

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК

до навчальної практики

з дисципліни „Урбоекологія”

для студентів 3 курсу

напряму підготовки „Екологія”

Одеса - 2009

Збірник до навчальної практики з дисципліни «Екологія міських систем» / Укладачі – Кузьміна В.А., Бірон О.О., Коріневська В.Ю. – Одеса: ОДЕКУ, 2009. – 39 с.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Оцінка впливу промислових підприємств на екологічний стан повітряного басейну міста	5
2. Розрахунок водоспоживання підприємства	20
3. Освітлення води фільтруванням	27
4. Правила оформлення звіту	35

ВСТУП

Навчальна практика проводиться після завершення лекційних і практичних занять, виконання відповідних теоретичних і практичних модулів з курсу у VI семестрі, термін практики – 2 тижня (72 години).

Метою практики є ознайомлення студентів з проблемами забруднення атмосфери міста викидами автотранспорту та промисловими підприємствами та проблемами пов'язаними з водопостачанням . Ознайомлення з оцінкою впливу викидів у атмосферне повітря та водопостачання.

Студенти після проходження навчальної практики повинні добре **знати** основні схеми водопостачання та водовідведення підприємств, вимоги до якості води джерел водопостачання та стічних вод, які надходять до водних об'єктів.

В результаті освоєння практичного розділу повинні **вміти** розраховувати об'єм води на водоспоживання підприємств та техніко-економічні показники очисних споруд, розраховувати коефіцієнт небезпеки підприємства.

Робочою програмою з навчальної практики по даній дисципліні передбачається виконання студентами практичних завдань за трьома темами, які наведені у даних Методичних вказівках. Для виконання практичних завдань студенту необхідно, перш за все, ознайомитися з теоретичною частиною роботи та прикладом розрахунку (для практичних завдань 2, 3), отримати варіант завдання за списком групи. По закінченні виконання завдання студент повинен підготувати звіт (за трьома практичними завданнями) і скласти захист викладачеві, тобто дати пояснення щодо порядку розрахунку та відповіді на контрольні запитання по теоретичній частині роботи.

Максимальна сума балів, яку може отримати студент в результаті виконання робіт дорівнює 100 (з них 60 % – за оформлений звіт з практики, 40 % – за захист звіту).

1 ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТА

При оцінці впливу промислових підприємств на екологічний стан міської системи розглядаються всі аспекти виробничої діяльності, пов'язані з прямою та опосередкованою дією на природні компоненти – атмосферне повітря, поверхневі і підземні води, ґрунтовий покрив, рослинний та тваринний мир, з обов'язковим розглядом можливого впливу на людину. Слід зазначити, що пріоритетним напрямом є розгляд екологічних аспектів впливу підприємств на атмосферне повітря внаслідок того, що воно є безпосереднім середовищем існування людини, з яким вона взаємодіє в процесі своєї життєдіяльності найбільшою мірою, а забруднюючі речовини (ЗР), що надходять до нього, з урахуванням специфіки повітря як середовища, безперешкодно розповсюджуються на великі площі, а не локалізуються, як у випадку, наприклад, з виробничими відходами.

Одним з напрямів оцінки впливу промислових підприємств на атмосферне повітря є визначення категорії небезпеки підприємств залежно від маси, виду і складу ЗР у викидах. Категорія небезпеки підприємства визначається виходячи із значення коефіцієнта небезпеки підприємства (КНП), який розраховується за формулою (1.1):

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ГДК_{сд_i}} \right)^{\alpha_i}, \quad (1.1)$$

де n – кількість шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємства;

M_i – маса викиду i -го речовини, т/рік;

$ГДК_{сд_i}$ – середньодобова гранично допустима концентрація i -тої ЗР, мг/м³;

α_i – константа, що дозволяє привести ступінь шкідливості i -тої речовини до шкідливості діоксиду сірки, і що приймає, в залежності від класу небезпеки речовини, відповідно значення 1,7; 1,3; 1,0; 0,9.

В залежності від значення КНП, підприємство можна віднести до певної категорії небезпеки зі встановленою в цьому випадку нормативною санітарно-захисною зоною (СЗЗ) – табл.1.1 [1].

Таблиця 1.1 – Визначення категорії небезпеки підприємств

Категорії небезпеки	Значення КНП	СЗЗ, м
I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > \text{КНП} \geq 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

Викиди промислових підприємств є складною сумішшю взаємодіючих між собою ЗР, яка може представляти іншу екологічну небезпеку, чим кожен компонент викиду окремо, що обумовлює необхідність розробки методів оцінки інтегральної дії промислових викидів на атмосферне повітря, які дозволяють врахувати складність їх хімічного складу і взаємодію ЗР. Відсутність обліку сумарного впливу групи ЗР, що володіють ефектом адитивної дії, є одним з недоліків методу оцінки забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами на підставі визначення КНП.

Для врахування адитивної дії ЗР при визначенні КНП весь спектр ЗР, присутніх в промислових викидах підприємства, необхідно розділити на дві групи: такі, що володіють ефектом адитивної дії (у кількості j), і що незалежно діють (у кількості m). Для обліку взаємного посилення дії ЗР необхідно ввести коефіцієнт, що характеризує ефект сумації та збільшує небезпеку присутності i -ої речовини в промисловому викиді у разі його адитивної дії у поєднанні з іншими ЗР, – тобто коефіцієнт збільшення небезпеки промислового викиду i -ою ЗР у присутності j -ої (-х) ЗР (коефіцієнт збільшення небезпеки i -ою ЗР – k_i).

Для i -ої ЗР, що входить до групи сумації, значення коефіцієнта k_i визначається як:

$$k_i = K_{\kappa\delta} \cdot \frac{\text{ГДК}_{\text{cd}i}}{\sum_{i=1}^j \text{ГДК}_{\text{cd}i}}, \quad (1.2)$$

де $K_{\kappa\delta}$ – коефіцієнт комбінованої дії групи речовин, що володіють ефектом сумації [2]. Групи ЗР, що володіють адитивною дією, і значення коефіцієнтів $K_{\kappa\delta}$ представлені в «Державних санітарних правилах охорони атмосферного повітря населених місць» [3].

Таким чином, коефіцієнт k_i відображає частку загального для даної групи ЗР $K_{\kappa\delta}$, яка припадає на одну ЗР.

Якщо деяка ЗР входить одночасно в декілька груп сумачії, то в цьому випадку значення коефіцієнта k_i визначається як:

$$k_i = k_{i1} \cdot k_{i2} \cdot \dots \cdot k_{il}, \quad (1.3)$$

де l – число груп ЗР, що володіють ефектом сумачії, в які входить i -та ЗР.

Для групи речовин, що не володіють комбінованою дією, $K_{\kappa\partial}$ визначається наступним чином [3]:

$$K_{\kappa\partial} = \sqrt{m}, \quad (1.4)$$

де m – кількість ЗР, що не володіють адитивною дією.

Тоді для i -ої ЗР, яка відноситься до групи речовин, що не володіють ефектом сумарної дії, коефіцієнт k_i визначається як:

$$k_i = \frac{K_{\kappa\partial}}{m} = \frac{1}{\sqrt{m}}. \quad (1.5)$$

Визначення КНП з урахуванням багатоконпонентного складу викидів прийме наступний вигляд:

$$КОП' = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{k_i \cdot ПДК_{cc_i}} \right)^{\alpha_i} = \sum_{i=1}^j \left(\frac{M_i}{k_i \cdot ПДК_{cc_i}} \right)^{\alpha_i} + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\sqrt{m} \cdot M_i}{ПДК_{cc_i}} \right)^{\alpha_i}. \quad (1.6)$$

Відносну небезпеку промислових викидів k -го підприємства (A_k), обумовлену комбінованою дією ЗР, можна представити таким чином:

$$A_k = \frac{КНП'}{КНП} \quad (1.7)$$

Якщо в спектрі ЗР, що містяться у викиді промислового підприємства, відсутні такі, що володіють ефектом сумачії, то $A_k = \sqrt{m}$.

Такий методичний підхід до оцінки дії викидів промислових підприємств на атмосферне повітря міст дозволяє враховувати як складність складу викидів, так і взаємодію ЗР: ступінь адитивної дії групи речовин, внесок окремого компоненту в загальний вплив групи і участь однієї ЗР в декількох групах речовин комбінованої дії. Запропонований

показник A_k представляє оцінку складності хімічного складу викидів з позицій негативної дії на середовище існування людини [2].

Для характеристики забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами в цілому по місту можна представити показник KHP' як сумарний по місту ($KHP'_{заг}$)

$$KHP'_{заг} = \sum_{i=1}^k KHP'_i, \quad (1.8)$$

де k – кількість підприємств міста, для яких розраховувався KHP' ;
 KHP'_i – значення KHP' i -го промислового підприємства.

Або як KHP' , що доводиться на одне підприємство в середньому ($\overline{KHP'}$):

$$\overline{KHP'} = 1/k \sum_{i=1}^k KHP'_i. \quad (1.9)$$

Значення інтегрального показника $\overline{KHP'}$ можна оцінити з використанням табл. 1.1, в цьому випадку даний показник характеризує середнє техногенне навантаження на атмосферне повітря, що створюється одним «усередненим» підприємством. Категорії небезпеки підприємства, представлені в табл. 1.1, можна замінити характеристиками техногенного навантаження на атмосферне повітря: I – високе; II – підвищене; III – помірне; IV – низьке.

Контрольні запитання

1. Чому пріоритетним напрямом аналізу екологічних аспектів функціонування промислових підприємств є оцінка їхнього впливу на атмосферне повітря?
2. Що таке коефіцієнт небезпеки підприємства і від чого залежить його значення?
3. Як визначається категорія небезпеки підприємства?
4. Який недолік має метод оцінки впливу промислових підприємств на повітряний басейн міста за допомогою KHP' ?
5. Які існують групи ЗР за характером спільної дії? Наведіть приклади.

6. Що таке коефіцієнт комбінованої дії та коефіцієнт збільшення небезпеки викиду i -ою ЗР?
7. Як розраховується КНП з урахуванням багатокомпонентного складу викиду?
8. Що таке показник відносної небезпеки промислових викидів?
9. Які інтегральні показники пропонуються щодо оцінки рівня промислового забруднення повітряного басейну міста?

Завдання щодо виконання практичної роботи

1. Ознайомитись з теоретичними основами оцінки впливу промислових підприємств на повітряний басейн міста та нормативним документом ДСП 201-97 «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)».
2. Згідно з індивідуальним варіантом завдання, виписати вихідні дані щодо складу промислових викидів для кожного з запропонованих промислових підприємств, оформити їх у вигляді таблиць (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Склад викидів промислового підприємства _____
(СЗЗ = _____ м)

№ з/п	Забруднююча речовина	ГДК _{сд}	Клас небезпеки	Маса викиду, т/рік	k _i

3. Для кожного підприємства розрахувати коефіцієнт k_i , використовуючи формули (1.2), (1.3) та (1.5), результати представити у табл. 1.2. Проаналізувати отримані таблиці з характеристиками викидів промислових підприємств: які ЗР превалюють у викидах окремих підприємств, які з ЗР особливо небезпечні, які є групи сумачії.
4. Провести розрахунок КНП (формула (1.1)), КНП' (формула (1.6)), показника відносної небезпеки викидів A_n (формула (1.7)), результати представити у вигляді табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Оцінка небезпеки викидів промислових підприємств міста

№ з/п	Промислове підприємство	КНП	КНП'	A_k	Групи сумачі

5. Проаналізувати результати розрахунку показників небезпеки викидів промислових підприємств міста: як впливає наявність у викидах сумісно діючих ЗР на величину КНП' у порівнянні з КНП; провести ранжирування промислових підприємств за ступенем негативної дії на повітряний басейн міста, що визначається показниками КНП та КНП', порівняти отримані результати.
6. Нанести промислові підприємства на карту-схему міста, виділити промислові райони, для кожної групи підприємств промислового району розрахувати інтегральні показники $KНП'_{заг}$ та $\overline{KНП'}$. Порівняти промислові райони за величиною впливу на атмосферне повітря.
7. Оцінити рівень техногенного навантаження на атмосферне повітря міста за допомогою показника $\overline{KНП'}$.

Варіанти індивідуальних завдань щодо виконання практичної роботи представлені у табл. 1.4, координати підприємств – у табл. 1.5.

Таблиця 1.4 – Варіанти індивідуальних завдань

Варіант	Промислові підприємства (за порядковим номером з табл.1.6)
1	1; 2; 7; 9; 10; 13; 15; 19; 20; 21
2	2; 3; 4; 5; 6; 11; 13; 15; 19; 22
3	1; 3; 4; 7; 9; 12; 14; 16; 18; 21
4	2; 4; 5; 6; 11; 12; 13; 16; 18; 22
5	1; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 17; 20
6	2; 4; 8; 10; 12; 15; 17; 20; 21; 22
7	2; 5; 6; 7; 11; 13; 14; 15; 20; 22
8	2; 3; 4; 7; 13; 15; 16; 17; 18; 21
9	6; 8; 9; 10; 11; 14; 16; 19; 20; 21
10	3; 4; 6; 7; 11; 13; 18; 19; 20; 22
11	1; 2; 3; 4; 6; 7; 8; 10; 15; 17
12	5; 8; 10; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 20
13	3; 4; 5; 7; 9; 14; 16; 18; 20; 21
14	1; 4; 7; 9; 10; 13; 19; 20; 21; 22
15	1; 4; 6; 10; 11; 13; 14; 17; 21; 22

Відомості про клас небезпеки та значення ГДК ЗР в атмосферному повітрі наведені у табл. 1.7.

Таблиця 1.5 – Координати промислових підприємств

№ з/п	Підприємство	Координати	
		X	Y
1	ТОВ «Істок»	+2	+2
2	ТОВ «Полімер»	+5	+7
3	АТ «Пластмед»	+6	+8
4	КП «Теплоенерго»	+4	+3
5	ТОВ «Молоко»	+9	+4
6	АТ «М'ясокомбінат»	+8	+2
7	ТОВ «Хліб»	+7	+3
8	АТ «Агропром»	+3	+7
9	ЗАТ «Будмаш»	+4	+8
10	ТОВ «Вікон»	+4	+7
11	АТ «Радмаш»	+3	+2
12	ЗАТ «Комбікорм»	+8	+4
13	АТ «Бетон»	+6	+7
14	ЗАТ «Істер»	+5	+8
15	ТОВ «Тензор»	+4	+2
16	ЧП «Текстиль»	+3	+3
17	ЗАТ «Проммаш»	+7	+4
18	АТ «Електрообладнання»	+7	+7
19	ЗАТ «Консервний завод»	+8	+3
20	ВО «Електроніка»	+3	+1
21	АТ «Джерело»	+9	+3
22	ТОВ «Прогрес»	+5	+6

Таблиця 1.6 – Склад викидів промислових підприємств

№ з/п	Назва підприємства	Маса викиду ЗР, т/р										
		Тверді частинки	NO ₂	SO ₂	CO	NH ₃	MnO _x	Cr ₂ O ₃	H ₂ S	O ₃	NaF	HF
1	ТОВ «Істок»	1,056	0,031	1,01	5,46				0,004			
2	ТОВ «Полімер»	0,785	0,020		0,95	0,012				0,007		
3	АТ «Пластмед»	0,621	0,021		0,21	0,013				0,008		
4	КП «Теплоенерго»	21,055	3,187	4,96	38,3							
5	ТОВ «Молоко»	0,642	0,087		0,22							
6	АТ «М'ясокомбінат»	1,198	1,095	0,97	5,28	0,038			0,085			
7	ТОВ «Хліб»	3,487	0,986	1,32	12,6							
8	АТ «Агропром»	1,034	0,033	0,07	2,47							
9	ЗАТ «Будмаш»	0,022			1,02							
10	ТОВ «Вікон»		0,851	0,94	1,22							
11	АТ «Радмаш»	0,187	0,062	0,02	0,35		0,002					0,006
12	ЗАТ «Комбікорм»	4,587	0,094	0,03	1,25							
13	АТ «Бетон»	18,931	3,581	1,62	1,58							
14	ЗАТ «Істер»	0,023	0,387	0,01	0,57							
15	ТОВ «Тензор»	0,038	0,020		0,02		0,001	0,0022		0,001	0,01	0,008
16	ЧП «Текстиль»		0,304									
17	ЗАТ «Проммаш»	1,731	0,876		0,03							
18	АТ «Електрообладнання»	0,974	0,621		0,03		0,006	0,0008			0,04	0,018
19	ЗАТ «Консервний завод»	0,321	0,764	0,38	0,87							
20	ВО «Електроніка»	0,011	0,941		0,01		0,001					
21	АТ «Джерело»		0,367	0,02								
22	ТОВ «Прогрес»	4,598	1,033	0,39	2,95			0,0006		0,001		

(продовження табл. 1.6)

№ з/п	Назва підприємства	Маса викиду ЗР, т/р										
		H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	Ni	WO	PbO	Al ₂ O ₃	AlCl ₃	Br ₂	CaO	V ₂ O ₅
1	ТОВ «Істок»											
2	ТОВ «Полімер»			0,005								
3	АТ «Пластмед»			0,036								
4	КП «Теплоенерго»											
5	ТОВ «Молоко»											
6	АТ «М'ясокомбінат»											
7	ТОВ «Хліб»											
8	АТ «Агропром»											
9	ЗАТ «Будмаш»						0,001	0,025	0,001			
10	ТОВ «Вікон»	0,0082										
11	АТ «Радмаш»											0,0022
12	ЗАТ «Комбікорм»											
13	АТ «Бетон»							0,189	0,007		0,368	
14	ЗАТ «Істер»		0,5891				0,001					
15	ТОВ «Тензор»				0,001							0,0018
16	ЧП «Текстиль»											
17	ЗАТ «Проммаш»											
18	АТ «Електрообладнання»	0,0356			0,004	0,08						0,0037
19	ЗАТ «Консервний завод»											
20	ВО «Електроніка»											0,0009
21	АТ «Джерело»									0,002		
22	ТОВ «Прогрес»	0,0058				0,01						

(продовження табл. 1.6)

№ з/п	Назва підприємства	Маса викиду ЗР, т/р								
		Сажа	Fe ₂ O ₃	Акролеїн	Бензол	Гексан	Гексен	Циклогексан	Фенол	Етанол
1	ТОВ «Істок»	0,9853	0,56							
2	ТОВ «Полімер»			0,0087	0,874		0,0047	2,298	0,0021	
3	АТ «Пластмед»			0,0052	0,954		0,0012	1,845	0,0008	
4	КП «Теплоенерго»	3,8748	0,03							
5	ТОВ «Молоко»									
6	АТ «М'ясокомбінат»						0,0008			
7	ТОВ «Хліб»	1,9854								0,7212
8	АТ «Агропром»	0,9417								
9	ЗАТ «Будмаш»		1,24							
10	ТОВ «Вікон»									2,5871
11	АТ «Радмаш»		0,41						0,0047	
12	ЗАТ «Комбікорм»	1,9756								
13	АТ «Бетон»									
14	ЗАТ «Істер»		0,17							0,0851
15	ТОВ «Тензор»		0,55		0,189					
16	ЧП «Текстиль»									
17	ЗАТ «Проммаш»		1,41						0,0004	
18	АТ «Електрообладнання»		0,84							
19	ЗАТ «Консервний завод»	0,8752	0,04							0,3849
20	ВО «Електроніка»		0,08							
21	АТ «Джерело»	0,0873	0,29	0,0061	0,954		0,0154	0,986		
22	ТОВ «Прогрес»		0,31		0,025				0,0051	

(продовження табл. 1.6)

№ з/п	Назва підприємства	Маса викиду ЗР, т/р							
		Метанол	Ацетон	Альдегід масляний	Бензил- ацетат	Три- крезол	Формаль- дегід	Анілін	Кси- лол
1	ТОВ «Істок»								
2	ТОВ «Полімер»		0,587				0,0002	0,003	0,241
3	АТ «Пластмед»		0,694	0,0087	0,0001	0,001	0,0001		
4	КП «Теплоенерго»								
5	ТОВ «Молоко»								
6	АТ «М'ясокомбінат»								
7	ТОВ «Хліб»	0,0746	0,002				0,0001		0,012
8	АТ «Агропром»								
9	ЗАТ «Будмаш»								
10	ТОВ «Вікон»	0,4791		0,0015					
11	АТ «Радмаш»		0,954						
12	ЗАТ «Комбікорм»								
13	АТ «Бетон»								
14	ЗАТ «Істер»	0,0514						0,001	
15	ТОВ «Тензор»		0,905						0,047
16	ЧП «Текстиль»								
17	ЗАТ «Проммаш»		0,178						
18	АТ «Електрообладнання»		0,471				0,0002		
19	ЗАТ «Консервний завод»	0,0038							
20	ВО «Електроніка»		0,478						
21	АТ «Джерело»		0,025						
22	ТОВ «Прогрес»		0,087		0,0001		0,0001		0,257

(продовження табл. 1.6)

№ з/п	Назва підприємства	Маса викиду ЗР, т/р						
		Фталевий ангідрид	Диметіламін	Епіхлоргідрін	Кислота пропіонова	Фурфурол	Кислота масляна	Метилацетат
1	ТОВ «Істок»							
2	ТОВ «Полімер»	0,012						
3	АТ «Пластмед»	0,008						
4	КП «Теплоенерго»							
5	ТОВ «Молоко»							
6	АТ «М'ясокомбінат»							
7	ТОВ «Хліб»					0,047		
8	АТ «Агропром»							
9	ЗАТ «Будмаш»							
10	ТОВ «Вікон»							
11	АТ «Радмаш»					0,089		0,0118
12	ЗАТ «Комбікорм»							
13	АТ «Бетон»							
14	ЗАТ «Істер»							
15	ТОВ «Тензор»			0,09				
16	ЧП «Текстиль»							
17	ЗАТ «Проммаш»					0,009		
18	АТ «Електрообладнання»							
19	ЗАТ «Консервний завод»							
20	ВО «Електроніка»							
21	АТ «Джерело»	0,009	0,0008		0,009		0,0521	
22	ТОВ «Прогрес»							0,0085

Таблиця 1.7 – Значення ГДК та класу небезпеки деяких забруднюючих речовин [3]

№ з/п	Забруднююча речовина	ГДК _{сд}	Клас небезпеки
1	Азоту діоксид	0,04	2
2	Акролеїн	0,03	2
3	Альдегід масляний	0,015	3
4	Алюмінію оксид	0,01	2
5	Алюмінію хлорид	0,006	4
6	Аміак	0,04	4
7	Ангідрид вольфрамовий	0,15	3
8	Ангідрид сірчистий	0,05	3
9	Ангідрид фталевий	0,1	2
10	Анілін	0,03	2
11	Ацетон	0,35	4
12	Бензилацетат	0,01	4
13	Бензол	0,1	2
14	Бром	0,04	2
15	Ванадію п'ятиоксид	0,002	1
16	Водень хлористий (соляна кислота)	0,2	2
17	Вуглецю оксид	3,0	4
18	Гексан	60	4
19	Гексен	0,085	3
20	Диметиламін	0,005	2
21	Епіхлоргідрин	0,2	2
22	Заліза оксид	0,04	3
23	Кальцію оксид	0,05	3
24	Кислота азотна	0,15	2
25	Кислота масляна	0,01	3
26	Кислота пропіонова	0,015	3
27	Кислота сірчана	0,1	2
28	Ксилол	0,2	3
29	Марганець та його сполуки (у перерахунку на MnO)	0,001	2
30	Метилацетат	0,07	4
31	Нікель металічний	0,001	2
32	Озон	0,03	1
33	Сажа	0,05	3
34	Свинець та його неорганічні сполуки	0,0003	1
35	Сірководень	0,008	2
36	Спирт етиловий	5	4

(продовження табл. 1.7)

37	Спирт метиловий	0,5	3
38	Трикрезол	0,005	2
39	Фенол	0,003	2
40	Формальдегід	0,003	2
41	Фтористий водень	0,005	2
42	Фторид натрію	0,01	2
43	Фурфурол	0,05	3
44	Хром шестивалентний (в перерахунку на Cr ₂ O ₃)	0,0015	1
45	Циклогексан	1,4	4
46	Пил	0,15	3

Примітка: курсивом наведені значення $ГДК_{сд}$ у разі відсутності значень $ГДК_{м.р.}$.

Перелік речовин, для яких при сумісній присутності в атмосферному повітрі встановлено ефект сумації біологічної дії з $K_{сд}$ рівним 1,0 [3]:

1. Ацетон, акролеїн, фталевий ангідрид;
2. Ацетон і фенол;
3. Ацетон, фурфурол, формальдегід і фенол;
4. Аерозолі п'ятиоксиду ванадію та оксидів марганцю;
5. Аерозолі п'ятиоксиду ванадію і сірчистий ангідрид;
6. Аерозолі п'ятиоксиду ванадію і триоксиду хрому;
7. Азоту діоксид, гексен, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю;
8. Ацетон, трикрезол, фенол;
9. Аміак, сірководень;
10. Аміак, сірководень, формальдегід;
11. Аміак, формальдегід;
12. Вольфрамний і сірчистий ангідриди;
13. Озон, діоксид азоту, формальдегід;
14. Оксид вуглецю, діоксид азоту, формальдегід, гексан;
15. Свинцю оксид і сірки діоксид;
16. Сірководень і формальдегід;
17. Сірчистий ангідрид і аерозоль сірчаної кислоти;
18. Сірчистий ангідрид і нікель металевий;
19. Сірчистий ангідрид і сірководень;
20. Сірчистий ангідрид і діоксид азоту;
21. Сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, діоксид азоту і фенол;
22. Сірчистий ангідрид і фенол;
23. Сірчистий ангідрид і фтористий водень;

24. Сильні мінеральні кислоти (сірчана, соляна і азотна);
25. Фурфурол, етиловий та метиловий спирти;
26. Циклогексан і бензол.

Перелік речовин, для яких при сумісній присутності в атмосферному повітрі встановлено ефект посилення (потенціювання) біологічної дії з $K_{\text{кд}}$ рівним 0,8 [3]:

1. Фтористий водень і фтористі солі.

Перелік посилань

1. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього середовища (Екологія та охорона природи). – Львів: Афіша, 2000. – 272 с.
2. Кориневская В.Ю. Оценка воздействия предприятий на воздушный бассейн города с учётом многокомпонентного состава выбросов // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету № 81, серія: Технічні науки. – Луганськ: Елтон-2, 2008. – с.306-311.
3. ДСП 201-97. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). – Режим доступу до документа: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=803>

2 РОЗРАХУНОК ВОДОСПОЖИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ (НА ПРИКЛАДІ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ)

Водопостачання підприємств розділяють на виробниче і господарсько-питне.

Витрата води на виробничі потреби визначає специфіку водоспоживання підприємства.

Для зернопереробних підприємств (ЗПП) основні водоспоживанні технологічні процеси, допоміжні та господарсько-питні потреби такі:

- технологічні процеси при виробництві муки – миття зерна, зволоження, охолодження валків вальцьових станків, кондиціонування;
- при виробництві крупи – зволоження зерна, миття крупи, охолодження валків плющильних станків, миття валів фасувальних автоматів, кондиціонування;
- при виробництві комбікормів – розчинення карбаміду, кондиціонування.

Допоміжні виробництва – це живлення парових котлів для технологічних цілей: підігрів зерна, кондиціонування для мелзаводів, пропарювання зерна для крупозаводів.

1. Розрахунок водоспоживання котельними

Споживання води котельними W розраховується за формулою:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (2.1)$$

де W_1 – поповнення втрат пари і конденсату технологічними споживачами;

W_2 – поповнення внутрішньо котлових втрат пари;

W_3 – поповнення втрат, пов'язаних з періодичною продувкою;

W_4 – поповнення втрат котлової води при відборі проб;

W_5 – поповнення втрат, пов'язаних з підтіканням насосів.

$$W_1 = D_i \cdot \alpha_i \cdot N_i \cdot \tau_i \cdot n_p, \quad (2.2)$$

де D_i – виробництво, т/год;

α_i – коефіцієнт безповоротних втрат пари і конденсату;

N_i – число котлів;

τ_i – тривалість роботи, год/д;

n_p – число днів роботи за рік.

$$W_2 = D_i \cdot \beta \cdot N_i \cdot \tau_i \cdot n_i, \quad (2.3)$$

де β – коефіцієнт внутрішньо котлових втрат.

$$W_3 = \Pi_{\text{ппі}} P_{\text{ппі}} \tau_{\text{ппі}} \cdot n_i, \quad (2.4)$$

де $\Pi_{\text{ппі}}$ – частота періодичної продувки, раз/д;

$P_{\text{ппі}}$ – втрати води при періодичній продувці, т/хв.

$$W_4 = \Pi_{\text{oi}} P_a \tau_a \cdot n_i, \quad (2.5)$$

де Π_{oi} – частота відбору проб, раз/д;

P_a – втрати води при відборі проби, т/хв;

τ_a – тривалість відбору проби, хв.

$$W_5 = 60 \cdot \eta \cdot \tau_i \cdot n_i, \quad (2.6)$$

де η – норматив підтікання поживних насосів, л/хв.

2. Розрахунок водоспоживання на миття сировини ($W_{\text{м.с.}}$):

$$W_{\text{м.с.}} = q \cdot M_{\text{с}}, \quad (2.7)$$

де q – витрата води, м³/т;

$M_{\text{с}}$ – маса сировини, т/р.

3. Розрахунок водоспоживання на миття обладнання

$$W_{\text{м.об.}} = n_i q_{\text{numi}}, \text{ м}^3/\text{р} \quad (2.8)$$

де n_i – кількість одиниць обладнання і-го виду;

q_{numi} – питома витрата води на миття обладнання і-го виду .

4. Розрахунок водоспоживання на господарсько-побутові потреби

Воду витрачають на: санітарно-побутові потреби працівників (W_1), миття в душових (W_2), прання робочого одягу (W_3). Річне сумарне споживання води (W , м³/р) розраховується за формулою:

$$W = W_1 + W_2 + W_3. \quad (2.9)$$

Нормативи витрати води наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. – Нормативи витрати води на господарсько-побутові потреби

Спрямування витрати води	Позначення нормативу	Одиниці виміру	Значення нормативу
Санітарно-побутові:			
ІТР	K_1	л/чол	12
Працівників	K_2	л/чол	25
Водіїв	K_3	л/чол	15
Душові сітки	K_4	л/сітка	500
Прання білизни	K_5	л/1 кг	75

Річну витрату на санітарно-побутові потреби визначають за формулою:

$$W_1 = 10^{-3} \cdot n_p \cdot (K_1 \cdot IC + K_2 \cdot Br + K_3 \cdot B), \quad (2.10)$$

де n_p – число робочих днів в році;

$K_1 \dots K_3$ – норма витрати води, відповідно ІТР, робітників, водіїв, л/д;

IC – сумарне число ІТР, чол;

Br – число робітників, чол;

B – число водіїв.

Річна витрата води на миття в душах визначають за формулою:

$$W_2 = 10^{-3} \cdot n_p \cdot 0,75 \cdot K_4 \cdot N \cdot m, \quad (2.11)$$

де K_4 – норма витрати води на 1 душову сітку, л/чол;

m – число душових сіток, шт.;

n_p – число змін в цеху.

5. Розрахунок безповоротних втрат

Безповоротні втрати розраховуються за формулою:

$$W_{Inom} = Kб \cdot (IC + Br + B) \cdot n_p \cdot Kp, \quad (2.12)$$

де $Kб$ – коефіцієнт безповоротних втрат (для санітарно-побутових потреб $Kб = 1,05$) [1].

Приклад розрахунку витрат води на водоспоживання підприємства

Розрахувати об'єм води на водоспоживання підприємства, до складу якого входить котельня і обладнання, а також вода споживається на господарсько-побутові цілі. Розрахунки проводяться з урахуванням даних:

- виробництво складає - 1000 т/год;
- коефіцієнт безповоротних втрат пари і конденсату - 0,13;
- число котлів - 5;
- тривалість роботи - 8 год/д;
- число днів роботи за рік - 260;
- коефіцієнт внутрішньо котлових втрат – 0,15;
- на добу відбувається 1 продувка, тривалість якої 15 хв;
- втрати води при продувках – 0,04 т/хв;
- частота відбору проб на добу – 2;
- втрати води при цьому становлять – 0,00005т;
- тривалість відбору проби – 10 хвил;
- норматив підтікання поживних насосів – 0,01 л/хв;
- кількість сировини – 10000000 т/р;
- витрата води на тонну сировини – 15м³;

1. Поповнення втрат пари і конденсату технологічними споживачами розраховується за формулою (4.2):

$$W_1 = 1000 \cdot 0,13 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 260 = 1352000 \text{ м}^3.$$

2. Поповнення внутрішньокотлових втрат пари розраховується за формулою (2.3) :

$$W_2 = 1000 \cdot 0,15 \cdot 5 \cdot 8 \cdot 260 = 1560000 \text{ м}^3.$$

3. Поповнення втрат, пов'язаних з періодичною продувкою, розраховується за формулою (2.4):

$$W_3 = 1 \cdot 0,04 \cdot 15 \cdot 5 = 3 \text{ м}^3.$$

4. Поповнення котлової води при відборі проб розраховується за формулою (2.5) :

$$W_4 = 2 \cdot 0,00005 \cdot 10 \cdot 5 = 0,0005 \text{ м}^3.$$

5. Поповнення втрат, пов'язаних з підтіканням насосів розраховується за формулою (2.6):

$$W_5 = 60 \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 5 = 24 \text{ м}^3.$$

Тоді об'єм споживання котельними становить:

$$W = 1352000 + 1560000 + 3 + 0,0005 + 24 = 2912027,001 \text{ м}^3.$$

Водоспоживання на миття сировини розраховується за формулою (2.7):

$$W_{mc} = 1000000000 \cdot 15 = 1,5 \cdot 10^9 \text{ м}^3.$$

Водоспоживання на миття обладнання розраховується за формулою (2.8):

- кількість одиниць обладнання – 100;
- питомий розхід води на миття обладнання – 0,001;

$$W_{mo} = 100 \cdot 0,001 \cdot 260 = 26 \text{ м}^3.$$

Річна витрата води на санітарно-побутові потреби визначається за формулою (4.10):

- сумарне число ІТР на підприємстві – 100;
- число робітників – 300;
- число водіїв – 10;

$$W_{сп} = 10^{-3} \cdot 260 \cdot (12 \cdot 100 + 25 \cdot 300 + 15 \cdot 10) = 8112 \text{ м}^3.$$

Річна витрата на миття в душах:

$$W_{md} = 10^{-3} \cdot 260 \cdot 0,75 \cdot 500 \cdot 3 \cdot 1 = 292,5 \text{ м}^3.$$

Таким чином, на господарсько-побутові потреби необхідно:

$$W = 8112 + 292,5 = 8404,5 \text{ м}^3.$$

Безповоротні втрати води на підприємстві розраховуються за формулою (2.12)

$$W_{\text{нв}} = 1,05 (100 + 300 + 10) \cdot 260 \cdot 0,015 = 1269,45 \text{ м}^3.$$

Висновок: на потреби у воді для підприємства на рік необхідно 1,503 км³.

Контрольні запитання

1. Як визначити об'єм водопостачання промислового підприємства?
2. З чого складаються незворотні втрати водопостачання?
3. Що включають санітарно-побутові потреби?
4. Які вимоги до води, яка застосовується у котлах?
5. Які основні водоспоживання технологічні процеси, допоміжні та господарсько-питні потреби для зернопереробних підприємств (ЗПП такі)?

Завдання щодо виконання практичної роботи

1. Розрахувати необхідну кількість води на водопостачання підприємства за даними табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані

№ варіанту	Виробництво, т/год	α_i	β	Число котлів	Тривалість роботи, год/д	Число днів роботи за рік	Кількість продувок	Тривалість продувок, хв
1	100	0,12	0,11	1	8	260	1	10
2	200	0,1	0,12	2	16	312	2	15
3	20	0,11	0,13	3	24	260	4	20
4	230	0,13	0,14	4	8	312	1	25
5	540	0,14	0,15	5	16	260	2	30
6	1000	0,12	0,09	7	24	312	3	20
7	500	0,1	0,08	1	8	260	4	10
8	280	0,11	0,10	2	16	312	5	18
9	750	0,13	0,16	3	24	260	6	16
10	400	0,14	0,12	4	8	260	5	28
11	600	0,12	0,11	5	16	312	1	10
12	650	0,1	0,12	7	24	312	2	15
13	850	0,11	0,13	1	8	260	4	20
14	100	0,13	0,14	2	16	312	1	25

(продовж. табл. 2.2)

15	150	0,14	0,15	3	24	260	2	30
16	260	0,12	0,09	4	8	312	3	20
17	280	0,1	0,08	5	16	260	4	10
18	10000	0,11	0,10	7	24	312	5	18
19	900	0,13	0,16	10	8	240	6	16
20	4500	0,14	0,12	8	8	220	5	28

Перелік посилань

1. Водоподготовка (расчеты, примеры, задачи). – М.: Энергия, 1980. – 256 с

3 ОСВІТЛЕННЯ ВОДИ ФІЛЬТРУВАННЯМ

Для видалення із води дисперсних домішок, які відносяться до першої та другої групи за класифікацією здійснюються процеси освітлення та усунення кольоровості води. Освітлення води фільтруванням широко застосовується. Для цього воду фільтрують крізь шар зернистого матеріалу (кварцового піску, дрібного антрациту, керамзиту та ін.), завантаженого у фільтр.

Фільтруванням називається процес розділення неоднорідних систем (суспензій) за допомогою пористих перегородок, які затримують одну (тверду) фазу цих систем і пропускають іншу (рідку). Якщо у суспензії твердих частинок менше ніж 0,1% об'єму, цей процес – освітлення [1, 2].

Фільтрування призначено для очищення стічних вод від тонкодисперсних домішок з невеликою концентрацією, які не осіли при відстоюванні або очищенні. Розділення відбувається за допомогою пористих перегородок, які пропускають рідину і затримують тверду фазу, що диспергує. Фільтруючий шар періодично очищається від накопичених у ньому забруднюючих речовин. Суть фільтрування полягає в розподілі завислих частинок у порах фільтруючого матеріалу, закріпленні їх на його поверхні (адгезія). Для фільтрування можуть використовуватись інертні речовини (кварцовий пісок річковий чи кар'єрний, подрібнений антрацит, доменний шлак, керамзит, аглопорит), які служать лише для затримання завислих частинок, чи активні наповнювачі (діатоміт, трепел, активоване вугілля, магма), які одночасно з освітленням забезпечують поліпшення деяких показників якості води [2-4].

Для фільтрування використовують різні за конструкцією фільтри. Основні вимоги до них: висока ефективність виділення домішок і максимальна швидкість фільтрування. Фільтр із зернистою перегородкою – це резервуар, в нижній частині якого є дренажний пристрій для очищеної води. На дренаж укладають шар підтримуючого матеріалу, а потім фільтруючий матеріал. Ефективніше працюють багат шарові фільтри. Найбільше розповсюдження у практиці отримали самотечні відкриті фільтри. Необхідний напір у самотливних фільтрах забезпечується різницею рівнів на фільтрах і в резервуарі чистої води. Висота шару води над поверхнею піску повинна бути не менше 2 м (h_v), а висота фільтруючого піску 0,7-2,0 м (h_0).

Освітлення води без використання реагентів відбувається при тривалому її відстоюванні, яке може здійснюватися у відкритих, спеціально споруджених басейнах-відстійниках чи водосховищах. Термін освітлення води має становити не менше 12 діб. Зрозуміло, що

такий метод використовується рідко. До безреагентних методів відноситься повільне фільтрування. Характерна особливість - дуже малі швидкості фільтрування (0,1-0,2 м/год) і використання фільтруючого матеріалу (звичайно кварцового річкового піску) з дрібними фракціями (0,25-0,35мм), який затримує завислі речовини.

Реагентний метод ґрунтується на використанні спеціальних хімічних речовин (коагулянтів) і називається коагулюванням. У результаті цього процесу у воді утворюються пластівці, які включають завислі та колоїдні частинки, що надають воді мутності та кольоровості. Потім ці пластівці осідають і забезпечують освітлення і усунення кольоровості. Найчастіше використовують сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, хлорид заліза $FeCl_3 \cdot 6H_2O$, сульфат заліза (II) $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Коагулянти являють собою солі слабких основ і сильних кислот – сульфат алюмінію, сульфат окисного та закисного заліза, хлорне залізо та ін.

Після осадження основної маси завислих частинок вода звичайно фільтрується - пропускається крізь шар зернистого матеріалу, найчастіше - піску. На відміну від повільного фільтрування швидкість процесу становить 5-10 м/год, і фільтруючий матеріал містить більші фракції (0,5-1,00 мм). Цей процес називається швидким фільтруванням [2].

Будь-яка установка має певні техніко-економічні показники, які мають важливе значення при виборі схеми очистки води.

Виробництво фільтрувальної установки брутто ($Q_б$) складається із витрати нетто($Q_н$) та власних потреб ($q_{в.п.}$):

$$Q_б = Q_н + q_{в.п.} \quad (3.1)$$

Необхідна для отримання такої кількості води площа фільтрування визначається за формулою:

$$F_0 = \frac{24Q_б}{v_0(24 - n_0t_0)} = \frac{Q_бT_0}{v_0}, \quad (3.2)$$

де v_0 – швидкість фільтрування, береться в межах 5-10 м/год.;
 n_0 – кількість промивок фільтра за добу (не більше трьох);
 t_0 – час простою фільтру в промивці, звичайно 30-45 хвилин.

Коефіцієнт, що враховує простій фільтрів в період промивки:

$$K_0 = \frac{24}{24 - n_0t_0}, \quad (3.3)$$

Кількість фільтрів, що встановлюються, визначається діаметром фільтрів та загальною площею фільтрування.

$$n_o = \frac{24}{T_o - t_o}, \quad (3.4)$$

$$T_o = \frac{h_o \Gamma_p 10^3}{v_o C_v}, \quad (3.5)$$

де T_o – міжпромивочний період, год;

Γ_p – грязеємність матеріалу, який фільтрує, кг/м^3 ;

C_v – концентрація завислих речовин у воді, що фільтрується, мг/л .

Значення Γ_p може змінюватися в широких межах в залежності від характеру завислих речовин, їх фракційного складу, фільтруючого матеріалу і ін. При розрахунках можна прийняти $\Gamma_p = 3 \div 4 \text{ кг/м}^3$, у середньому $3,5 \text{ кг/м}^3$.

Робочий цикл фільтрів переривається зупинкою для відновлення їх працездатності. В той же час споживачі обробленої води витрачають її безперервно. Тому виникає необхідність у створенні на установках резерву у фільтрах або запасу води, особливо якщо враховувати періодичний вивід фільтрів в ремонт.

Кількість фільтрів, які виводяться одночасно в промивку (регенерацію), залежить від загального їх числа m_0 на установці.

Якщо $m_0 \leq (T_o + t_o) / t_o$, то у промивці (регенерації) буде знаходитися один фільтр.

Водопідготовча установка може бути укомплектована фільтрами різного виробництва і різної кількості, однак доцільно встановлювати меншу кількість фільтрів, тому що це дозволяє скоротити кількість арматури, фланців, тобто елементів, які знижують надійність.

Середнє фактичне виробництво фільтру $q_{\text{сер}}$ за міжрегенераційний період (міжпромивочний) період дорівнює:

$$q_{\text{сер}} = \frac{v_o f_o (T_o + t_o)}{T_o}, \quad (3.6)$$

Зі збільшенням T_o дріб $(T_o + t_o) / T_o$ прагне до одиниці. Тобто, фактична швидкість фільтрування завжди більше розрахункової, якщо остання приймається без урахування простою фільтра на регенерації (промивці).

Значення власних потреб освітлювальних фільтрів у відсотках до вихідної води можуть бути підраховані за формулою [5]:

$$q_{n.p.} = \frac{2 + 0,4C_v}{\Gamma_p h_o}, \quad (3.7)$$

Контрольні запитання

1. В чому відмінність між процесами освітлення вод та фільтруванням?
2. Які основні вимоги до конструкцій фільтрів?
3. Які існують методи освітлення вод?
4. Які показники відносяться до техніко-економічних показників обладнання для фільтрування?
5. Дати визначення процесу коагулювання. Як відбувається цей процес?

Завдання щодо виконання практичної роботи

1. Визначити техніко-економічні показники устаткування для фільтрування. Вихідні дані в табл. 3.1 з урахуванням площі фільтру, яка дорівнює 12 м.

Приклади розрахунку показників освітлення води фільтруванням

Приклад 1. Проектується водопідготовча установка продуктивністю бруто 850 м³/ч. Початкова вода містить 60 - 80 мг/л зважених речовин. Визначити кількість фільтрів, їх продуктивність і інші техніко-економічні показники установки.

Розв'язання. Використовуємо освітлювальні фільтри з висотою шару матеріалу, що фільтрує, 0,9 м. Приймаємо грязеємність рівною 4 кг/м³, швидкість фільтрування 5 м/год Міжпромивний період в цьому випадку дорівнює:

$$T_0 = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 0,9}{5 \cdot 80} = 9$$

Кількість промивок в добу складе $n_0 = 24/(T_0 + t_0) = 2,5$.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для визначення техніко-економічних показників устаткування для фільтрування

Варіант	Розхід брутто	Вміст завислих речовин, мг/л	Висота фільтруючого шару, м	Грязе-ємність, кг/м	Швидкість фільтрування, м/год	Діаметр фільтру, м
1	800	70	0,8	3	4	3,5
2	850	80	0,9	4	5	4
3	900	85	1,0	5	6	4,5
4	750	90	1,1	6	7	5
5	1000	95	0,95	7	8	5,5
6	700	100	0,8	3	4	3,5
7	800	70	0,9	4	5	4
8	900	80	1,0	5	6	4,5
9	650	85	1,1	6	7	5
10	750	90	0,95	7	8	5,5
11	770	95	0,8	3	4	3,5
12	880	100	0,9	4	5	4
13	990	70	1,0	5	6	4,5
14	850	80	1,1	6	7	5
15	950	85	0,95	7	8	5,5
16	1050	90	0,8	3	4	3,5
17	600	95	0,9	4	5	4
18	700	100	1,0	5	6	4,5
19	800	78	1,1	6	7	5
20	900	93	0,95	7	8	5,5
21	625	73	0,85	6	7	4,0
22	725	84	1,2	5	6	5,5
23	825	96	0,87	4	5	5
24	925	110	0,93	3	4	3,5
25	1025	76	0,83	7	8	4,5

Необхідну загальну площу знайдемо з виразу:

$$F_0 = \frac{24 \cdot 850}{5(24 - 2,5 \cdot 0,5)} = 180$$

Приймаємо до установки фільтри діаметром 3,4 м зплощею 9 м². Кількість їх буде дорівнювати 180/9 = 20 шт. Оскільки в даному випадку

$20 > T_0 + t_0$, то для регенерації слід передбачити додатково один фільтр і для ремонту один, отже, усього потрібно передбачити 22 апарати. Таку кількість фільтрів встановлювати недоцільно. Для зменшення їх числа слід встановити трикамерні фільтри діаметром 3 м і площею перетину 21 м^2 . Їх необхідно $180/21=9$ шт., плюс один для регенерації і один резервний, всього 11 шт.

Власні потреби будуть дорівнювати:

$$q_{в.н.} = 2 + \frac{0,4 \cdot 80}{4 \cdot 0,9} = 10,9\%$$

Що складає $93 \text{ м}^3/\text{г}$. Отже, кількість освітленої води (продуктивністю нетто) буде дорівнювати $750 \text{ м}^3/\text{г}$. На обробку цієї кількості необхідно розраховувати такий ступень водопідготовчої установки (катіонні фільтри I ступеня).

Приклад 2. Після спорудження освітлювальної установки, розрахованої в попередньому прикладі, якість вихідної води змінилася в гіршу сторону. Концентрація завислих речовин у весняно-осінній період (4 міс/рік) збільшилася до 180 мг/л . Як зміниться робота установки і яка буде її продуктивність?

Розв'язання. Тривалість фільтроциклу тепер зменшиться і буде дорівнювати:

$$T_2 = T_1 \frac{C_1}{C_2} = 9 \frac{80}{180} = 4,$$

а кількість промивок зросте до:

$$n_0 = \frac{24}{T_2 + t_1} = \frac{24}{4 + 1,5} = 5$$

де $t_0 = 1,5 \text{ г}$ для трикамерного фільтра.

Власні потреби збільшаться до 20%, продуктивність установки нетто знизиться до $680 \text{ м}^3/\text{г}$. Це означає, що при цих, умовах установка не забезпечить об'єкт водою. Цей висновок важливий, оскільки показує, що при проектуванні освітлювальної установки важливо правильно оцінити концентрацію завислих речовин в воді. Для умов даного прикладу могли б бути використані наступні варіанти: а) установка передвключеного освітлювача; б) установка передвключених освітлювальних фільтрів з грубозернистою (1 - 2 мм); в) у період каламутності води на установку можна подати освітлену (питну) воду у необхідній кількості.

Існує і ще одне. При високому значенні C_v для збереження того ж значення T_0 необхідно збільшити грязеємність матеріалу фільтра Γ_p . Відомо, що високу грязеємність мають більш крупні фракції зернистого матеріалу. Тому слід застосувати двошарові (а може і тришарові) фільтри: верхній шар ($h_0 = 0,6$ м) крупністю 0,8 - 1,8 мм, нижній ($h_0 = 0,6 - 0,8$ м) крупністю 0,5—1,2 мм. Верхній матеріал повинен мати меншу насипну щільність (наприклад, антрацит або керамзит), нижній – більшої (кварцовий пісок). Такі фільтри володіють значно більшою грязеємністю. Такий ефект можливий якщо встановити дві групи фільтрів: перша – крупнозернисті (1-2 мм) для грубого фільтрування, друга – мілкозерниста для тонкого фільтрування.

Приклад 3. Фільтрувальна установка складається з $m_0=12$ однокамерних одношарових фільтрів діаметром 2,6 м з висотою шару 0,9 м. На неї поступає вода з концентрацією завислих речовин: а) 56 мг/л взимку і літом; б) 100 мг/л навесні і осінню. Проводиться коагуляція на фільтрах з дозою $Al_2(SO_4)_3$ 0,6 (а) і 0,8 (б) мг-екв/л. Визначити, яку кількість освітленої води можна отримати від цієї установки.

Розв'язання. Приймаємо, що фільтри повинні працювати з такою інтенсивністю, щоб кількість промивок в добу не перевищувала три. Виходячи з цього тривалість фільтроциклу складатиме при $t_0=0,5$ г

$$T_0 = 2 \frac{24}{n_0 - t_0} = \frac{24}{3 - 0,5} = 7,5,$$

а швидкість фільтрування буде дорівнювати:

$$a) v_0 = \frac{0,9 \cdot 4 \cdot 10^3}{7,5 \cdot 71,6} = 6,7$$

$$б) v_0 = 4 \text{ м/г}$$

Продуктивність брутто дорівнює:

$$a) Q_б = \frac{12 \cdot 5,3 \cdot 6,7}{1,07} = 400$$

$$б) Q_б = 340 \text{ м}^3/\text{г}$$

Власні потреби установки складають:

$$a) q_{в.п.} = 2 + \frac{0,4 \cdot 71,6}{4 \cdot 0,9} = 10\%$$

$$б) q_{в.п.} = 15,5 \%$$

Продуктивність установки по освітленню води дорівнює:

$$a) 400 (1 - 0,1) = 360 \text{ м}^3/\text{г}$$

$$б) 340 (1 - 0,155) = 300 \text{ м}^3/\text{г}.$$

Перелік посилань

1. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. – К.: Высшая школа, 1980. -208 с.
2. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольський, Н.А. Мішакова-Клименко, І.М. Астрелін та ін. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
3. Збірник методичних вказівок з дисципліни «Методи оцінки якості природних вод». Укладач: Юрасов С.М. – Одеса.: ОДЕКУ, 2005. – 60 с.
4. Экология города / Под ред. Стольберга Ф. В. / – К.: Либра, 2000. – 464 с.
5. Водоподготовка (расчеты, примеры, задачи). – М.: Энергия, 1980. – 256 с.

4 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Після закінчення роботи студентом складається звіт, який надається викладачу і оцінюється ним. При позитивній оцінці студент допускається до захисту звіту.

Основна частина звіту – це розділи, назви яких відповідають назвам виконаних трьох практичних завдань. В кожному розділі наводяться теоретичні матеріали виконуваної роботи, результати розрахунків, необхідні графічні матеріали і аналіз отриманих результатів.

Кожна карта і графік роботи оформляються як рисунки і повинні мати відповідний двозначний номер, який складається з номера розділу і порядкового номера рисунку у межах цього розділу, а також назву рисунку, яка визначається згідно із отриманим студентом завданням.

Під час оформлення звіту слід дотримуватися нижченаведених вимог. Звіт має бути оформлений згідно з вимогами ДСТУ 3008-95 і РСТУ 1743-82.

1. Структура. Звіт складається з таких складових:

1. Титульний аркуш.
2. Зміст.
3. Вступ.
4. Суть роботи.
5. Висновки.
6. Перелік посилань.
7. Додатки.

Заголовки всіх структурних елементів звіту розташовують симетрично посеред рядка; друкують великими літерами, без крапки у кінці; не підкреслюють.

Структурні елементи роботи 1 – 3 , 6 – 7 не нумерують, структурні елементи 1 – 6 є обов'язковими, 7- використовують за необхідністю.

2. Вимоги до оформлення. В складі звіту можуть бути присутні текстовий матеріал, ілюстрації (малюнки) та таблиці.

Формат сторінок А4 (210×297 мм). Для оформлення додатків дозволяється використовувати папір формату А3 (297×420 мм).

Звіт дозволяється виконувати:

- від руки (чорними чорнилами, чітко і розбірливо);
- комп'ютерним набором (із розрахунку не більше 40 рядків на аркуш з висотою літери не менш, ніж 1,8 мм).

Друк має бути контрастним і чітким.

Розміри полів: верхнє, нижнє - 20 мм; ліве – 30 мм; праве – 10 (15) мм.

Абзацний відступ дорівнює п'яти знакам і залишається постійним на протязі усього тексту звіту.

Нумерація сторінок наскрізна, робиться арабськими цифрами. Проставляється у верхньому правому куті сторінки без крапки у кінці.

Титульний аркуш включають до загальної нумерації, але номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

Нумерація проставляється зі сторінки "ЗМІСТ". Ілюстрації і таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок.

Звіт має бути зброшурований і підшитий у папку.

Зміст роботи розташовується безпосередньо після титульного аркуша (на новій сторінці).

Вступ розміщується на окремій сторінці. У вступі коротко висвітлюються: актуальність розглянутих задач, мета работ, а також короткий огляд завдань, які підлягають дослідженню.

Суть роботи.

Розділи можуть поділятися на підрозділи, пункти і підпункти. Інформація у складі кожного з них повинна мати закінчений характер. Розділи і підрозділи *повинні мати* заголовки. Розділи, підрозділи, пункти і підпункти нумерують арабськими цифрами: розділи (1, 2, 3 і т.п.);- підрозділи – (1.1, 1.2, 1.3 і т.п.); пункти – (1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 і т.п.); підпункти – (1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.1.3 і т.п.). Після номера розділу, підрозділу, пункту і підпункту крапка у кінці не ставиться.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів починають з відступу, який дорівнює 5 знакам; друкують малими літерами (крім першої великої); не підкреслюють; крапку у кінці не ставлять. Якщо заголовок складається з двох (або більше) речень – їх розділяють крапкою. Перенос слів в заголовку не дозволяється. Відстань між заголовком та попереднім і наступним текстом:

- рукописний текст – не менш двох рядків;
- друкований текст – не менш трьох рядків;
- комп'ютерний текст – не менш двох рядків.

Кожен новий розділ слід оформляти, починаючи з нової сторінки. При оформленні підрозділів, пунктів і підпунктів сторінку продовжують.

Не дозволяється розміщення назви розділу (підрозділу, пункту, підпункту) в нижній частині сторінки, якщо після нього розміщується лише один рядок тексту.

Ілюстрації розміщують безпосередньо після тексту або на наступній сторінці після першого посилання на неї (в тексті роботи обов'язково має бути посилання на ілюстрацію). Ілюстрація повинна мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані. Ілюстрація починається словом "Рисунок", яке разом з

назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних. Наприклад “Рисунок 3.1 – Схема розміщення”. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації в розділі, відокремлених крапкою. Наприклад, рис. 1.2 – другий малюнок першого розділу.

Таблиці розташовують безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше. На всі таблиці посилаються обов’язково. Таблиці нумерують арабськими цифрами в межах розділу. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою. Наприклад, таблиця 1.2 – друга таблиця першого розділу. Назву таблиці друкують малими літерами (крім першої).

Дозволяється перенос таблиці на наступну сторінку з заміною колонок і рядків таблиці на відповідну нумерацію арабськими цифрами в верхній частині таблиці. Назва таблиці не повторюється.

Висновки розміщують на окремій сторінці. В “Висновках” коротко і конкретно аналізують результати проведеної роботи. Роблять висновки щодо зробленої роботи, які можуть складатися з декількох пунктів.

Перелік посилань розміщується на окремій сторінці. Посилання на літературні джерела в тексті зазначаються порядковим номером за переліком посилань. Якщо посилання робиться на декілька літературних джерел – в тексті звіту після застосування матеріалів з джерел 1 - 3 слід указати: [1 - 3]. Бібліографічні відомості літературного джерела в переліку посилань оформлюється на тій мові, на якій воно видавалося.

Додатки розташовуються в кінці роботи і є її продовженням.

Нумерація сторінок наскрізна з основною частиною роботи. Кожний додаток розміщується на окремій сторінці, має назву, надруковану вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. З правого боку над заголовком малими літерами з першої великої повинно бути надруковано “Додаток _____” і велика літера, що позначає додаток.

Бірон Олена Олександрівна
Коріневська Вероніка Юріївна
Кузьміна Вікторія Анатоліївна

ЕКОЛОГІЯ МІСЬКИХ СИСТЕМ

Збірник методичних вказівок

Підп. до друку
Папір

Формат
Умовн. друк. арк.

Тираж

Прим.
Зам. №

Одеський державний екологічний університет

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15
Надруковано з готового оригінал макету