

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**

до практичних робіт з дисципліни

„Сучасні методи захисту навколишнього середовища”

Одеса - 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**

до практичних робіт з дисципліни

„Сучасні методи захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖЕНО
методичною радою
природоохоронного факультету
протокол № _____ від _____ 2010 р.

Шаніна Т.П. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни Сучасні методи захисту навколишнього середовища. – Одеса: ОДЕКУ, 2010 – 38с.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	5
Практична робота № 1. Розрахунок циклонів	6
Практична робота №2. Вибір варіанта очищення і утилізації викидів конверторного цеху.	10
Практична робота №3. Розрахунок нейтралізації і знешкодження травильних стічних вод	18
Практична робота №4. Оцінка варіантів поводження з виробничими стічними водами.	22
Практична робота №5. Вибір осаджувача для перекладу іонотоксиканта в осад.	24
Практична робота №6. Визначення характеристик ХСК речовини, ХСК та біохімічний показник стічної води	27
Практична робота №7. Визначення ХСК стічних вод виробництва капролактаму	29
Практична робота №8. Характеристика аеробного очищення стічних вод	30
Практична робота №9. Визначення характеристик аеробного очищення стічних вод	32
Практична робота №10. Характеристика анаеробного очищення стічних вод	34
Практична робота №11. Визначення характеристик анаеробного очищення стічних вод	36

Вступ

“Сучасні методи захисту довкілля” - навчальна дисципліна, яка входить до циклу вибіркових і викладається при підготовці на магістерському рівні за спеціальністю 8.070801 “Екологія та охорона навколишнього середовища”.

Мета вивчення цієї дисципліни - формування у студента достатнього обсягу знань в області інструментального захисту довкілля, за допомогою яких можливе розв’язання проблем зниження техногенного навантаження підприємств, що забруднюють навколишнє середовище викидами та скидами.

Після вивчення цієї дисципліни студент повинен знати:

- добь основних фізичних і хімічних процесів і законів, що описують поведінку матеріальних і енергетичних забруднень антропогенного характеру;
- основні властивості забруднювальних речовин,
- принципи знешкодження забруднювальних речовин у викидах підприємств,
- принципи знешкодження забруднювальних речовин у скидах підприємств,
- класифікації інструментальних методів захисту довкілля,
- еколого-економічні характеристики інструментальних методів захисту довкілля;

повинен уміти

використати отримані знання при розробці комплексу заходів щодо зниження техногенного навантаження підприємств, викиди та скиди яких містять сполуки, що забруднюють навколишнє середовище.

Вивчення цієї дисципліни засноване на знаннях, отриманих студентами при вивченні фундаментальних і спеціальних дисциплін: “Хімія”, “Основи екології”, “Техноекологія”, “Моніторинг навколишнього середовища”, “Урбоекологія”, “Економіка природокористування”, “Екологічний аудит”.

Мета методичних вказівок – набуття студентами навичок при розробці комплексу заходів щодо зниження техногенного навантаження підприємств, викиди та скиди яких містять сполуки, що забруднюють навколишнє середовище.

Максимальна кількість балів за одну роботу – 5. Оцінювання виконаної роботи відбувається за результатами співбесіди за наступними критеріями:

Відсоток від максимальної кількості балів	Оцінка
< 60% від максимальної кількості балів	незадовільно
60-74,9 % від максимальної кількості балів	задовільно
75-89,9% від максимальної кількості балів	добре
≥ 90% від максимальної кількості балів	відмінно

Практична робота № 1 Розрахунок циклонів

Для виконання роботи необхідні такі початкові дані:

Q_0 – витрата викиду, що очищається, за нормальних умов, м³/год;

ρ_0 – щільність викиду за нормальних умов, кг/м³;

T – температура викиду, °С;

$C_{вх}$ – запыленість газу, г/м³;

P – барометричний тиск, кПа;

$P_{ц}$ – тиск в циклоні, кПа.

Розрахунок циклонів проводиться методом послідовних наближень в наступному порядку:

1. Знаходять щільність викиду (η , кг/м³) за робочих умов:

$$\rho = \rho_0 \cdot \frac{273 \cdot (P - P_{ц})}{(273 + T) \cdot P}$$

2. Визначають витрату викиду (Q , м³/с) за робочих умов:

$$Q = \frac{Q_0 \cdot \rho_0}{\rho \cdot 3600}$$

3. Для типу циклону, вибраного самостійно, визначають оптимальну швидкість викиду в апараті ($V_{опт}$, м/с) по таблиці 1.

Таблиця 1. – Оптимальні швидкості викиду, що очищається, в циклоні

Тип циклону	ЦН-24	ЦН-15У	ЦН-15	ЦН-11	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34М
$V_{опт}$, м/с	4,5	3,5	3,5	3,5	2,0	1,7	2,0
$\xi 500$	80	170	163	250	600	1150	2800

4. Визначають необхідну площу перетину циклонів, м².

$$F = \frac{Q}{V_{opt}}$$

5. Визначають діаметр циклонів (D , мм), при довільно вибраній кількості циклонів (N)

$$D = \sqrt{\frac{F}{0,785 \cdot N}}, \text{ (м)}$$

Діаметр циклону округляють до величини, рекомендованої в таблиці 2.

Таблиця 2. – Рекомендовані діаметри циклонів

D, мм	Кількість циклонів, шт							
	1	2	4	6	8	10	12	14
200	+	+	+	+	+	–	–	–
300	+	–	–	–	–	–	–	–
400	+	+	+	+	+	–	–	–
500	+	–	–	–	–	–	–	–
600	+	+	+	+	+	+	+	+
700	+	–	–	–	–	–	–	–
800	+	+	+	+	+	+	+	+
900	+	+	+	+	+	–	–	–
1000	+	+	+	+	+	+	+	+
1200	+	+	+	–	–	–	–	–
1400	+	+	+	–	–	–	–	–
1600	+	+	+	–	–	–	–	–
1800	+	+	+	–	–	–	–	–

6. Визначають дійсну швидкість газу (V , м/с) в апараті, приймаючи найближчий стандартний діаметр циклону

$$V = \frac{Q}{0,785 \cdot N \cdot D^2}$$

Дійсна швидкість газу в циклоні не повинна відрізнятись від оптимальної більш, ніж на 15%. Якщо різниця більше, то розрахунки повторюють, вибравши циклон іншого типу.

7. Визначають коефіцієнт гідравлічного опору

$$\xi = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{500} + K_3,$$

де ξ_{500} - коефіцієнт гідравлічного опору одиночного циклону діаметром 500 мм (таблиця 1);

K_1 – поправковий коефіцієнт, залежний від діаметра циклону (таблиця 3):

K_2 – поправочний коефіцієнт, залежний від запиленості викиду (таблиця 4);

K_3 – коефіцієнт, що враховує втрати тиску, пов'язані з компоновкою циклонів у групу:

$K_3 = 60$ для групи циклонів,

$K_3 = 0$ для одиночного циклону.

Таблиця 3. – Поправковий коефіцієнт K_1

Тип циклону	Діаметр циклону, мм				
	150	200	300	450	500 і >
ЦН-11	0,94	0,95	0,96	0,99	1,0
ЦН-15, ЦН-15У, ЦН-24	0,85	0,90	0,93	1,0	1,0
СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34, СК-ЦН-34М	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблиця 4. - Поправковий коефіцієнт K_2

Тип циклону	Запиленість викиду, г/м ³						
	0	10	20	40	80	120	150
ЦН-11	1	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	0,85
ЦН-15	1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86
ЦН-15У	1	0,93	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
ЦН-24	1	0,95	0,93	0,92	0,90	0,87	0,86
СДК-ЦН-33	1	0,81	0,785	0,78	0,77	0,76	0,745
СК-ЦН-34	1	0,98	0,947	0,93	0,915	0,91	0,90
СК-ЦН-34М	1	0,99	0,97	0,95			

8. Визначають гідравлічний опір циклону (ΔP , Па)

$$\Delta P = \frac{\xi \cdot V_{\text{опт}}^2 \cdot \rho}{2}$$

Завдання для виконання практичної роботи:

1. За даними таблиці 1 вибрати тип та діаметр циклону, задати кількість циклонів (N).
2. За наведеним алгоритмом провести розрахунок циклонів, визначити коефіцієнт гідравлічного опору.

Вихідні дані для виконання роботи:

№ варіанта	Q_0 , м ³ /ч	ρ_0 , кг/м ³	T, °C	$C_{вх}$, г/м ³	$P_{ц}$, кПа
1	15000	1,05	200	10	40
2	14000	1,1	190	20	35
3	13000	1,15	180	40	30
4	12000	1,2	170	80	25
5	11000	1,25	160	120	20
6	10000	1,3	150	150	40
7	9500	1,05	140	10	35
8	9000	1,1	130	20	30
9	8500	1,15	120	40	25
10	8000	1,2	110	80	20
11	7500	1,25	100	120	40
12	7000	1,3	90	150	35
13	6500	1,05	80	10	30
14	6000	1,1	70	20	25
15	5500	1,15	60	40	20
16	5000	1,2	160	80	40
17	4500	1,25	150	120	35
18	4000	1,3	140	150	30
19	3500	1,15	130	10	25
20	3000	1,25	120	105	20

Практична робота №2

Вибір варіанту очищення і утилізації викидів конверторного цеху.

Пилогазоповітряна суміш, що відходить від технологічного устаткування конверторного цеху, викидається в атмосферу (базовий варіант). При цьому навколишнє середовище зазнає збитку, величину якого слід визначити. Для зменшення цього збитку необхідно удосконалити відведення викидів конверторного цеху.

Для того, щоб ухвалити обґрунтоване рішення щодо модернізації очисних споруд, необхідно провести аналіз чотирьох запропонованих до впровадження варіантів очищення:

1. Очищення пилогазоповітряної суміші від крупнодисперсних гетерогенних забруднень за допомогою пилоосаджувальної камери з подальшим розміщенням викиду в атмосфері.

2. Очищення пилогазоповітряної суміші від гетерогенних забруднень за допомогою низьконапірного скрубера Вентурі, допалення газової фази (СО) з подальшим викидом продуктів згорання в атмосферу.

3. Очищення пилогазоповітряної суміші від гетерогенних забруднень за допомогою електрофільтра. Одержана після очищення газоповітряна суміш може бути використана як паливо. Для збору газу і подальшого його продажу споживачу в технологічний ланцюжок вбудовується газгольдер. (Залишкова кількість пилу сприяє прискореній корозії газгольдера і викликає підвищення витрат на його обслуговування.)

4. Очищення пилогазоповітряної суміші від гетерогенних забруднень за допомогою висконапірного скрубера Вентурі. Очищений газ можна використовувати як паливо. Для збору газу і подальшого його продажу споживачу в технологічний ланцюжок вбудовується газгольдер. (Залишкова кількість пилу мала і не викликає підвищення витрат на його обслуговування.)

Утилізація уловленого пилу може здійснюватися двома способами:

1 – повернення у виробництво конверторної сталі із заміною частини початкової сировини, (1т пилу замінює 2т концентрату, вартість якого - 500 грн/т),

2 – використання в якості сировини у виробництві спецсталей (відпускна ціна пилу 2000 грн/т).

Для ухвалення рішення щодо способу поводження з виробничим викидом на першому (підготовчому) етапі необхідно розрахувати наступні показники:

1. Коефіцієнт корисної дії очисних установок (ступінь, ефективність очищення):

$$\eta_i = \frac{C_{\partial i} - C_{ni}}{C_{\partial i}} \cdot 100\%,$$

де $C_{\partial i}$, C_{ni} – концентрація і-тої забруднювальної речовини до і після очищення, г/м³.

2. Економічність очищення – співвідношення результату очищення (уловленої шкідливості) до експлуатаційних витрат:

$$E = \frac{P}{B},$$

де P – результат функціонування очисних споруд, приведена маса забруднювальних речовин, витягнутих з викиду, умов.т.,

$$P = M(\text{ЗР}) \cdot A_i(\text{ЗР})$$

$A_i(\text{ЗР})$ – показник відносної небезпеки речовини

$$A_i(\text{ЗР}) = \frac{B}{\text{ГДКс.д.}}$$

B – експлуатаційні витрати – поточні витрати на обслуговування процесу очищення, зарплата, вартість реактивів, вартість води, електроенергії, поточних ремонтів і т.д., грн.

3. Ефективність очищення:

$$e = \frac{\sum (\Delta Z - B + \Pi) \cdot \alpha_t}{K},$$

де Π – прибуток, одержуваний від продажу газу споживачам, реалізації уловленого пилу і т.д., грн,

K – капітальні витрати на будівництво очисних споруд, грн.

ΔZ – запобіжений збиток навколишньому середовищу в результаті роботи очисного устаткування, грн.

α_t – коефіцієнт дисконтування (приведення різночасних витрат).

$$\alpha_t = (1 + T)^{-t}$$

T – процентна ставка банківського кредиту.

Розрахунок запобіженого збитку (ΔZ , грн)

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2, \text{ де}$$

Z_1 – збиток, що наноситься навколишньому середовищу при функціонуванні базового варіанту очисних споруд,

Z_2 – збиток, що наноситься навколишньому середовищу при реалізації аналізованого варіанту очисних споруд.

Розрахунок збитку, що наноситься навколишньому середовищу (Z , грн)

$$Z = Z_{\text{пит } i} \cdot M_i \cdot k_1 \cdot k_2,$$

де $Z_{\text{пит } i}$ – питомий збиток, грн/т, визначається по таблиці 1;

M_i – маса забруднюючої речовини, що виділяється в навколишнє середовище, т,

$$M_i = C_{\text{п } i} \cdot V,$$

де V – об'єм газів, що відходять після очищення, м³;

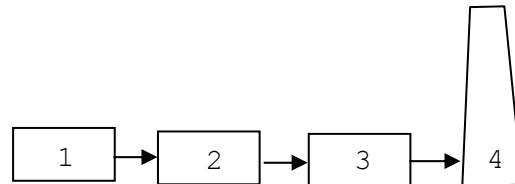
k_1 і k_2 – коефіцієнти, що характеризують умови розсіювання викиду в атмосфері і територію, над якою розсвіається викид, приймаються рівними 1.

Таблиця 1 - Питомі економічні збитки від викидів 1 т забруднюючих речовин в атмосферу

Інгредієнт	Збиток, грн/т
Завислі речовини (пил)	120
Оксиди азоту	250
Оксид вуглецю (II)	70
Оксид вуглецю (IV)	30

1 варіант

Принципова технологічна схема



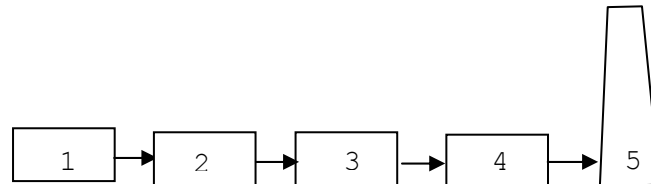
- 1 – конвертор,
- 2 – пилоосаджувальна камера,
- 3 – димосос,
- 4 – труба для викиду в атмосферу.

Початкові дані для аналізу варіанта очищення викиду

Показник	Варіант	
	базовий	1
C(пил), г/м ³	200	1
C(NO _x), г/м ³	7,2	7,2
C(CO), г/м ³	840	840
Річний об'єм газів, що відходять, млн. м ³	1534	1534
Річний об'єм виробництва сталі, тис.т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн/т сталі	0,78	0,85
Капітальні вкладення, тис.грн	36,00	42,00

2 варіант

Принципова технологічна схема



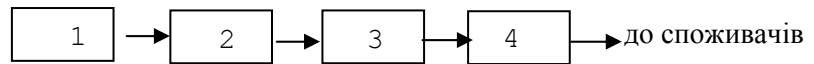
- 1 – конвертор,
 2 – пилоосаджувальна камера,
 3 – низьконапірний скруббер Вентурі,
 4 – пристрій для допалення СО,
 5 – труба для викиду в атмосферу.

Початкові дані для аналізу варіанта очищення викиду

Показник	Варіант	
	базовий	2
С(пил), г/м ³	200	0,1
С(NO _x), г/м ³	7,2	7,2
С(CO), г/м ³	840	С(CO ₂) 1320
Річний об'єм газів, що відходять, млн. м ³	1534	1534
Річний об'єм виробництва сталі, тис.т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн/т сталі	0,78	0,94
Капітальні вкладення, тис.грн	36,00	48,00

3 варіант

Принципова технологічна схема



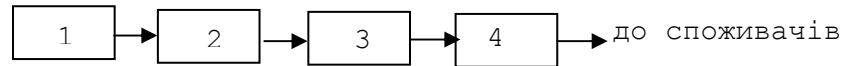
- 1 – конвертор,
 2 – пилоосаджувальна камера,
 3 – електрофільтр,
 4 – газгольдер

Початкові дані для аналізу варіанта очищення викиду

Показник	Варіант	
	базовий	1
C(пил), г/м ³	200	-
C(NO _x), г/м ³	7,2	-
C(CO), г/м ³	840	-
Річний об'єм газів, що відходять, млн. м ³	1534	1534
Річний об'єм виробництва сталі, тис.т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн/т сталі	0,78	0,85
Капітальні вкладення, тис.грн	36,00	42,00
Ціна газу, грн/1000 м ³	-	60,0

4 варіант

Принципова технологічна схема



- 1 – конвертор,
 2 – пилоосаджувальна камера,
 3 – високонапірний скруббер Вентурі,
 4 – газгольдер.

Початкові дані для аналізу варіанта очищення викиду

Показник	Варіант	
	базовий	1
C(пил), г/м ³	200	-
C(NO _x), г/м ³	7,2	-
C(CO), г/м ³	840	-
Річний об'єм газів, що відходять, млн. м ³	1534	1534
Річний об'єм виробництва сталі, тис.т	8175	8175
Експлуатаційні витрати, грн/т сталі	0,78	1,04
Капітальні вкладення, тис.грн	36,00	52,00
Ціна газу, грн/1000 м ³	-	70,0

Завдання для виконання практичної роботи:

1. За даними, наведеними у варіантах, розрахувати коефіцієнт корисної дії очисних установок, економічність очищення, ефективність очищення для кожного варіанта поводження з викидами.
2. Для полегшення аналізу одержаних даних результати розрахунків представити у вигляді таблиці

Варіант	$\eta, \%$		Е, умов.т/гр н	е, грн		
	пил	СО		без утиліза- ції пилу	з утилізацією пилу по 1 варіанту	з утилізацією пилу по 2 варіанту
Базовий						
1						
2						
3						
4						

3. Зробити аналіз одержаних результатів, зробити обґрунтований висновок щодо рекомендацій по вибору способу поводження з промисловим викидом.

Практична робота №3.

Розрахунок нейтралізації і знешкодження травильних стічних вод

Промислові стічні води від технологічних процесів багатьох галузей промисловості містять кислоти і солі важких металів. Для попередження корозії металевого устаткування каналізаційних очисних споруд і порушення біохімічних процесів в очисних спорудах і водоймищах, а також для виділення із стічних вод солей важких металів кислоти і лужні стоки нейтралізують.

Реакція нейтралізації – це хімічна реакція між речовиною, що має властивості кислоти і речовиною, що має властивості гідроксиду. Ця реакція приводить до втрати характерних властивостей обох сполук. Значення реакції нейтралізації виражається коротким іонним рівнянням реакції, що проходить у розчині:

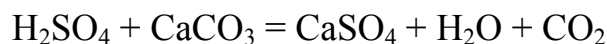
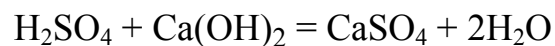


В результаті концентрація кожного з іонів прагне до нуля, а активна реакція середовища – до рН 7.

У практиці хімічного очищення застосовуються такі способи нейтралізації:

- 1 – взаємна нейтралізація кислих і лужних стоків;
- 2 – нейтралізація реагентами (гашене і негашене вапно, розчин їдкого натру і ін.);
- 3 – фільтрування через нейтралізуючі матеріали (вапняк, доломіт, магnezит, крейда і ін.).

При нейтралізації стічних вод найчастіше доводиться мати справу із стічними водами, що містять сірчану кислоту. В цьому випадку реакція нейтралізації, залежно від вживаного реагенту, протікає за рівнянням:



В результаті реакції утворюється CaSO_4 (гіпс), що кристалізується з розбавлених розчинів у вигляді $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Розчинність гіпсу в інтервалі температур від 0 до 40°C змінюється від 1,76 до 2,11 г/л.. При вищій концентрації сульфат кальцію випадає в осад.

Дозу реагенту для обробки стічних вод визначають за умови повної нейтралізації кислот, що містяться в них (табл.1), і приймають на 10% більше розрахункової:

Табл. 1. Витрата реагентів на нейтралізацію 100% кислот і гідроксидів

№ п/п	Гідроксид	Кислота			
		сірчана	соляна	азотна	оцтова
1	Негашене вапно	0,56 / 1,79	0,77 / 1,30	0,46 / 2,20	0,47 / 2,15
2	Гашене вапно	0,76 / 1,32	1,01 / 0,99	0,59 / 1,70	0,62 / 1,62
3	Кальцинована сода	1,08 / 0,93	1,45 / 0,69	0,84 / 1,19	0,88 / 1,14
4	Каустична сода	0,82 / 1,22	1,10 / 0,91	0,64 / 1,57	0,67 / 1,50
5	Аміак	0,35 / 2,88	0,47 / 2,12	0,27 / 3,71	-

Примітка: у чисельнику – кількість гідроксиду (у кг) на 1 кг кислоти;
у знаменнику – кількість кислоти (у кг) на 1 кг гідроксиду.

Оскільки в кислих стічних водах практично завжди придобні іони металів, дозу реагенту слід визначати з урахуванням осадження солей важких металів. Кількість реагентів G_k (кг), необхідних для нейтралізації, визначається за формулою:

$$G_k = \frac{K_z \cdot Q \cdot a \cdot C_k}{B},$$

де K_z – коефіцієнт запасу витрати реагенту в порівнянні з теоретично необхідним:

для вапняного молока рівний 1,1;

для вапняного тіста або сухого вапна – 1,59;

для вапняку – 1,70;

для інших реактивів – 1;

Q – кількість стічних вод, що підлягають нейтралізації, м³;

a – теоретична кількість реагенту, необхідного для нейтралізації, кг/кг (табл.1);

C_k – концентрація кислоти в стічних водах, кг/м³;

B – кількість активної частини в товарному реагенті, частки одиниці.

Звичайно розраховується добове споживання реагенту. При нейтралізації кислих стоків, що містять солі важких металів, кількість реагенту G_m (кг), необхідного, для знешкодження визначається за формулою:

$$G_m = \frac{K_z \cdot Q \cdot (v_1 \cdot C_1 + v_2 \cdot C_2 + \dots + v_n \cdot C_n)}{B},$$

де v_1, v_2, \dots, v_n – теоретичні кількості реагенту, необхідних для осадження металів, кг/кг (табл.2);

C_1, C_2, \dots, C_n – концентрація металів в стічній воді, кг/м³.

Табл.2. Витрата реагентів для осадження металів

Метал	Витрата реагентів, кг/кг			
	CaO	Ca(OH) ₂	Na ₂ CO ₃	NaOH
Цинк	0,85	1,13	1,60	1,22
Нікель	0,95	1,26	1,80	1,36
Мідь	0,88	1,16	1,66	1,26
Залізо	1,00	1,32	1,90	1,43
Свинець	0,27	0,35	0,51	0,38

Сумарна витрата реагенту, необхідного для знешкодження кислотного стоку, що містить іони важких металів, становить:

$$G = G_k + G_m$$

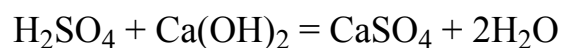
Приклад розрахунку

Необхідно розрахувати добову витрату вапняного молока, необхідного для нейтралізації відпрацьованих травильних розчинів, регенерація яких економічно недоцільна, якщо їх витрата складає 315 м³/на добу, вміст сірчаної кислоти – 12 кг/м³, іонів заліза – 10 кг/м³, іонів міді – 5 кг/м³.

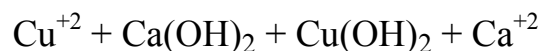
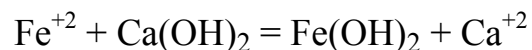
Вміст активної частини вапняного молока – 0,5.

При нейтралізації відпрацьованих травильних розчинів вапняним молоком протікають такі реакції:

з сірчаною кислотою



з сульфатами заліза і міді



На підставі приведених реакцій і вихідних даних визначаємо теоретично необхідну кількість вапняного молока, необхідного для нейтралізації кислоти (а) і знешкодження іонів важких металів (в_{Fe} і в_{Cu}):

$$a = 0,76 \text{ кг/кг};$$

$$v_{\text{Fe}} = 1,32 \text{ кг/кг};$$

$$v_{\text{Cu}} = 1,16 \text{ кг/кг.}$$

Добове споживання реагенту для нейтралізації кислоти ($G_{\text{к}}$):

$$G_{\text{к}} = (1,1 \cdot 315 \cdot 0,76 \cdot 12) / 0,5 = 6320,16 \text{ кг}$$

Добове споживання реагенту для знешкодження іонів важких металів ($G_{\text{м}}$):

$$G_{\text{м}} = G_{\text{Fe}} + G_{\text{Cu}} = 1,1 \cdot 315 \cdot (1,32 \cdot 10 + 1,16 \cdot 5) = 6583,50 \text{ кг}$$

Сумарне добове споживання реагенту (G):

$$G = 6320,16 + 6583,50 = 12903,66 \text{ кг.}$$

Завдання для виконання практичної роботи:

1. Розрахувати кількість реагенту, необхідного для нейтралізації кислоти, що міститься в добовій витраті відпрацьованих травильних розчинів.
2. Розрахувати кількість реагенту, необхідного для знешкодження важких металів в добовій витраті відпрацьованих травильних розчинів.
3. Визначити добову витрату реагенту.

Вихідні дані для виконання практичної роботи:

№ варіанту	Компоненти СВ	Реагент	Q, м ³	C _к , кг/м ³	C _{Fe} , кг/м ³	C _{Me} , кг/м ³	B
1	H ₂ SO ₄ , Fe, Ni	CaO	400	3,0	20	3,0	0,5
2	HNO ₃ , Fe, Cu	Ca(OH) ₂	450	19,0	22	3,5	0,6
3	HCl, Fe, Zn	Na ₂ CO ₃	500	30,0	24	4,0	0,95
4	H ₂ SO ₄ , Fe, Pb	NaOH	550	5,0	26	4,5	0,99
5	HNO ₃ , Fe, Ni	CaO	600	17,0	28	5,0	0,5
6	HCl, Fe, Cu	Ca(OH) ₂	650	28,0	30	5,5	0,6
7	H ₂ SO ₄ , Fe, Zn	Na ₂ CO ₃	700	7,0	32	6,0	0,95
8	HNO ₃ , Fe, Pb	NaOH	750	15,0	34	6,5	0,99
9	HCl, Fe, Ni	CaO	800	26,0	36	7,0	0,5
10	H ₂ SO ₄ , Fe, Cu	Ca(OH) ₂	850	9,0	38	7,5	0,6
11	HNO ₃ , Fe, Zn	Na ₂ CO ₃	900	13,0	40	8,0	0,95
12	HCl, Fe, Pb	NaOH	950	24,0	42	8,5	0,99

Практична робота №4.

Оцінка варіантів поводження з виробничими стічними водами.

Необхідно ухвалити рішення про функціонування підприємства, що скидає виробничі стічні води в поверхневе водоймище без очищення.

Потужність скидання 2,5 тис.м³/рік, якісний і кількісний склад стічних вод наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Якісний і кількісний склад виробничих стічних вод існуючого підприємства

№ п/п	ЗР	Витрата, т/рік	Аі, умовн.т/т
1	Завислі речовини	41,0	1,33
2	Ксантогенат бутиловий	0,8	1000,0
3	Нітрат амонію	13,3	2,0
4	Ціаніди	30,3	20,0
5	Фториди	20,0	20,0
6	Нітрати	7500,0	0,11
7	Сульфати	6500,0	0,01
8	Хлориди	400,0	0,03

До розгляду пропонується 2 варіанти будівництва очисних споруд (для існуючого виробництва) і варіант повного перепрофілювання підприємства.

Дані, що характеризують результат очищення стічних вод існуючого підприємства наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Плановані результати очищення стічних вод існуючого підприємства

№ п/п	ЗР	Скидання після очищення, т/рік	
		1-й варіант очисних споруд	2-й варіант очисних споруд
1	Завислі речовини	8,0	9,1
2	Ксантогенат бутиловий	0	0
3	Нітрат амонію	2,7	1,5
4	Ціаніди	-	0
5	Фториди	4,0	2,0
6	Нітрати	900,0	750,0
7	Сульфати	800,0	850,0
8	Хлориди	200,0	150,0

При перепрофілюванні планується утворення потоку стічних вод з потужністю 3,7 тис.м³/рік, якісний і кількісний склад яких наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Якісний і кількісний склад виробничих стічних вод планованого підприємства

№ п/п	ЗР	Скидання без очищення, т/рік	С(ЗР) після очищення, міліграм/л	Аі, умовн.т/т
1	Завислі речовини	3,8	0,53	1,33
2	Карбамід	60,8	16,0	0,01
3	Нітрат амонію	12,5	3,7	2,0
4	Метанол	2,5	0,5	10,0
5	Нітрит	2,4	0,5	12,5
6	Нітрати	70,3	16,0	0,11
7	Нафтопродукти	3,1	1,65	20

Економічні характеристики даних варіантів наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 - Економічні характеристики

Економічні характеристики	Будівництво очисних споруд (1-й варіант)	Будівництво очисних споруд (2-й варіант)	Будівництво очисних споруд на перепрофілюваному підприємстві
Капітальні вкладення, тис. грн	20000	23000	31000
Поточні витрати при очищенні СВ, грн/тис.м ³	1040	1135	1200

Питомий екологічний збиток 2217,5 грн/умовн.т

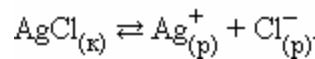
Завдання для виконання практичної роботи:

1. Визначити ефективність очищення по кожній ЗР у даних варіантах.
2. Визначити економічність аналізованих варіантів.
3. Визначити ефективність аналізованих варіантів, якщо робота очисних споруд планується на 10 років (процентна ставка банківського кредиту становить 0,20).
4. Зробити висновок.

Практична робота №5.

Вибір осаджувача для переведення іона-токсиканта в осад.

При знешкодженні промислових стічних вод, в яких токсичні компоненти знаходяться в розчиненому (іонному) вигляді, використовують метод зв'язування іона-токсиканта в малорозчинну сполуку. При цьому утворюється знешкоджена рідка фаза і осад, до складу якого входить токсичний іон. Утворюється рівноважна система малорозчинний електроліт – його насичений розчин. При постійній температурі в насичених водних розчинах малорозчинних електролітів встановлюється рівновага між твердою речовиною і іонами, що створюють цю речовину. Наприклад, при знешкодженні стоків, що містять іон срібла, з використанням аніона хлору, маємо справу з динамічною гетерогенною рівновагою



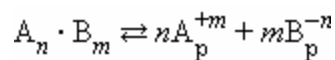
Константу рівноваги для гетерогенної системи можна записати так:

$$K = \frac{[\text{Ag}^{+}] \cdot [\text{Cl}^{-}]}{[\text{AgCl}_k]}$$

Концентрацію твердої фази AgCl_k можна вважати за постійну, тоді

$$K \cdot [\text{AgCl}_k] = [\text{Ag}^{+}] \cdot [\text{Cl}^{-}] = \text{ДР}_{\text{AgCl}} = \text{const}$$

У загальному вигляді для процесу



вираз добутку розчинності можна записати так:

$$\text{ДР} = [A^{+m}]^n \cdot [B^{-n}]^m$$

Добуток розчинності (ДР) малорозчинного сильного електроліту дорівнює добутку молярних концентрацій його іонів в ступенях, відповідних стехіометричним коефіцієнтам в насиченому розчині.

У насиченому розчині малорозчинного сильного електроліту добуток концентрації його іонів в ступенях стехіометричних коефіцієнтів при даній температурі є величина постійна, її значення наведені у довідковій літературі (Табл.1).

Таблиця 1. Значення добутку розчинності для деяких сполук, що містять іони-токсиканти.

Сполука	ДР
Ag ₂ CO ₃	6,15·10 ⁻¹²
Ag ₃ PO ₄	1,8·10 ⁻¹⁸
Ag ₂ SO ₄	7,7·10 ⁻⁵
AgOH	2·10 ⁻⁸
Ag ₂ S	7,2·10 ⁻⁵⁰
AgCl	1,6·10 ⁻¹⁰
AgBr	6·10 ⁻¹³
AgI	1·10 ⁻¹⁶
AlPO ₄	1,7·10 ⁻¹⁹
Al(OH) ₃	1,9·10 ⁻³³
Ba ₃ (PO ₄) ₂	6·10 ⁻³⁹
BaSO ₄	1,8·10 ⁻¹⁰
BaCO ₃	8·10 ⁻⁹
BaCrO ₄	2,3·10 ⁻¹⁰
BaF ₂	1,6·10 ⁻⁶
Bi(OH) ₃	4,3·10 ⁻³¹
Bi ₂ S ₃	1,6·10 ⁻⁷²
CaCO ₃	4,8·10 ⁻⁹
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1·10 ⁻²⁵
CaSO ₄	6,1·10 ⁻⁵
CaF ₂	4·10 ⁻¹¹
CdCO ₃	2,5·10 ⁻¹⁴
Cd(OH) ₂	1,2·10 ⁻¹⁴
Cd ₃ (PO ₄) ₂	3,6·10 ⁻³³
CdS	1·10 ⁻²⁹
CoCO ₃	1,5·10 ⁻¹⁰
Co ₃ (PO ₄) ₂	4,1·10 ⁻³⁵
Co(OH) ₂	2·10 ⁻¹⁶
CoS	2·10 ⁻²⁷
Cr(OH) ₃	1,1·10 ⁻³⁰
Cu ₃ (PO ₄) ₂	2·10 ⁻³⁷
Cu(OH) ₂	5,1·10 ⁻²⁰
CuCO ₃	1,4·10 ⁻¹⁰
CuS	4·10 ⁻³⁸
Fe(OH) ₂	4,8·10 ⁻¹⁶

Fe ₃ (PO ₄) ₂	3,1·10 ⁻³³
FeCO ₃	2,5·10 ⁻¹¹
Fe(OH) ₂	7,9·10 ⁻¹⁴
FeS	4·10 ⁻¹⁹
Fe(OH) ₃	4·10 ⁻³⁸
Hg ₃ (PO ₄) ₂	1,2·10 ⁻⁴⁶
HgS	1,6·10 ⁻⁵²
Mg ₃ PO ₄	3,9·10 ⁻²⁶
MgCO ₃	7,9·10 ⁻⁶
Mg(OH) ₂	5·10 ⁻¹²
MgF ₂	6·10 ⁻⁹
MnCO ₃	4,9·10 ⁻¹¹
Mn(OH) ₂	4·10 ⁻¹⁴
MnS	1,4·10 ⁻¹⁵
NiCO ₃	1,4·10 ⁻⁷
Ni ₃ (PO ₄) ₂	3,1·10 ⁻³¹
Ni(OH) ₂	2·10 ⁻¹⁵
NiS	1,4·10 ⁻²⁴
PbCO ₃	1,5·10 ⁻¹³
Pb ₃ (PO ₄) ₂	2,1·10 ⁻⁴³
PbCrO ₄	1,8·10 ⁻¹⁴
PbSO ₄	2·10 ⁻⁸
Pb(OH) ₂	2·10 ⁻¹⁶
PbS	1·10 ⁻²⁹
PbF ₂	3,7·10 ⁻⁸
PbCl ₂	1,7·10 ⁻⁵
PbBr ₂	9,2·10 ⁻⁶
PbI ₂	8,7·10 ⁻⁹
Sn(OH) ₂	5·10 ⁻²⁶
SnS	1·10 ⁻²⁸
Sn(OH) ₄	1·10 ⁻⁵⁸
SnS ₂	1·10 ⁻⁴³
Zn ₃ (PO ₄) ₂	9,1·10 ⁻³³
ZnCO ₃	6·10 ⁻¹¹
Zn(OH) ₂	5·10 ⁻¹⁷
ZnS	8·10 ⁻²⁶

Добуток розчинності характеризує розчинність малорозчинного електроліту при даній температурі. З двох однотипних солей, наприклад, CaSO_4 з $\text{ДР} = 2,5 \cdot 10^{-5}$ і BaSO_4 з $\text{ДР} = 1,1 \cdot 10^{-10}$, більшу розчинність має та сіль, у якій ДР більше.

У загальному вигляді розчинність L малорозчинного електроліту A_nB_m визначається співвідношенням:

$$L_{\text{A}_n\text{B}_m} = \sqrt[n+m]{\frac{\text{ДР}}{n^n \cdot m^m}}$$

Використовуючи це співвідношення можна визначати залишкову концентрацію іона-токсиканта у знешкодженій стічній воді. Порівняння залишкової концентрації іона-токсиканта з нормативним значенням (ГДК) дозволяє зробити висновок про якість очищення стічної води.

Завдання для виконання практичної роботи:

1. З таблиці 1 вибрати можливі форми малорозчинних сполук для окремих іонів-токсикантів.
2. Розрахувати залишкову концентрацію іона-токсиканта при знешкодженні рідкої фази за допомогою різних реагентів.
3. Зробити обґрунтований висновок щодо вибору реагенту для знешкодження токсичних компонентів стічних вод.

Практична робота №6.
Визначення характеристик ХСК речовини, ХСК та біохімічний показник
стічної води

Визначити ХСК речовини:

1. Визначити ХСК (мг/мг) ацетофенону $CH_3COC_6H_5$.
2. Визначити ХСК (мг/мг) діетиламіна $(HOCH_2CH_2)_2NH$.
3. Визначити ХСК (мг/мг) масляного альдегіду $CH_3CH_2CH_2CHO$.
4. Визначити ХСК (мг/мг) янтарної кислоти $HOOCCH_2CH_2COOH$.
5. Визначити ХСК (мг/мг) бутилового спирту $CH_3(CH_2)_3OH$.
6. Визначити ХСК (мг/мг) амінопропіонової кислоти CH_3CHNH_2COOH .
7. Визначити ХСК (мг/мг) глутамінової кислоти $HOOC(CH_2)CHNH_2COOH$.
8. Визначити ХСК (мг/мг) аміноуксусної кислоти NH_2CH_2COOH .
9. Визначити ХСК (мг/мг) етаноламіну $NH_2CH_2CH_2OH$.
10. Визначити ХСК (мг/мг) ацетиламіноетанола $CH_3CONHCH_2CH_2OH$.

Визначити ХСК стічної води:

1. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,01 моль/л триетаноламіну $(HOCH_2CH_2)_2N$.
2. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,1 моль/л бутилацетата $CH_3COOC_4H_9$.
3. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,005 моль/л вінілтолуолу $CH_3C_6H_4CHCH_2$.
4. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,001 моль/л глутамінової кислоти $HOOC(CH_2)CHNH_2COOH$.
5. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,01 моль/л бутилацетата $CH_3COOC_4H_9$.
6. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,05 моль/л триетаноламіну $(HOCH_2CH_2)_2N$.
7. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,05 моль/л аміноуксусної кислоти NH_2CH_2COOH .
8. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,001 моль/л диметиланіліну $(C_6H_5)N(CH_3)_2$.

9. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,0005 моль/л гептана $CH_3(CH_2)_4COCH_3$.

10. Визначити ХСК (мг/л), якщо в СВ міститься 0,005 моль/л вінілтолуолу $CH_3C_6H_4CHCH_2$.

Визначити ХСК та біохімічний показник стічної води

1. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є ацетофенон (0,001 моль/л, БСК 1,30 мг/мг) і бутиламін $CH_3(CH_2)_3NH_2$ (0,001 моль/л, БСК 1,25 мг/мг)

2. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є діетиламин (0,01 моль/л, БСК 0,1 мг/мг) і ізопрен $CH_2C(CH_3)CHCH_2$ (0,001 моль/л, БСК 1,425 мг/мг)

3. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є масляний альдегід (0,01 моль/л, БСК 1,16 мг/мг) і бутиламін $CH_3(CH_2)_3NH_2$ (0,001 моль/л, БСК 1,25 мг/мг)

4. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є глютамінова кислота (0,001 моль/л, БСК 0,64 мг/мг) і ізопропіламін $(CH_3)_2CHNH_2$ (0,1 моль/л, БСК 0,81 мг/мг)

5. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є янтарна кислота (0,005 моль/л, БСК 0,64 мг/мг) і триетаноламін $(HOCH_2CH_2)_2N$ (0,001 моль/л, БСК 0,01 мг/мг).

6. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є амінокапронова кислота (0,03 моль/л, БСК 0,84 мг/мг) і ізопрен $CH_2C(CH_3)CHCH_2$ (0,001 моль/л, БСК 1,425 мг/мг)

7. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є бутиловий спирт (0,001 моль/л, БСК 1,26 мг/мг) і диметиланілін $(C_6H_5)N(CH_3)_2$ (0,001 моль/л, БСК 0,25 мг/мг)

8. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є аміноуксусна кислота (0,005 моль/л, БСК 0,55 мг/мг) і мигдалева кислота $C_6H_5CH(OH)COOH$ (0,0001 моль/л, БСК 0,31 мг/мг)

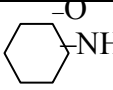
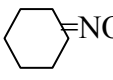
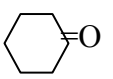
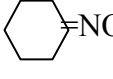
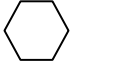
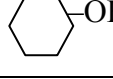
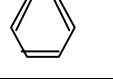
9. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є етаноламін (0,002 моль/л, БСК 0,80 мг/мг) і бутиловий спирт $CH_3(CH_2)_3OH$ (0,01 моль/л, БСК 1,26 мг/мг)

10. Визначити ХСК СВ (мг/л) і біохімічний показник, якщо відомо, що забруднювальними речовинами є ацетиламіноетанол (0,001 моль/л, БСК 1,1 мг/мг) і бутиламін $CH_3(CH_2)_3NH_2$ (0,005 моль/л, БСК 1,25 мг/мг)

Практична робота №7.
Визначення ХСК стічних вод виробництва капролактаму.

Капролактаму (лактаму ϵ -амінокапронової кислоти) – продукт багатотоннажного виробництва, полімеризується з утворенням поліамідної смоли. Застосовується для виготовлення плівок різного призначення (пакувальний матеріал, штучна шкіра і т.д.), покриттів, виробництва клеїв. Основне призначення – виготовлення синтетичних волокон. Промисловий синтез капролактаму супроводжується утворенням великої кількості стічних вод, які окрім капролактаму, містять проміжні і побічні продукти його синтезу: циклогексан, нітроциклогексан, циклогексанол, циклогексанон, циклогексаноксим, бензол, етилен і щавлеву кислоту.

Таблиця – Характеристика стічних вод виробництва капролактаму

Компонент СВ	Хімічна формула	Структурна формула	Одиниця вимірювання	Вміст, г/м ³
БСК	–	–	мгО ₂ /л	3200
Капролактаму	C ₆ H ₁₀ NO		мг/л	790
Циклогексаноксим	C ₆ H ₁₀ NOH		мг/л	740
Циклогексанон	C ₆ H ₁₀ O		мг/л	430
Нітроциклогексан	C ₆ H ₁₀ NO ₂		мг/л	380
Циклогексан	C ₆ H ₁₂		мг/л	350
Циклогексанол	C ₆ H ₁₁ OH		мг/л	130
Бензол	C ₆ H ₆		мг/л	190
Щавлева кислота	C ₂ O ₄ H ₂	HOOC–COOH	мг/л	830
Етилен	C ₂ H ₄	CH ₂ =CH ₂	мг/л	218

Завдання для виконання практичної роботи:

1. Визначити ХСК для кожної індивідуальної забруднюючої речовини, що входить до складу стічних вод виробництва капролактаму.
2. Визначити ХСК стічних вод виробництва капролактаму.
3. Визначити біохімічний показник стічних вод виробництва капролактаму.
4. Визначити можливість біохімічного очищення стічних вод виробництва капролактаму.

4. Окислювальна потужність аеротенка

$$OP = \frac{Q_1 \cdot (C_1 - C_3)}{V_2}, \text{ кг БСК/м}^3$$

5. Приріст АМ

$$F_{AM} = Y_{\text{спост.}} \cdot (C_1 - C_3) \cdot Q_1, \text{ кг АМ}$$

6. Маса АМ

$$m_{AM} = X_2 \cdot V_2 \cdot Y_{\text{спост.}} \cdot (C_1 - C_3) \cdot Q_1, \text{ кг АМ}$$

7. Вік АМ

$$T_{AM} = \frac{m_{AM}}{X_5 \cdot Q_5},$$

Характеристика режиму роботи станції аеробного біохімічного очищення стічних вод.

Витрати стічних вод дорівнюють 144 тис.м³ на добу, концентрація органічних забруднювальних речовин у них складає 0,25 кгБСК/м³. Вміст забруднювальних речовин на виході з очисної споруди становить 0,02 кгБСК/м³. Приріст активного мулу становить 0,5 кг АМ/кгБСК. Об'єм аеротенка становить 70 тис.м³, концентрація активного мулу – 4 кг АМ/м³.

Завдання для виконання практичної роботи:

Провести розрахунок показників, які характеризують процес обробки стічних вод на станціях аеробного біохімічного очищення.

Практична робота №9.
Визначення характеристик аеробного очищення стічних вод

1. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 225 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин у початковій стічній воді дорівнює 0,2 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,3 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 15 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 4 кг/м³.

Визначити ступінь очищення і добовий приріст активного мулу.

2. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 225 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,2 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,3 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 15 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 4 кг/м³.

Визначити масу активного мулу в очисних спорудах.

3. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 225 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,2 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,3 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 15 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 4 кг/м³.

Визначити об'ємне навантаження і навантаження на активний мул.

4. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 225 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,2 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,3 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 15 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 4 кг/м³.

Визначити ступінь очищення і окислювальну потужність аеротенка.

5. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 5 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,3 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,2 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 2 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 3 кг/м³.

Визначити ступінь очищення і добовий приріст активного мулу.

6. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 225 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,2 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,3 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 15 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 4 кг/м³.

Визначити вік активного мулу.

7. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 5 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,3 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,2 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 2 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 3 кг/м³.

Визначити масу активного мулу в очисних спорудах.

8. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 5 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,3 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,2 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 2 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 3 кг/м³.

Визначити вік активного мулу.

9. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 5 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,3 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,2 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 2 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 3 кг/м³.

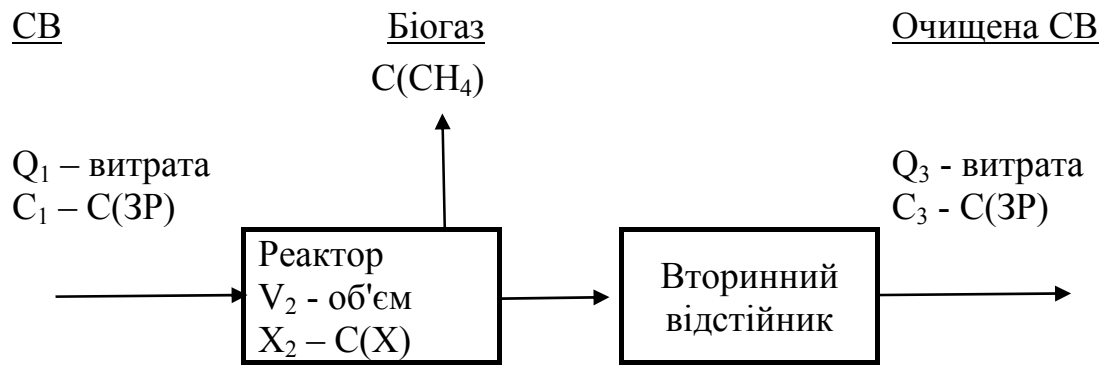
Визначити об'ємне навантаження і навантаження на активний мул.

10. Витрата стічних вод на станції аеробного очищення дорівнює 5 тис.м³ на добу. Концентрація забруднювальних речовин в початковій стічній воді дорівнює 0,3 кгБСК/м³, в очищеній – 0,02 кгБСК/м³. Спостережуваний приріст активного мулу дорівнює 0,2 кгАМ/кгБСК ЗР. Об'єм аеротенка – 2 тис.м³. Вміст активного мулу в аеротенку – 3 кг/м³.

Визначити ступінь очищення і окислювальну потужність аеротенка.

Практична робота №10.
Характеристика анаеробного очищення стічних вод

На схемі наведені матеріальні потоки, що формуються під час процесу обробки концентрованих стічних вод в процесі анаеробного біохімічного очищення:



Процес обробки концентрованих стічних вод на станціях анаеробного біохімічного очищення характеризують такі показники:

1. Ступінь очищення

$$\eta = \frac{C_1 - C_3}{C_1}$$

2. Об'ємне навантаження

$$B_x = \frac{Q_1 \cdot C_1}{V_2}$$

3. Навантаження на активну біомасу

$$B_x = \frac{Q_1 \cdot C_1}{M_x}$$

4. Приріст активної біомаси

$$F_x = Q_1 \cdot (C_1 - C_3 - C_{CH_4}) \cdot Y_{спост}$$

$$Y_{спост} = 0,05 - 0,1 \text{ кг X/кг ХСК}$$

5. Маса активної біомаси

$$M_x = V_2 \cdot X_2 + F_x$$

6. Вік активної біомаси

$$T_x = \frac{M_x}{F_x}$$

Характеристика режиму процесу анаеробного біохімічного очищення потоку концентрованих стічних вод.

Витрати стічних вод дорівнюють 2500 м³ на добу, концентрація органічних забруднювальних речовин у них становить 4,5 кгХСК/м³. Вміст забруднювальних речовин на виході з очисної споруди становить 0,15 кгХСК/м³. Об'єм анаеробного реактора становить 600 м³, концентрація біомаси у реакторі становить 8 кг/м³. Приріст біомаси, що спостерігається, дорівнює 0,008 кгХСК. У біогаз переходить 95% забруднювальних речовин.

Завдання для виконання практичної роботи:

Провести розрахунок показників, які характеризують процес обробки стічних вод на станціях аеробного біохімічного очищення.

Практична робота №11.
Визначення характеристик анаеробного очищення стічних вод

1. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 8 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3,5кгХСК/м³. Об'єм реактора 450 м³, концентрація біомаси в реакторі 9 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,2 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднюючих речовин.

Визначити навантаження на активну біомасу і вихід метану.

2. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 8 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3,5кгХСК/м³. Об'єм реактора 450 м³, концентрація біомаси в реакторі 9 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,2 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити масу активної біомаси в реакторі і вихід метану.

3. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 8 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3,5кгХСК/м³. Об'єм реактора 450 м³, концентрація біомаси в реакторі 9 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,2 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити ступінь очищення, об'ємне навантаження і вихід метану.

4. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 8 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3,5кгХСК/м³. Об'єм реактора 450 м³, концентрація біомаси в реакторі 9 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,2 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити приріст добовий біомаси і вихід метану.

5. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 8 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3,5кгХСК/м³. Об'єм реактора 450 м³, концентрація біомаси в реакторі 9 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,2 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити ступінь очищення, об'ємне навантаження і вихід метану.

6. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 8 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3,5кгХСК/м³. Об'єм реактора 450 м³, концентрація біомаси в реакторі 9 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,2 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити приріст добовий біомаси і вихід метану.

7. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 10 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3кгХСК/м³. Об'єм реактора 1 тис.м³, концентрація біомаси в реакторі 10 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,15 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити ступінь очищення, об'ємне навантаження і вихід метану.

8. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 10 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3кгХСК/м³. Об'єм реактора 1 тис.м³, концентрація біомаси в реакторі 10 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,15 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити приріст добовий біомаси і вихід метану.

9. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 10 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3кгХСК/м³. Об'єм реактора 1 тис.м³, концентрація біомаси в реакторі 10 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,15 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити масу активної біомаси в реакторі і вихід метану.

10. У анаеробних умовах обробляється стік витратою 10 тис.м³ на добу із вмістом забруднювальних речовин 3кгХСК/м³. Об'єм реактора 1 тис.м³, концентрація біомаси в реакторі 10 кг/м³. Залишковий вміст забруднювальних речовин в очищеному стоці дорівнює 0,15 кгХСК/м³. У СН₄ переходить 95% видалених забруднювальних речовин.

Визначити навантаження на активну біомасу і вихід метану.

**ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до практичних робіт з дисципліни
„Сучасні методи захисту навколишнього середовища”**

Укладач: к.х.н., доцент Шані на Т.П.

Одеський державний екологічний університет
65016 Одеса, вул..Львівська,15
