результаті користування водою в технологічних процесах на промислових підприємствах або видобутку корисних копалин, відводять через систему промислової або загальносплавної каналізації. Екстрагуючі речовини (переважно нафтопродукти), феноли, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини, органічні речовини з тривалим терміном розкладання, в тому числі різні пестициди є небезпечними та найбільш характерними забруднюючими речовинами промислових стічних вод. Їх поділяють на забруднені та умовно чисті промислові стічні води. Наприклад, умовно чиста стічна вода це вода, що використовувалась для охолодження в теплообмінних апаратах [13].

Сільськогосподарські стічні води — поділяють на стічні води від тваринницьких комплексів і поверхневі стічні води з полів. Стічні води з тваринницьких комплексів містять в собі велику кількість органічних забруднюючих речовин, а поверхневі стічні води з полів містять агрохімічні речовини, що використовуються як добрива і засоби захисту рослин від шкідників.

Дощові стічні води — утворюються за рахунок дощових, талих і поливальних вод. Відводяться як правило через систему зливової каналізації. Поділяються на дощові і талі. Найчастіше забруднені зваженими речовинами органічного та мінерального походження, біогенними речовинами, нафтопродуктами, та важкими металами.

Шахтні і рудничні стічні води — утворюються в процесі видобутку та переробки корисних копалин, в результаті мають високу мінералізацію, кислу реакцію середовища, велику кількість рудничних елементів, що знаходяться в розчиненій і завислій формах [14].

Стічна рідина має досить складний склад забруднень органічної та мінеральної природи, які знаходяться у завислому, колоїдному та розчиненому стані.

Завислі забруднення мають широкий діапазон значень гідравлічної крупності і поділяються на осідаючі та неосідаючі. Співвідношення у побутових стічних водах органічних та мінеральних речовин відповідно 58% та 42%. Склад забрудненої стічної рідини визначає необхідну ефективність роботи тих чи інших технологічних комплексів очисних станцій. Якщо доля осідаючих мінеральних суспензій збільшена, необхідно приділити увагу контролю за роботою первинних відстійників, пісколовок та споруд з обробки осадів. Якщо ж у стічній рідині переважають неосідаючі органічні суспензії та колоїди, то увага повинна бути направлена на контроль за роботою споруд біохімічного очищення. Якщо у стічній рідині збільшена частина розчинених мінеральних речовин, необхідно підсилити контроль за роботою споруд для очищення стічних вод.

Під час роботи очисних споруд змінюється дольове співвідношення різних видів забруднень як за фазово-дисперсним складом, так і за природою. Періодично, в залежності від зміни витрат стічних вод та при підключенні нових об'єктів каналізування, необхідно виконувати контрольні аналізи і визначати дольове співвідношення завислих осідаючих та неосідаючих, колоїдних і розчинених речовин та визначити зольність кожної фракції. У пусковий період вибір показників забруднень диктується як проектними даними споруд, так і фактичними властивостями забруднень стічних вод, а також видом налагоджуваних у даний момент каналізаційних споруд [15].

У стічній воді, яка надходить на очисні споруди, після пісколовки і повного біохімічного очищення, проводиться повний хімічний та бактеріологічний аналізи, які включають такі основні показники: температуру, колір, запах, активну реакцію середовища (рН), ступінь прозорості у натуральній пробі у воді після 1,5 – 2 год. відстоювання, осад за об'ємом, завислі речовини та втрата при прожарюванні, азот амонійний, азот нітратів, окислюваність у натуральній пробі у воді після 2 год. відстоювання, потреба у кисні (БПК), хлориди, сульфати, фосфати, залізо та розчинений кисень.

Для оцінки роботи окремих споруд виконують скорочені об'єми аналізів. Аналізи за скороченою схемою включають в себе такі показники: температуру, запах, активну реакцію (рН), лужність, ступінь прозорості, осад за об'ємом, завислі речовини, окислюваність, БПК, групу азоту та хлоропоглинання.

Аналіз за скороченою схемою виконують у середньозмінних пробах (при стабільному складі), які відбираються у трьох точках: перед спорудами механічного, біохімічного очищення та на виході із очисних станцій після контактного резервуару. Також проводять ще аналізи у разових пробах на вологість піску, сирого та зброженого осаду, вільного кисню, мулового індексу і т. п [16].

Щоб визначити інтенсивність протікання процесів осідання, біохімічного окислення та коагуляції, а також щоб запобігти різним змінам умов роботи активного мулу, який чутливий до змін температури проводять вимірювання

температури стічної рідини. Температуру вимірюють водночас з відбором проб усіх видів у спорудах. Термометри повинні мати ціну поділки не вище  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Свіжа господарсько-побутова вода має сіре, але в результаті загнивання може стати чорним (утворюється сернисте залізо). Промислові стоки можуть суттєво змінити забарвлення міських стічних вод. Забарвлення стічних вод виконують у відфільтрованій пробі у лабораторії.

Щоб визначити прозорість стічної рідини використовують прозорий безкольоровий циліндр плоскопаралельним дном відносно до підставки. Висота стовпу рідини, через який можна прочитати спеціальний шрифт Снеллена, показує величину прозорості у см. Сира відфільтрована стічна рідина має прозорість біля 2 см, вода після повного біохімічного очищення не менше 20 см, після доочищення – більше 36 см.

Запах стічної рідини може характеризуватись тільки за двома категоріями – свіжа вода або така, що загнила, що служить для загальної характеристики.

У загальних рисах активна реакція може бути визначена такими індикаторами: лакмусовий папірець у кислому середовищі набуває червоний колір, у лужному – синій, метилоранж – відповідно червоний та жовтий, фенолфталеїн – безкольоровий і червоний (кармін). Водневий показник (рН) визначається колориметрично та за допомогою приладів. Він необхідний для управління процесами анаеробного зброжування осадів, біохімічного очищення і т. д. та корелюється домішками відповідних реагентів (кислот та лугів) [17].

Загальний вміст забруднюючих речовин – сухий залишок – визначають випаровуванням нефільтрованої проби рідини у сушильній шафі при температурі до  $105^{\circ}\text{C}$ , після чого осад зважують у герметичних бюксах або в ексикаторах. Подальше прожарювання проби у муфельній печі при температурі  $600-700^{\circ}\text{C}$  дозволяє визначити зольність (щільний залишок). Різниця між сухим та щільним залишками полягає у втраті при прожарюванні, тобто характеризує органічну частину загального вмісту забруднень у стічній рідині.



Розчинені забруднення визначаються як різниця між сухим залишком у нефільтрованій та відфільтрованій пробах, аналогічно визначають їх склад за органічною та мінеральною частинами [18].

Колоїди визначають спиртовим методом або за допомогою мембран.

Осідаючі завислі речовини визначають осіданням (сухий залишок після 2 год. відстоювання проби у циліндрі Лисенко).

Неосідаючі завислі речовини обчислюють як різницю між сухим залишком вихідної проби та сумою сухих залишків та завислих речовин, які осіли.

Азот у вигляді амонійних солей, нітратів, нітритів та загального органічного вмісту, визначений спеціальними механічними методами, свідчить про етапи розпаду органічних речовин і споживання біогенних елементів у процесі обробки забруднень стічної рідини. Загальний вміст азоту визначений методом Кьельдаля, не включає у себе нітритів та нітратів, а тільки азот і аміак.

Розчинений кисень необхідно визначити для характеристики кисневого режиму у муловій суміші та для контролю якості очищеної рідини, а також для визначення продуктивності аераційного обладнання. Для цього необхідно знати розчинність кисню у воді, яка залежить від температури та концентрації солей, зокрема хлоридів. Для приблизних експлуатаційних технологічних розрахунків рекомендується використовувати спрощену залежність, яка не враховує вплив іонів солей:

Температура, °C	0	5	10	15	20	25	30
Розчинність O <sub>2</sub> , мг/л	14,6	12,8	11,3	10,1	9,2	8,4	7,6

Проміжні значення обчислюються за інтерполяцією.

Окислюваність за перманганатом калію умовно характеризує вміст легкоокислюваних органічних та мінеральних речовин. Цей параметр не заміняє визначення БСК, але необхідний для орієнтовної оцінки ступеня забруднення стічної рідини з відомим складом та вибору правильності розбавлення при визначенні БСК [19].

Хімічне споживання кисню (ХСК) та окислюваність за перманганатом калію свідчить про наявність речовин та їх концентрацію при обробці сильними окислювачами. Значення параметра ХСК у найбільшій мірі проявляється при визначенні схильності забруднень стічної рідини до біохімічного окислення шляхом оцінки співвідношення  $БСК/ХСК = 0,7 - 0,8$ , а для біохімічно очищених –  $0,4 - 0,1$ . Якщо БСК очищеної води не відповідає заданій величині ( $15 - 20 \text{ г/м}^3$ ), але відношення БСК/ХСК менше  $0,4$ , то до ефективності роботи споруд біохімічного очищення не можна пред'являти ніяких вимог, а треба добиватись заданого ефекту роботи споруд доочищення та обеззаражування.

Відносна стійкість, яка виявляється у процентному відношенні загального вмісту вільного та зв'язаного кисню у пробі до його кількості, потрібної для біохімічного окислення наявних у пробі органічних забруднень, говорить про стійкість стічної рідини до загнивання. Обезбарвлення проби за допомогою метиленової синьки свідчить про наявність анаеробних процесів. Практично стійкою (стабільною) вважається вода, якщо величина відносної стійкості 99% настає на двадцять добу, коли відбулося обезбарвлення проби.

Відносна стійкість показує загальне уявлення про наявність органічних речовин, які здатні до загнивання. При постійному визначенні розчиненого кисню, БСК, нітритів та нітратів у очищеній воді цим параметром користуватись не рекомендується. Його визначення застосовують тільки для обладнання невеликої продуктивності, де неможливе виконання частих та складних аналізів [20].

Біохімічне споживання кисню (БСК), незважаючи на значні погрішності методу при складному складі забруднень міських стічних вод, була і залишається головним параметром для оцінки якості та обліку ступеня очищення, а також при розробці нових модифікованих експрес-методів визначення. БСК є основним параметром регулювання аераційних споруд біохімічного очищення та пов'язане з поняттями швидкості вживання кисню, навантажень, приросту мула та ін. Зазвичай, слід використовувати величину БСК, але при стабільному складі забруднень стічних вод можна для оцінки

технологічних параметрів застосовувати співвідношення БСК/ХСК = 0,7 – 0,8. При визначенні БСК манометричним методом на апараті Варбурга слід приводити виміряне за стійкою кореляційною залежністю. Найбільш раціонально є безперервне вимірювання БСК спеціальними приладами [21].

Швидкість споживання кисню активним мулом, яка може визначатись на апараті Варбурга або полярографічним методом, свідчить про ступінь активності мулу та про ступінь його регенерації. Іншим методом визначення цих характеристик є визначення дегідрогеназної активності мулу, заснована на утворенні формазану червоного кольору або безкольорового трифенилтетразоліумхлориду (ТТХ) при інкубації проби протягом однієї години. Швидкість споживання кисню або дегідрогеназна активність служать контролюючими величинами для регулювання роботи аеротенків. При відомих значеннях концентрації активного мулу дегідрогеназна активність може надати інформацію і про навантаження на мул. Така кореляція встановлюється при наладці аеротенків, фіксується у технологічному регламенті та при відносно незмінному складі і концентрації забруднень стічних вод може замінити визначення БСК для оперативного щоденного контролю. БСК потрібно буде визначати тільки при періодичному повному аналізі стічної рідини.

Про ступінь обеззаражування очищеної стічної води свідчать бактеріологічні аналізи. Бактерії Coli є типовими представниками кишкової мікрофлори, яка знаходиться у фекальних стічних водах, і свідчить про наявність патогенних мікроорганізмів. Колі-титр, найменша кількість води у мл, у якій знаходиться бактерії колі, є основним показником ступеня бактеріального забруднення стічної рідини. Показником ступеня обеззаражування може служити тільки колі-титр очищеної та обеззараженої води, який встановлюється вимогами органів санітарно-епідеміологічної служби [22].

## 2.2 Обладнання для аналізу стічних вод

Для аналізу стічних вод використовують таке обладнання:

- рН-метр HANNA HI 9125 (рис. 2.1)



Рисунок 2.1 – рН-метр HANNA HI 9125

Прилад для вимірювання водневого показника, який характеризує активність іонів водню в розчинах, воді, харчовій продукції, об'єктах довкілля і виробничих системах безперервного контролю технологічних процесів, у тому числі в агресивних середовищах. Ціна 18 711 грн.

## Технічні характеристики рН-метра портативного HI 9125:

Діапазон	рН	-2,00 to 16,00 рН
	мВ	±699,9 мВ; ±1999 мВ
	Температура	20,0to 120,0°C
Дозвіл	рН	0,01 рН
	мВ	0,1 мВ; 1 мВ
	Температура	0,1 °С
Точність	рН	±0,01 рН
	мВ	±0,2 мВ; ±1 мВ
	Температура	±0,4 °С
Колібрування рН		Автоматичне по 1 чи 2 точках
Компенсація температури		Автоматичне або ручне від -12 до 120 °С
рН-електрод		HI 1230В, селевий з подвійною діафрагмою, 1 м
Температурний датчик		HI 7662, 1 м
Вхідний імпеданс		1012 Ω
Живлення		Батареї 1,5В ААА до approx 200 годин роботи
Умови експлуатації		0 до 50 °С, вологість до 100%
Розміри		185x72x36 мм
Вага		300 г

– Спектрофотометр UNICO 1201(рис. 2.2)

Спектрофотометр – оптико-електронний прилад для визначення спектральної характеристики (щільності поглинання світлового потоку)

прозорих об'єктів або рідин. Ціна 57 800 грн [23].



Рисунок 2.2 – Спектрофотометр UNICO 1201

Технічні характеристики спектрофотометра UNICO 1201:

Спектральний діапазон довжин хвиль	325-1000 нм
Смуга пропуску	5 нм
Похибка установки довжини хвилі, не більше	2 нм
Повторюваність установки довжини хвилі	1 нм
Розсіяне світло	<0,5%T при 340 та 400 нм
Фотометричний діапазон: Коефіцієнт пропускання (T) Оптична щільність (A)	Від 0 до 125% Від 0 до 3,0
Діапазон значень концентрації	Від 0 до 1999 С
Похибка визначення коефіцієнта пропускання, не більше	1,0%T
Робоча довжина кювета	5-10-20-30-40-50 мм
Напруга живильної мережі	220 В ± 10%, 50 Гц
Розмір та вага	408x308x185 (мм), 7 кг

– Фотоколориметр КФК-2 (рис. 2.3)

Фотометр фотоелектричний (фотоелектроколориметр) призначений для вимірювання коефіцієнтів пропускання і оптичної щільності прозорих розчинів, а також для вимірювання швидкості зміни оптичної щільності речовини і визначення концентрації речовини в розчинах. Ціна 9 400 грн.



Рисунок 2.3 – Фотоколориметр КФК-2

Спектральний діапазон	315-980 нм
Межі вимірювання:	
Коефіцієнт пропускання	1-100
Оптична щільність	0-2
Приймач випромінювання:	
Фотоелемент (діапазон 315-540нм)	Ф-26
Фотодіод (діапазон 590-980 нм)	ФД-24К
Похибка пропускання	1
Робоча довжина кювет	1-100 мм
Розміри	435x355x320 мм
Вага	12,5 кг

– Прилад вакуумної фільтрації ПВФ-35ПП (рис. 2.4)



Рисунок 2.4 – Прилад вакуумної фільтрації ПВФ-35ПП

Прилад вакуумної фільтрації ПВФ-35ПП на мембранних фільтрах з нітрату целюлози призначений для вакуумної фільтрації проб питної води при контролі якості по мікробіологічних показниках. Прилад може бути використаний для тонкої фільтрації води, а також мікробіологічних, фізико-хімічних лабораторних і науково-дослідницьких робіт. Ціна від 13 000 грн [24].

Технічні характеристики приладу ПВФ:

- діаметр мембрани – 35 мм;
- об'єм воронки – 333 мл;
- максимальний вакуум насосу – 0,08 МПа;
- діапазон регулювання вакууму – 0-0,08 МПа;
- потужність – 44 Вт;
- параметри живлення – 220 В / 50 Гц.



– Іономір універсальний I-160 МІ (рис. 2.5 )

Лабораторний іономір призначений для прямого або непрямого потенціометричного вимірювання активності іонів водню (рН), активності і концентрації інших одновалентних і двовалентних аніонів і катіонів (рХ), окислювально-відновлювальних потенціалів (Еh) і температури у водних розчинах і здатний представляти результати вимірювань в цифровій формі і у вигляді аналогового сигналу напруження постійного струму. Ціна від 11700 грн до 11 580 грн.

Технічні характеристики приладу:

Вимірювана величина	Одиниця вимірювання	Діапазон вимірювання	Дискретність	Похибка перетворювача	Похибка приладу
рХ	-	-2000 - +2000	0,001	±0,014, ±0,028	0,05
рН	-	-1000 - +14000	0,001	0,014	0,03
Еh(ЕДС)	мВ	-3000 - +3000	0,1	0,7	-
сХ	г/л, г/кг, моль/л, моль/л екв.	10 <sup>-6</sup> - 100	автомати чно	Одновалентні ±2,5%, двовалентні ±5%	-
Т	°С	-20 - 150	0,1	0,5	0,5

– Киснемір Екотест 2000 (рис. 2.6)

Застосовується для аналізу питтєвих, природних, стічних вод, ґрунтів, кормів, продовольчої сировини, продуктів харчування і напоїв. В режимі нітратоміра аналізатор дозволяє автоматично розраховувати масову концентрацію (мг/кг) нітратів в досліджуваному зразку. Ціна від 6600 грн до 53760 грн.



Рисунок 2.5 – Іономір універсний I-160 МІ



Рисунок 2.6 – Киснемір Екотест 2000

## Технічні характеристики Киснеміра Екотест 2000

Параметр	Діапазон вимірювання	Похибка
Активність, рХ (рН)	-20 - +20	±0,02
ЕДС, мВ	-3200 - +3200	±1
Температура, °С	-5 - +150	±0,5
Кисень, мг/дм <sup>3</sup>	0 – 30	±2,5
Діапазон автоматичної і ручної компенсації	-20 °С - 150 °С	1

Габаритні розміри – 150x160x30 мм.

Вага не більше 0,4 кг.

– Нітратомір рХ-150.1МИ (рис. 2.7)



Рисунок 2.7 – Нітратомір рХ-150.1МИ

Нітратаналізатор призначений для визначення активності і концентрації іонів  $\text{NO}_3$ , а також температури водних розчинів проб рослинної, харчової продукції, ґрунтів, природних і стічних вод. Ціна 8 000 грн [26].

Технічні характеристики нітратоміра рХ-150.1МИ:

Величина, що вимірюється	Одиниця виміру	Діапазон виміру	Дискретність	Похибка перетво- рювача	Похибка пристрою
рХ	-	Від 0,3 до 4,3	0,01	$\pm 0,02$	$\pm 0,05$
сХ	г/кг	$10^{-4} \dots 100$	автоматично		$\pm 0,1$
T	°C	-10,0...100,0	0,1	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$

### **2.3 Нормативна база України у сфері поводження з стічними водами**

До законодавства України у сфері управління відходами відносять такі закони України: "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про відходи", "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення", "Про поводження з радіоактивними відходами", "Про металобрухт", Кодексу України про надра, та інших нормативно-правових актів [27]. Перераховані законодавчі акти спрямовані на врегулювання відносин, пов'язаних з проблемами, що виникають у суб'єктів права стосовно поводження з відходами, а також системою заходів щодо організаційно-економічного стимулювання ресурсозбереження. До основних принципів законодавства відносять мінімізацію утворення, максимальну утилізацію, забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження відходів відповідно до вимог екологічної безпеки. Важливим аспектом поводження з відходами є використання сучасних методів їх ідентифікації, класифікації, паспортизації з метою визначення високоефективних технологій поводження з ними відповідно до стандартів ЄС. Згідно зі статтею 44 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" у сфері поводження з відходами використовується один із основних принципів екологічного законодавства "забруднювач платить". Збір за забруднення природного середовища встановлюється на основі фактичних обсягів викидів, лімітів скидів забруднювальних речовин у навколишнє природне середовище і розміщення відходів [28]. Такі ліміти встановлюють, коли виробнича, комунально-побутова, сільськогосподарська діяльність призводить до забруднення природних ресурсів за оцінкою подання спеціально уповноваженого органа виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів. Порядок встановлення нормативу збору за забруднення навколишнього середовища і стягнення їх визначає Кабінет Міністрів України (Постанова КМУ № 303 від 01.03.99 з доповненнями від 01.07.02 та Постанова КМУ № 402 від 28.03.03 "Про внесення змін у додаток 1 до Порядку встановлення нормативу

зборів за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору"). Збори підприємства, установ, організацій, а також громадян за викид і скид забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, розміщення відходів та інші види шкідливого впливу в межах ліміту відносяться до витрати виробництва. Також є поняття збору за погіршення якості природних ресурсів, тобто зменшення родючості ґрунтів, продуктивності лісів, рибопродуктивності водоймищ тощо, що виникає на основі володіння і користування цими ресурсами. Кабінет Міністрів України також встановлює цей збір, визначений на основі нормативів (ст. 45 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища") [29]. Кошти, які були стягнені від зборів надходять до місцевих бюджетів та Державного фонду охорони навколишнього природного середовища і спрямовуються на виконання робіт з відновлення, підтримання різних природних ресурсів у належному стані (ст. 46 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища"). З цього фонду фінансуються природоохоронні і ресурсозберігаючі заходи, наукові дослідження, спрямовані на зменшення впливу забруднення довкілля на здоров'я людей, а також на стимулювання працівників спеціально уповноважених державних органів та громадських інспекторів. Гармонізація законодавства України до законодавства ЄС в цій сфері триває. Відповідно до Закону України "Про відходи", який визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, обробленням, зберіганням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також для зменшення негативного впливу відходів на довкілля та здоров'я людини на території України, передбачені основні завдання для реалізації. До таких завдань відносять: визначення основних принципів державної політики у сфері поводження з відходами; правове регулювання відносин щодо діяльності у сфері поводження з відходами; визначення основних умов, вимог і правил щодо екологічно безпечного поводження з відходами, а також системою заходів, яка спрямована на організаційно-економічне стимулювання ресурсозбереження; забезпечення

мінімального утворення відходів, розширення їх використання в господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. До головних напрямів державної політики щодо реалізації зазначених принципів відносять:

- забезпечення збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними;
- зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності;
- забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;
- сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого, повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;
- забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами;
- організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини;
- здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;
- забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами;
- обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації.

Також Закон України "Про відходи" встановлює основні терміни та положення у сфері поводження з відходами [30].

Так, відповідно до цього закону утилізація відходів – це використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів. Державний класифікатор відходів – це систематизований перелік кодів та назв відходів,

призначений для використання в державній статистиці з метою надання інформації про утворення, накопичення, оброблення (перероблення), знешкодження та видалення відходів. Транскордонне перевезення відходів – це транспортування відходів з території, на/або через територію України, на території або через територію іншої держави. Відходи як вторинна сировина – це відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови. В цілому Закон України "Про відходи" складається з 10 розділів, у яких встановлені питання відносин права власності на відходи, визначені суб'єкти у сфері поводження з відходами, їх права та обов'язки, визначена компетенція органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, державний облік, моніторинг та інформування у сфері поводження з відходами, заходи і вимоги щодо запобігання або зменшення утворення відходів та екологічно безпечного поводження з ними, економічного забезпечення заходів утилізації відходів і зменшення обсягів їх утворення, правопорушення у сфері поводження з відходами і відповідальність за них, міжнародного співробітництва у сфері поводження з відходами [31].

### **3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ОЧИСНИХ СПОРУД ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ОТГ**

#### **3.1 Обладнання що дозволяє очистити стічні води Якушинецької ОТГ**

Склад води, а саме наявність в них тих чи інших забрудників є основними критеріями при виборі методу очищення стічних вод промислових підприємств. Локальні і загальні системи очищення стічних вод промислових підприємств проектується в залежності від складу води, витрати та площі підприємств.

Нерозчинні мінеральні і органічні домішки, концентрація яких коливається в широких межах є одним із головних видів забруднень виробничих стічних вод. Завданням механічної очистки є усереднення концентрації й регулювання витрати стічних вод, а також виділення нерозчинних домішок з води в очисних спорудах. Механічна очистка використовується для видалення нерозчинених речовин розміром більше 4 – 10 см. Виконується це за рахунок проціджування на ґратах, дугових ситах, грохотах; відстоювання (гравітаційного або відцентрового), фільтрування через спеціальні сітки або піщано-гравійні фільтри (для відділення дрібних частинок що перебувають у воді в зваженому стані, тобто суспензій) та центрифугування [32].

Процес очищення стічних вод виробничого підприємства включає в себе кілька стадій, на кожній з яких застосовуються різні методів очищення стічних вод і відповідного технологічного встаткування.

Для очищення стічних вод промислових підприємств застосовують:

- механічні методи (проціджування, відстоювання стічних вод у відстійниках з використанням або без використання хімічних реагентів залежно від складу стоків; фільтрування);
- хімічні (нейтралізація, коагуляція, флокуляція);



- фізико-хімічні (флотація, сорбція, екстракція, евапорація, а також електрохімічні методи, пов'язані з накладенням електричного поля – електрокоагуляція, електрофлотація);
- комбіновані.

Основними труднощами, які виникають при виборі раціональної схеми очищення можуть бути наслідком того, що стічні води містять частки різного ступеня дисперсності, а агрегатний стан багато в чому визначається температурою, рН розчину, компонентним складом й іншими факторами. Тому основним фактором при виборі методу обробки води є фазовий стан речовини. Фазово-дисперсна характеристика домішок незалежно від типу стоків і місця їхнього утворення дає можливість запропонувати для кожної групи класифікації конкретний специфічний метод переробки.

В залежності від вимог до якості очищеної води можуть застосовуватись різні очисні споруди:

- грати та сітки, призначені для затримки крупних домішок, що рухаються по каналу (проціджування);
- піскоуловлювачі – для виділення важких мінеральних домішок, головним чином, піску;
- відстійники та фільтри – для затримки більш дрібних у воді домішок;
- гідроциклони та осаджувальні центрифуги [33].

Через сильне забруднення промислових стічних вод їхнє очищення від домішок здійснюють у кілька етапів. У всіх випадках очищення стоків першою стадією є механічне очищення, яке призначене для видалення найбільш великих механічних домішок, суспензій і дисперсно-колоїдних часток. Для затримання різних речовин, що плавають на поверхні стічних вод (масел, жирів, нафти, смол і т.п.), застосовують масло-, жиро-, нафто-, смолоуловлювачі. Для більш повного прояснення стічних вод застосовують фільтрування - пропуск води через шар завантаження з різного зернистого матеріалу (кварцового піску, гранітних щебенів, дробленого антрациту і керамзиту та інших матеріалів) або через

сітчасті барабанні фільтри і мікрофільтри, через високопродуктивні напірні фільтри або фільтри із плаваючим завантаженням.

Графік надходження стічних вод має довільний характер. Для стоків підприємств характерно нестабільність їх витрат та складу, що пов'язано з особливостями технологічних процесів. Витрата й забрудненість стоків в певний період часу можуть змінюватися від мінімуму до максимуму. Розділяють три види нестационарності потоку, а саме: залпові скиди висококонцентрованих стічних вод, циклічні та довільні характери коливання. На рис. 3.1 наведено графіки витрат стічних вод при циклічному і залповому випуску в каналізацію. Інтервали між періодами випуску стічних вод зумовлені технологією виробництва. При залповому випуску ці інтервали в окремих випадках вимірюються годинами й навіть цілодобово або тижнями.

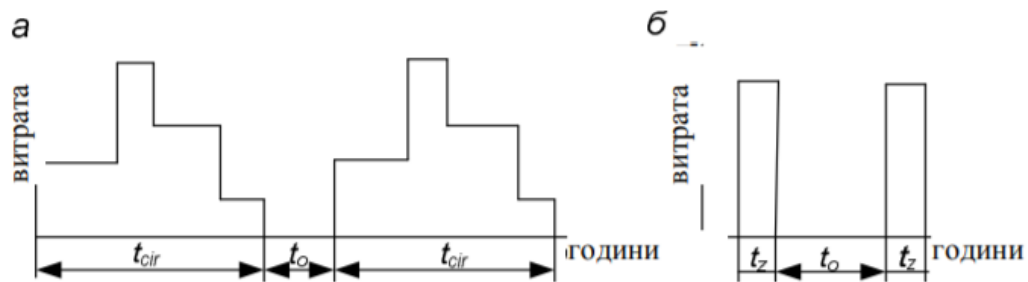


Рисунок 3.1 – Графіки витрат стічних вод: а – циклічні; б – залпові.

Для вирівнювання кількісного та якісного складу стічних вод промислових підприємств використовують усереднювачі. Усереднювачі зазвичай проектуються у складі локальних станцій очищення промислових стічних вод. Усереднювачі розрізняють контактні і проточні. При малих витратах і періодичному скиданні води використовують контактні усереднювачі [34]. Однак, часто застосовують усереднювачі проточного типу. Розрізняють наступні типи проточних усереднювачів:

- Багатоканальні – прямокутні й круглі в плані, з нерівномірним розподілом витрати води по каналах ( додток Б);
- Усереднювачі – змішувачі (усереднювачі із пристроями, що перемішують) барботажного типу й з механічним перемішуванням.

Усереднення в багатоканальних усереднювачах забезпечується за рахунок механічного перемішування струменями стічної води. Кількість каналів у кожній половині усереднювача становить не менше 5 – 6. Для того щоб впоратися із залповими скидами стоків високої концентрації і довільних коливань складу при наявності зважених дрібнодиспергованих речовин з концентрацією до 500 мг/л, гідравлічною крупністю до 5 мм/с слід використовувати багатоканальні усереднювачі без примусового перемішування. При необхідності усереднення витрати споруди блокують акумулюючою ємністю [35].

У виробничих стічних водах різних підприємств можуть бути присутні власні специфічні забруднюючі речовини (пух, пір'я, щетина тварин, дерев'яна тріска, волокна, шматки пластмаси), позбутися від яких можливо за допомогою проціджування. У багатьох з перерахованих випадках звичайні ґрати малоефективні або взагалі не придатні для очистки стоків від таких забруднювачів. З гірської промисловості взяті дугові сита і барабанні грохоти, які успішно вирішують завдання по добуванню зі стічних вод різних забруднювачів. Розміри отворів проціджувачів змінюються в досить широких межах: від 20 мм (ґрати на насосних станціях), 16 мм (ґрати на станціях очистки стічних вод), 2 – 5 мм (дискові сита) до 0,25 – 1 мм (дугові сита, грохоти, барабанні сітки) і 20 – 60 мкм (мікрофільтри). Продуктивність проціджувачів вимірюють пропускну здатністю одиниці робочої поверхні за годину, що становить для: мікрофільтрів 5 – 15, барабанних сіток 40 – 50, дугових сит 40 – 60 м<sup>3</sup> / (м<sup>2</sup> × год).

Метод відстоювання використовується для видалення з виробничих стічних вод нерозчинених домішок, які мають здатність в спокійній воді осідати на дно або спливати на поверхню. Час очищення залежить від швидкості

осідання нерозчинених домішок у спокійній воді. Така швидкість є основною величиною для розрахунку відстійних споруд.

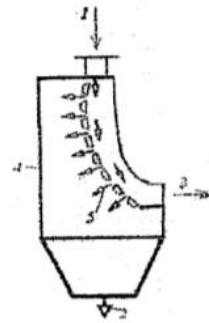


Рисунок 3.2 – Дугове сито:

1 – вихідні стічні води; 2 – стічна рідина; 3 – забруднення (пух, пір'я тощо) в контейнері; 4 – корпус дугового сита; 5 – отвір

Відстійники, які використовуються для очистки промислових стічних вод можуть являти собою як самостійні споруди, на яких процес очистки закінчується, або ж споруди, призначені тільки для попередньої очистки. При виборі типу й конструкції відстійників для виробничих стічних вод необхідно враховувати їх хімічні й фізичні властивості, а також вплив на склад стічних вод технологічних умов виробництва й місцевих факторів [36]. До числа основних показників відносяться: температура стічних вод, що надходять на очистку; концентрація зважених речовин й їхні фізичні властивості; крупність часток й їхня щільність, ступінь агломерації зважених часток, швидкість осадження або спливання часток (гідравлічна крупність); вологість осаду безпосередньо після його випадання; кінетика процесу ущільнення осаду; щільність сухого залишку. Для очищення промислових стічних вод використовуються як звичайні конструкції відстійних споруд, що застосовують при очищенні міських стічних вод, так і спеціальні. Залежно від вимог до якості проясненої стічної води застосовують горизонтальні, радіальні відстійники різних конструкцій, зокрема обладнані камерами флокуляції [37]. Для очищення стічних вод від великої кількості жирів, нафти й масел використовують жируловлювачі, нафта

уловлювачі тощо. Ці споруди аналогічні відстійникам, але мають устаткування для видалення великої кількості спливаючих домішок. На результати відстоювання суспензій сильний вплив чинять: рівномірність розподілу й збору води у відстійниках; перепад температур, обумовлений коливаннями температури води в джерелі водопостачання; звуження перетину відстійників осадом, що нагромадився; наявність завихрень і вирів навколо виступів і колон. У додатку В зображені принципові схеми відстійників різних конструкцій.

Для уловлювання крупних твердих домішок і піску можуть використовуватись напірні й безнапірні гідроциклони. На відміну від споруд відстійного типу, в яких процес очистки в гідроциклонах відбувається під дією відцентрових сил забруднюючих домішок, які виникають в результаті обертального руху води в апаратах. Поле відцентрових сил виникає завдяки тангенціальному підведенню води до циліндричного корпусу апарата [38]. Гідроциклони бувають двох типів – напірні та низьконапірні.

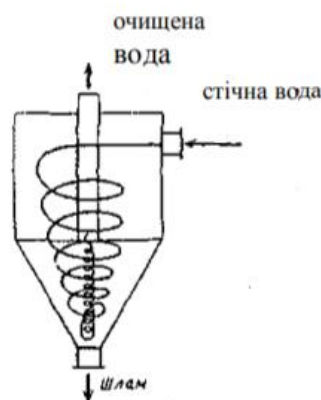


Рисунок 3.3 – Напірний гідроциклон

Очищена вода відводиться через центральну трубу. Уловлені частинки попадають у конусну частину та видаляються через шламонусадку з частиною води.

Відкриті гідроциклони застосовуються для освітлення порівняно невеликих кількостей стічних вод (100-200 м<sup>3</sup> /год), що володіють значною концентрацією суспензії та високими флокуляційними властивостями.

Відокремлення зависі від води здійснюється під дією як сил тяжіння, так і відцентрових сил. У відкритих гідроциклонах можна очищати забруднені води від завислих речовин, нафтопродуктів, допускається також застосування коагуляції для інтенсифікації процесу очистки стічних вод. Звичайний відкритий гідроциклон за конструкцією схожий до вертикального відстійника, у нього тільки відсутня центральна труба, а підведення води здійснюється тангенціально у нижній частині апарату. Відкритий гідроциклон складається з таких частин: трубопроводу подачі стічних вод, що очищаються, тангенціального до циліндричної частини апарату та циліндричного корпусу з витягнутим вниз конічним днищем. Вода рухається в апараті обертаючись уверх, проходить через отвір у конічній діафрагмі, збирається в кільцевий водозбірний лоток та відводиться з апарату. Осад випадає в конічну частину апарату. Відкриті гідроциклони застосовують наступних типів: без внутрішніх устроїв, з діафрагмою, з діафрагмою і циліндричною перегородкою та багатоярусні (додаток Г).

Окремою групою очисних апаратів є гідроциклони-флокулятори, у яких сполучені конструктивні елементи відкритого гідроциклона й радіального відстійника. У цих агрегатів відсутня висока конусна частина, днище виконується з невеликим ухилом до розташованого в центрі зумпфу. Шлам віддаляється за допомогою скребкової ферми із центральним приводом. Відмінною рисою флокулятора є тангенціальна подача води, за рахунок чого в апараті створюється обертовий рух води, а також не зосереджений збір і відвід очищеної води. Флокулятор складається із циліндричного корпусу із плоским дном, тангенціальних патрубків для підведення забрудненої води, діафрагми з лотком для збору проясненої води. Також передбачений циліндричний водозлив, лоток для збору проясненої води й відвідний трубопровід. Підведення води в апарат передбачається тангенціальними патрубками в розподільну камеру, утворену між корпусом і перфорованою перегородкою, вона ж є камерою флокуляції. В умовах повільного обертально-поступального руху води, що має місце в камері флокуляції, при оптимальних параметрах процесу відбувається

укрупнення зважених часток і збільшується швидкість їхнього осадження. Укрупненню часток сприяє спільна дія градієнтної і гравітаційної коагуляції. Розроблено кілька конструкцій гідро циклонів флокуляторів [39]. На рисунку 3.4, а представлений флокулятор з розподільною камерою. Підведення води в нього передбачається тангенціальними патрубками в розподільну камеру, утворену між корпусом і перфорованою перегородкою. Вона ж є камерою флокуляції. Ярусний флокулятор (рис. 3.4, б) також обладнаний перфорованою перегородкою, що утворює камеру флокуляції. У ньому передбачені проміжні діафрагми, які створюють додаткові яруси, що збільшує площу відстоювання. Модифікацією флокулятора з розподільною камерою є апарат із пристроєм для коректування швидкості потоку (рис 3.4, в), розташованим у корпусі на виході тангенціальних патрубків. Цей пристрій передбачає нерівномірний перетік забрудненої води в зону відстоювання, сприяє рівномірному розподілу води в повному обсязі флокулятора, що підвищує ефективність очищення. Поряд з використанням природної схильності зважених речовин до флокуляції, для інтенсифікації процесу флокуляції в очищувану воду додають коагулянти й флокулянти. На основі вищезгаданих очисних апаратів розроблений і новий тип апарата - тонкошаровий флокулятор (рис. 3.4, г). У цьому апараті сполучено безперервне механізоване збирання шлам за допомогою обертової скребкової ферми з максимальним ступенем заповнення поперечного переріза апарата пластинчастими тонкошаровими модулями. Верхня прямокутна частина сполучається з нижньою циліндричною частиною чотирма конічними поверхнями, осад з яких змивається водою, що подається через щілинні сопла [40].

У більшості випадків фільтри застосовують для глибокого очищення стічних вод, що пройшли біологічне або фізико-хімічне очищення. Фільтри розділяються на фільтри із зернистим завантаженням і сітчасті барабанні фільтри.

Фільтри із зернистим завантаженням застосовують для доочищення стоків виробництв хімічної, металургійної, легкої, гірничодобувної, будівельної й ряду інших галузей промисловості.

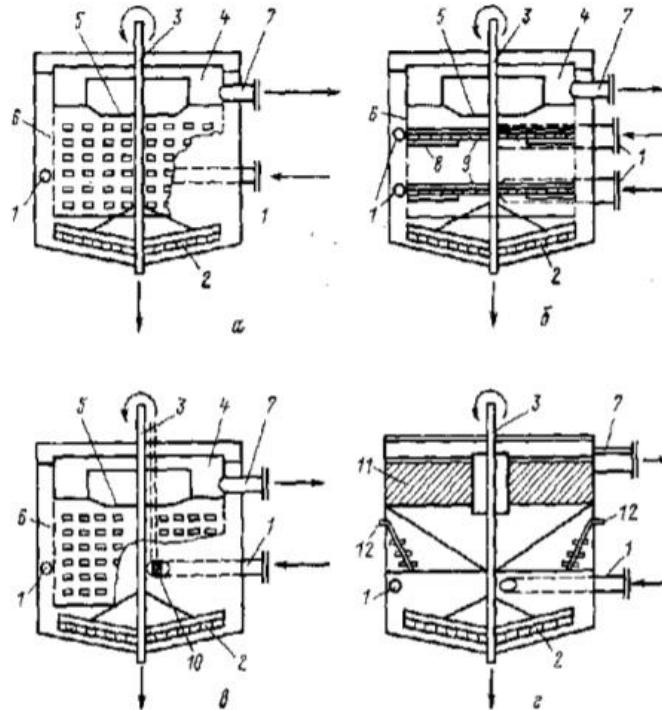


Рисунок 3.4 – Схеми флокуляторів:

а – флокулятор з розподільною камерою; б – ярусний флокулятор; в – флокулятор з устроєм для регулювання швидкості; г – тонкошаровий флокулятор: 1 – тангенційний патрубков; 2 – ферма; 3 – вал; 4 – лоток; 5 – діафрагма; 6 – перфорована перегородка; 7 – відвідний патрубков; 8 – проміжні діафрагми; 9 – додаткові ферми; 10 – пристрій для регулювання швидкості потоку; 11 – тонкошарові модулі; 12 – труби із соплами для змиву осадка

Фільтрування води полягає в пропущенні її через шар зернистого або пористого фільтруючого матеріалу, що володіє здатністю затримувати на своїй поверхні під дією сил приставання або у своїй товщі зважені частки забруднень, що втримуються у воді. Фільтри із зернистим завантаженням класифікують:

– за напрямком потоку: зі спадним (зверху вниз) і висхідним (знизу нагору) потоком;



- за конструкцією фільтри є одношарові, двошарові й каркасно-засипні;
- за видом фільтруючого матеріалу: природні матеріали (кварцовий пісок, гравій, гранітні щебені, доменні шлаки, керамзит, антрацит, горілі породи, мармурова крихта) або штучні матеріали (полімери - пінополіуретан, полістирол й ін.).

Сітчасті фільтри. Напірний сітчастий фільтр з автоматичним промивним пристроєм ВСФ-2000. Фільтруючим елементом є сітка з проволоки діаметром 0,25-0,12 мм. Сітки відрізняються за розміром, матеріалом і способом плетіння. Принцип роботи: вода, що очищається, подається у дві камери, розташовані зверху і знизу, а відводиться через патрубок, розташований у середній частині корпусу. Камери розділені між собою перегородками, які складаються з 3-х шарів – фільтруючої металевої сітки, з двох боків затиснутої дірчастими плитами. Вода фільтрується через цю металеву сітку. Тиск у верхній і нижній камерах складає близько 5 атм., а в центральній камері – близько 4 атм. Забруднення, що утворилися на поверхні сіток видаляються за допомогою пристрою, що обертається, порожнина якого сполучається з атмосферою через патрубок і центральну трубу. Пристрій, що обертається, за допомогою притискного механізму щільно прилягає до дірчастих плит. Продуктивність фільтра – 2000 м<sup>3</sup> /год. Фільтр затримує завислі речовини крупністю 0,01 мм і більше при швидкості фільтрування 60 – 70 м/год. Втрати напору при безперервній промивці сіток складають 0,3 – 0,5 кгс/см<sup>2</sup>. Ефект очистки залежить від вихідної концентрації і дисперсного складу забруднюючих речовин, розмірів комірок фільтруючої сітки та швидкості фільтрування.

Напірні фільтри являють собою закриті резервуари циліндричної форми, що можуть витримувати значний тиск. Основні елементи напірних фільтрів такі самі, як в безнапірних фільтрах – фільтрувальне завантаження і підтримуючі шари, дренажна система, призначена для відведення проясненої води і подачі промивної води, розподільним пристроєм для стислого повітря та т.п. Фільтри розраховують на тиск 0,4 – 0,6 МПа.

Застосовують вертикальні й горизонтальні напірні фільтри. Висота шару фільтруючого матеріалу становить звичайно 1000 – 1200 мм. Вода на очистку подається під напором у верхню частину камери фільтра.

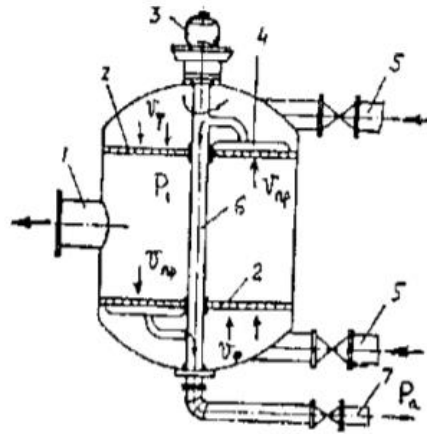


Рисунок 3.5 – Високошвидкісний сітчастий фільтр ВСФ-2000:

1 – відведення очищеної води; 2 – фільтруючі елементи; 3 – електродвигун для переміщення коробів, що обертаються; 4 – короб, що обертається; 5 – подача СВ; 6 – полий вал; 7 – відведення промивної води

Потім у спадному потоці вода проходить фільтруючий шар, освітлюється і через трубчастий дренаж видаляється під залишковим напором за межі фільтра. В міру забруднення фільтруючого шару, при збільшенні його опору до 0,15 МПа фільтр виводиться на промивання, що полягає в подачі води і стиснутого повітря зворотним струмом – знизу нагору. Подача повітря потрібна для розпушення зерен фільтруючого матеріалу і кращого відмивання їх від забруднень. Напірні фільтри мають напрямок фільтрування зверху вниз, швидкість фільтрування 5 – 12 м/год, а тривалість фільтроциклу 12 – 48 год залежно від якості стічних вод. Залишковий вміст у воді нафтопродуктів допускається 7 – 20 мг/л (початковий вміст 40 – 80 мг/л), механічних домішок – 10 – 20 мг/л (початковий вміст 30 – 60 мг/л) [41].

Каркасно-засипний фільтр (КЗФ) є різновидом фільтрів, у яких використовується принцип фільтрування в напрямку зменшення крупності зерен завантаження. За конструкцією КЗФ подібний до звичайного фільтра з фільтруванням води згори вниз і верхнім відведенням промивної води. У КЗФ на підтримуючий гравійний шар спочатку вкладають шар гравію крупністю 40 – 60 мм товщиною 1,8 м – так званий «каркас», який на висоту 0,9 м засипають піском крупністю зерен 0,8 – 1 мм. Конструкція каркасно-засипного фільтра (рис. 3.6) аналогічна конструкції звичайного швидкого фільтра зі спадним рухом води й нижнім відводом промивної води. Подача води здійснюється по системі жолобів.

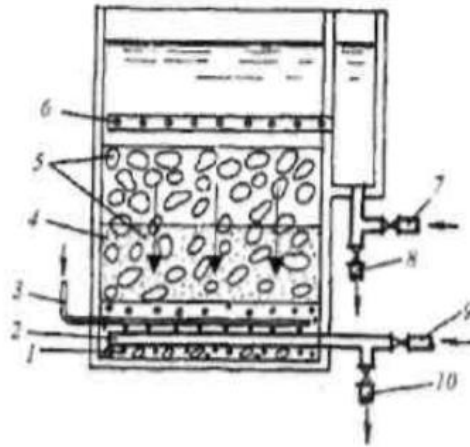


Рисунок 3.6 – Схема каркасно-засипного фільтра:

- 1 – підтримуючий шар з гравію; 2 – розподільна система для води;
- 3 – подача повітря при промивці; 4 – піщана засипка; 5 – гравійний каркас;
- 6 – трубчаста система для подачі вихідної та відведення фільтрованої води;
- 7 – подача вихідної води; 8 – відвід промивної води; 9 – подача промивної води;
- 10 – відвід фільтрованої води

Дренажна система представлена у вигляді дірчастих труб з підтримуючими гравійними шарами. На підтримуючий гравійний шар завантажують гравій і пісок. Пісок заповнює міжпоровий простір гравійного каркаса. Замість гравію можна застосовувати щебінь, а замість піску шлак, керамзит, мармурову крихту,

антрацит. Перевагами каркасно-засипного фільтра є висока якість фільтрату, підвищена брудоемкість завантаження [42].

Флотація відноситься до фізико-хімічних методів очищення стічних вод і застосовується в багатьох виробництвах: нафтопереробної, гірської, металургійної, машинобудівної, хімічної, харчової промисловості, штучного волокна, целюлозно-паперової, шкіряної промисловості, м'ясо-молочної. Флотація – процес поділу дрібних твердих часток, заснований на розходженні їх у змочуваності водою. Флотаційні установки слід застосовувати для видалення з води зважених речовин, ПАВ, нафтопродуктів, жирів, масел, смол, волокон, часток фарби й інших речовин, осадження яких малоефективне. Перевагами флотації є її високий ступінь очищення (95-98%), безперервність процесу, широкий діапазон застосування, невеликі капітальні вкладення й експлуатаційні витрати, простота апаратури, селективність виділення домішок, у порівнянні з відстоюванням більша швидкість процесу, а також можливість одержання шламу (пінного продукту), більш низької вологості. Процес очищення стоків при флотації полягає в наступному: потік рідини й потік повітря (дрібних пухирців) у більшості випадків рухаються в одному напрямку. Зважені частки забруднень перебувають у повному обсязі стічної води й при спільному русі з пухирцями повітря відбувається агрегування частки з повітрям. Якщо пухирці повітря значних розмірів, то швидкості повітряного пухирця й забрудненої частки розрізняються так сильно, що частки не можуть закріпитися на поверхні повітряного пухирця. Крім того, великі повітряні пухирці при швидкому русі сильно перемішують воду, викликаючи роз'єднання вже з'єднаних повітряних пухирців і забруднених часток. Тому для нормальної роботи флотатора у флотаційну камеру не допускаються пухирці більше певного розміру [43].

Види флотації залежно від типу границі розділу фаз:

1. Масляна (вода – масло), коли забруднення, змочені маслом виносяться на поверхню флотоустановок.

2. Плівкова (вода – тверде тіло), коли тонкоподрібнені сухим способом, частинки, насипаються тонким шаром з невеликої висоти на поверхню води. При

цьому гідрофобні або погано змочувані частинки утримуються силами поверхневого натягання на поверхні води, утворюючи крихку плівку, тоді як гідрофільні тонуть і опускаються на дно апаратів.

3. Пінна (газ-вода-тверде тіло – реагенти), коли у спорудах створюється енергійне перемішування стічних вод з повітрям. При цьому у пінний продукт переходять гідрофобні частинки, а для їх утворення необхідна наявність різних реагентів (масел, нафти и нафтапродуктов, ПАВ та ін.).

4. Іонна (газ-рідина), коли витягуються у піну зі стічних вод забруднення у виді іонів металів. Процес флотації відбувається за наявності дрібних пухирців повітря й збирача (ПАВ). При цьому збирач повинний утворювати у воді іони, які мають заряд, протилежний заряду іона, що вилучається. Процес ефективний при низьких концентраціях іона, що вилучається.

Найбільшого поширення в процесах очистки стічних вод отримала напірна флотація. Перевагою цього способу перед іншими є те, що виділення пухирців відбувається безпосередньо на частинках забруднень, що знаходяться у стічній воді. Швидкість спливання флоатокмплесів мала й становить приблизно 1-3 мм/с, що призводить до більш значного часу перебування поділюваної суспензії у флотаційному апараті. Збільшуються також його габарити. Іншим істотним недоліком цього способу флотації є те, що насичення газом (повітрям) стічних вод обмежено тиском, при якому відбувається розчинення газу (повітря) у воді, і температурою води. У випадку очищення стоків з підвищеною температурою (40-60 °С) різко зменшується розчинність повітря й ефект очищення падає в кілька разів. Установки для напірної флотації (рис. 3.7) прості й зручні в експлуатації. Напірна флотація дозволяє очищати стічні води з концентрацією суспензій до 4-5 г/л.

Залежно від об'єму і ступені забруднення стічних вод нафтопродуктами використовують горизонтальні флотатори (рис. 3.8) (до 100 м<sup>3</sup> /год) – прямокутні в плані камери глибиною – 1,5 м з горизонтальним рухом води, і радіальні флотатори (більше 100 м<sup>3</sup> /год) глибиною не менше ніж 3 м.

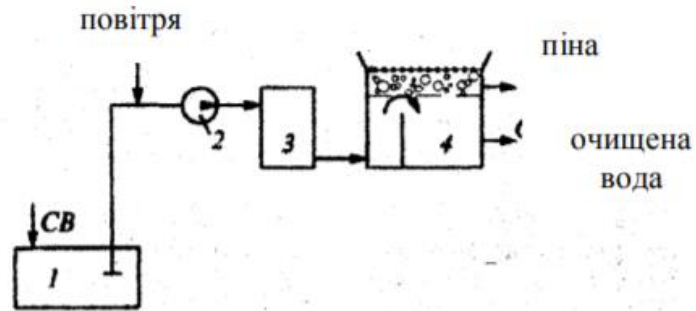


Рисунок 3.7 – Принципова схема напірної флотації:

1 – ємкість; 2 – насос; 3 – напірний бак (сатуратор); 4 – флотатор.

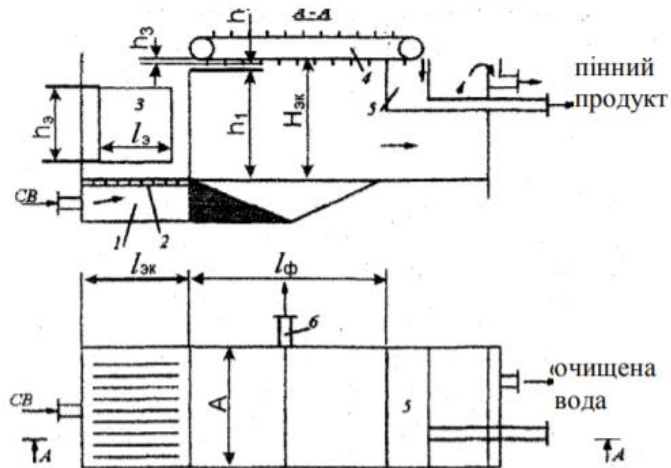


Рисунок 3.8 – Горизонтальний флотатор:

1 – впускна камера; 2 – решітка-заспокійлювач; 3 – електродна система;  
4 – пінозійомник; 5 – пенозбірник; 6 – відведення осаду та випорожнення  
флотатору.

Флотатори-відстійники являють собою комбіновані споруди, що складаються із круглого в плані радіального відстійника з вбудованої в нього підвісною флотокамерою (рис. 3.9).

Нейтралізація змішуванням. Цей метод застосовують, якщо на одному підприємстві або на сусідніх підприємствах є кислі й лужні води, не забруднені

іншими компонентами. Кислі й лужні води змішують у ємності (рис. 3.10) з мішалкою. При змінній концентрації стічних вод у схемі передбачають установку усереднювача або забезпечують автоматичне регулювання подачі в камеру змішування.

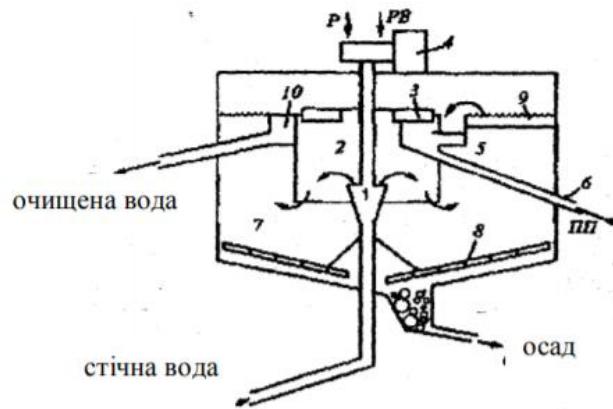


Рисунок 3.9 – Схема флотатора-відстійника:

1 – водорозподільник; 2 – підвісна флотокамера; 3 – верхні шкребки; 4 – електропривід; 5 – збірник піни; 6 – вихід пінного продукту; 7 – відстійна камера; 8 – донні шкребки; 9 – зубчастий водозлив; 10 – кільцевий лоток очищеної води; P – подача реагентів; PB – рециркулююча вода; ПП – пінний продукт.

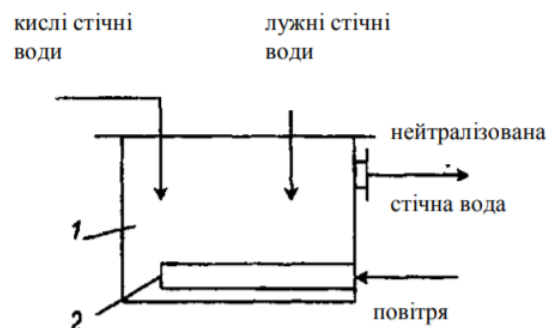


Рисунок 3.10 – Нейтралізатор змішування

1 – ємність; 2 – розподільник повітря

Принципова схема реagentної нейтралізації наведена на рисунку 3.11. Нейтралізовану воду використовують у виробництві, а осад зневоднюють на шламових майданчиках або вакуум-фільтрах.

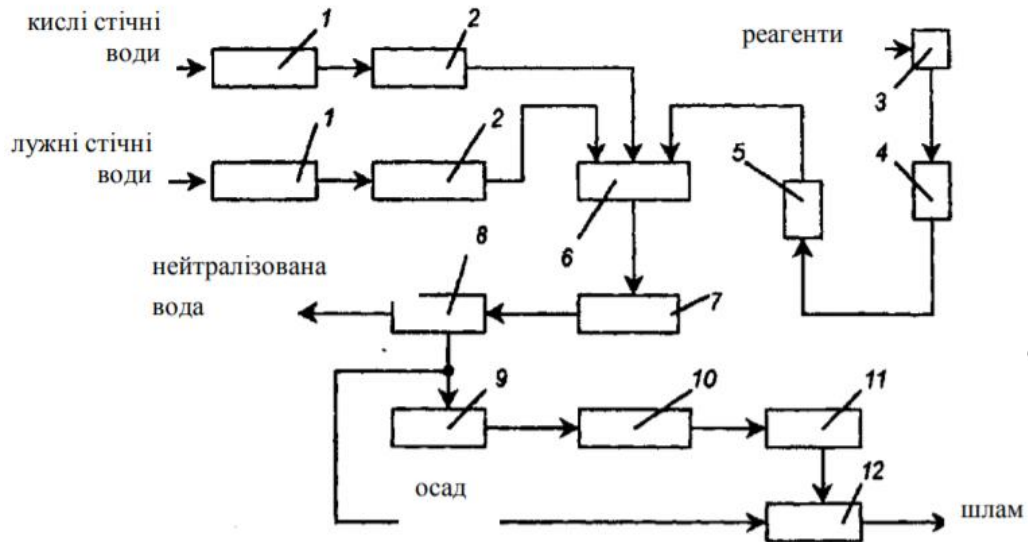


Рисунок 3.11 – Схема станції реagentної нейтралізації:

- 1 – пісколовки; 2 – усереднювачі; 3 – склад реagentів; 4 – розчинний бак;  
 5 – дозатор; 6 – змішувач, 7 – нейтралізатор; 8 – відстійник;  
 9 – осадкоущільнювач; 10 – вакуум-фільтр; 11 – накопичувач зневоднених осадів; 12 – шламовий майданчик.

Нейтралізація додаванням реagentів. Для нейтралізації кислих вод можуть бути використані: NaOH, KOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH (аміачна вода), CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, доломіт (CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>). Однак найбільш дешевим реagentом є гідроксид кальцію (вапняне молоко) зі змістом активного вапна Ca(OH)<sub>2</sub> 5-10%. Іноді для нейтралізації застосовують різні відходи виробництва, наприклад, шлаки сталеплавильного, ферохромового й доменного виробництв використовують для нейтралізації вод, що містять сірчану кислоту. Вапно для нейтралізації вводять у стічну воду у виді гідроксиду кальцію (вапняного молока; «мокре дозування») або у виді сухого порошку («сухе» дозування). Схема установки для нейтралізації кислих вод вапняним молоком показана на рисунку 3.12.



Екстракційний метод широко застосовується для очистки стічних вод від органічних домішок, особливо фенольних стічних вод.

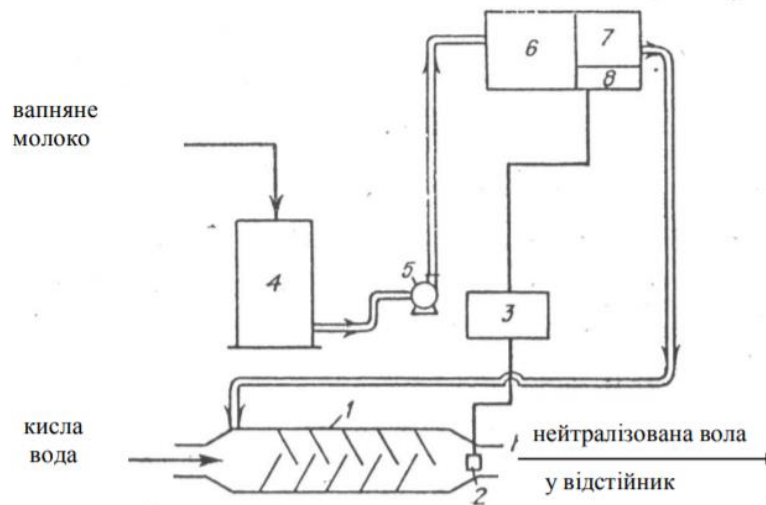


Рисунок 3.12 – Схема установки нейтралізації стічних вод:

1 – змішувач; 2 – заглибний датчик; 3 – прилади системи автоматичного регулювання; 4 – збірник вапняного молока; 5 – насос; 6 – прийомна частина дозатора; 7 – дозатор; 8 – виконавчий механізм.

Використання методу екстракції економічно доцільно у випадку значної концентрації органічних домішок або високої вартості речовини, що вилучається. Наприклад, добування фенолів зі стічної води раціонально при їх концентрації не менше 2 - 4 г/л.

Сутність термоокислювального рідкофазного знешкодження стічних вод («мокрого» спалювання) полягає в окислюванні киснем повітря органічних домішок стічної води при підвищеній температурі (звичайно до 350<sup>0</sup>С) і тиску, що забезпечує знаходження води в рідкій фазі. Температура процесу повинна бути нижче 374<sup>0</sup>С – критичної температури води.

Перевага даного методу знешкодження стічних вод полягає в значно менших витратах тепла внаслідок відсутності необхідності випару води і нагрівання пар до високих температур. Залежно від температури і часу контакту окислювання органічних домішок стічних вод відбувається повністю або

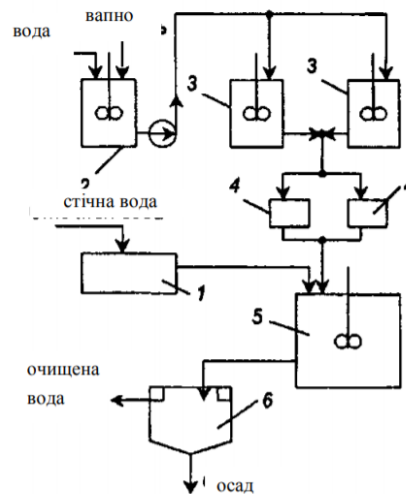


Рисунок 3.13 – Схема установки нейтралізації кислих стічних вод гідроксидом кальцію (вапняним молоком):

1 – усереднювач, 2 – апарат для гасіння вапна ( $\text{CaO}$ ); 3 – розчинні баки; 4 – дозатори; 5 – нейтралізатори; 6 – відстійник

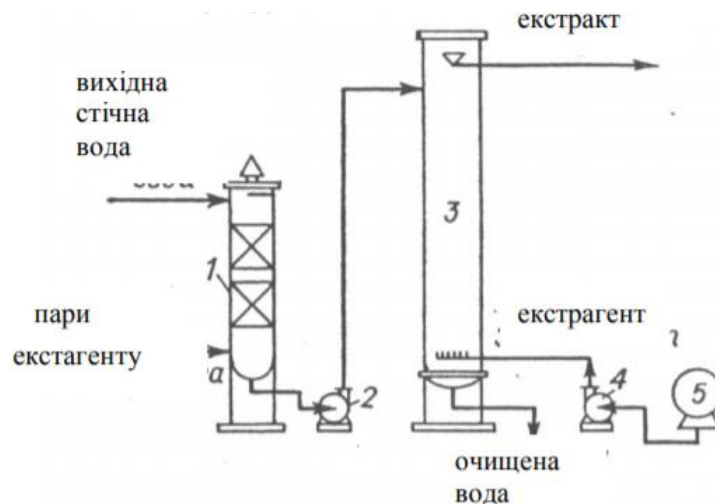


Рисунок 3.14 – Схема екстракційної установки для очистки стічних вод від фенолів:

1 – колона уловлювання пари екстрагенту; 2, 4 – насоси; 3 – екстрактор;  
5 – збірник екстрагенту

частково [3]. Принципова технологічна схема установки термоокислювального рідкофазного знешкодження стічних вод представлена у додатку Д.

### 3.2 Розробка проекту очисних споруд

Розробка проекту реконструкції очисних споруд – це комплекс робіт, щодо визначення та розробки заходів, які дозволяють скоротити втрати води та зменшити забруднення водного середовища стічними водами. Проект дає можливість вдосконалити систему очищення, усунути недоліки як на ранніх етапах так і в процесі тривалої експлуатації.

Основною проблемою проекту є те, що термін експлуатації очисних споруд каналізації вичерпаний. Значна зношеність споруд та обладнання міських очисних споруд каналізації потребує негайної реконструкції із запровадженням новітніх технологій очищення стічних вод. Незадовільний стан очисних споруд та напірного каналізаційного колектору, фізично зношене технологічне обладнання і застаріла технологія очистки каналізаційних стоків не забезпечують очистку стоків відповідно до діючих нормативів. В ході реалізації проекту будуть застосовані сучасні технології та методи очищення каналізаційних стоків.

Проектом передбачається реконструкція каналізаційних очисних споруд. На майданчику розміщується одна споруда із залізобетонним резервуаром і покрівельним покриттям, у якому відбуваються всі технологічні процеси, а також моніторинг, керування процесом очищення й обробка відходів. Окремі функціональні простори суміщаються між собою через поділяючі залізобетонні або пластмасові стіни. При цьому значно скорочується довжина всіх комунікацій й енергопостачання (стиснене повітря, електрична енергія, вода) і значно полегшується керування ними.

Новим очисним спорудам не потрібні складні внутрішні розподіли, вони мають логічно зв'язані між собою й керовані комп'ютером потоки, тому їхнє обслуговування фактично мінімізоване й хід робіт абсолютно надійний.

Біологічне очищення проводиться при необхідності одно або двоступінчастим комбінованим методом, що підсилює стабільність процесів. Введення твердих носіїв біокультури усередину системи активації підвищує

ефект очищення, поліпшує сепарацію активного мулу й підсилює авторегуляційні якості очисних споруд. Все це виробляється з метою посилення і, при цьому, полегшення процесу очищення, скорочення необхідності постійних перевірок, спостереження, забезпечення надійності роботи, збільшення терміну служби технологічних блоків очисних споруд.

Підземна частина будови складається з високоякісних залізобетонних монолітних конструкцій. Система аерації, виготовлена з нержавіючої сталі, і закінчується дифузорами із силікону. Надземна частина має форму скляного павільйону й виконується з алюмінієвих або алюмінієво-поліуретанових горизонтальних панелей. Строк придатності всіх матеріалів, таким чином, не менш 30 років.

Режим роботи очисних споруд - цілодобовий.

Всі головні хімічні аналізи й автоматизована система очищення відслідковуються та управляються з диспетчерської.

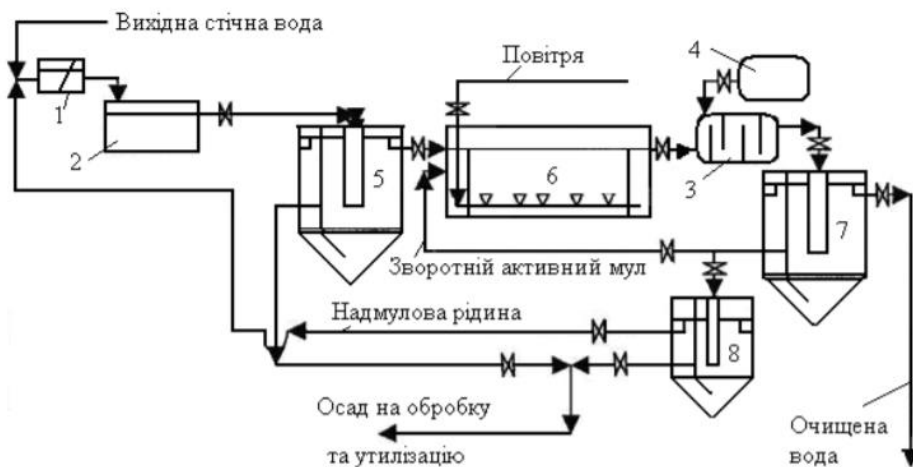


Рисунок 3.15 – Комбінована схема очищення стічних вод з аеротенками: 1 — відділення решіток; 2 — піскоуловлювач; 3 — змішувач; 4 — блок приготування та дозування реагентів; 5 — первинний відстійник; 6 — аеротенка; 7 — вторинний відстійник; 8 — ущільнювач надлишкового мулу

#### 4 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЕКТУ ОЧИСНИХ СПОРУД НА ТЕРИТОРІЇ ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ГРОМАДИ

Середньострокові та довгострокові проекти НДДКР щодо термінів їх реалізації потребують врахування фактора невизначеності та ризику.

Для врахування фактора невизначеності та ризику можуть бути використані такі методи:

- перевірка стійкості проекту;
- коригування параметрів проекту;
- формалізований опис невизначеності.

Стійкість проекту визначається за допомогою точки безбитковості за формулою:

$$T_b = \frac{ПВ}{Ц_1 - ЗВ_1} \quad (4.1)$$

де  $T_b$  - точка безбитковості;  $Ц_1$  - ціна одиниці продукту;  $ПВ$  - постійні витрати на виробництво продукції, що виготовлена на основі впровадження результатів НДДКР;  $ЗВ_1$  - змінні витрати на одиницю продукції, що змінюються пропорційно обсягу виробництва.

Коригування параметрів проекту проводиться на основі уточнення вихідного техніко-економічного завдання, у тому числі строків виконання проекту в зв'язку з запізненнями у фінансуванні його етапів, порушенням технологій при впровадженні інновацій, порушенням строків поставок сировини та іншими ускладненнями. В усіх випадках таких порушень до складу витрат на проект додаються зумовлені ними втрати.

Важливим є виявлення необхідності, можливості і доцільності реалізації інноваційної ідеї у вигляді конкурентоспроможного інноваційного продукту упродовж кінцевого періоду часу, який дозволяють умови ринкової конкуренції, при практично прийнятих витратах фінансових, матеріальних та інших ресурсів, невизначеності та ризику.

Можливі два варіанти розв'язання суперечності щодо впровадження інновації у виробництво. Перший - мінімізація тривалості початкових стадій життєвого циклу і часу від початку розробки технологічних рішень до презентації продукції на ринку коштом великих початкових капіталовкладень на технологію промислового виробництва та технологічне устаткування. Він потребує великих початкових капіталовкладень, однак дозволяє значно скоротити часовий інтервал від впровадження наукової розробки у виробництво до реалізації на ринку інноваційної продукції і тим самим забезпечує окупність капіталовкладень через 3-4 роки.

При створенні виробництв з випуском нових видів продукції найнижчим рівнем рентабельності вважається десятиразове збільшення капіталу за п'ять років ( $t = 5$ ) порівняно з початковою інвестицією ( $P_0$ ).

Для визначення внутрішньої норми дохідності на капітал, або внутрішньої ставки доходу - дисконтної ставки ( $d_n$ ), скористаємося формулою переходу від теперішньої вартості, що являє собою обсяг фінансових вкладень на впровадження наукомісткого продукту ( $P_0$ ), до майбутньої - ( $P_n$ ) шляхом нарахування:

$$P_0 = P_n (1 + d_n)^t, \text{ або } 10 = 1(1 + d_n)^5. \quad (4.2)$$

Звідси випливає:

$$d_n = \sqrt[5]{(P_n / P_0)} - 1; \text{ відповідно } d_n = \sqrt[5]{10} - 1 = 0,585 \quad (4.3)$$

Слід зазначити, що маса очікуваного доходу для забезпечення десятиразового збільшення капіталу за визначений період часу залежить як від

ставки дисконту, так і швидкості обігу капіталу. За умов мультиплікації обігу капіталу в два рази ( $i = 2$ ) формула (4.3) може бути представлена у вигляді:

$$d_n = \sqrt[i]{P_n / P_t} - 1 ; \text{ відповідно } d_n = \sqrt[10]{10} - 1 = 0,259, \quad (4.4)$$

де  $i$  - кількість оборотів капіталу за рік.

В такому разі тенденція збільшення маси капіталу зберігається при зменшенні внутрішньої норми дохідності фінансових вкладень.

Перший варіант має високий рівень ризику неповернення капіталу під час реалізації нової продукції, яка не має аналогів і прототипів, потребує додаткових витрат на маркетинг, використання венчурного капіталу, передбачає збільшення ставки дисконту, що трактується як премія за ризик і визначається за моделлю оцінки капітальних активів:

$$d_r = d_n + p (d_m - d_n), \quad (4.5)$$

де  $d_r$  - необхідна ставка доходу на вкладений капітал;  $d_n$  - номінальна (безризикова) ставка доходу;  $d_m$  — потенційно можлива (максимальна) ставка доходу;  $d_m - d_n$  - премія за ризик;  $p$  - міра ризику.

Для визначення маркетингового ефекту від реалізації науково-технічної продукції, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації, необхідно проаналізувати сукупність якісних і вартісних характеристик цієї продукції, вивчити перевищення її параметрів перед продукцією конкурентів, тобто визначити конкурентоспроможність науково-технічної продукції.

Конкурентоспроможність науково-технічної продукції — це рівень її економічних, технічних і експлуатаційних параметрів, які дозволяють витримати суперництво з іншою аналогічною продукцією на ринку. Конкурентоспроможність — порівняльна характеристика продукції, що містить комплексну оцінку всієї сукупності виробничих, комерційних, організаційних і

економічних показників. Вона визначається сукупністю споживчих властивостей даної продукції за ступенем відповідності суспільним потребам з урахуванням витрат на їх задоволення, цін, умов постачання й експлуатації в процесі виробничого чи особистого споживання. Класифікаційну схему, яка відображає чинники привабливості продукції та її конкурентоспроможності, можна подати у вигляді ланцюжка: якість – ціна – сервіс - маркетингове оточення. Рівень маркетингового оточення (супроводу) товару, характеризує розширені характеристики товару (маркетинг-логістика, гарантії, реклама, імідж, упакування, брендинг тощо) [50].

Капітальні витрати на реалізацію проекту становлять 213 912 грн., в т.ч.: будівельно-монтажні роботи – 76 947 грн., устаткування – 77 505 грн., інші – 59 463 грн.

Ефекти, які очікується отримати в результаті впровадження проекту:

- збільшення енергоефективності станції за рахунок заміни технологічного обладнання та встановлення динамічного рівня на очисних спорудах;
- зменшення об'ємів відходів у 2-3 рази в порівнянні з традиційними схемами. Зневоднення утворюваного осаду до 75% для можливості його вивозу на ТБО, що дозволить вивести з експлуатації існуючі мулові майданчики;
- встановлення сучасної системи автоматизації очисних споруд. Встановленням GPRS-модулів для можливості здійснення дистанційного контролю та управління всіх технологічних процесів, що забезпечить безперебійну роботу станції в аварійних ситуаціях та дозволить зменшити кількість необхідного обслуговуючого персоналу;
- встановлення сучасних систем знезараження очищених стічних вод.

Порівняння стану та якості річкової води до і після реконструкції каналізаційних очисних споруд наведені у таблиці нижче.



Таблиця 4.1. Стан та якість річкової води до і після реконструкції очисних споруд.

№ з/п	Показник складу, властивості води	Одиниця вимірювання параметрів	Перевищення норми ГДК до реконструкції споруд (за умови скиду залпових та аварійних скидів неочищених стоків), разів	Перевищення норми ГДК після реконструкції споруд, разів
1	Завислі речовини	мг/л	66	0,45
2	Водневий показник (рН)	у.од.	-	-
3	Мінералізація	мг/л	1,1	0,81
4	БПКпов	мг/л	34	0,22
5	ХПК	мг/л	53	0,56
6	СПАР	мг/л	25	0,50
7	Азот амонійний	мг/л	3	0,14
8	Нітрити	мг/л	12	0,02
9	Нітрати	мг/л	4,4	0,005
10	Сульфати	мг/л	20	0,94
11	Фосфати	мг/л	2,9	0,12
12	Хлориди	мг/л	1,7	0,26

#### 4.1. Економічна ефективність упровадження науково-технічних розробок

Для оцінки науково-технічної розробки вона має бути закінчена, заявлена, запатентована і закріплена за автором (авторами) охоронними документами, а для просування її на ринок вона повинна мати важливе практичне застосування і знайти свого користувача [49].

Формалізовано витрати на створення наукового продукту та його реалізацію можна виразити у вигляді формули:

$$C_{\text{НП}} = C_{\text{р}} + C_{\text{п}} + C_{\text{зп}}, \quad (4.6)$$

де  $C_{\text{НП}}$  – витрати на створення наукоміського продукту,  $C_{\text{р}}$  – витрати на розробку НТП,  $C_{\text{п}}$  – витрати на патентування,  $C_{\text{зп}}$  – витрати на забезпечення прав на інтелектуальну власність.

Для надання результатам інтелектуальної діяльності (наукоміському продукту) форми інтелектуального капіталу (здатності приносити користувачеві прибуток) із наступним введенням його у ринкове середовище необхідно провести його апробацію і підготовку до реалізації (трансферу) у сферу виробництва.

До трансферу наукоміського продукту відносяться такі чотири узагальнені види комерційних угод: передавання систематизованих знань з використанням патентів та ліцензій, ноу-хау; продаж, ліцензування, франчайзинг проектів, торговельних марок та зразків; послуги технічного змісту, які включають технічне навчання, інжиніринг та технічну допомогу; промислові дослідження та розробки. Ці види витрат можна представити формулою:

$$C_{\text{Т}} = C_{\text{НП}} + C_{\text{А}} + C_{\text{У}} + C_{\text{К}}, \quad (4.7)$$

де  $C_{\text{Т}}$  - витрати, що враховуються при трансфері наукоміського продукту;  $C_{\text{А}}$ - витрати на апробацію;  $C_{\text{У}}$ - витрати на удосконалення;  $C_{\text{К}}$ - комерційні витрати.

Результатом трансферу наукоміського продукту має бути повернення витрат і отримання прибутку, певна частка якого спрямовується на рефінансування науково-інноваційного процесу, а решта частка - на розвиток інноваційного провайдингу. Нині у практиці існують загальноприйняті

методичні підходи до оцінки інтелектуальної власності, серед яких виділяють доходний, витратний і ринковий, розроблені методика визначення ціни ліцензії, ліцензійних платежів та розміру роялті. Узагальнено їх можна представити рівнянням виду:

$$W_{\text{НП}} = ( \sum C_i + R ) K_c, \quad (4.8)$$

де  $W_{\text{НП}}$ - поточна вартість наукомісткого продукту;  $C_i$ - поточні витрати;  $R$ - підприємницький прибуток;  $K_c$ - коефіцієнт техніко-економічного старіння наукомісткого продукту, що обчислюється за формулою:

$$K_c = 1 - T_n / T_\phi, \quad (4.9)$$

де  $T_n$ — номінальний термін використання наукомісткого продукту;  $T_\phi$ - фактичний термін використання наукомісткого продукту.

Визнаними в світовій практиці основними показниками, що акумулюють вигоди від упровадження науково-технічних розробок та використовуються для оцінки економічної ефективності проектів, є:

- чистий дисконтований дохід (прибуток);
- індекс дохідності (прибутковості);
- період окупності інвестицій у реалізацію проектів;
- внутрішня норма дохідності (далі - ВНД).

Чистий дисконтований дохід (прибуток) визначається як відношення сумарних чистих грошових потоків до формалізованого виразу його дисконтування, а саме:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1+d)^t} \quad (4.10)$$

де ЧДД - чистий дисконтований дохід;  $t$  - роки реалізації інноваційно-інвестиційного проекту;  $P_t$  - чистий грошовий потік у періоді  $t$ ;  $d$  - норма дисконтування.

Чистий грошовий потік складається з щорічних значень касової готівки, що є різницею між сумою притоку та відтоку грошей:

$$P_{t_i} = \Pi_{t_i} - Q_{t_i} \quad (4.11)$$

де  $P_{t_i}$  - чистий грошовий потік у  $t_i$  - періоді реалізації проекту;  $\Pi_{t_i}$  - надходження грошей у цьому періоді;  $Q_{t_i}$  - витрачання грошей у цьому періоді.

Інтегральний чистий грошовий потік є сумою потоків за весь період життєвого циклу проекту, тобто:

$$P_t = \sum_{t=0}^T (P_t - Q_t) \quad (4.12)$$

Дисконтування грошових потоків здійснюється відповідно до моменту або часу започаткування проекту.

Коефіцієнт чистого дисконтованого доходу (індекс дохідності) визначається як співвідношення ЧДД та необхідної дисконтованої вартості інвестицій. Це співвідношення дозволяє одержати дисконтовану норму прибутку і обчислюється за формулою:

$$ID = \frac{ЧДД}{ДВІ} \quad (4.13)$$

де  $ID$  - індекс дохідності;  $ЧДД$  - чистий дисконтований дохід;  $ДВІ$  - дисконтована вартість інвестицій (вартість капітальних і одноразових витрат) в інновації.

За джерелами походження розрізняють наступні види довгострокових вкладень капіталу в інноваційні проекти:

- державні капітальні вкладення (із коштів державного бюджету та державних фінансових джерел);
- іноземні (кошти закордонних інвесторів);

- приватні (кошти приватних корпоративних підприємств і організацій, громадян, включаючи як власні так і залучені кошти).

Внутрішня норма дохідності визначається як розрахункова ставка дисконту, за якої сумарні чисті приведені надходження дорівнюють сучасній (дисконтованій) вартості витрат на проект.

Визначення здійснюються за таким виразом:

$$\sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1 + d')^t} = 0 \quad (4.14)$$

де  $d'$  - внутрішня норма дохідності (ВНД);  $P_t$  - чистий грошовий потік у періоді  $t$ .

Рівняння (4.14) вирішується відносно невідомої його складової  $d'$  задля визначення мінімально допустимої норми ефективності, за якої чистий дисконтований дохід дорівнює 0, або дисконтовані прибутки дорівнюють започаткованим інвестиціям.

Період окупності інвестицій визначається як термін для відшкодування первісно започаткованих інвестиційних коштів на основі накопичених чистих реальних грошових потоків, зумовлених реалізацією проекту, тобто відношенням суми започаткованих інвестицій до дисконтованих доходів.

$$T = \sum_{t=0}^t \frac{K_t}{\text{ЧДД}} \quad (4.15)$$

де  $T$  - період окупності інвестицій в інноваційний проект;  $t$  - роки реалізації інноваційно-інвестиційного проекту; ЧДД - чистий дисконтований дохід;  $K_t$  - вартість капітальних і одноразових витрат.

Кожен з основних показників ефективності може використовуватись за певним призначенням, а саме:

- ЧДД найбільш раціонально використовувати для ранжування інноваційних пропозицій та вибору пріоритетних проектів з точки зору їх ефективності;

- ВНД проекту являє собою очікуваний рівень дохідності і використовується для прогнозування цього показника, тобто визначає межі беззбитковості проекту;
- індекс дохідності (коефіцієнт ефективності) вказує на рівень накопиченого чистого прибутку, зумовленого одиницею вкладених у проект коштів;
- показник періоду окупності інвестованих в інновації коштів дозволяє одержати інформацію про рівень ризикованості проекту в зв'язку зі змінами у відносній ліквідності інвестицій.

Показники економічної ефективності інноваційних проектів враховують витрати та результати, пов'язані з їх реалізацією як комерційного характеру, так і ті, що виходять за межі прямих фінансових інтересів учасників створення і реалізації проекту, у тому числі ефект галузей національної економіки, елемент соціального ефекту та інші складові ефективності, зумовлені неринковою діяльністю суб'єктів впровадження науково-технічних розробок.

Показники загальноекономічної ефективності інноваційних проектів є інтегральними і відображають ефективність проекту під кутом зору інтересів економіки країни, у тому числі регіонів країни, галузей національної економіки, організацій і підприємств. Розраховуються вони за формулами (4.9) - (4.15).

До складу результатів галузей національної економіки з реалізації проектів включаються:

- виручка від реалізації продукції, виробленої на основі технологічних нововведень, крім продукції, що споживається учасниками проекту;
- виручка від продажу інтелектуальної власності, що створюється в процесі реалізації проекту;
- соціальні та екологічні результати, визначені з врахуванням впливу всіх учасників проекту на соціальну та екологічну ситуацію у відповідному регіоні.

Соціальні наслідки науково-технічних розробок у більшості випадків піддаються вартісній оцінці і включаються до складу загальних результатів проекту в межах визначеної його ефективності.

Основними видами соціальних наслідків проекту, що визначаються в межах його ефективності, є:

- зміни в кількості робочих місць на об'єкті, де впроваджується технічне нововведення;
- зміни в структурі виробничого персоналу та його кваліфікації, у тому числі зміни чисельності працівників і з них жінок, зайнятих шкідливими видами праці, зміни чисельності працівників різної кваліфікації, та тих, що потребують її підвищення;
- зміни в рівні здоров'я працівників об'єкта визначаються за допомогою рівня відвернутих втрат, пов'язаних з виплатами із фонду соціального страхування та витратами на охорону здоров'я;

Соціальні, екологічні та інші результати, що не можуть бути оцінені у вартісному виразі, беруться до уваги як додаткові показники ефективності галузей національної економіки і враховуються при прийнятті рішень про пріоритетність проекту та його державної підтримки.

До складу витрат у процесі оцінки ефективності галузей національної економіки при реалізації проектів включаються необхідні для нього одноразові капітальні і поточні витрати всіх учасників здійснення проекту, визначені без повторного рахування однакових витрат та без врахування результатів діяльності одних учасників у складі результатів інших.

На рівні підприємств, що використовують науково-технічні і інноваційні розробки, до складу їх економічних результатів включаються: виробничі результати – виручка від реалізації виготовленої нової продукції або продукції, виготовленої за новою технологією, за вилученням коштів, витрачених на власні потреби.

Для задоволення комерційних інтересів кожного учасника проекту важливе значення має оцінка фінансових результатів його реалізації або комерційна ефективність, що є складовою інтегральної ефективності галузей національної економіки.

Комерційна ефективність проектів науково-технічних розробок та їх використання визначається як співвідношення фінансових витрат та результатів науково-технічних розробок, що мають забезпечити потрібну норму дохідності.

У розрахунках економічних та соціальних результатів реалізації науково-технічних розробок необхідно враховувати рівень інфляції на їхню ефективність.

Рівень інфляції в кінці будь-якого періоду реалізації проекту (скажімо  $t_n$ ) відносно початкового його моменту  $t_1$  визначається за допомогою індексу змін в цінах на використані з цією метою ресурси та на готову продукцію чи послуги.

Визначення рівня інфляції здійснюється шляхом відношення ціни ресурсу в кінці періоду  $t_1$  до ціни того ж ресурсу в кінці періоду  $t_n$  за формулою:

$$r(t_1 t_n) = \frac{r_{t_1} - r_{t_n}}{r_{t_n}} = I(t_1 t_n) - 1, \quad (4.16)$$

де  $r(t_1 t_n)$ - рівень інфляції;  $r_{t_1}$  - ціна ресурсу в кінці періоду  $t_1$ ;  
 $r_{t_n}$ - ціна ресурсу в кінці періоду  $t_n$ ;  $I(t_1 t_n)$  - індекс цін у момент  $t_n$  відносно моменту  $t_1$ .

Для ілюстрації розрахунків чистого дисконтованого доходу складемо таблицю 4.2, що відображує обсяги чистого грошового потоку, як вихідних даних для розрахунків чистого дисконтованого доходу (ЧДД) за формулою 4.10.

Оскільки ставка дисконтування, як правило, визначається відповідно до рівня банківських позичкових ставок, приймаємо для розрахунків її значення, що дорівнює 0,16.

Тоді, в першому році реалізації проекту чистий дисконтований дохід становитиме:

$$\text{ЧДД}_1 = \frac{-4501 \text{ грн.}}{(1 + 0,16)} = -3880 \text{ грн}$$

$$\text{ЧДД}_2 = \frac{-1605 \text{ грн.}}{(1 + 0,16)} = -1383 \text{ грн}$$



$$ЧДД_3 = \frac{894 \text{ грн.}}{(1 + 0,16)} = 770 \text{ грн}$$

$$ЧДД_4 = \frac{1890 \text{ грн.}}{(1 + 0,16)} = 1629 \text{ грн}$$

$$ЧДД_5 = \frac{3795 \text{ грн.}}{(1 + 0,16)} = 3271 \text{ грн}$$

$$P_{ti} = \Pi_{ti} - Q_{ti}$$

$$P_{t1} = 38735 - 43236 = -4501 \text{ грн}$$

$$P_{t2} = 41478 - 43083 = -1605 \text{ грн}$$

$$P_{t3} = 43779 - 42885 = 894 \text{ грн}$$

$$P_{t4} = 44304 - 42414 = 1890 \text{ грн}$$

$$P_{t5} = 46092 - 42297 = 3795 \text{ грн}$$

У кожному наступному році збільшується ступінь дисконтування. Обчислення ЧДД у цьому разі приводять до даних кожного року реалізації проекту. Підсумувавши визначені дані, одержимо  $ЧДД_5 = 407$  гривень.

Таблиця 4.2. Чистий дисконтований дохід від використання нової технології виробництва

	1 міс.	3 міс.	6 міс.	9 міс.	12 міс.	Всього
Чистий грошовий потік	-4501 грн	-1605 грн	894 грн	1890 грн	3795 грн	
Чистий дисконтований дохід	-3880 грн	-1383 грн	770 грн	1629 грн	3271 грн	407 грн

Індекс дохідності (рентабельності), як зазначалось у розділі 2 Методики, є співвідношення чистого дисконтованого доходу та одноразових і капітальних

витрат на використання нової технології, що визначає дисконтовану норму прибутку.

При сумі ЧДД<sub>5</sub>, рівній 407 грн., акціонерному капіталі в 19 573 грн., і витратах на НДДКР та виготовлення зразків – 13 981 грн., а також на підготовку виробництва – 5 208 грн. індекс дохідності становитиме:

$$ID = \sum_{t=0}^T \frac{ЧДД_t}{K_t} = \frac{407}{38762} = 0,0105, \text{ чи } 1,05 \%$$

де  $K_t$  - вартість капітальних і одноразових витрат.

Тобто, рентабельність реалізації проекту становитиме 1,05 відсоток.

Період окупності інвестицій в інноваційний проект, який розраховується за формулою 4.15 розділу другого Методики, становить період, необхідний для повернення їх первісної суми за рахунок накопичених чистих потоків реальних грошей на основі реалізації проекту.

$$T = \frac{20350 \text{ грн.}}{407 \text{ грн.}} = 50 \text{ років}$$

де 20 350 грн. - сума інвестицій; 407 грн. - чистий дохід.

Точка збитковості проекту визначається як відношення постійних поточних витрат на виробництво продукції до різниці між ціною та змінними витратами на одиницю продукції.

У цьому випадку це співвідношення має вигляд:

$$T_{\sigma} = \frac{3,66}{7,81 - 3,03} = \frac{3,66}{4,78} = 0,76 = 76\%$$

де  $T_{\sigma}$  - точка беззбитковості; 3,66 грн. - постійні витрати на виробництво продукції; 3,03 грн. - змінні витрати на одиницю продукції; 7,81 грн. - ціна одиниці продукції.

Точка беззбитковості знаходиться в межах 76 відсотків номінального обсягу виробництва, що підтверджує надійність проекту.

#### **4.2 Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок наднормативного скиду забруднюючих речовин у водний об'єкт зі зворотними водами.**

Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок скидів забруднюючих речовин зі зворотними водами з перевищенням встановленого нормативу ГДС, грн, здійснюється за формулою 4,17[44].

$$З = K_{\text{кат}} \times K_p \times k_3 \times [(M_{i1} \times \gamma_{i1}) + (M_{i2} \times \gamma_{i2}) + \dots (M_{im} \times \gamma_{im})], \quad (4.17)$$

де  $K_{\text{кат}}$  - коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта, який визначається згідно з додатком Е;

$K_p$  - регіональний коефіцієнт дефіцитності водних ресурсів поверхневих вод, який визначається згідно з додатком Ж;

$k_3 = 1,5$  - коефіцієнт ураженості водної екосистеми;

$m$  - кількість забруднюючих речовин у зворотних водах;

$M_i$  - маса наднормативного скиду  $i$ -ї забруднюючої речовини у водний об'єкт зі зворотними водами, т;

$\gamma_i$  - питомий економічний збиток від забруднення водних і ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т, який визначається за формулою 4.17.

$$\begin{aligned}
Z &= K_{\text{кат}} \times K_p \times K_z \times \left[ \left( M_{\text{завислі речовини}} \times \gamma_{\text{завислі речовини}} \right) + \left( M_{\text{мініралізація}} \times \right. \right. \\
&\gamma_{\text{мініралізація}} \left. \right) + \left( M_{\text{БПКпов}} \times \gamma_{\text{БПКпов}} \right) + \left( M_{\text{ХПК}} \times \gamma_{\text{ХПК}} \right) + \left( M_{\text{СПАР}} \times \gamma_{\text{СПАР}} \right) + \\
&\left( M_{\text{азот амоніальний}} \times \gamma_{\text{азот амоніальний}} \right) + \left( M_{\text{нітри́ти}} \times \gamma_{\text{нітри́ти}} \right) + \left( M_{\text{нітра́ти}} \times \gamma_{\text{нітра́ти}} \right) + \\
&\left( M_{\text{сульфати}} \times \gamma_{\text{сульфати}} \right) + \left( M_{\text{фосфати}} \times \gamma_{\text{фосфати}} \right) + \left( M_{\text{хлориди}} \times \gamma_{\text{хлориди}} \right) \left. \right] = 1,2 \times \\
&1,17 \times 1,5 \times [(0,0005 \times 52,9) + (0,0011 \times 0,8) \times (0,00035 \times 57,75) + \\
&(0,00053 \times 10,02) + (0,0002 \times 9664,9) + (0,0003 \times 320,88) + (0,0000033 \times \\
&1604,4) + (0,000045 \times 20,05) + (0,0002 \times 9,95) + (0,00001 \times 228,6) + \\
&(0,00035 \times 2,65)] = 1,2 \times 1,17 \times 1,5 \times [0,026 + 0,0008 + 0,02 + 0,005 + 1,93 + \\
&0,097 + 0,005 + 0,0009 + 0,002 + 0,0023 + 0,00093] = 1,2 \times 1,17 \times 1,5 \times 2,09 = \\
&4,4 \text{ тис. грн}
\end{aligned}$$

$$(\gamma)_i = (\gamma) \times A_i, \quad (4.18)$$

де  $(\gamma)$  - проіндексований пито́мий економі́чний збиток від забруднення водних ресурсів у поточному році, грн/т, який визначається за формулою 4.18.

$$\gamma_{\text{завислі речовини}} = (\gamma) \times A_{\text{завислі речовини}} = 802,2 \times 0,066 = 52,9 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{мініралізація}} = (\gamma) \times A_{\text{мініралізація}} = 802,2 \times 0,001 = 0,8 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{БПКпов}} = (\gamma) \times A_{\text{БПКпов}} = 802,2 \times 0,072 = 57,75 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{ХПК}} = (\gamma) \times A_{\text{ХПК}} = 802,2 \times 0,0125 = 10,02 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{СПАР}} = (\gamma) \times A_{\text{СПАР}} = 802,2 \times 12,048 = 9664,9 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{азот амоніальний}} = (\gamma) \times A_{\text{азот амоніальний}} = 802,2 \times 0,4 = 320,88 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{нітри́ти}} = (\gamma) \times A_{\text{нітри́ти}} = 802,2 \times 2 = 1604,4 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{нітра́ти}} = (\gamma) \times A_{\text{нітра́ти}} = 802,2 \times 0,025 = 20,05 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{сульфати}} = (\gamma) \times A_{\text{сульфати}} = 802,2 \times 0,0124 = 9,95 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{фосфати}} = (\gamma) \times A_{\text{фосфати}} = 802,2 \times 0,285 = 228,6 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{хлориди}} = (\gamma) \times A_{\text{хлориди}} = 802,2 \times 0,0033 = 2,65 \text{ грн/т}$$

$$(\gamma) = (\gamma)_{\text{п}} \times I/100, \quad (4.19)$$

де  $(\gamma)_п$  - проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів у попередньому році, грн/т;

I - індекс інфляції (індекс споживчих цін), середньорічний по Україні за попередній рік, %;

$A_i$  - безрозмірний показник відносної небезпечності i-ї забруднюючої речовини, який визначається із співвідношення за формулою 4.20.

$$(\gamma) = (\gamma)_п \times \frac{I}{100} = 766,96 \times \frac{104,6}{100} = 802,2 \text{ грн/т}$$

$$A_i = 1/\Gamma ДК_i, \quad (4.20)$$

де  $\Gamma ДК_i$  - безрозмірна величина, чисельно рівна  $\Gamma ДК$  i забруднюючої речовини у воді водного об'єкта відповідної категорії.

Для речовин, за якими відсутня величина граничнодопустимої концентрації, показник відносної небезпечності  $A_i$  приймається рівним 500, а при  $\Gamma ДК$  "відсутність" - 10000.

Проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів  $((\gamma))$  у 2011 році становить 766,96 грн/т.

З 2012 року щорічно здійснюється індексація питомого економічного збитку від забруднення водних ресурсів, віднесеного до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т.

$$A_{\text{завислі речовини}} = \frac{1}{\Gamma ДК} = \frac{1}{15} = 0,066$$

$$A_{\text{мінералізація}} = \frac{1}{\Gamma ДК} = \frac{1}{1000} = 0,001$$

$$A_{\text{БПКпов}} = \frac{1}{\Gamma ДК} = \frac{1}{13,85} = 0,072$$

$$A_{\text{ХПК}} = \frac{1}{\Gamma ДК} = \frac{1}{80} = 0,0125$$

$$A_{\text{СПАР}} = \frac{1}{\Gamma ДК} = \frac{1}{0,083} = 12,048$$

$$A_{\text{азот амоніальний}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{2,49} = 0,4$$

$$A_{\text{нітрити}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{0,5} = 2$$

$$A_{\text{нітрати}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{39,48} = 0,025$$

$$A_{\text{сульфати}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{80,64} = 0,0124$$

$$A_{\text{фосфати}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{3,5} = 0,285$$

$$A_{\text{хлориди}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{300} = 0,0033$$

### **4.3. Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок аварійного або самовільного скиду забруднюючих речовин зі зворотними водами**

Розрахунок розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок аварійного або самовільного скиду забруднюючих речовин зі зворотними водами, грн, здійснюється за формулою 4.21 [45].

$$З = K_c \times K_{\text{кат}} \times K_p \times k_3 \times [(M_{i1} \times \gamma_{i1}) + (M_{i2} \times \gamma_{i2}) + \dots (M_{im} \times \gamma_{im})], \quad (4.21)$$

де  $K_c = 1,5$  - коефіцієнт, що враховує збільшення шкоди водній екосистемі при самовільному чи аварійному скиді;

$K_{\text{кат}}$  - коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта, який визначається згідно з додатком Е;

$K_p$  - регіональний коефіцієнт дефіцитності водних ресурсів поверхневих вод, який визначається згідно з додатком Ж;

$k_3 = 1,5$  - коефіцієнт ураженості водної екосистеми;

$m$  - кількість забруднюючих речовин у зворотних водах;

$M_i$  - маса наднормативного скиду  $i$ -ї забруднюючої речовини у водний об'єкт зі зворотними водами, т;

$\gamma_i$  - питомий економічний збиток від забруднення водних і ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т, який визначається за формулою 4.17.

$$\begin{aligned}
 Z &= K_c \times K_{\text{кат}} \times K_p \times K_z \times [(M_{\text{завислі речовини}} \times \gamma_{\text{завислі речовини}}) + (M_{\text{мінералізація}} \times \\
 &\gamma_{\text{мінералізація}}) + (M_{\text{БПКпов}} \times \gamma_{\text{БПКпов}}) + (M_{\text{ХПК}} \times \gamma_{\text{ХПК}}) + (M_{\text{СПАР}} \times \gamma_{\text{СПАР}}) + \\
 &(M_{\text{азот амоніальний}} \times \gamma_{\text{азот амоніальний}}) + (M_{\text{нітрити}} \times \gamma_{\text{нітрити}}) + (M_{\text{нітрати}} \times \gamma_{\text{нітрати}}) + \\
 &(M_{\text{сульфати}} \times \gamma_{\text{сульфати}}) + (M_{\text{фосфати}} \times \gamma_{\text{фосфати}}) + (M_{\text{хлориди}} \times \gamma_{\text{хлориди}})] = 1,5 \times 1,2 \times \\
 &1,17 \times 1,5 \times [(0,0005 \times 52,9) + (0,0011 \times 0,8) \times (0,00035 \times 57,75) + \\
 &(0,00053 \times 10,02) + (0,0002 \times 9664,9) + (0,0003 \times 320,88) + (0,0000033 \times \\
 &1604,4) + (0,000045 \times 20,05) + (0,0002 \times 9,95) + (0,00001 \times 228,6) + \\
 &(0,00035 \times 2,65)] = 1,5 \times 1,2 \times 1,17 \times 1,5 \times [0,026 + 0,0008 + 0,02 + 0,005 + \\
 &1,93 + 0,097 + 0,005 + 0,0009 + 0,002 + 0,0023 + 0,00093] = 1,5 \times 1,2 \times 1,17 \times \\
 &1,5 \times 2,09 = 6,6 \text{ тис.грн}
 \end{aligned}$$

$$(\gamma) = (\gamma)_{\text{п}} \times \frac{I}{100} = 766,96 \times \frac{104,6}{100} = 802,2 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{завислі речовини}} = (\gamma) \times A_{\text{завислі речовини}} = 802,2 \times 0,066 = 52,9 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{мінералізація}} = (\gamma) \times A_{\text{мінералізація}} = 802,2 \times 0,001 = 0,8 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{БПКпов}} = (\gamma) \times A_{\text{БПКпов}} = 802,2 \times 0,072 = 57,75 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{ХПК}} = (\gamma) \times A_{\text{ХПК}} = 802,2 \times 0,0125 = 10,02 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{СПАР}} = (\gamma) \times A_{\text{СПАР}} = 802,2 \times 12,048 = 9664,9 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{азот амоніальний}} = (\gamma) \times A_{\text{азот амоніальний}} = 802,2 \times 0,4 = 320,88 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{нітрити}} = (\gamma) \times A_{\text{нітрити}} = 802,2 \times 2 = 1604,4 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{нітрати}} = (\gamma) \times A_{\text{нітрати}} = 802,2 \times 0,025 = 20,05 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{сульфати}} = (\gamma) \times A_{\text{сульфати}} = 802,2 \times 0,0124 = 9,95 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{фосфати}} = (\gamma) \times A_{\text{фосфати}} = 802,2 \times 0,285 = 228,6 \text{ грн/т}$$

$$\gamma_{\text{хлориди}} = (\gamma) \times A_{\text{хлориди}} = 802,2 \times 0,0033 = 2,65 \text{ грн/т}$$

$$A_{\text{завислі речовини}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{15} = 0,066$$

$$A_{\text{мінералізація}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{1000} = 0,001$$

$$A_{\text{БПКпов}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{13,85} = 0,072$$

$$A_{\text{ХПК}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{80} = 0,0125$$

$$A_{\text{СПАР}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{0,083} = 12,048$$

$$A_{\text{азот амоніальний}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{2,49} = 0,4$$

$$A_{\text{нітриди}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{0,5} = 2$$

$$A_{\text{нітрати}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{39,48} = 0,025$$

$$A_{\text{сульфати}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{80,64} = 0,0124$$

$$A_{\text{фосфати}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{3,5} = 0,285$$

$$A_{\text{хлориди}} = \frac{1}{\text{ГДК}} = \frac{1}{300} = 0,0033$$

#### **4.4 Рекомендації по впровадженні проекту очисних споруд на території Якушинецької громади**

Переважну більшість існуючих каналізаційних очисних споруд запроектовано і збудовано за старими технологічними схемами, якими не передбачалося використання продуктів очищення стічних вод – піску, осадів, надлишкового активного мулу і ресурсів, які є в стічних водах та продуктах їх очищення. Це було зумовлено низькою вартістю традиційних джерел енергії і недоцільністю використання нетрадиційних джерел енергії, якими можуть бути як безпосередньо стічні води, так і продукти їх очищення. Утилізації продуктів очищення стічних вод або не передбачалося, або вони обмежувалася заходами в



мінімальному обсязі з погляду санітарно-екологічних вимог. Використовувати осади для отримання біогазу в метантенках рекомендувалися лише на великих каналізаційних очисних спорудах. Біогаз, який утворюється в метантенках під час анаеробного бродіння, передбачалося спалювати в котельнях каналізаційних очисних споруд з метою отримання тепла для власних потреб. Експлуатація такого комплексу споруд є дуже складною і в ті часи була економічно недоцільною. Це привело до того, що в Україні метантенки з використанням біогазу для власних потреб працювали лише на найбільших каналізаційних очисних спорудах.

Техніко-економічна доцільність використання альтернативних джерел енергії на каналізаційних очисних спорудах зумовлена наявністю значного енергопотенціалу в стічних водах, який можна реалізовувати в технологічному процесі очищення стічних вод і оброблення осадів. Особливість каналізаційних очисних споруд полягає в тому, що на них альтернативні джерела енергії надходять разом із стічними водами. Їх не треба транспортувати, витрачаючи на це кошти. Споживачі енергії також знаходяться на каналізаційних очисних спорудах, що здешевлює процес транспортування і зменшує втрати енергії.

## ВИСНОВКИ

Внаслідок надходження у водойми з стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральні солі, луги тощо) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, миючі засоби, пестициди тощо) відбувається забруднення води. Кількість хімічних забруднювачів води постійно зростає. Комунально-побутові стоки посідають перше місце серед біологічних забруднювачів.

У магістерській роботі була дана характеристика стічним водам, охарактеризовано основні методи очистки стічних вод, а також розроблено новий проект очисних споруд.

У першому розділі роботи містяться короткі відомості про склад, чисельність населення, площу Якушинецької ОТГ. Також наведений вплив стічних вод за характером та концентрацією забруднень на довкілля та здоров'я людей та охарактеризовано фізико-хімічні властивості стічних вод.

У другому розділі наведено методи аналізу якості стічних вод за допомогою яких перевіряють роботу очисних споруд. Аналіз стічних вод проводять за такими показниками як температура, колір, запах, активна реакція середовища, ступінь прозорості у натуральній пробі у воді після 1,5 – 2 год відстоювання, осад за об'ємом, завислі речовини та втрата при прожарюванні, азот амонійний, азот нітратів, окислюваність у натуральній пробі у воді після 2 год відстоювання, потреба у кисні, хлориди, сульфати, фосфати, залізо та розчинений кисень. Описано обладнання, яке використовують для аналізу стічних вод. Також коротко представлена нормативна база України у сфері поводження з стічними водами.

У третьому розділі наводиться перелік обладнання, що дозволяє очистити стічні води Якушинецької ОТГ. На очисних спорудах використовують таке обладнання: грати та сітки, які призначені для затримки крупних домішок, піскоуловлювачі, відстійники та фільтри, усереднювачі, гідроциклони та осаджувальні центрифуги.

Четвертий розділ містить економічну оцінку ефективності впровадження проекту очисних споруд на території Якушинецької громади. Розраховано розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок наднормативного скиду забруднюючих речовин у водний об'єкт зі зворотними водами; розмірів відшкодування збитків, заподіяних водним об'єктам (крім морських вод) внаслідок аварійного або самовільного скиду забруднюючих речовин зі зворотними водами.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Портал місцевого самоврядування [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – режим доступу <https://rada.info/rada/04330021/>.
2. Якушинецька громада [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – режим доступу <https://yakushynecka-gromada.gov.ua/pasport-otg-11-06-33-22-09-2017/>.
3. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія очистки промислових стічних вод» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (Водні ресурси), фахове спрямування «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» / Т. С. Айрапетян ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 73 с.
4. Грицик В. Екологія довкілля. Охорона природи: навчальний посібник / В. Грицик, Ю. Канарський, Я. Бедрій. – К.: Кондор, 2009. – 292 с.
5. Нова екологія [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – режим доступу <http://www.novaecologia.org/voecos-2176-2.html>.
6. Wikipedia [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – режим доступу [https://uk.wikipedia.org/wiki/Стічні\\_води#Методи\\_очищення\\_стічних\\_вод](https://uk.wikipedia.org/wiki/Стічні_води#Методи_очищення_стічних_вод)
7. Сніжко С. І. Інженерна гідрохімія: навч. посіб. — К.: Вид. поліграф. центр «Київський університет», 2001. — 105 с.
8. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. – М.: Химия, 1973. – 376 с.
9. Ваганов І. І. Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища: навчальний посібник / І. І. Ваганов, І. В. Маєвська, М. М. Попович. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 267 с.
10. Законодавство України [Електронний ресурс] // Верховна рада України [Веб-сайт] – режим доступу <http://zakon4.rada.gov.ua>.
11. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення: СанПіН 2.2.7.029-99. – [Чинний від 1999-01-07]. – К.: М-во охорони здоров'я, 1999. – 35 с.

12. Закон України Про наукову і науково-технічну діяльність (1977-12) /Голос України.,N 245, С. 6-9.
13. Закон України Про затвердження Кодексу законів про працю Української РСР .
14. Закон України Про інвестиційну діяльність (1560-12)/Закони України. 1996, С. 173-181.
15. Закон України Про податок на додану вартість - 168/97-ВР (168/97-ВР)- /Відомості Верховної Ради України, 1997, N 21, С.756.
16. Закон України "Про оподаткування прибутку підприємств" від 22 травня 1997 р. - N 283/97 (283/97-ВР)/Збірник законодавчих та нормативних актів України в сфері науки і науково-технічної діяльності - МОН, УкрІНТЕІ, - 1997.
17. Кірейцев Г.Г. Фінансовий менеджмент.– К.: Центр навчальної літератури, 2004.
18. Инновационный менеджмент: Справ. пособие. - Спб: Наука, 1997. - 560 с.
19. Майорова Т.В. Інвестиційний менеджмент.– К.: ISBN, 2003.
20. Бланк І.О. Інвестиційний менеджмент.– К.: Ніка-центр, 2002.
21. Нешистая А.С. Инвестиции.– М.: 2006.
22. Ендовицкий Д.А. Практикум по финансово-инвестиционному анализу - М.: 2006.
23. Фатхугдинов Р.А. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов. - М.: ЗАО Бизнес-школа Интел-Синтез, 1998. - 600 с.
24. Пересада А.Д. Основы инвестиционной деятельности К.: Либра, 1996. Управление проектами, под общей редакцией В.Д.Шапиро, Санкт-Петербург, 1996, С.190-195.
25. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбора для финансирования М.; Информэлектро, 1994.
26. Чирков В.Г. Обґрунтування фінансування інноваційних проєктів/Фінанси України, 1996, N 6 - с.70-74.

27. Завлин П.Н., Васильев А.В. Оценка эффективности инноваций. СПб/Бизнес-пресса, 1998. - 215 с.
28. Про підприємства в Україні. Закон України від 17 березня 1991 року.
29. Про інвестиційну діяльність. Закон України від 18 вересня 1991 року.
30. Про цінні папери та фондову біржу. Закон України від 18 червня 1991 року.
31. Алексеев М.Ю. Рынок ценных бумаг. -М.: Финансы и статистика, 1992.
32. Бакаев Л.О. Кількісні методи в управлінні інвестиціями: Навч. посібник. – К.:КНЕУ, 2001.
33. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов. /Пер с англ. под ред. Л.П.Белых. –М.: Банки и биржи. ЮНИТИ,1997.
34. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент. –К.:МП «Итем ЛТД», 1995.
35. Бизнес – план инвестиционного проекта: Отечественный и зарубежный опыт. Современная практика и документация. –М.: Финансы и статистика, 1999.
36. Брігхем Є. Ф. Основи фінансового менеджменту. – К.: “Молодь”, 1997.
37. Глазунов В.Н. Финансовый анализ и оценка риска реальных инвестиций. – М.: «Финстатинформ», 1997.
38. Инвестиционное проектирование: практическое руководство по экономическому обоснованию инвестиционных проектов. / Под ред. Шумилиной С.И. – М.: «Финстатинформ», 1995.
39. Инвестиции в Украине. / Под ред. С. Вакариня. – К.: «Конкорд», 1996.
40. Ковалёв В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. –М.: Финансы и статистика, 1999.
41. Ковалёв В.В. Финансовый анализ. –М.: Финансы и статистика, 1995.
42. Майорова Т.В. Інвестиційна діяльність: Навч. посібник. –К: ”Центр навчальної літератури”, 2004.
43. Мелкумов Я.С. Организация финансирования инвестиций: Уч. пособие. – М.: ИНФРА, 2001.
44. Нікбахт Є.Гроппелі А. Фінанси/ пер з англ. –К.: „Глобус”, 1992.

45. Пересада А.А. Управління інвестиційними процесами. –К.: Лібра, 2004.
46. Хелферт Эрик. Техника финансового анализа. / Пер. с англ. – М.: «Аудит», 1996.
47. Холт Р., Барнес С. Планирование инвестиций. – М.: «Дело», 1994.
48. Шклярук С.Т. Портфельное инвестирование. Теория и практика. –К.: Нора – принт, 2000.
49. Щукін Б.М. Інвестиційна діяльність. –К.: МАУП, 1998.
50. Щукін Б.М. Аналіз інвестиційних проектів. –К.: МАУП, 2002.

**ДОДАТОК А**  
**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**Міністерство освіти і науки України**  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ЕЕБ, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ В. А. Іщенко

(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 року

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську кваліфікаційну роботу**

**РОЗРОБКА НАУКОВИХ ЗАСАД ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ**  
**БЕЗПЕКИ ВОДОСКИДУ ЯКУШИНЕЦЬКОЇ ГРОМАДИ**

08-48.МКР.109.00.000 ТЗ  
спеціальність 101 – «Екологія»

Керівник магістерської кваліфікаційної  
роботи:

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Р. В. Петрук

(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Виконавець: студент гр. ЕКО-19м

\_\_\_\_\_ О. С. Сулима

(підпис)

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.



### 1. Підстава для проведення робіт.

Підставою для виконання роботи є наказ № \_\_\_\_\_ по ВНТУ від “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р., та індивідуальне завдання на МКР, затверджене протоколом № \_\_\_\_\_ засідання кафедри ЕЕБ від “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

### 2. Мета роботи.

Метою роботи є аналіз екологічних проблем та розробка проекту очисних споруд.

### 3. Вихідні дані для проведення робіт.

1. Значення коефіцієнта  $K_{кат}$ , що враховує категорію водного об'єкта (Додаток Е).
2. Значення регіонального коефіцієнта дефіцитності водних ресурсів поверхневих вод  $K_p$  (Додаток Ж).

### 4. Методи дослідження

Аналітичний метод дослідження

### 5. Етапи роботи і терміни їх виконання

№ з/п	Найменування етапів МКР	Термін виконання
1.	Розробка технічного завдання	
2.	Аналіз екологічних проблем очисних споруд на території Якушинецької громади	
3.	Методи аналізу стічних вод	
4.	Розробка заходів екологічної безпеки очисних споруд на території Якушинецької громади	
5.	Рекомендації по впровадженні проекту очисних споруд на території Якушинецької громади	

### 6. Призначення і галузь використання

Матеріали роботи можуть бути використані на очисних спорудах, які потребують ремонту або реконструкції.

### 7. Вимоги до розробленої документації

Пояснювальна записка і графічна частина.

### 8. Порядок приймання роботи

Публічний захист роботи “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Початок розробки “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Граничні терміни виконання МКР “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Розробив студент групи ЕКО-19м \_\_\_\_\_ О. С. Сулима

(підпис)

**ДОДАТОК Б**  
**БАГАТОКАНАЛЬНІ УСЕРЕДНЮВАЧІ**

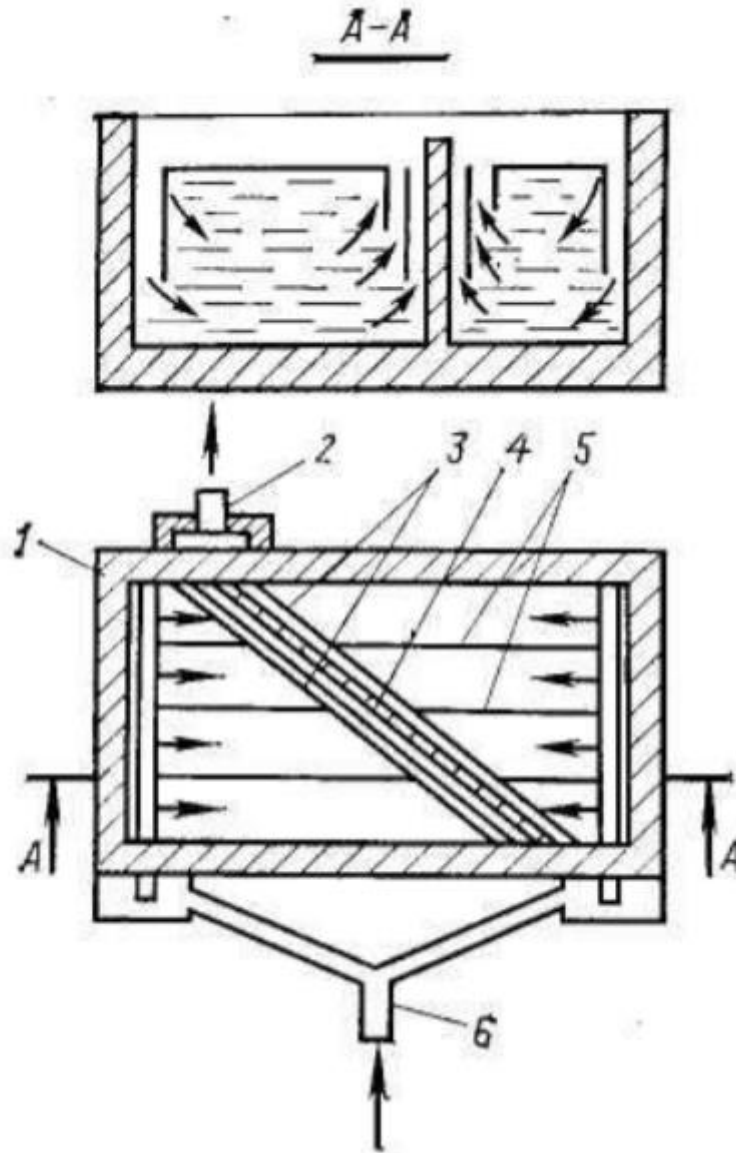


Рисунок Б.1 – Схема прямокутного усереднювача стічних вод:  
1 – розподільний лоток; 2 – водовідвідний канал; 3 – збірні лотки; 4 – глуха перегородка; 5 – вертикальна перегородка; 6 – підведення води.

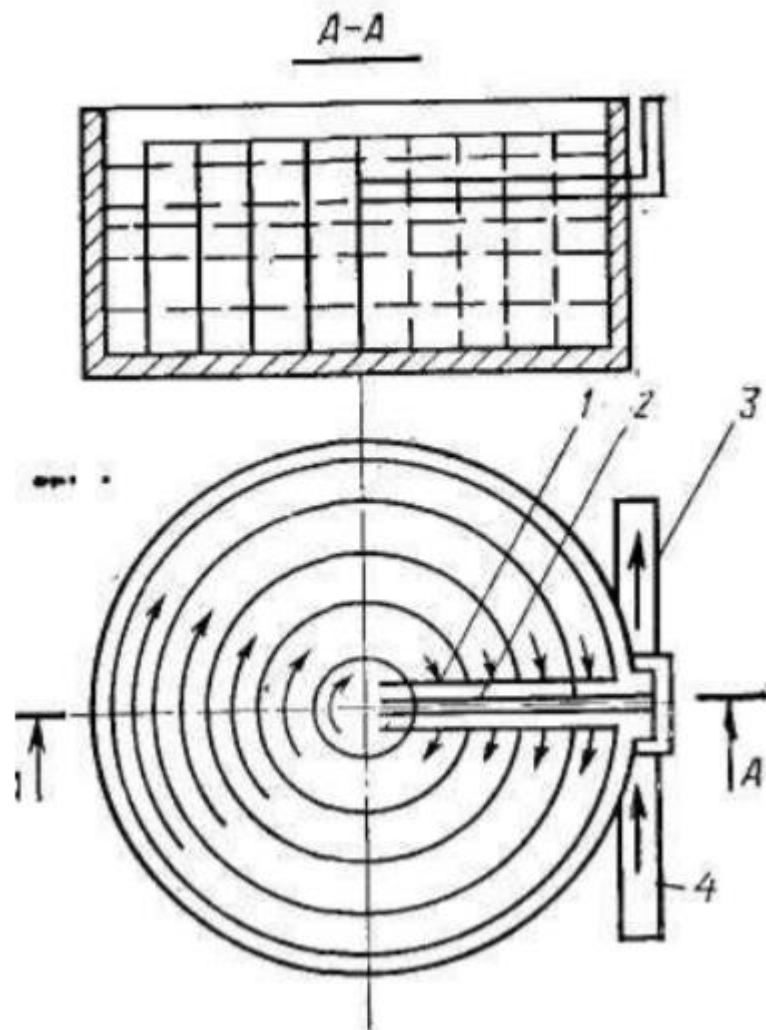


Рисунок Б.2 – Схема круглого усереднювача стічних вод:  
 1 – розподільний лоток; 2 – перегородка, 3 – збірний лоток; 4 —  
 підведення води.

## ДОДАТОК В

### КОНСТРУКЦІЇ ВІДСТІЙНИКІВ

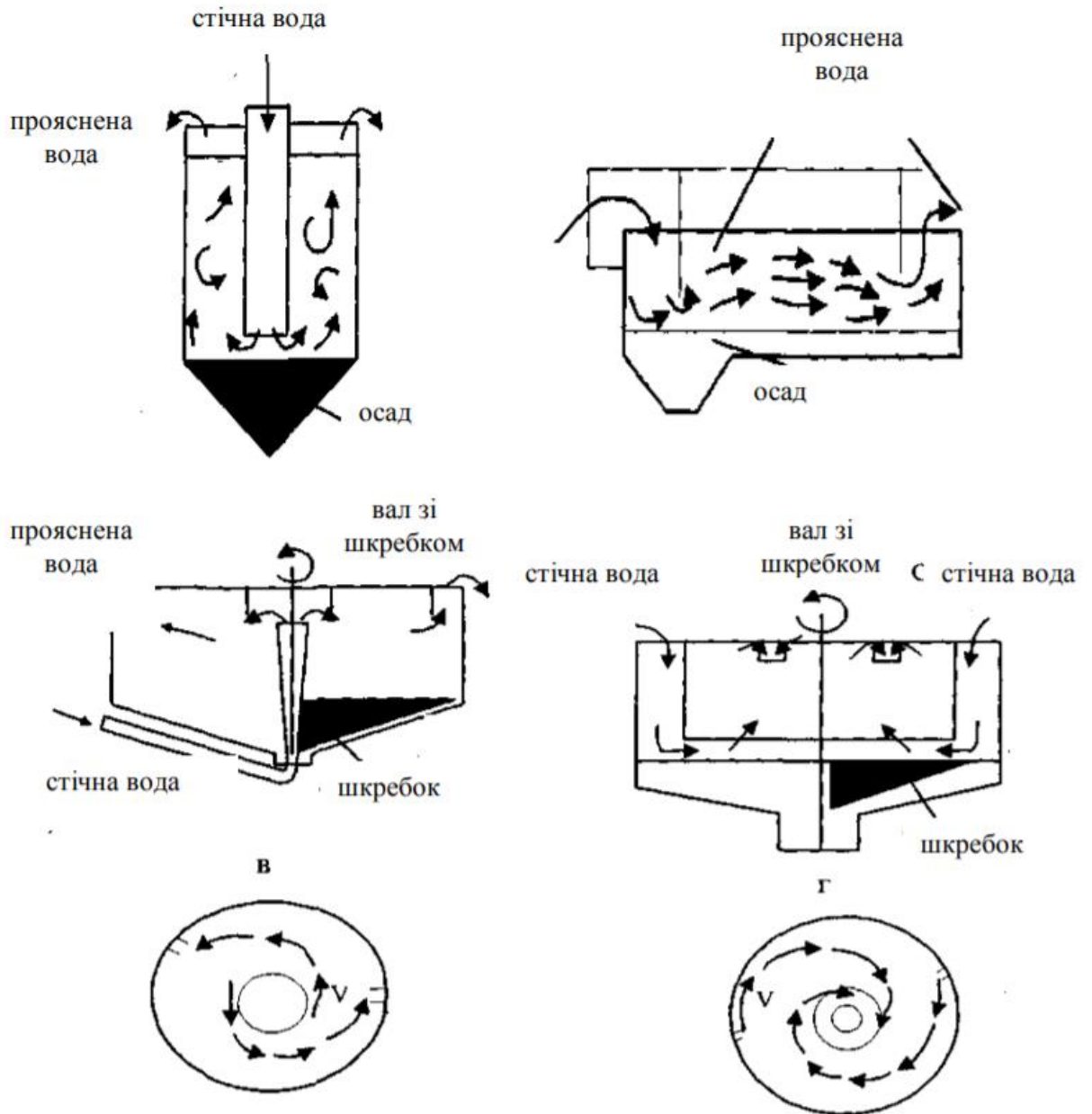


Рисунок В.1 – Різновиди конструкцій відстійників за принципом їх роботи  
 а – відстоювання у вертикальних відстійниках з висхідним потоком води;  
 б – відстоювання в горизонтальних відстійниках з горизонтальним рухом потоку води; в – радіальний відстійник із центральним уведенням води; г – радіальний відстійник з периферійним уведенням води.

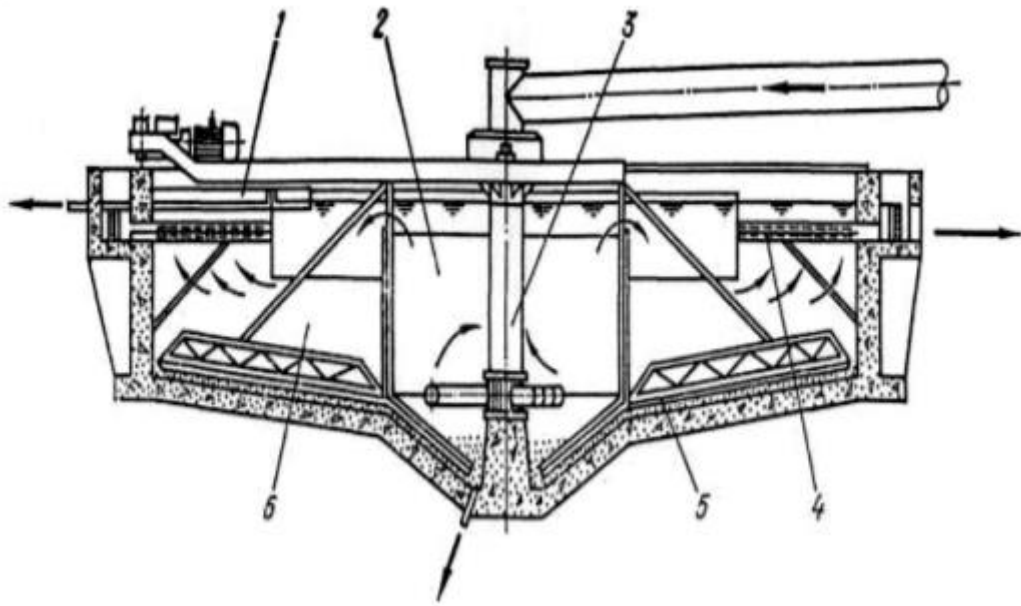


Рисунок В.2 – Схема радіального відстійника із вбудованою камерою флокуляції:

1 – маслзбірний пристрій; 2 – камера пластівцеутворення; 3 – розподільчий пристрій; 4 – водозбірна система; 5 – скребкова ферма; 6 – зона осадження.

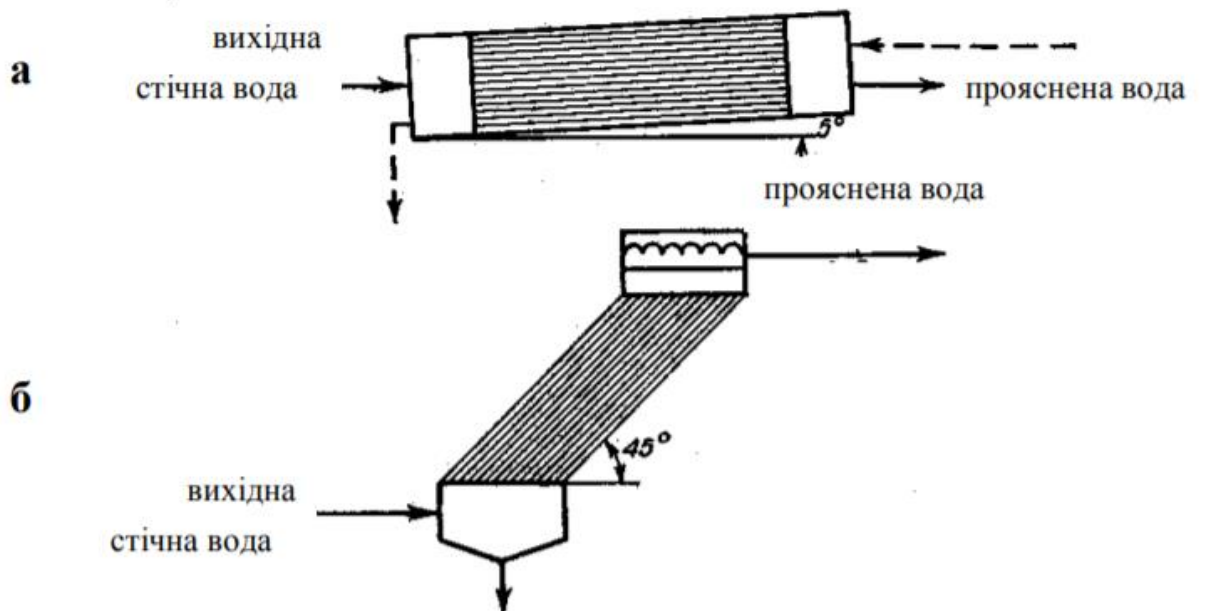


Рисунок В.3 – Схема трубчатого відстійника:

а – з малим нахилом труб; б – крутонахилений.

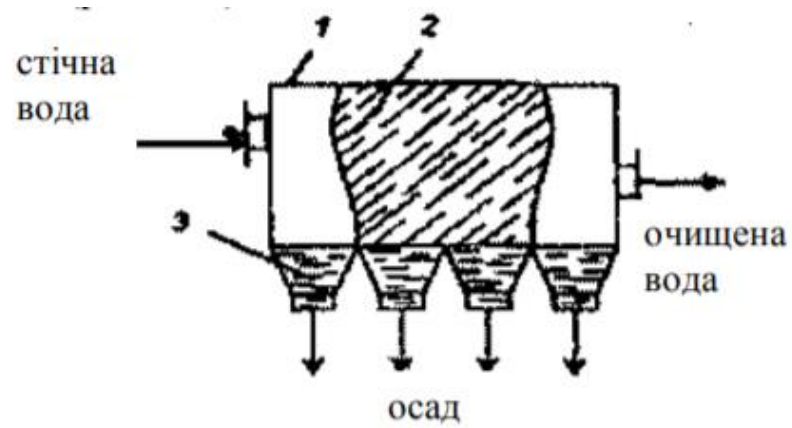


Рисунок В.4 – Схема тонкошарового відстійника з похилими пластинами:

1 – корпус, 2 – пластини, 3 – шламоприймач.

## ДОДАТОК Г

### ТИПИ ВІДКРИТИХ ГІДРОЦИКЛОНІВ

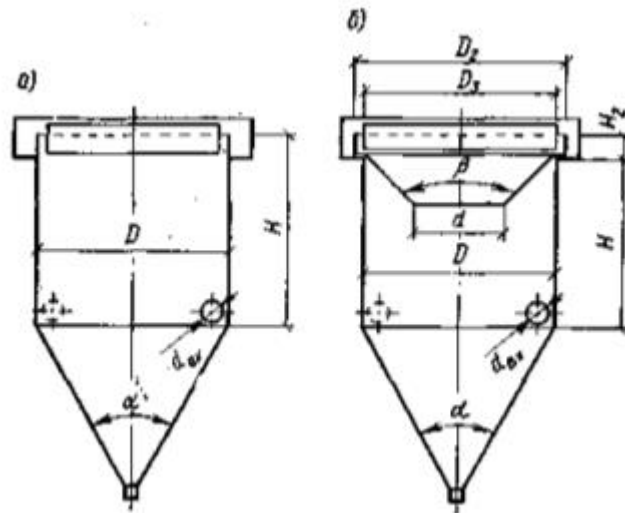


Рисунок Г.1 – Схема відкритого гідроциклону  
 А – без внутрішніх устроїв, б – з конічною діафрагмою.

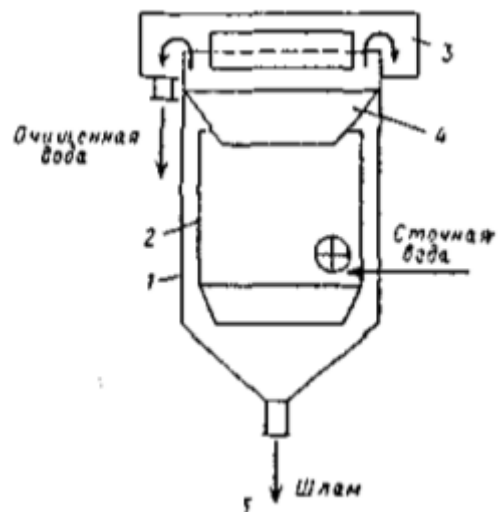


Рисунок Г.2 – Схема відкритого гідроциклону з конічною діафрагмою й  
 циліндричною перегородкою.

## ДОДАТОК Д

### СХЕМИ УСТАНОВОК ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

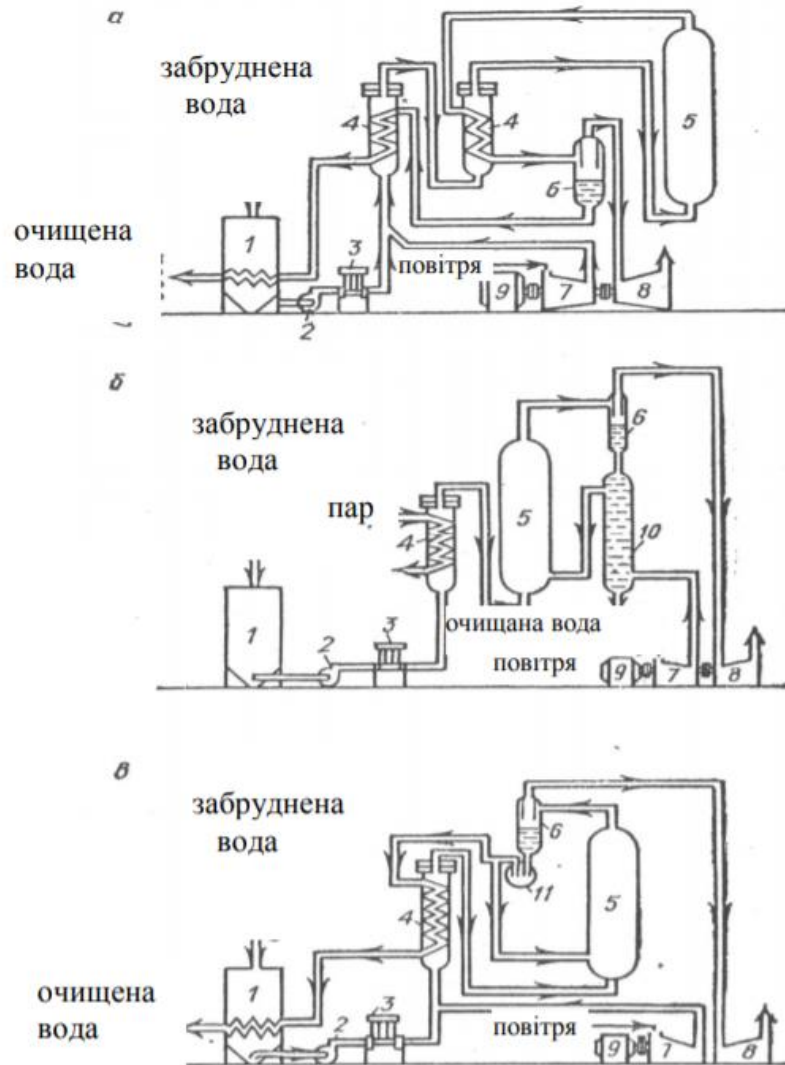


Рисунок Д.1 – Схеми установок для знешкодження стічних вод:

а – універсальна установка; б – великі кількості забруднень; в – малі кількості забруднень:

1 – збірник стічної води; 2 – насос; 3 – насос високого тиску; 4 – теплообмінник; 5 – реактор; 6 – сепаратор; 7 – повітряний компресор; 8 – газова турбіна; 9 – синхронний мотор-генератор; 10 – зволожувач; 11 – циркуляційний насос.



**ДОДАТОК Е**  
**ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА  $K_{кат}$ , ЩО ВРАХОВУЄ КАТЕГОРІЮ**  
**ВОДНОГО ОБ'ЄКТА**

Категорія водного об'єкта	$K_{кат}$
Поверхневі водні об'єкти: господарсько-побутового використання питного водокористування	1,0 1,4
Поверхневі водні об'єкти рибогосподарського використання: II категорії I категорії вищої категорії	1,6 2,0 2,5
Підземні води: питні та мінеральні інші (промислові, технічні)	5,0 3,0

У разі скиду у водний об'єкт, який знаходиться у межах населеного пункту, коефіцієнт збільшується в 1,2 раза.

У разі скиду в озера, ставки та інші непроточні водні об'єкти коефіцієнт збільшується у 1,5 раза.

У разі якщо водний об'єкт або його ділянка у місці забруднення можуть бути віднесені до різних категорій, при розрахунку збитку використовується найбільший із можливих коефіцієнтів  $K_{кат}$ ; при цьому усі вищезазначені умови збільшення коефіцієнта залишаються в силі.

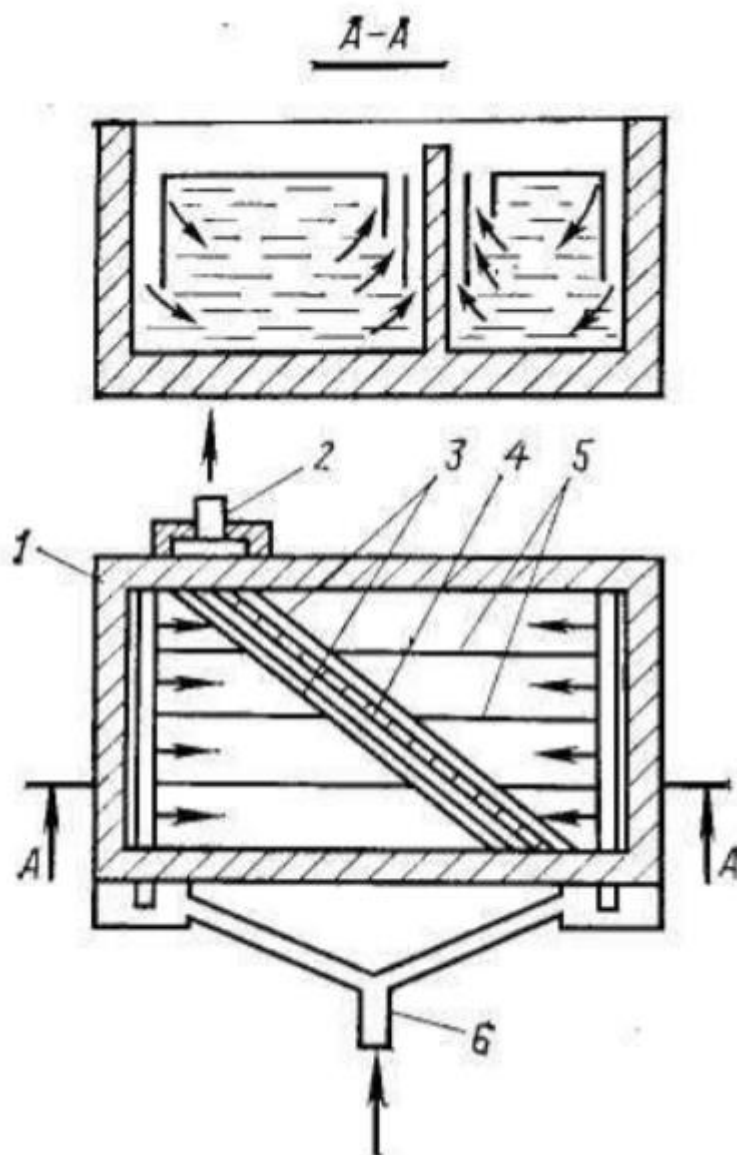
**ДОДАТОК Ж**  
**ЗНАЧЕННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО КОЕФІЦІЄНТА ДЕФІЦИТНОСТІ**  
**ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД КР**

Області	КР
Закарпатська	1,00
Івано-Франківська	1,05
Чернівецька	1,06
Тернопільська	1,07
Волинська	1,10
Житомирська	1,10
Львівська	1,10
Сумська	1,10
Хмельницька	1,11
Рівненська	1,11
Чернігівська	1,11
Кіровоградська	1,13
Полтавська	1,15
Вінницька	1,17
Черкаська	1,17
Луганська	1,18
Харківська	1,19
Миколаївська	1,20

Продовження таблиці

Київська	1,21
Автономна Республіка Крим	1,24
Одеська	1,26
Донецька	1,26
Дніпропетровська	1,28
Запорізька	1,28
Херсонська	1,30

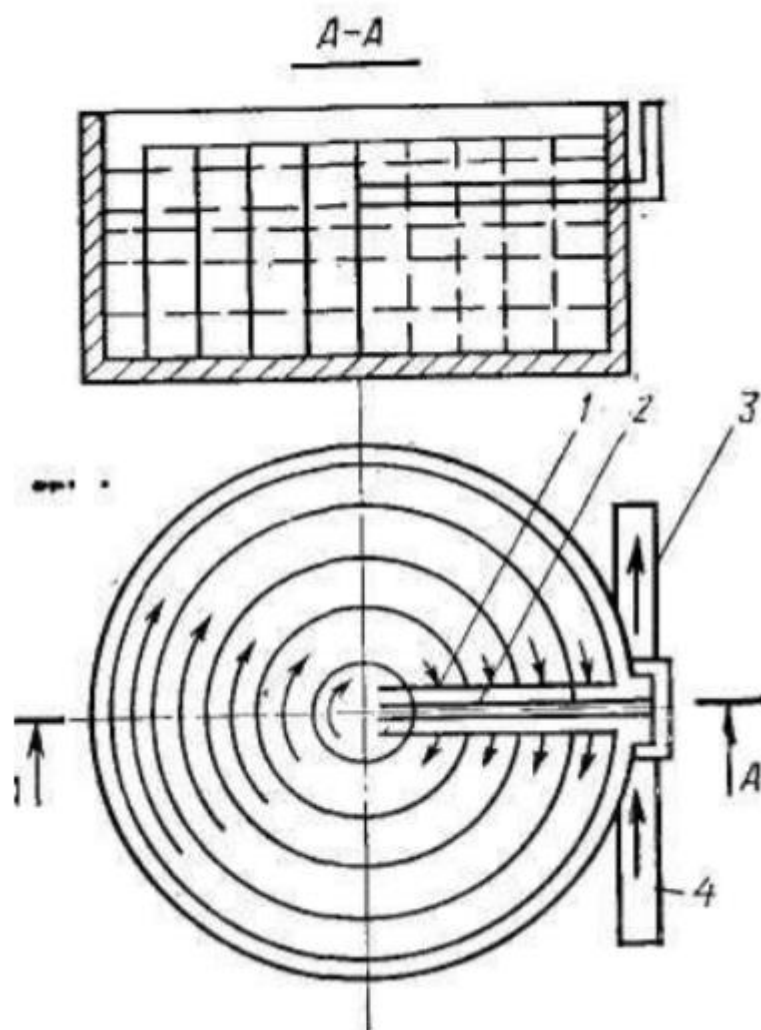
Схема прямокутного усереднювача стічних вод



1 – розподільний лоток; 2 – водовідвідний канал; 3 – збірні лотки; 4 – глуха перегородка; 5 – вертикальна перегородка; 6 – підведення води

					<b>08-48.МКР.109.01.001 ГЧ</b>				
					Схема прямокутного усереднювала стічних вод	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Підпис	Дата					
Розробив		Сулима О.С.							
Перевірів		Петрук Р.В.							
Т.контр.						Аркуш 1		Аркушів 7	
Рецензент		Гордієнко О.А.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.		Васильківський І.В.							
Затвердив		Іщенко В.А.							

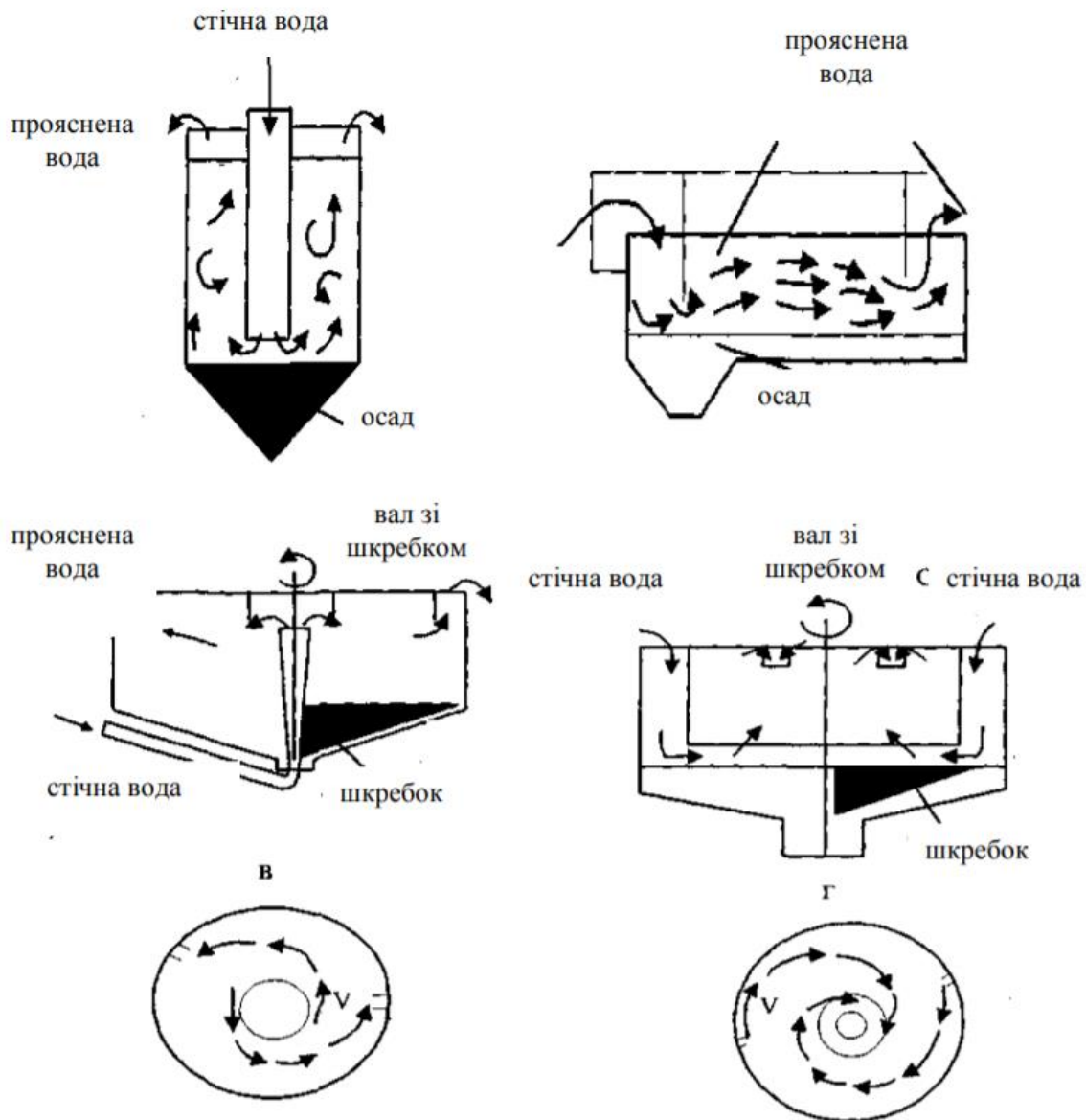
## Схема круглого усереднювала стічних вод



1 – розподільний лоток; 2 – перегородка, 3 – збірний лоток; 4 — підведення води

					<b>08-48.МКР.109.01.002 ГЧ</b>				
					Схема круглого усереднювала стічних вод	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Підпис	Дата					
Розробив		Сулима О.С.							
Перевірів		Петрук Р.В.							
Т.контр.						Аркуш 2		Аркушів 7	
Рецензент		Гордієнко О.А.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.		Васильківський І.В.							
Затвердив		Іщенко В.А.							

## Різновиди конструкцій відстійників за принципом роботи

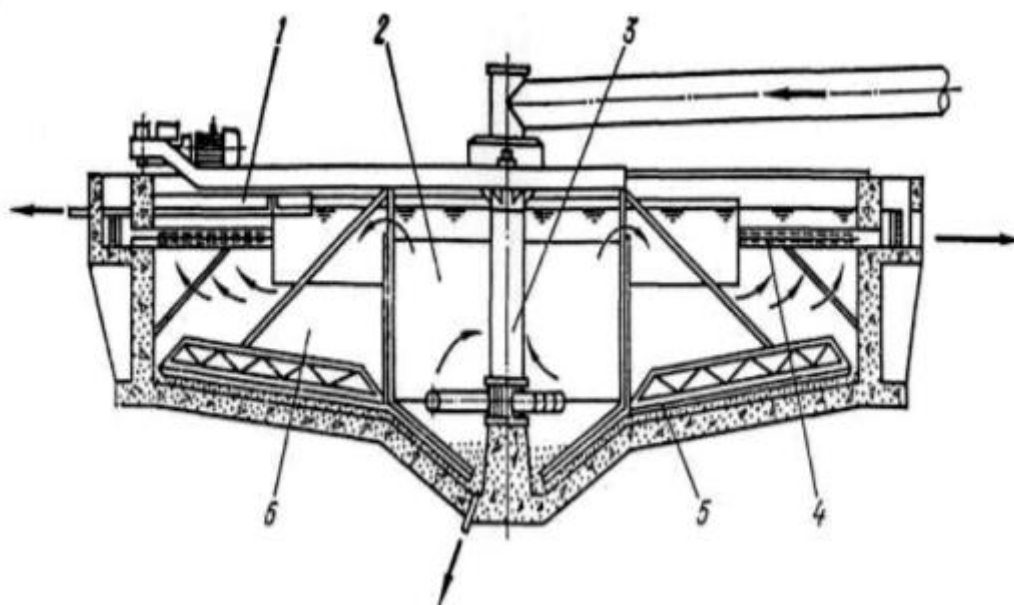


- а – відстоювання у вертикальних відстійниках з висхідним потоком води;  
 б – відстоювання в горизонтальних відстійниках з горизонтальним рухом потоку води; в – радіальний відстійник із центральним уведенням води; г – радіальний відстійник з периферійним уведенням води



					<b>08-48.МКР.109.01.003 ГЧ</b>				
					Різновиди конструкцій відстійників за принципом роботи	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Підпис	Дата					
Розробив		Сулима О.С.							
Перевірів		Петрук Р.В.							
Т.контр.									
Рецензент		Гордієнко О.А.				Аркуш 3		Аркушів 7	
Н. контр.		Васильківський І.В.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Затвердив		Іщенко В.А.							

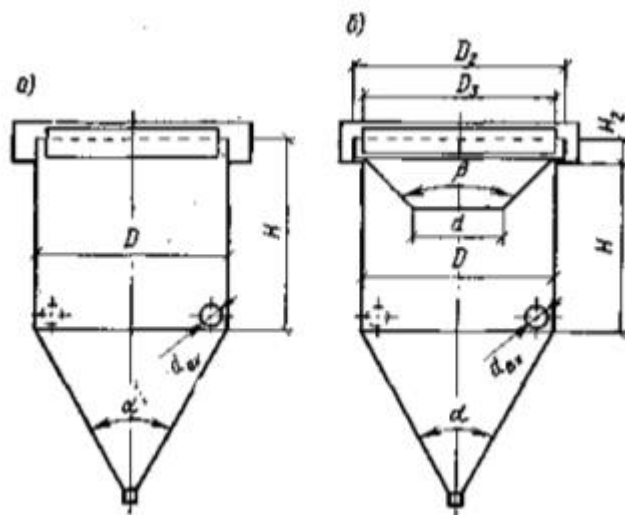
## Схема радіального відстійника із вбудованою камерою флокуляції



1 – маслзбірний пристрій; 2 – камера пластівцеутворення; 3 – розподільчий пристрій; 4 – водозбірна система; 5 – скребкова ферма; 6 – зона осадження

					<b>08-48.МКР.109.01.004 ГЧ</b>				
					Схема відстійника вбудованою флокуляції радіального із камерою	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Підпис	Дата					
Розробив		Сулима О.С.							
Перевірив		Петрук Р.В.							
Т.контр.									
Рецензент		Гордієнко О.А.							
Н. контр.		Васильківський І.В.			Аркуш 4		Аркушів 7		
Затвердив		Іщенко В.А.			ВНТУ, ЕКО-19м				

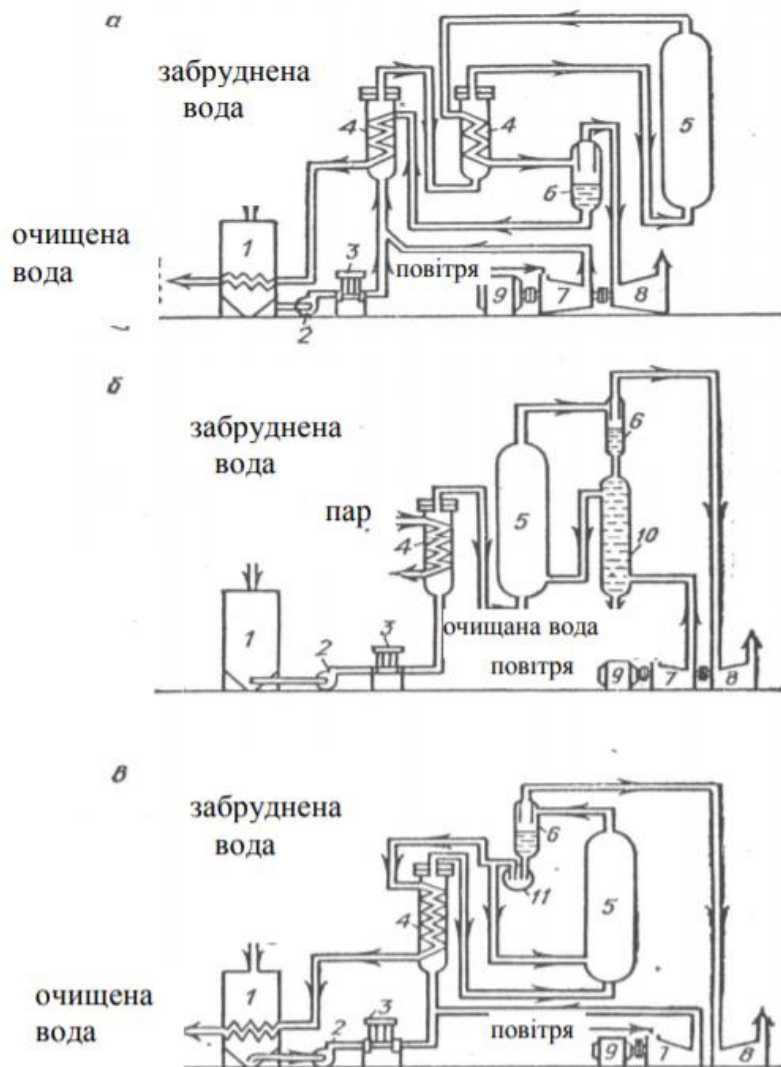
## Схема відкритого гідроциклону



а – без внутрішніх устроїв, б – з конічною діафрагмою

					<b>08-48.МКР.109.01.005 ГЧ</b>				
					Схема відкритого гідроциклона	Літ.		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Підпис	Дата					
Розробив		Сулима О.С.							
Перевірів		Петрук Р.В.							
Т.контр.						Аркуш 5		Аркушів 7	
Рецензент		Гордієнко О.А.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Н. контр.		Васильківський І.В.							
Затвердив		Іщенко В.А.							

## Схеми установок для знешкодження стічних вод

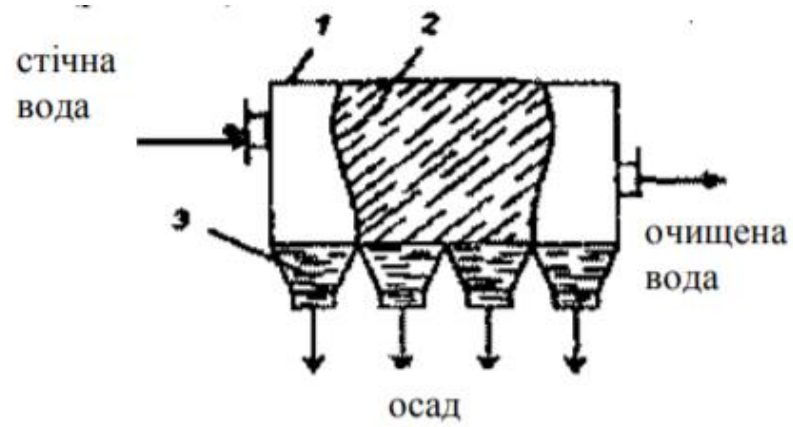


а – універсальна установка; б – великі кількості забруднень; в – малі кількості забруднень:

- 1 – збірник стічної води; 2 – насос; 3 – насос високого тиску; 4 – теплообмінник; 5 – реактор; 6 – сепаратор; 7 – повітряний компресор; 8 – газова турбіна; 9 – синхронний мотор-генератор; 10 – зволожувач; 11 – циркуляційний насос

					<b>08-48.МКР.109.01.006 ГЧ</b>				
						Літ.	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Підпис	Дата	Схеми установок для знешкодження стічних вод				
Розробив		Сулима О.С.							
Перевірів		Петрук Р.В.							
Т.контр.									
Рецензент		Гордієнко О.А.				Аркуш 6		Аркушів 7	
Н. контр.		Васильківський І.В.				ВНТУ, ЕКО-19м			
Затвердив		Іщенко В.А.							

## Схема тонкошарового відстійника з похилими пластинами



1 – корпус, 2 – пластины, 3 – шламприймач



					<b>08-48.МКР.109.01.007 ГЧ</b>			
					Схема тонкошарового відстійника з похилими пластинами	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис Підпис	Дата				
Розробив		Сулима О.С.						
Перевірив		Петрук Р.В.						
Т.контр.								
Рецензент		Гордієнко О.А.						
Н. контр.		Васильківський І.В.						
Затвердив		Іщенко В.А.				Аркуш 7	Аркушів 7	
						ВНТУ, ЕКО-19м		