

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової  
справи

**03-06-141М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсового проекту з дисципліни  
**«Інноваційні технології водовідведення  
промислових підприємств  
з курсовим проектом»**

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Водопостачання і  
водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та  
цивільна інженерія» всіх форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІ БА  
Протокол № 2 від 10.10.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Інноваційні технології водовідведення промислових підприємств з курсовим проектом» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водопостачання і водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання [Електронне видання] / Квартенко О. М., Мартинов С. Ю., Ковальчук В. А. – Рівне : НУВГП, 2023. – 33 с.

Укладачі: Квартенко О. М., д-р. техн. наук, доцент, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи; Мартинов С. Ю., д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи; Ковальчук В. А., д-р. техн. наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск: Мартинов С. Ю., д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення освітньо-професійної програми: Мартинов С. Ю., д-р.техн. наук, професор.

© О. М. Квартенко,  
С. Ю. Мартинов,  
В. А. Ковальчук, 2023  
© НУВГП, 2023

## ЗМІСТ

Вступ	4
Загальні вимоги до курсового проєкту. Склад проєкту.	4
Вказівки до виконання розділів проєкту	6
Розділ 1. Вихідні дані для проєктування.	6
Розділ 2. Вибір системи та схеми водовідведення промислового підприємства.	9
Розділ 3. Аналіз сучасних методів очищення виробничих стічних вод підприємства.	9
Розділ 4. Опис технологічної схеми.	18
Розділ 5. Технологічні розрахунки очисних споруд.	18
Розділ 6. Балансова схема очисних споруд.	18
Розділ 7. Техніко-економічні показники проєкту.	21
Рекомендована література	23
Додатки	25

## ВСТУП

Метою дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти компетенцій в галузі теоретичних знань та практичних навичок з розрахунку, проєктування сучасних інноваційних технологій і споруд систем водовідведення промислових підприємств, що дозволить здобувачам в подальшому кваліфіковано проєктувати та експлуатувати ці системи, обладнання та споруди, забезпечуючи їх безперебійну роботу.

### 1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт складається з розрахунково-пояснювальної записки (25-30 сторінок друкованого тексту формату А4) та графічної частини (1 аркуш формату А1). Розділи записки повинні мати наскрізну нумерацію, всі розрахунки ілюструються ескізами та схемами споруд. Всі таблиці, рисунки та сторінки повинні мати нумерацію, обов'язковий зміст записки, вступ та список літератури.

### СКЛАД ПРОЄКТУ

Пояснювальна записка повинна складатися з наступних розділів: Вступ.

**Розділ 1. Вихідні дані для проєктування** (задається викладачем). Опис підприємства з визначенням технологій виробничого процесу, загальної характеристики стічних вод [1, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, Додаток 1 табл.1-4], даних щодо питомих витрат води на одиницю продукції [1, стор. 13] і коефіцієнтів нерівномірності надходження води в каналізацію. Виділення складу характерних забруднюючих речовин за окремими цехами які впливатимуть в подальшому на вибір системи водовідведення та схем очищення стоків промислового підприємства. Розрахунок (середніх, max, min) витрат стічних вод цехами [1, стор. 15-17].

**Розділ 2. Вибір системи та схеми водовідведення промислового підприємства.** Визначення умов скиду очищених стічних вод (у комунальну каналізацію, водойму тощо) або

повторного їх використання. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод, допустимих концентрацій забруднюючих речовин у виробничих стічних водах, які скидаються після очищення. Обґрунтування на підставі виконаних розрахунків варіанту скиду очищених стічних вод у міську каналізацію або у водойму [1, 2, 3, 5, 14].

**Розділ 3. Аналіз сучасних методів очищення виробничих стічних вод підприємства.** Аналітичний огляд існуючих методів, технологій та схем очищення стічних вод заданого підприємства. Визначення найбільш ефективних процесів які слід використовувати для вилучення домішок із виробничих стічних вод. Оцінка на підставі отриманого матеріалу існуючих технічних рішень та обґрунтування вибору доцільної технологічної схеми очищення стоків [1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13].

**Розділ 4. Описання технологічної схеми.** Опис технології очищення, основних технологічних процесів, характеристика кожної із установок, основні конструктивні параметри. Схема зменшення концентрацій основних забруднень на кожному ступені очищення. Висотна схема очисних споруд виробничих стічних вод підприємства [1, 4, 6, 8, 9, 10, 12].

**Розділ 5. Технологічні розрахунки очисних споруд.** Детальний технологічний розрахунок усіх ступенів обраної технологічної схеми локальних очисних споруд (оборотної системи). Визначення основних конструктивних параметрів споруд. Розробка генплану очисної станції або будівлі очисних споруд [1, 2, 3, 4, 15, 16, 17].

**Розділ 6. Балансова схема очисних споруд.**

**Розділ 7. Техніко-економічні показники проєкту** [1, 3, 11].

*Список використаної літератури.*

**Графічна частина проєкту.** На листі має бути висотна технологічна схема, технологічна схема локальних очисних споруд, балансова схема, генеральний план очисних споруд з позначенням основних технологічних будівель та комунікацій, насосних станцій та споруд обробки осадів. На листі відображають умовні позначення трубопроводів.

Вимоги до оформлення креслень відповідно до ЄСПДБ.

## 2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛІВ ПРОЄКТУ

### Розділ 1. Вихідні дані для проєктування.

**1.1. Опис підприємства з визначенням технологій** виробничого процесу, загальної характеристики стічних вод [1, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, Додаток 1 табл.1-4]. Стічні води промислових підприємств – складна багатокомпонентна система на формування якої впливає ряд факторів: вид сировини, технологічний процес виробництва, склад вихідної води та реагентів які використовуються, місцеві умови та ін. В залежності від джерел формування, концентрації та складу домішок вони поділяються на виробничі, поверхневі, господарсько-побутові, дренажні (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна характеристика стічних вод промислових підприємств

Вид стічних вод	Категорія стічних вод	Джерело утворення
Виробничі	Умовно-чисті	1. Системи охолодження; 2. Конденсати чисті 3. Гідротранспорт
	Мало-забруднені	1.Промивка та споліскування продукції 2.Зневоднення продукції та сировини 3.Конденсати технологічних процесів 4. Очистка твердих і газоподібних відходів 5. Мийка обладнання і транспорту 6. Мийка виробничих приміщень
	Сильно-забруднені	1.Злив відпрацьованих розчинів, кубових залишків 2. Установки водопідготовки (елюати) і очистки стоків (рідкі відходи)
Поверхневі стічні води	Талі	1.Територія підприємства; 2. Дахи адміністративних і виробничих будівель,
	Дощові	Те саме
	Поливочні	Мийка території підприємства
Господарсько-побутові стічні води		1. Санвузли адміністративних і виробничих будівель; 2. Душові; 3. Харчові блоки; 4. Пральні
Дренажні		1. Водопониження на виробничих майданчиках 2. Майданчики для складування твердих промислових відходів 3. Полігони твердих побутових відходів

Виробничі стічні води можливо класифікувати за наступними параметрами [13]:

- характером забруднень: а) ті що містять механічні домішки; б) хімічні домішки; в) органічні речовини; г) змішані;
- вмістом основного забруднювача: а) ті що містять нафтопродукти; б) хромові; в) віскозні; г) фенольні; д) з барвниками тощо;
- за активною реакцією рН: а) нейтральні рН 6,5-8,5; б) кислі рН до 6,5 (слабокислі рН 4,5-6,5; середньокислі рН 2,5-4,5; сильнокислі рН менше за 2,5); в) лужні рН понад 8,5 (слаболужні рН 8,5-10,5; середньоалужні рН 10,5-12,5; сильноалужні рН більше за 12,5);
- за ступенем агресивності: а) агресивні; б) неагресивні;
- за відношенням до біохімічного окислення: а) ті що піддаються біологічній очистці; б) ті що не піддаються біологічній очистці.

*Умовно-чисті виробничі стічні води*, зазвичай, використовуються в оборотних системах водопостачання, або в системах повторного використання води [5, 13].

*Мало- або сильнозабруднені виробничі стоки*. Перед їх відведенням до систем загальнозаводської (міської) каналізації або скидом до природних водойм необхідно піддавати такі стоки процесам очищення.

До малозабруднених виробничих стічних вод можливо віднести такі стоки, при очищенні яких утворюється не більше за 20–30% твердих або рідких відходів [1, 3, 4].

Характерною рисою для підприємств є нерівномірність відведення виробничих стоків на очисні споруди [1, 4, 6]. На невеликих підприємствах де технологічний процес здійснюється переважно в одну або дві зміни і повністю припиняється у вихідні дні, навантаження на очисні споруди змінюється в більших межах ніж на великих.

Для регулювання режимів відведення та очищення стічних вод, а також для вирівнювання концентрацій забруднюючих речовин на очисних спорудах влаштовують

усереднювачі-накопичувачі. Об'єм яких розраховується на середньо годинний приплив виробничих стоків протягом 2-6 годин. Типи, конструктивні особливості та розрахунок усереднювачів наведено [1, 3, 4, 13, 16].

Для прийому залпових скидів висококонцентрованих стоків на очисних спорудах, зазвичай, передбачаються накопичувачі які розраховуються на повний об'єм скиду. Таке технологічне рішення дозволяє проводити рівномірне очищення сильно-забруднених стічних вод, або дозувати їх малими порціями до мало-забрудненого стоку для подальшого їх сумісного очищення.

**1.2. Витрати виробничих стічних вод** визначаються з технологічних даних [1, 3, 4, 5]. При цьому спочатку визначається кількість стоків від кожної технологічної операції, потім від технологічної лінії, цеху та підприємства в цілому. Попередні розрахунки витрат проводять за питомою витратою стічних вод на одиницю сировини чи готової продукції [1, стор. 13; 16].

Розрахунки витрат на господарсько-питні потреби підприємства наведено [1, стор. 16]. Питомі витрати води на господарсько-питне водоспоживання на одну людину за зміну становлять для цехів з тепловиділеннями понад 80 кДж (20 ккал) на 1 м<sup>3</sup>/год, ("гарячих") 45 л, для інших цехів ("холодних") 25 л.

Визначення витрат води на господарсько-питні потреби працівників зводиться в таблицю 2.

Таблиця 2

Визначення витрат води на господарсько-питні потреби працівників підприємства

Но мер зміни	Господарсько-питні потреби			Витрати води в душових			Загальні витрати води, м <sup>3</sup> /зм
	Кількість працюючих в зміну чол.	Питомі витрати води, л/зм	Витрати на гос. питні потреби м <sup>3</sup> /зм	Кількість чол., які приймають душ, ч/зм	Питомі витрати води, л/чол	Витрати води в душових, м <sup>3</sup> /зм	
1	2	3	4	5	6	7	8



Визначити витрати води на душі. Питомі витрати води в душових визначають за формулою:

$$q_n = \frac{500 \cdot 45}{60 \cdot n}, \text{ л/чол} \quad (1)$$

де 500 – нормована витрата води на одну душову сітку, л/год;  
45 – тривалість приймання душу, хв.; 60 – коефіцієнт переводу;  
n – кількість робітників, які користуються одною душовою сіткою  
(залежить від категорії виробництва і знаходиться відповідно  
[1, стор. 16-17].

## **Розділ 2. Вибір системи та схеми водовідведення промислового підприємства.**

При виборі системи і схеми водовідведення промислових підприємств слід дотримуватись рекомендацій [1, стор. 8-11].

При визначенні умов випуску виробничих стічних вод до міської водовідвідної мережі необхідно дотримуватись вимог [1, стор. 18; 18, п. 4]. При випуску стічних вод до водойм необхідно дотримуватись рекомендацій [1, стор. 23-25]

Визначення допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах підприємств при скиді у міську каналізацію [1, стор. 20-22; 18, п.5].

Вимоги до складу та властивостей стічних вод підприємств для безпечного їх відведення каналізаційною мережею наведено в Додатку 2 [18]

Визначення гранично-допустимого скиду у поверхневі водні об'єкти детально описане в [1, 3, 14]. Розрахунки щодо необхідного ступеня очищення виробничих стоків наведено [1, стор. 28-34; 14].

## **Розділ 3. Аналіз сучасних методів очищення виробничих стічних вод підприємства.**

Як було наведено вище, виробничі стічні води є багатокомпонентними та багатофазними. Вони містять домішки, які мають різноманітну природу, дисперсний та фазовий стан, а також мають індивідуальні структурно-механічні, фізичні, хімічні та біологічні властивості. Як правило вони містять механічні та емульговані домішки, а також органічні та

неорганічні розчинені забруднюючі речовини. Крім того, слід відзначити, що в сучасних умовах в результаті використання різних компонентів, реагентів, барвників, та інших технологічних складових, навіть на підприємствах однієї галузі утворюються стоки з індивідуальними якісними та кількісними показниками забруднень. Але незважаючи на необхідність індивідуального підходу до кожного конкретного виробничого стоку, можливо виділити кілька загальних груп забруднюючих речовин, які, маючи свої відмінні риси, водночас володіють і важливими з точки зору технологій водоочищення однаковими властивостями. Базисом для узагальнюючої характеристики забруднень виробничих стічних вод є класифікація домішок води за їх фазово-дисперсним станом яка була розроблена Л.А. Кульським [2]. Однак, враховуючи велике різноманіття забруднень в стоках промислових підприємств ця класифікація вже не в повній мірі може відобразити їх багатокомпонентний склад. Більш адаптована класифікація до сучасних виробничих стічних вод була запропонована к.т.н., В.Н. Анапольським (табл. 3).

Таблиця 3

Класифікація домішок виробничих стічних вод за їх фазово-дисперсним станом

Нерозчинні домішки		Розчинні домішки	
Грубодисперсні домішки	Високодисперсні і колоїдні домішки	Молекулярні домішки	Йонні домішки
1. Неемульговані органічні рідини 2. Пухирці газів 3. Гідрооксиди металів 4. Механічні тверді частинки 5. Грубоемульговані масла, жири, нафтопродукти 6. Продукти процесу коагуляції і флокуляції	1. Міцели поверхнево-активних речовин 2. Колоїдні дисперсії кремнієвої кислоти 3. Високодисперсні метали, сульфідні, оксиди, фосфати, карбонати 4. Тонко емульговані масла, жири, нафтопродукти 5. Проміжні продукти процесу кристалізації	1. Органічні високомолекулярні сполуки 2. Органічні низкомолекулярні сполуки 4. Проміжні продукти процесу моляризації 5. Проміжні продукти процесу гідролізу	1. Вільні йони 2. Комплексні сполуки з лігандами: - неорганічними (фторидними, амміакатними), - низькомолекулярними органічними (органічні кислоти, тощо); - високомолекулярними органічними 3. Асоціати йонів

**Класифікація методів очистки** стічних вод. Механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні методи [2].

Класифікація процесів очищення виробничих стічних вод, яка враховує фазово-дисперсний стан домішок, включає п'ять основних груп: 1. Процеси для вилучення домішок із стічних вод; 2. Процеси для перетворення домішок. 3. Процеси для знешкодження домішок; 4. Комбіновані процеси; 5. Процеси інтенсифікації очищення.

Наведені вище процеси необхідно застосовувати в комплексі, що дозволить забезпечуючи необхідні показники якості очищеної води.

**Процеси для вилучення домішок (група 1)** поділяються на чотири підгрупи: процеси для поділу фаз; процеси концентрування розчинених речовин; процеси вилучення домішок матеріалами які не підлягають регенерації; масообмінні процеси видалення забруднюючих компонентів (рис. 1).

**Процеси для поділу фаз** - це процеси вилучення із води домішок, до яких слід віднести проціджування, відстоювання, флотацію, фільтрування, ультрафільтрацію, електрофорез та магнітну сепарацію.

В результаті поділу фаз утворюються осади, промивні води, шлами, придатні для утилізації нафтопродукти та інші відходи, що містять нерозчинені у воді домішки.

**Процеси концентрування розчинених у воді речовин** забезпечують поділ домішок і води, внаслідок чого утворюється очищена вода і концентрований водний розчин забруднюючих речовин: концентрати, елюати, розсоли та інші рідкі відходи, що містять розчинені домішки.

Для вилучення домішок методом концентрування застосовують іонний обмін, діаліз, зворотний осмос, електродіаліз, ректифікацію, випарювання, адсорбцію з регенерацією адсорбенту парою.

**Процеси вилучення домішок матеріалами які не підлягають регенерації** – базуються на здатності забруднюючих домішок затримуватися, адсорбуватися, поглинатися або включаються до структури певного матеріалу, з наступним видаленням разом з ним із води.

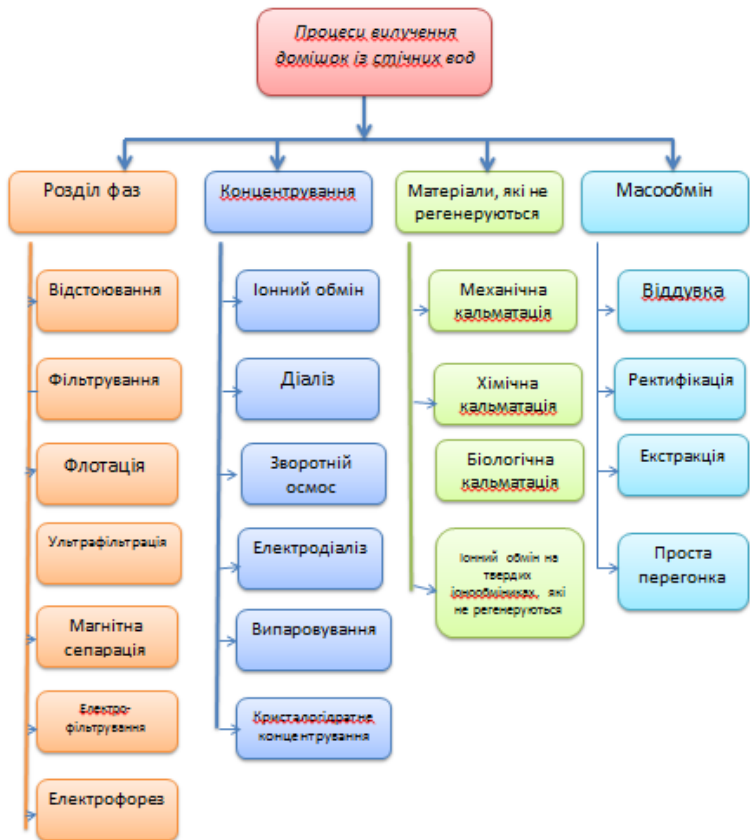


Рис. 1. Процеси для вилучення домішок з виробничих стічних вод

Для вилучення домішок із виробничих стічних вод за допомогою даного методу використовуються наступні процеси:

- фільтрування через різноманітні пористі перегородки та насадки (керамічні, тканинні, змінні картриджі);
- адсорбція на порошкових (активоване вугілля, бентоніт, каолін, оксиди та гідроксиди металів), волокнистих, пористих або гранульованих матеріалах, які після

вичерпання адсорбційної ємності виводяться з процесу очищення;

- іонний обмін на твердих іонообмінних матеріалах, які після насичення катіонами або аніонами видаляються із стічних вод без регенерації.

**Масообмінні процеси видалення забруднюючих компонентів** – забезпечуються шляхом віддувки забруднюючих речовин. Процеси застосовуються для зниження концентрації легколетких органічних сполук, а також розчинених газів (сірководню, сірчистого газу, аміаку та ін.).

**Процеси перетворення домішок стічних вод (група 2)** поділяються на три підгрупи: процеси зміни дисперсного стану; процеси зміни фазового стану; процеси для іонно-молекулярних перетворень домішок (рис. 2).



Рис. 2. Класифікація процесів перетворення домішок

**До процесів зміни дисперсного стану домішок відносяться:** коагуляція та флокуляція; коалесценція;

електрохімічні процеси зміни дисперсного стану: електрокоагуляція та гальванічна коагуляція.

У більшості випадків коагуляція застосовується перед процесами відстоювання, флотації або фільтрування. Останнім часом у технології очищення виробничих стічних вод набувають поширення різні композиційні (змішані) реагенти, до складу яких входять речовини, що володіють коагулюючими, флокулюючими та знезаражуючими властивостями [8].

До реагентів комплексної дії слід віднести розчин «polyhexamethyleneguanidine hydrochloride» (PHMHC) який можливо використовувати в якості флокулянту та бактерицидного реагенту спільно з гідроксихлоридом алюмінію [8].

#### **Процеси для зміни фазового стану домішок.**

У виробничих стічних водах, крім нерозчинених домішок, практично завжди знаходяться розчинені неорганічні та органічні забруднюючі речовини. Для очищення стоків від таких домішок використовуються процеси зміни фазового стану розчинених речовин. Після утворення нової фази вилучення домішок проводиться за допомогою тих самих процесів, що і для видалення нерозчинених частинок. Розчинені речовини, зазвичай, утворюють тверду або газову фазу.

Найбільшого поширення у технології очищення виробничих стічних вод набули процеси хімічного осадження, які засновані на утворенні малорозчинних сполук, до складу яких включається забруднююча речовина.

**Процеси іонно-молекулярних перетворень домішок** відбуваються в результаті окисних або відновних процесів при використанні хімічних, електро-хімічних, біологічних методів очищення.

Для здійснення хімічних окислювальних або відновлювальних процесів використовуються тверді, рідкі або газоподібні реагенти (озон, гіпохлорит натрію, двоокис хлору). Хімічне окислення та відновлення забруднюючих речовин можливо проводити або без процесу коригування величини рН, або з використанням реагентів (лугу або кислоти). Процеси, що забезпечують іонно-молекулярні перетворення забруднюючих

речовин при реагентній обробці, можливо використовувати на будь-якому етапі технології очищення.

**Процеси для знешкодження домішок стічних вод (група 3).** Для знешкодження неорганічних та органічних сполук зазвичай використовують хімічні, електрохімічні або біологічні процеси. В основі цих процесів знаходяться іонно-молекулярні перетворення домішок, що призводять до незворотних змін їх складу та утворенню безпечних або менш небезпечних для довкілля речовин.

**До комбінованих процесів очищення виробничих стічних вод (група 4) слід віднести:** освітлення у зваженому шарі осаду, електрокоагуляцію-флотацію, електроосадження.

**Обґрунтування вибору доцільної технологічної схеми очищення стоків.** На основі даних отриманих в розділах 1-3, а також використовуючи апробовані на виробництві та наведені в літературних джерелах [1, 6, 8, 9, 10, 12, 13] технології очищення виробничих стічних вод необхідно обрати базову технологічну схему для заданого в курсовому проекті підприємства. Опис деяких технологій наведено в табл.4

Таблиця 4

Опис технологій очищення виробничих стічних вод від підприємств різних галузей

<b>№</b>	<b>Підприємство</b>	<b>Рекомендована технологічна схема</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Виробництво віскозних волокон [1, стор. 332-336]	<i>Комплексна схема очищення стічних вод виробництва віскозного волокна [1, стор. 334, рис. 9.1]</i>
2	Виробництво мідно-аміачного волокна	<i>Схема очищення стічних вод виробництва мідно-аміачного [1, стор. 335, рис. 9.2]</i>
3	Синтетичного каучуку [1, стор. 336-338]	<i>Системи відведення та очищення стічних вод [1, стор. 337 - 338]</i>
4	Коксохімічні заводи [1, стор. 338-342]	<i>Схема коксохімічного виробництва [1, стор. 340, рис. 9.3]. Схема очищення фенольних стічних вод [1, стор. 341, рис. 9.4]. Схема механічного очищення фенольних вод [1, стор. 341, рис. 9.5].</i>

1	2	3
5	Нафтопереробні заводи, нафтобази [1, стор. 342-351]	<i>Принципова схема очисних споруд нафтопереробного заводу [1, стор. 345, рис. 9.6].</i>
6	Виробництво смол, лаків та фарб [1, стор. 352-354]	<i>Схема очищення стічних вод виробництва фенолформальдегідних смол [1, стор. 353, рис. 9.7].</i>
7	Заводи машинобудівної галузі [1, стор. 354-360].	<i>Схема очищення стічних вод забруднених механічними домішками і мастилами [1, стор. 356, рис. 9.8].</i>
8	Автотранспортні підприємства [1, стор. 360-362]; [8]; [15, стор. 12-19].	<i>Схема сумісного очищення оборотних вод автотранспортного підприємства та дощового стоку [8]. Висотна схема водоочисного комплексу для оборотних систем водопостачання авто транспортних підприємств [15]</i>
9	Фабрики первинної обробки вовни [1, стор. 362-365].	<i>Технологічна схема реагентно-флотаційного очищення стічних вод фабрик первинної обробки вовни [1, стор. 365, рис. 9.12].</i>
10	Шкіряні заводи [1, стор. 366-371]; [6, стор. 191-199]	<i>Технологічна схема локального очищення стічних вод шкіряних заводів [1, стор. 368, рис.9.13]; Схема попереднього і біологічного очищення стічних вод шкіряних заводів [1, стор. 360, рис.9.15]; Технологічна схема очищення стічних вод які містять таніди [1, стор. 375, рис.9.17]. Технологія попереднього очищення висококонцентрованих стоків шкіряного заводу [6, стор. 192, рис.5.1]; Технологія очищення стічних вод при високому вмісті сульфідів [6, стор. 195, рис.5.2]</i>
11	Хутряні фабрики [6, стор. 200-206]	<i>Схема очищення стічних вод які містять хром [6, стор. 202, рис. 5.4] Схема очищення стічних вод хутряної фабрики [6, стор. 204-205, рис. 5.5-5.6]</i>
12	Трикотажні фабрики [6, стор. 206-209]	<i>Технологічна схема очищення стічних вод трикотажної фабрики [6, стор. 207, рис. 5.8]</i>



1	2	3
13	Заводи первинної обробки льону [1, стор. 376-377]	<i>Методи очищення стічних вод [1, стор. 377]</i>
14	Фабрики штучних технічних шкір [1, стор. 378-380]	<i>Технологічна схема очищення стічних вод заводу «Шкірзамінник» [1, стор.380, рис. 9.18]</i>
15	Підприємства м'ясної промисловості [1, стор. 380-386]	<i>Споруди локальної очистки стічних вод [1, стор. 382-385]</i>
16	Підприємства молочної промисловості [1, стор. 386-393]; [6, стор. 206-209]; [9, стор. 38-50]	<i>Схеми станцій локальної очистки стічних вод підприємств молочної промисловості [1, стор. 390, рис. 9.24]; Технологічна схема попереднього очищення стічних вод молокозаводу [6, стор. 223, рис. 5.15]; Технологічна схема біологічного очищення стічних вод молокозаводів [6, стор. 225, рис. 5.16];</i>
17	Заводи цукрової промисловості [1, стор. 401-402]	<i>Системи водопостачання-водовідведення цукрових заводів [1, стор. 401-402];</i>
18	Підприємства масложирової промисловості [1, стор. 405-407]	<i>Системи водовідведення підприємств масложирової промисловості [1, стор. 406]</i>
19	Підприємства плодоконсервної промисловості [1, стор. 407-410]	<i>Схема споруд очищення стічних вод консервного заводу [1, стор.410, рис. 9.27]</i>
20	Підприємства снекової групи [14, стор. 4-10 ]	<i>Технологічна схема очистки оборотної води [15, стор. 4, рис. 1]</i>
21	Підприємства хлібопекарської та кондитерської промисловості [1, стор. 403-405]	<i>Системи водовідведення та споруди біологічного очищення стоків [1, стор. 405]</i>

**Розділ 4. Опис технологічної схеми.** В розділі необхідно навести опис прийнятої технології очищення, її основних технологічних процесів. Також слід визначити ефективність запропонованої технології за вилученням основних забруднень на кожному її ступені.

Технологічна схема очищення стічних вод підприємства повинна забезпечувати отримання допустимі концентрації, які відповідають місцевим умовам на скид стічних вод у водойму або в міську каналізацію. В Додатку 4 наведені порівняльні характеристики видалення забруднень різними методами.

#### **Розділ 5. Технологічні розрахунки очисних споруд.**

Приклади розрахунків *споруд для усереднення і механічного очищення стічних вод* (усереднювачі, решітки, пісковловлювачі, відстійники, нафтовловлювачі, тонкошарові відстійники, фільтри) наведені в [1, 3, 4, 15, 16].

Приклади розрахунків *споруд фізико-хімічного очищення стічних вод* (електролізери, електрокоагулятори, електрофлотатори, барабанні коагулятори, флотатори, сатуратори, іонообмінні та сорбційні установки тощо) наведені в [1, 2, 3, 15, 16].

Приклади розрахунків *хімічного очищення стічних вод* (нейтралізація, окислення, хімічне осаджування) наведені в [2].

Приклади розрахунків *споруд біологічного очищення стічних вод* (аеротенки, біологічні фільтри, аеробні та анаеробні реактори тощо) наведені в [1, 2, 3].

#### **Розділ 6. Балансова схема очисних споруд.**

**Приклад.** Розрахувати баланс матеріальних потоків для технологічної схеми очищення стічних вод плодоовочевого комбінату із скидом до міської мережі водовідведення. Схема включає первинний відстійник, резервуар-накопичувач, біосорбційно-фільтраційну двоступеневу установку, накопичувач промивних вод. Продуктивність очисних споруд 600 м<sup>3</sup>/добу. Показники стічних вод до очищення: завислі речовини 1617 мг/дм<sup>3</sup>, БСК – 414 мг/дм<sup>3</sup>. Вимога до якості очищених вод: завислі речовини 250 мг/дм<sup>3</sup>, БСК – 270 мг/дм<sup>3</sup>.

## ***Розв'язування.***

### ***1. Відстійник (поз.1).***

Ефективність первинного відстоювання за проектом становить 32%, відповідно концентрація завислих речовин після відстоювання  $C_{ext}=1617 \cdot (1-0,32)=1100$  мг/дм<sup>3</sup>.

Маса сухої (завислих) речовини до відстоювання:  $1617 \cdot 600,0/1000=970,2$  кг/добу, вологість осаду (за проектом) 95% (рис. 3). Шляхом розв'язування системи рівнянь матеріального балансу відстійника отримали: маса осаду відстоювання  $317,0$  кг/добу, витрата осаду  $6,3$  м<sup>3</sup>/добу.

Витрата освітленої води  $600,0-6,3 = 593,7$  м<sup>3</sup>/добу, маса сухої речовини в освітленій воді  $970,2-317,0=653,2$  кг/добу.

Перевіряємо концентрацію завислих речовин у освітленій воді:  $653,2 / 593,7 \cdot 1000 = 1100$  мг/дм<sup>3</sup>.

***2. Розриваємо потік декантату з резервуару промивних вод (поз.5).*** У першому наближенні прийняли величину потоку рівною нулю. При цьому визначили об'єми промивних вод першого та другого ступенів установки. Установка першого ступеня промивається один раз на добу. Промивний об'єм першого ступеня  $14,4$  м<sup>3</sup>.

Концентрація завислих речовин після першого ступеня (проектні дані) 500 мг/дм<sup>3</sup>, БПК після першого ступеня становить 380 мг/дм<sup>3</sup>.

Маса сухої речовини, яка вимивається на першому ступені, становить  $653,2-500 \cdot 600/1000+(414-380) \cdot 600/1000=376,3$  кг/добу. Концентрація завислих речовин у промивній воді  $376,3/14,4 = 26,1$  г/дм<sup>3</sup>.

Установка другого ступеня промивається один раз на 3 доби. Промивний об'єм першого ступеня  $17,4$  м<sup>3</sup>, добова витрата промивних вод  $17,4/3=5,8$  м<sup>3</sup>/добу.

Концентрація завислих речовин після другого ступеня (проектні дані) 250 мг/л, БПК після другого ступеня 270 мг/дм<sup>3</sup>.

Маса сухої речовини, яка вимивається на другому ступені, становить  $0,8 \cdot (500-250) \cdot 600/1000+0,4 \cdot (380-270) \cdot 600/1000 =152,4$  кг/добу. Концентрація завислих речовин у промивній воді  $152,4/5,8 = 26,3$  г/дм<sup>3</sup>.

### ***3. Резервуар промивних вод (поз.5).***

Загальна масова витрата промивних вод, яка надходить до резервуара  $14,4+5,8=20,2$  м<sup>3</sup>/добу, маса сухої речовини  $376,3 + 152,4 = 528,7$  кг/добу.

Зольність сухої речовини осаду 30%, маса беззольної речовини  $528,7 \cdot (1-0,30)=371,2$  кг/добу.

Процент розкладу беззольної речовини осаду 10%, маса речовини, яка розклалась,  $371,1 \cdot 0,1=37,12$  кг/добу.

Концентрація завислих речовин у декантаті 120 мг/дм<sup>3</sup>. Вологість осаду після ущільнення в резервуарі 93%. У результаті розв'язування балансових рівнянь отримали: витрата декантату  $13,2$  м<sup>3</sup>/добу, маса сухої речовини декантату  $13,2 \cdot 120/1000=1,58$  кг/добу.

За балансом маса сухої речовини осаду  $490,0$  кг/добу, витрата осаду  $7,0$  м<sup>3</sup>/добу. Перевіряємо вологість осаду:  $1-490/1000/7,0=0,93=93\%$ , тобто збігається з прийнятою.

#### 4. Резервуар-накопичувач стічних вод (поз.2).

За балансом визначаємо витрату стічних вод, яка надходить на фільтрування:  $593,7+13,2=606,9$  м<sup>3</sup>/добу, та масову витрату сухої речовини:  $653,2+1,58=654,78$  кг/добу, що відповідає концентрації завислих речовин  $654,78/606,9 \cdot 1000= 1079$  мг/дм<sup>3</sup>.

#### 5. Біосорбційний фільтр першого ступеня (поз.3).

Витрата стічних вод після фільтрування  $606,9-14,4=592,5$  м<sup>3</sup>/добу, масова витрата сухої речовини при її концентрації  $500$  мг/дм<sup>3</sup>:  $592,5 \cdot 500/1000=296,25$  кг/добу.

За балансом визначаємо приріст (знак плюс) біомаси для першого ступеня:  $-654,78 + 296,25 + 376,3 = +17,77$  кг/добу.

#### 6. Біосорбційний фільтр другого ступеня (поз.4).

Витрата стічних вод після другого ступеня фільтрування:  $592,5-5,8=586,7$  м<sup>3</sup>/добу, масова витрата сухої речовини при концентрації  $250$  мг/л:  $586,7 \cdot 250/1000=146,68$  кг/добу.

За балансом визначаємо приріст (знак плюс) біомаси для другого ступеня:  $-296,25+146,68+152,4= +2,83$  кг/добу.

Результати розрахунку балансової схеми очисних споруд наведено на рис. 3.

### **Розділ 7. Техніко-економічні показники проекту**

Техніко-економічні показники проекту включають:

- капітальні витрати (будівельна вартість) очисних споруд,
- експлуатаційні витрати, тис. грн/рік, включаючи заробітну плату основних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування, витрати на виробничу електроенергію, вартість хімічних реагентів, амортизаційні відрахування, затрати на поточний ремонт, інші витрати,
  - собівартість очищення 1 м<sup>3</sup> стічних вод,
  - чистий приведений дохід (дисконт),
  - капітальні витрати на 1 м<sup>3</sup> очищених стічних вод,
  - витрати електроенергії на 1 м<sup>3</sup> води, яка очищується.

Ефективності впровадження проектного рішення відповідає перевищення значення отриманого дисконту над інвестиціями в цей проект. Методика розрахунку наведена в [11]

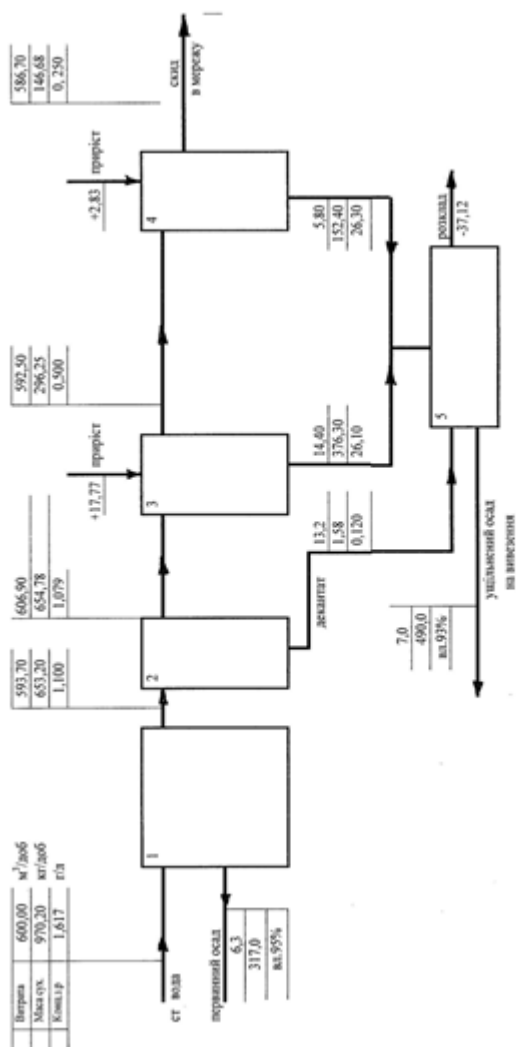


Рис. 7.5. Банкова схема очисних споруд стічних вод піддоочного комбінату продуктивністю 600 м³/добу;

1 – первинній відстійник; 2 – резервуар-накопичувач; 3, 4 – первинні та другий ступінь устилювач очищення стічних вод; 5 – резервуар промивальних вод.

Примітка: При розрахунку масових витрат оксидів внаслідок процесу розкладання її в об'єкті вказано процесу

## Рекомендована література

### Базова

1. Гіроль М. М., Гіроль А. М., Гіроль А. М. Технології водовідведення промислових підприємств : навч. пос. Рівне : НУВГП, 2013. 625 с.
2. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод : підручник. Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М. та інш Київ : вид-во «Лібра», 2000. 552с.
3. Ковальчук В. А. Очистка стічних вод : навчальний посібник. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2003. 622 с.  
URL.: <http://ep3.nuwm.edu.ua/15447/>
4. Мацнев А. І, Саблій Л. А. Водовідведення на промислових підприємствах : навч. пос. Рівне : УДАВГ, 1998. 219 с.
5. Орлов В. О., Литвиненко Л. Л., Орлова А. М. Водопостачання промислових підприємств : навчальний посібник. К. : Знання, 2014. 278 с.
6. Саблій Л. А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод : монографія. Рівне : НУВГП, 2013. 219 с.

### Допоміжна література:

7. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Київ, 2013. 134 с.
8. О. Kvarthenko, А. Lysytsya, N. Kovalchuk, I. Prysiazhniuk, O. Pletuk Combined treatment technology for storm runoff and circulating waters from vehicle transport enterprises. *Journal of Water and Land Development*. 2021, No. 50 (VI–IX): 180–186  
DOI: 10.24425/jwld.2021.138173
9. Ковальчук В. А. Споруди для очистки стічних вод молокопереробних підприємств. *Збірник наукових праць Вісник НУВГП, серія Технічні науки*, Випуск 4(96), 2021. С. 38–50. DOI: <https://doi.org/10.31713/vt420215>
10. Ковальчук В. А. Компактні споруди глибокої очистки стічних вод малих підприємств харчової промисловості. *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. Збірник наукових праць. Випуск 41, 2022. С. 346–353.
11. Кравченко Н. В. Економіка галузі : навч.-метод. посіб. Рівне : НУВГП, 2011. 170 с.  
URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/2115/>
12. S. Martynov, O. Kvarthenko, V. Kovalchuk, A. Orlova Modern trends at natural and wastewater treatment plants reconstruction **2020**, IOP

Conference Series: Materials Science and Engineering, с. 012083  
<https://doi.org/10.1088/1757-899x/907/1/012083>

13. Мацнев А. І. Водовідведення на промислових підприємствах. Львів : Вища школа, 1986. 200 с.

14. Мацнев А. І., Проценко С. Б., Саблій Л. А. Практикум з моніторингу та інженерних методів охорони довкілля. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2002. 460 с.

15. МВ 03-06-136М. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерні системи та споруди об'єктів водопостачання та водовідведення» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Водопостачання і водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання [Електронне видання] / Квартенко О. М., Рівне : НУВГП, 2023. 31 с.  
<https://ep3.nuwm.edu.ua/27601/>

16. МВ 03-06-77. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Системи водовідведення промислових підприємств» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Водопостачання та водовідведення» усіх форм навчання. Частина 1 / Вижевська Т. В., Ковальчук В. А. Рівне : НУВГП, 2018. 40 с. <https://ep3.nuwm.edu.ua/12900/>

17. МВ 03-06-78. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Системи водовідведення промислових підприємств» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Водопостачання та водовідведення» усіх форм навчання. Частина 2 / Вижевська Т. В., Ковальчук В. А. Рівне : НУВГП, 2018. 40 с. <https://ep3.nuwm.edu.ua/12900/>

18. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України: Наказ Держбуду України 19 лютого 2002 року №37.



Склад стічних вод легкої промисловості

<b>Легка промисловість: шкіряне, хутрове, первинної обробки льону, вовни, текстильне виробництво</b>
<b>Шкіряні заводи:</b> стічні води забруднені продуктами деструкції шкір (білки, жири, кров, шерсть), хімічними реагентами (сірчана кислота, вапно, сульфід натрію, поверхнево-активні речовини (ПАР), хромпik, таніди, наповнювачі, барвники, тощо). Високі значення ХПК (до 3,2 г/дм <sup>3</sup> ), БПК (до 1,5 г/дм <sup>3</sup> ), високі концентрації завислих речовин (до 3,5 г/дм <sup>3</sup> ), жирів, ПАР та інших забруднень. [1, 4, 6, 9, 10]
Стічні води <b>хутрових фабрик</b> мають високий вміст завислих речовин (до 2,5 г/дм <sup>3</sup> ), сполук хрому (трьох- та шестивалентного), ПАР, барвників, високим значенням ХПК (до 7,0 г/дм <sup>3</sup> ). [6]
<b>Стічні води від фабрик штучних технічних шкір</b> забруднені в основному волокнами (концентрація завислих речовин до 1,0 г/дм <sup>3</sup> ), а також барвниками. [1, 6]
<b>Стічні води від фабрик первинної обробки вовни</b> містять миючі засоби, волокно, жир, жиропіт, бруд, та характеризуються найбільшими концентраціями завислих речовин (до 34 г/дм <sup>3</sup> ), ХПК (до 26 г/дм <sup>3</sup> ), жирів (до 12 г/дм <sup>3</sup> ). [1, 6, 13].
<b>Стічні води текстильного</b> виробництва, забруднені ПАР, волокном барвниками. Концентрація завислих речовин становить (250-400 мг/дм <sup>3</sup> ), величина ХПК (700-800 мг/дм <sup>3</sup> ), Для стоків характерне велике співвідношення ХПК/БПК (2-2,5). [1, 6, 13 ]

Завислі речовини, г/дм <sup>3</sup>	2,0 – 12,0	0,8 – 5,5	0,5 – 4,5
Щільний осад	4,0 – 11,5	9,5 – 15,0	22,0 – 170,0
ХПК, г/дм <sup>3</sup>	2,5 – 3,2	-	1,8 – 6,1
БПК <sub>5</sub> , г/дм <sup>3</sup>	0,7 -1,5	0,1 – 2,0	0,5 – 4,5
Хром, г/дм <sup>3</sup>	0,05-0,2	відсутні	0,1 – 5,3
Сульфiди, г/дм <sup>3</sup>	0,05-0,3	0,15 – 2,0	відсутні
Жири, г/дм <sup>3</sup>	0,2 – 0,8	0,0 – 0,6	0,06 – 0,25
СПАВ, мг/л	0,0 - 75	відсутні	-
Феноли, мг/л	0,0 - 40	відсутні	-
pH	8,5 – 11,5	9,0 -12,0	3-6,5
Витрата стічних вод в м <sup>3</sup> на 1000 дм <sup>2</sup> готової продукції	2 – 9,5	0,45 – 0,57	0,12 – 0,15

Таблиця 2

## Характеристики стічних вод підприємств харчової промисловості

Галузь	Значення показників забруднення					
	pH	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Азот загальний, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор, мг/дм <sup>3</sup>
Плодоовочеві виробництва	4	20-1800	440-2690	350-2175	20-30	0,1 -1,4
Сахарні виробництва	6-9	1200-2600	4900	1400-3600	17	-
Молочні виробництва	6,5-9	350-600	1200-3000	500-2000	50-90	8-16
Кондитерські (усереднений стік) підприємства	4,5-9,9	1220-1790	6060	2190	-	-
Крохмальні переробні (картопля)заводи	7,2	600-4700	100-2520	300-1300	265	-
Спиртзаводи (барда)	4	32000-45000	20000-48000	15500-29900	15-20	2,2-4
Рибопереробка	7-8	1300-1350	1080-2009	590-1300	30-40	9-29
М'ясопереробна	6,5-8,5	300-600	1600-2000	800-1500	100-150	40-80
Хлібопекарська	6-8	100-150	550-680	400-450	40-60	5-10
Лікєро-горілчана	8-10	250-500	90-120	50-55	15-20	2-4
Порівняльна характеристика з вимогами						
Вимоги до скиду в каналізацію	6,5 - 9	Згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 500 мг/дм <sup>3</sup>	15 мг/дм <sup>3</sup>	Згідно із проектом міських очисних споруд або не більше 350 мг/дм <sup>3</sup>	15	3
Вимоги для скиду у водойму рибогосподарського призначення	6,5 – 8,5	Після скидання стічних вод не повинен збільшитися понад 0,75 мг/дм <sup>3</sup>	30 мг/дм <sup>3</sup>	6 мг/дм <sup>3</sup>	3	1

Стічні води молокозаводів та молокопереробних підприємств

Підприємства	Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	ХПК, мгО/дм <sup>3</sup>	БСК <sub>повн</sub> , мгО/дм <sup>3</sup>	Жири, мг/дм <sup>3</sup>	Азот загал., мг/дм <sup>3</sup>	Фосфор, мг/дм <sup>3</sup>	рН
Міські молоко заводи	350	1400	1200	До 100	60	8	6,5-8,5
Заводи сухого молока, маслозаводи	350	1200	100	До 100	50	7	6,8-7,4
Сир заводи	600	3000	2400	До 100	90	16	6,2-7
Фабрика морозива	145	720	2000	66	59	8	8

*Середній склад стічних вод фармацевтичного виробництва*

Показники	Виробництво		
	Синтетичні лікарські препарати	Вітаміни	Антибіотики
Колір	Жовтий	Коричневий	Коричневий
Прозорість, см	6,1	2,1	-
Завислі речовини, мг/л	185 - 325	125 - 305	<b>2550</b>
ХПК, мг/л	<b>8300</b>	<b>28500</b>	<b>10500</b>
БСК <sub>5</sub> , мг/л	<b>2500</b>	<b>5200</b>	<b>5500</b>
Cl <sup>-</sup> , мг/л	<b>1200</b>	<b>3500</b>	850
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	1450	<b>5200</b>	<b>1200</b>
P, мг/л	-	0,34	56
Азот амонійний, мг/л	-	36	43
Метанол, мг/л	255	-	-
Дихлоретан, мг/л	5,2	-	-
Бутилацетат, мг/л	-	-	153

Вимоги до складу та властивостей стічних вод підприємств для безпечного їх відведення каналізаційною мережею [18]

№ п/п	Показники якості стічних вод	Допустимі величини
1	Температура	не вище 40 <sup>0</sup> С
2	pH	6,5-9,0
3	БСК, г/м <sup>3</sup>	згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 350
4	Завислі речовини та речовини, що спливають г/м <sup>3</sup>	згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 500
5	Нерозчинні масла, смоли, мазут	не допускаються
6	Нафта, нафтопродукти, г/м <sup>3</sup>	не більше 20
7	Жири рослинні та тваринні, г/м <sup>3</sup>	не більше 50
8	Хлориди, г/м	не більше 350*
9	Сульфати, г/м <sup>3</sup>	не більше 400*
10	Сульфіди, г/м <sup>3</sup>	не більше 1,5
11	Кислоти, горючі суміші, токсичні та розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати в мережах та спорудах токсичні гази	не допускається
12	Концентровані маточні та кубові розчини	не допускається
13	Будівельне, промислове, господарсько-побутове сміття, ґрунт, абразивні речовини	не допускається
14	Радіоактивні речовини, епідеміологічне небезпечні вірусні та бактеріальні забруднення	не допускається

Допустимі величини показників якості стічних вод і води  
ВОДОЙМ

№ п/п	Найменування Речовин	ГДК забруднень у стічних водах, що надходять на споруди біологічної очищення, г/м <sup>3</sup>	Орієнтовна ефективність видалення забруднень на спорудах біологічної очищення (у частках одиниці)	ГДК шкідливих речовин у воді водних об'єктів			
				господарсько-питного водопостачання, г/м <sup>3</sup>	ЛОШ	рибогосподарського призначення, г/м <sup>3</sup>	ЛОШ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Азот амонійний	30	0,2-0,6	2,0	с-т	0,5	токс.
2	Алюміній	5	0,9	0,5	с-т	0,04	токс.
3	Залізо (загальне)	2,5	0,5	0,3	орг.	0,05	токс.
4	Жири рослинні і тваринні	50	0,7	Нормуються за БСК			
5	Кадмій	0,01	0,6	0,001	с-т	0,005	токс.
6	Барвники сірчисті	25	-	0,01	орг.		
7	Барвники синтетичні (кислотні)	25	-	0,02-0,2	орг..	0,25	с-т.
8	Марганець	30	-	0,1	орг.	0,01	токс.
9	Масляна кислота	500	0,1	0,7	заг.	-	-
10	Мідь	0,5	0,4	0,1	орг.	0,005	токс.
11	Натрій	200	-	200	с-т	-	-
12	Нафта і нафтопродукти	10	0,85	0,3	орг.	0,05	Риб-госп.

Додаток 2  
Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
13	Нікель	0,5	0,5	0,1	с-т.	0,01	токс.
14	Нітрати (за NO <sub>3</sub> )	45	-	45	с-т.	40	с-т.
15	Нітрити	3,3	-	3,3	с-т.	0,08	токс.
16	Свинець	0,1	0,5	0,03	с-т.	0,1	токс.
17	Сірководень	1,0	-	0	заг	-	-
18	Сірковуглець	1,0	-	1,0	орг.	1,0	токс.
19	(СПАР) аніонні	20	0,8	0,5	орг.	-	-
20	СПАР неіоногенні	25	0,8	0,5	орг.	-	-
21	Сульфати	500	-	500	орг.	100	с-т.
22	Сульфіди	1,0	-	0	заг	-	-
23	Фосфати	10	0,1-0,2	3,5	заг	-	-
24	Хром (III)	2,5	0,5	0,5	с-т.		
25	Хром (VI)	0,1	0,5	0,05	с-т.	0,001	с-т.
26	Ціаніди	1,5	0,7	0,1	с-т.	0,05	токс.
27	Цинк	1,0	0,3	1,0	заг	0,01	токс.

Додаток 3

Допустимий вміст важких металів в осадах стічних вод [13] та  
ефективність їх видалення на міських очисних спорудах (МКОС)

№ п/п	Важкий метал	Максимально допустимий вміст важких металів в осадах МКОС, г/т сухої речовини	Орієнтовна ефективність $K_p$ видалення важких металів на МКОС,
1	Стронцій	300	0,14
2	Свинець	750	0,5
3	Ртуть	15	0,6
4	Кадмій	30	0,6
5	Нікель	200	0,5
6	Хром <sup>+3</sup>	750	0,5
7	Марганець	2000	-
8	Цинк	2500	0,3
9	Мідь	1500	0,4
10	Кобальт	100	0,5
11	Залізо	25000	0,5

Додаток 4

Таблиця 4.1

Порівняння видалення забруднень різними методами

Показник	Електро-коагуляція	Електроліз	Електро-фільтрація	Зворотній Осмос	Коагуляція	Адсорбція активним вуглем	Біологічна Очищення
	Ступінь видалення забруднень, %						
ХПК	40-80	74-90	80-100	80-98	50-70	60-95	30-70
БПК	55-70	-	-	80-98	50-70	60-70	70-95
Кольоровість	85-95	95-98	90-100	95-100	80-90	80-98,8	10-20
Лужність	-	-	80-95	80-95	0-20	5	10-20
Солевміст	-	-	80	70-98	5	10-30	5-10
ПАР	60-90	80	90-95	до 95	60-75	-	95-98
Неорганічні солі	-	50	90-95	до 90	не вид.	до 5	до 5

Таблиця 4.2

Ефективність різних способів очищення стічних вод [3]

Спори	Зменшення, %		
	БПК <sub>повн</sub> збовтаних проб	концентрації завислих речовин	вмісту бактерій
Решітки	5-10	5-20	10-20
Відстійники	25-40	40-70	27-75
Аерофільтри	65-90	65-92	70-90
Краплинні біофільтри	80-95	70-92	90-95
Аеротенки на неповне очищення	50-75	80	70-90
Аеротенки на повне очищення	85-95	85-95	90-98
Поля фільтрації	90-95	85-95	95-98



Таблиця 4.3  
Ефективність очищення виробничих стічних вод [3]

Тип споруд, вид забруднень	Ефективність очищення, %
Електролізери: очищення від: ціанідів	99-100
- солей важких металів	90-95
- нафтопродуктів	99
Електрокоагулятор: очищення від хрому (VI)	100
Барабан (стружкове завантаження) типу КБ-6:	
- очищення від важких металів	90-99
- нафтопродуктів	95-99
- флотореагентів	90-98
- хроматів	100
Нафтовловлювачі: очищення від нафтопродуктів	50-70
Флотажія нафтовміщуючих стічних вод	90-95
Біофільтр: очищення за БПК <sub>п</sub>	82-92
Доочищення на поліуретанових фільтрах від:	
- нафтопродуктів	93-97
- завислих речовин	90-95
Пінна флотажія: очищення від ПАР	75-80
- завислих речовини	45-55
- БПК	50-60
- ХПК	55-65
Очищення на зернистих фільтрах після біологічного очищення:	
БПК	50-60
завислі речовини	70-80