

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології природних полімерів**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ
з курсу „Техноекологія та техногенна безпека”
для напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона
навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»**

**Київ
НТУУ «КПІ»
2012**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ
з курсу „Техноекологія та техногенна безпека”
для напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона
навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»**

*Рекомендовано Вченою радою
інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»
протокол № 3 від 27 лютого 2012 р.*

(протокол № дата)

2012

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з курсу „Техноекологія та техногенна безпека” для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» /Укл. Сіренко Л.В., Гомеля М.Д., Шаблій Т.О. – К.: ТОВ «Інфодрук», 2012. – 53 с.

Укладачі: Л.В. Сіренко
М.Д. Гомеля
Т.О. Шаблій

Рецензент: Д.М. Складаний, к.т.н., доц.

Відповідальний редактор: В.М. Радовенчик, к.т.н., доц.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ З ОДИНОЧНОГО ДЖЕРЕЛА	
1.1. Визначення максимальної концентрації забруднень в приземному шарі з одиночного джерела	8
1.2. Визначення відстані, на якій досягається максимальна концентрація забруднення в приземному шарі	11
1.3. Визначення небезпечної швидкості вітру; максимальної приземної концентрації забруднень та відстані, на якій вона досягається, при швидкості вітру, що відрізняється від небезпечної	12
1.4. Визначення концентрації забруднень на різних відстанях від джерела по осі факелу викиду, по перпендикуляру до неї та радіусу зони впливу джерела	14
1.5. Визначення мінімальної висоти джерела викиду	16
1.6. Визначення гранично допустимих викидів (ГДВ) шкідливих речовин	18
2. РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ ЗВОРОТНИМИ ВОДАМИ ДЛЯ ОКРЕМОГО ЗОСЕРЕДЖЕНОГО ВИПУСКУ	
2.1. Розрахунок коефіцієнту змішування зворотних вод з водою водного об'єкту та кратності розбавлення зворотних вод	22
2.2. Розрахунок максимально допустимої концентрації токсичних завислих речовин в очищених зворотних водах	31
2.3. Розрахунок максимально допустимого значення БСК _п у скинутих зворотних водах	28
2.4. Визначення нормативів гранично допустимого допустимого (ГДС) речовин, що надходять у водний об'єкт із зворотними водами	29
2.5. Прогноз зміни якості води у контрольному створі	31
Список рекомендованої літератури	32
Додаток 1	33
Додаток 2	44

ВСТУП

Інтенсивний розвиток промисловості, урбанізація міст призвели до забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами, що мають негативний вплив на довкілля і організм людини. Одним з підходів по охороні природи і здоров'я людей від виробничої діяльності є нормування антропогенного навантаження на довкілля, розробка організаційних заходів його захисту від шкідливого впливу виробничої діяльності людей; забезпечення екологічної безпеки виробництв та регулювання їх впливу на довкілля.

Мета курсової роботи – практичне застосування комплексу знань, умінь, навиків в частині розробки проектів гранично допустимих викидів, гранично допустимих скидів, необхідних для кваліфікованого управління природоохоронною діяльністю на рівні промислових підприємств, установ, організацій.

Курсова робота складається з двох розділів, які мають у своєму складі декілька підрозділів. Перший розділ стосується розрахунку та обґрунтуванню проекту нормативів гранично допустимого викиду, другий - проекту нормативів гранично допустимого скиду.

Практичне засвоєння дисципліни досягається як цілеспрямованим підбором тематики індивідуальних занять, так і організацією процесу виконання курсової роботи. Виконавши курсову роботу, студент повинен навчитися:

1. самостійно опрацьовувати науково-технічну літературу;
2. творчо застосовувати здобуті теоретичні знання, розв'язуючи практичні задачі;
3. виконувати якісну і кількісну оцінку отриманих результатів.

Курсову роботу виконують за індивідуальним завданням і оформлюють у вигляді пояснювальної записки.

Пояснювальна записка до курсової роботи містить такі розділи.

1. Завдання до курсової роботи.
2. Детальний опис процесу розв'язання.

3. Результати розрахунків і їх аналіз (числове, графічне, табличне значення результатів розрахунків).
4. Висновки по кожному підрозділу роботи, по роботі в цілому в частині рекомендацій щодо подальших заходів по захисту довкілля.
5. Список літератури.

1. РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ З ОДИНОЧНОГО ДЖЕРЕЛА

1.1. Визначення максимальної концентрації забруднень в приземному шарі з одиночного джерела

Стислі теоретичні відомості

Максимальне значення приземної концентрації забруднень C_m (мг/м³) при гарячих викидах газоповітряної суміші із одиночного джерела з круглим устям при несприятливих метеорологічних умовах досягається на певній відстані X_m (м) від джерела та визначається по формулі:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot h}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (1)$$

A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери,

M – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу (потужність викиду), г/с,

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує осідання шкідливих речовин в повітрі,

m і n – коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші із джерела викиду,

H – висота джерела викиду над рівнем землі, м,

η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує рельєф місцевості, для рівної місцевості з перепадом висот менше або рівним 50 м на 1 км $\eta=1$,

ΔT – різниця між температурою газової суміші, що викидається T_c та температурою навколишнього повітря T_n , °С,

V_1 – витрата газоповітряної суміші, що визначається за формулою:

$$V_1 = \frac{p \cdot D^2}{4} \cdot w_0 \quad (2)$$

D – діаметр устя джерела викиду, м,

w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із устя джерела викиду.

Значення коефіцієнту A , що відповідає несприятливим метеорологічним умовам, при яких концентрація забруднення в повітрі максимальна приймається рівним 200 для районів, південніших 50^0 пн.ш., 180 для районів між 50^0 пн.ш. та 52^0 пн.ш., 160 для районів, що знаходяться північніше 52^0 пн.ш.

При визначенні ΔT (0C) необхідно приймати температуру довкілля T_n (0C), рівною середній максимальній температурі навколишнього повітря найжаркішого місяцю року, а температуру суміші, що викидається T_c , слід приймати по нормативних даних виробництва.

Значення безрозмірного коефіцієнту F приймають рівним 1 для газових викидів та дрібнодисперсних аерозолів, швидкість осідання яких дорівнює нулю. Для інших аерозолів $F=2$ при ефективності очистки викидів 90 %, $F=2.5$ при ефективності очистки 75-90 %, $F=3$ при відсутності очистки.

Значення коефіцієнту m та n визначається в залежності від параметрів f , V_m , V_m' та f_e :

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (3)$$

$$V_m = 0.65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (4)$$

$$V_m' = 1.3 \cdot \frac{w_0 \cdot D}{H} \quad (5)$$

$$f_e = 800 \cdot (V_m')^3 \quad (6)$$

Коефіцієнт m визначається в залежності від f по формулі:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100 \quad (7)$$

$$m = \frac{1.47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100 \quad (8)$$

Для $f_e < f < 100$ значення коефіцієнту m розраховується по f_e ($f=f_e$).

Коефіцієнт n при $f < 100$ визначається в залежності від V_m по формулах:

$$n=1 \text{ при } V_m \geq 2 \quad (9)$$

$$n=0.532 \cdot V_m^2 - 2.13 \cdot V_m + 3.13 \text{ при } 0.5 < V_m < 2 \quad (10)$$

$$n=4.4 \cdot V_m \text{ при } V_m < 0.5 \quad (11)$$

При гарячих викидах газів f практично завжди менше 100.

В тих випадках, коли викиди холодні, тобто коли $\Delta T \approx 0$, при $f \geq 100$ та $V_m' \geq 0.5$ при розрахунку максимальної приземної концентрації при несприятливих метеорологічних умовах використовують формулу:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot h \cdot K}{H^{4/3}} \quad (12)$$

$$\text{де } K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7.1 \cdot \sqrt{w_0 \cdot V_1}} \quad (13)$$

Коефіцієнт n розраховується по формулах:

$$n=1 \text{ при } V_m' \geq 2 \quad (14)$$

$$n=0.532 \cdot (V_m')^2 + 2.13 \cdot V_m' + 3.13 \text{ при } 0.5 < V_m' < 2 \quad (15)$$

$$n=4.4 \cdot V_m' \text{ при } V_m' < 0.5 \quad (16)$$

Рекомендації щодо виконання курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків по даному підрозділу розміщені в табл. 1.3, 1.4.

1.2. Визначення відстані, на якій досягається максимальна концентрація забруднення в приземному шарі

Стислі теоретичні відомості

Відстань x_m (м) від джерела викиду, на якій приземна концентрація забруднення C (мг/м³) при несприятливих метеорологічних умовах досягає максимального значення C_m визначається по формулі:

$$X_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H \quad (17)$$

Безрозмірний коефіцієнт d при $f < 100$ знаходиться по формулах:

$$d = 2.48 \cdot (1 + 0.28 \sqrt[3]{f_e}) \text{ при } V_m \leq 0.5 \quad (18)$$

$$d = 4.95 \cdot V_m \cdot (1 + 0.28 \cdot \sqrt[3]{f_e}) \text{ при } 0.5 < V_m < 2 \quad (19)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{V_m} \cdot (1 + 0.28 \cdot \sqrt[3]{f_e}) \text{ при } V_m \geq 2 \quad (20)$$

При $f > 100$ або $\Delta T \approx 0$ значення знаходять по формулах:

$$d = 5.7 \text{ при } V_m' \leq 0.5 \quad (21)$$

$$d = 11.4 \cdot V_m' \text{ при } 0.5 < V_m' < 2 \quad (22)$$

$$d = 16 \cdot \sqrt{V_m'} \text{ при } V_m' \geq 2 \quad (23)$$

Рекомендації щодо виконання курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків по даному підрозділу розміщені в табл. 1.3, 1.4.

1.3. Визначення небезпечної швидкості вітру; максимальної приземної концентрації забруднень та відстані, на якій вона досягається, при швидкості вітру, що відрізняється від небезпечної

Стислі теоретичні відомості

Значення максимальної швидкості вітру U_m (м/с) на рівні флюгера (≈ 10 м над рівнем землі), при якій досягається максимальна концентрація забруднення в приземній зоні (C_m) на відстані X_m , в випадку $f < 100$ визначається по формулі:

$$U_m = 0.5 \text{ при } 0.5 \geq V_m \quad (24)$$

$$U_m = V_m \text{ при } 2 \geq V_m > 0.5 \quad (25)$$

$$U_m = V_m \cdot (1 + 0.12\sqrt{f}) \text{ при } V_m > 2 \quad (26)$$

При $f \geq 100$ або $\Delta T \approx 0$ значення U_m визначають по формулах (27-29):

$$U_m = 0.5 \text{ при } 0.5 \geq V_m' \quad (27)$$

$$U_m = V_m' \text{ при } 2 \geq V_m' > 0.5 \quad (28)$$

$$U_m = 2.2 \cdot V_m' \text{ при } V_m' > 2 \quad (29)$$

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини C_{mu} (мг/м³) при несприятливих метеорологічних умовах та швидкості вітру U (м/с), що відрізняється від

небезпечної швидкості вітру U_m , при якій досягається концентрація C_m визначається по формулі:

$$C_{mu}=r \cdot C_m \quad (30)$$

r – безрозмірна величина, що визначається в залежності від відношення U/U_m по формулах:

$$r=0.67 \cdot (U/U_m)+1.67 \cdot (U/U_m)^2-1.34 \cdot (U/U_m)^3 \text{ при } 1 \geq U/U_m \quad (31)$$

$$r = \frac{3 \cdot (U/U_m)}{2 \cdot (U/U_m)^2 - (U/U_m) + 2} \text{ при } 1 < U/U_m \quad (32)$$

Відстань від джерела викиду X_{mu} (м), на якій при швидкості вітру U та несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація шкідливих речовин досягає максимального значення C_{mu} (мг/м³) визначається по формулі:

$$X_{mu}=p \cdot X_m \quad (33)$$

p - безрозмірний коефіцієнт, що визначається в залежності від відношення U/U_m по формулах (34-36):

$$p=3 \text{ при } 0.25 \geq U/U_m \quad (34)$$

$$p=8.93 \cdot (1 - U/U_m)^5 + 1 \text{ при } 1 \geq U/U_m > 0.25 \quad (35)$$

$$p=0.32 \cdot U/U_m + 0.68 \text{ при } 1 < U/U_m \quad (36)$$

Рекомендації щодо виконання курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків по даному підрозділу розміщені в табл. 1.3, 1.4.

1.4. Визначення концентрації забруднень на різних відстанях від джерела по осі факелу викида, по перпендикуляру до неї та радіусу зони впливу джерела

Стислі теоретичні відомості

При несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація шкідливих речовин по осі факелу викиду на різних відстанях $X(m)$ від джерела викиду визначається по формулі:

$$C = S_1 \cdot C_m \quad (37)$$

S_1 – безрозмірний коефіцієнт, що розраховується в залежності від співвідношення X/X_m та коефіцієнту F по формулах:

$$S_1 = 3 \cdot (X / X_m)^4 - 8 \cdot (X / X_m)^3 + 6(X / X_m)^2 \text{ при } X/X_m < 1 \quad (38)$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot (X / X_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < X/X_m < 8 \quad (39)$$

$$S_1 = \frac{X / X_m}{3.58 \cdot (X / X_m)^2 - 3.52 \cdot (X / X_m) + 120} \text{ при } 1.5 \geq F \text{ та } X/X_m > 8 \quad (40)$$

$$S_1 = \frac{1}{0.1 \cdot (X / X_m)^2 + 2.47(X / X_m) - 17.8} \text{ при } 1.5 < F \text{ та } X/X_m > 8 \quad (41)$$

Для низьких та наземних джерел (висотою до 10 м) при значеннях $X/X_m < 1$ величина S_1 в формулі (37) замінюється на величину S_1^H , що визначається в залежності від X/X_m та H по формулі:

$$S_1^H = 0.125 \cdot (10 - H) + 0.125 \cdot (H - 2) \cdot S_1 \text{ при } 10 > H \geq 2 \quad (42)$$

Отримані результати зводять в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Залежність концентрації забруднення від відстані джерела викиду (від співвідношення X/X_m).

X/X_m	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	1	2	5	10	50	100	200
$C_m, \text{мг/м}^3$												

Після цього для 4^x значень C , включаючи і C_m , визначають C_y на відстані 0.01, 0.1, 0.5, 1, 2 км від осі факелу 0-X. При цьому для варіантів 1-5 вибирають швидкість вітру $U=3$ м/с, для варіантів 5-10 вибирають $U=5$ м/с, для варіантів 11-15 вибирають $U=8$ м/с, для варіантів 16-20 вибирають $U=6$ м/с, для варіантів 21-25 вибирають $U=4$ м/с.

Значення приземної концентрації шкідливих речовин в атмосфері на певній відстані по перпендикуляру від осі факелу викиду C_y (мг/м³) визначають по формулі:

$$C_y = S_2 \cdot C \quad (43)$$

S_2 – безрозмірний коефіцієнт, що визначається в залежності від швидкості вітру U (м/с) та відношення y/x по значенню аргументу t_y :

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} \text{ при } 5 \geq U \quad (44)$$

$$t_y = \frac{5 \cdot y^2}{X^2} \text{ при } 5 < U \quad (45)$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12.8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45.1 \cdot t_y^4)^2} \quad (46)$$

Отримані результати зводять в таблицю 1.2.

Таблиця 1.2. Залежність концентрації забруднень на відстані у від осі факелу викиду 0-X.

№ п/п	Відстань по осі 0-X (X/X _м), м	Концентрація по осі 0-X, C, мг/м ³	Приземні концентрації шкідливих речовин в атмосфері на певній відстані по перпендикуляру від осі факелу викиду, C _y , (мг/м ³)				
			Відстань у по перпендикуляру до осі 0-X, км				
			0.01	0.1	0.5	1	2
1							
2							

Радіус зони впливу джерела R розраховується як найбільша з двох відстаней (X₁, X₂) від джерела, де X₁=10·X_м, X₂ – це відстань по осі факелу викиду, починаючи з якої C≤0.05·ГДК; якщо C_м≤0.05·ГДК, тоді X₂=0.

Рекомендації щодо виконання курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків по даному підрозділу розміщені в табл. 1.3, 1.4.

1.5. Визначення мінімальної висоти джерела викиду

Стислі теоретичні відомості

Мінімальна висота одиночного джерела викиду (труби) Н (м) визначається з урахуванням потужності викиду М (г/с), швидкості руху газів w₀, (м/с), витрати суміші газів V₁ (м³/с), діаметру устя джерела викиду D (м).

При холодних викидах, коли ΔT≈0, висоту визначають по формулі:

$$H = \left[\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot h}{8 \cdot V_1 \cdot (ГДК - C_{\phi})_1} \right]^{3/4} \quad (47)$$

C_φ – фонова концентрація забруднення, мг/м³,

ГДК–гранично допустима концентрація забруднення в приземному шарі, мг/м³.

Якщо розрахованому значенню H відповідає умова $V_m' \geq 2$, то визначене H є остаточним. Якщо $V_m' < 2$, то необхідно, при знайденому значенні $H=H_1$ визначити $n=n_1$ та послідовними наближеннями знайти $H=H_2$ по H_1 та n_1 ,, $H=H_{i+1}$ по H_i та n_i за допомогою формули:

$$H_{i+1} = H_i \cdot \left(\frac{n_i}{n_{i-1}} \right)^{3/4} \quad (48)$$

n_i та n_{i-1} – значення безрозмірного коефіцієнту n , визначеного відповідно по значеннях H_i та H_{i-1} . В разі $I=1$ $n_{i-1}=1$. Уточнення H проводять до тих пір, поки два послідовно знайдених значення H будуть відрізнятися між собою не більше як на 1 м. При $\Delta T > 0$ значення H спочатку розраховують також по формулі (47).

Якщо при цьому знайдене значення задовольняє нерівність

$$H \leq w_0 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot D}{\Delta T}} \quad (49),$$

то знайдене значення H є кінцевим. Якщо нерівність (49) не виконується, то попереднє значення висоти труби визначається по формулі:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M \cdot F \cdot h}{(\Gamma DK - C_\phi) \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}}, \text{ м} \quad (50)$$

По знайденому таким чином значенню $H=H_1$ визначають значення f , V_m , V_m' , f_e та коефіцієнти $m=m_1$ та $n=n_1$. Якщо $m_1 \cdot n_1 \neq 1$, то по m_1 та n_1 визначається друге наближення $H=H_2$ по формулі:

$$H_2 = H_1 \cdot \sqrt{m_1 \cdot n_1} \quad (51)$$

В загальному випадку $(i+1)$ наближення H_{i+1} визначається по формулі:

$$H_{i+1} = H_i \cdot \sqrt{\frac{m_i \cdot n_i}{m_{i-1} \cdot n_{i-1}}} \quad (52)$$

m_i, n_i – відповідають H_i , а m_{i-1}, n_{i-1} – відповідають H_{i-1} .
розрахунок ведуть до тих пір, поки $1m \geq H_i - H_{i-1}$.

Рекомендації щодо виконання курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків по даному підрозділу розміщені в табл. 1.3, 1.4.

1.6. Визначення гранично допустимих викидів (ГДВ) шкідливих речовин

Стислі теоретичні відомості

ГДВ визначаються для кожної речовини окремо, в тому числі і у випадках врахування спільного шкідливого впливу кількох речовин.

При визначенні ГДВ (г/с) враховуються фонові концентрації C_{Φ}' , які дорівнюють значенню C_{Φ} за винятком внеску у фон даного джерела, якщо воно підлягає реконструкції, і визначаються за формулами:

$$C_{\Phi}' = C_{\Phi} \cdot \left(1 - 0.4 \cdot \frac{C}{C_{\Phi}}\right) \text{ при } C \leq 2 \cdot C_{\Phi} \quad (53)$$

$$C_{\Phi}' = 0.2 C_{\Phi} \text{ при } C > 2 \cdot C_{\Phi}, \quad (54)$$

C - максимальна концентрація речовини від даного підприємства для точки розміщення пункту спостереження за фоновими концентраціями.

Для тих джерел, що проектується $C_{\Phi}' = C_{\Phi}$.

Значення ГДВ (г/с) для одиночного джерела викиду з круглим гирлом у випадку $C_{\Phi}' < \text{ГДК}$ визначається по формулі:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_{\phi}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot h} \quad (55)$$

За умови $f \geq 100$ або $\Delta T \approx 0$ ГДВ визначається по формулі:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_{\phi}) \cdot H^{3/4} \cdot 8 \cdot V_1}{A \cdot F \cdot n \cdot h \cdot D} \quad (56)$$

Якщо фон в зоні впливу джерела деталізовано по двох градаціях швидкості вітру ($C_{\phi 1}$ та $C_{\phi 2}$) відповідно швидкостям вітру U_m та U_i , то для одиночного джерела викиду спочатку визначають допоміжні значення M_i в кожній із градацій швидкості вітру по наступних формулах:

$$M_i = \frac{(ГДК - C_{\phi i}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot h \cdot r_i} \text{ при } 100 < f \quad (57)$$

$$M_i = \frac{(ГДК - C_{\phi i}) \cdot H^{3/4} \cdot 8 \cdot V_1}{A \cdot F \cdot n \cdot h \cdot r_i \cdot D} \text{ при } 100 \geq f, \text{ або } \Delta T \approx 0 \quad (58)$$

$i=1$ або 2 .

При $U=U_m$ $r_i=1$. Якщо $C_{\phi 1} > C_{\phi 2}$, то $ГДВ=M_1$. Якщо $C_{\phi 1} < C_{\phi 2}$, то розраховують M_2 . В якості ГДВ приймають менше значення з M_1 та M_2 .

Рекомендації щодо виконання курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків по даному підрозділу розміщені в табл. 1.3, 1.4.

Таблиця 1.3. Вихідні дані для розрахунку забруднення атмосфери викидами з одиночного джерела

№ п/п	D, м	M, г/с	V ₁ , м ³ /с	w ₀ , м/с	H, м	U, м/с	T _в °C	T _с °C
1	0.1	1	1	-	2	3	10	24
2	0.6	1	-	15	20	3	20	24
3	0.7	1	-	7	50	1	100	22
4	0.8	1	2	-	15	4	100	19
5	1.0	2	1	-	20	2	80	20
6	0.5	2	-	5	30	0.5	125	18
7	0.6	2	1	-	2	1	125	21
8	0.7	2	2	-	20	4	20	25
9	0.8	3	3	-	2	2	12	24
10	0.9	3	-	10	15	3	12	24
11	1.0	3	-	20	20	5	130	22
12	1.2	3	2	-	20	2	160	22
13	1.4	4	-	5	35	0.5	125	25
14	1.8	4	-	7	20	3	300	21
15	2.0	4	-	40	20	2	230	21
16	2.0	4	-	10	5	6	10	20
17	2.5	2	4	-	50	1	125	20
18	3.0	2	2	-	15	5	10	23
19	3.5	2	-	8	75	3	18	23
20	4.0	2	-	8	75	5	15	20
21	2.5	4	-	20	20	1	130	20
22	3.0	4	2	-	2	2	160	25
23	3.5	4	-	40	50	1	230	25
24	4.2	4	3	-	30	6	160	23
25	4.8	4	1	-	50	1	300	22
26	0.1	0.006	1	-	2	0.5	300	24

Таблиця 1.4. Вихідні дані для розрахунку забруднення атмосфери викидами з одиночного джерела

№ п/п	Речовина, що викидається	ГДК, мг/м ³	A	F	C _{Ф1} , мг/м ³	C _{Ф2} , мг/м ³
1	H ₂ SO ₄	0.3	160	1	0.10 ГДК	0.15 ГДК
2	CO	5.0	160	1	0.21 ГДК	0.20 ГДК
3	SO ₂	0.5	180	1	0.21 ГДК	0.00 ГДК
4	SO ₂	0.5	160	1	0.16 ГДК	0.15 ГДК
5	CO	5.0	160	1	0.17 ГДК	0.20 ГДК
6	зола	0.5	160	3	0.34 ГДК	0.37 ГДК
7	HCl	0.2	160	1	0.45 ГДК	0.50 ГДК
8	CO	5.0	180	1	0.56 ГДК	0.60 ГДК
9	NO _x	0.085	160	1	0.12 ГДК	0.15 ГДК
10	NO _x	0.085	160	1	0.11 ГДК	0.00 ГДК
11	зола	0.5	160	3	0.02 ГДК	0.05 ГДК
12	H ₂ SO ₄	0.3	180	1	0.03 ГДК	0.10 ГДК
13	H ₂ SO ₄	0.3	160	1	0.14 ГДК	0.20 ГДК
14	CO	5.0	160	1	0.15 ГДК	0.30 ГДК
15	HCl	0.2	180	1	0.23 ГДК	0.30 ГДК
16	NO _x	0.085	160	1	0.24 ГДК	0.00 ГДК
17	зола	0.5	160	3	0.17 ГДК	0.20 ГДК
18	CO	5.0	160	1	0.19 ГДК	0.20 ГДК
19	SO ₂	0.5	160	1	0.18 ГДК	0.00 ГДК
20	NO _x	0.085	180	1	0.16 ГДК	0.20 ГДК
21	SO ₂	0.5	160	1	0.23 ГДК	0.30 ГДК
22	HCl	0.2	160	1	0.24 ГДК	0.00 ГДК
23	H ₂ SO ₄	0.3	160	1	0.36 ГДК	0.30 ГДК
24	зола	0.5	180	3	0.41 ГДК	0.50 ГДК
25	HCl	0.2	160	1	0.42 ГДК	0.50 ГДК
26	NO _x	0.085	160	1	0.70 ГДК	0.00 ГДК

2. РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ ЗВОРОТНИМИ ВОДАМИ ДЛЯ ОКРЕМОГО ЗОСЕРЕДЖЕНОГО ВИПУСКУ

2.1. Розрахунок коефіцієнту змішування зворотних вод з водою водного об'єкту та кратності розведення зворотних вод

Стислі теоретичні відомості

При скиді зворотних вод у водний об'єкт не має місце їх повне змішування. Фактично у цьому процесі приймає участь тільки частина води водного об'єкту. Ступінь змішування залежить від співвідношення витрат річної та стічної води, від швидкості течії водного об'єкту, його глибини, звивистості, типу скиду стоків та відстані від місця скиду до розрахункового створу і визначається за формулою В.А. Фролова та І.Д. Родзіллера:

$$a = \frac{1 - e^{-a \cdot \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-a \cdot \sqrt[3]{L}}} \quad (1)$$

α – коефіцієнт змішування, що показує яка частина природної води приймає участь у розбавленні скинутої кількості зворотної води на відрізку довжиною L ;

L – відстань по фарватеру від місця скиду зворотних вод до розрахункового створу, м;

Q – розрахункова середньогодинна витрата води водного об'єкту найбільш мілководного місяця з 95 % забезпеченістю стоку, м³/год;

q – середньогодинна витрата стічної води, що визначається вимірами або за розрахунком, м³/год;

e – основа натурального логарифму;

α - коефіцієнт, який враховує вплив гідравлічних факторів змішування стічних вод з природними і розраховується за формулою:

$$a = j \cdot x \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad (2)$$

Φ - коефіцієнт звивистості водного об'єкту (співвідношення довжини між двома пунктами по фарватеру до довжини по прямій);

ξ - коефіцієнт, який залежить від місця скиду стічних вод ($\xi=1$ для берегового скиду, $\xi=1.5$ для скиду у фарватер);

q – витрата стічної води, м³/с;

E – коефіцієнт турбулентної дифузії

Для рівнинних річок:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} \quad (3)$$

V_{cp} – середня швидкість води водного об'єкту, м/с;

H_{cp} – середня глибина водойми, м.

При розрахунках необхідно визначити кратність розведення стічних вод водою водного об'єкту, яка показує у скільки разів стічні води розводяться водою водного об'єкту за час їх руху до розрахункового створу.

Кратність розведення n визначається за формулою:

$$n = \frac{a \cdot Q + q}{q} \quad (4)$$

Рекомендації щодо виконання підрозділу курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків розміщені в табл. 2.1.

2.2. Розрахунок максимально допустимої концентрації токсичних, завислих речовин в очищених зворотних водах

Стислі теоретичні відомості

Оскільки головним критерієм при визначенні ГДС є забезпечення величини ГДК розрахункового інградієнту у

заданому контрольному створі водного об'єкту, то вихідними даними є величини максимально допустимих концентрацій домішок у зворотних водах.

Основна розрахункова формула для визначення максимально допустимої концентрації домішок $C_{СТ}$, мг/л, г/м³, має вигляд:

$$C_{ст} = n(ГДК - C_{\phi}) + C_{\phi} = (n-1)(ГДК - C_{\phi}) + ГДК \quad (5)$$

ГДК – гранично допустима концентрація домішки у воді, мг/л, г/м³;

C_{ϕ} – фонові концентрації домішки вище скиду зворотньої води, мг/л, г/м³;

n – кратність розведення зворотних вод у водоймі.

По цій формулі розраховують, при якій максимально допустимій концентрації домішок зворотні води з витратою q можуть бути скинуті у даний водний об'єкт при витраті природної води Q , коефіцієнті змішування α без порушення умов водокористування. Скид зворотних вод з концентрацією домішок, що не перевищує $C_{СТ}$ теоретично гарантує, що якість води у контрольному створі буде відповідати нормативним вимогам.

Фактор розведення при розрахунку $C_{СТ}$ приймається до уваги лише при нормуванні тих домішок, фонові концентрації яких не перевищують встановлені для них ГДК.

Гранично допустима кількість завислих речовин в очищених зворотних водах визначається за формулою:

$$C_{СТ}^{розр} = C_{доп} \cdot n + C_{\phi} \quad (6)$$

$C_{доп}$ – допустиме за санітарними правилами збільшення концентрації завислих речовин у водоймі після скиду зворотних вод.

При наявності у зворотних і природній водах кількох (N) забруднюючих речовин однонаправленої токсичної дії необхідно

зробити перевірку за формулою, яка відображає закономірність сумачії ефекту дії:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \frac{C_N}{ГДК_N} \leq 1 \quad (7)$$

Якщо нерівність не дотримується, необхідно передбачити заходи по очищенню зворотних вод, що скидаються у водойму по будь-якій з шкідливих речовин в залежності від наявності ефективного методу, але з таким розрахунком, щоб сума часток гранично допустимих концентрацій не перевищувала одиницю.

Ступінь очищення води на очисних спорудах визначається за формулою:

$$Z = \frac{C_0 - C_{СТ}^{розр}}{C_0} \cdot 100\% \quad (8)$$

C_0 – початкова концентрація забруднення у воді, що підлягає очищенню, перед очисними спорудами.

Рекомендації щодо виконання підрозділу курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків розміщені в табл. 2.1, 2.2. Отримані результати зводять у колонку 5 табл. 2.2.

Таблиця 2.1. Вихідні дані для визначення коефіцієнту змішування, кратності розведення, констант реаерації та константи швидкості споживання кисню стічною водою.

№	Витрата води водного об'єкту, Q , $\text{м}^3/\text{с}$	Витрата стічної води, q , $\text{м}^3/\text{с}$	Середня швидкість течії водного об'єкту, $V_{\text{ср}}$, $\text{м}/\text{с}$	Середня глибина водного об'єкту, $H_{\text{ср}}$, м	Середня температура води водного об'єкту влітку, T , $^{\circ}\text{C}$	Коефіцієнт звивистості, ϕ	Коефіцієнт, що враховує місце скиду, ξ	Відстань від місця скиду до контрольного створу, L , км
1	30	0.6	0.64	1.2	15	1.0	1.0	35.0
2	20	0.5	0.64	1.2	15	1.0	1.5	0.5
3	30	0.6	0.6	1.0	15	1.2	1.0	35.0
4	20	0.5	0.6	1.0	15	1.2	1.5	0.5
5	0.8	0.18	0.2	0.3	12	1.0	1.0	10.0
6	0.6	0.14	0.25	0.38	12	1.0	1.5	10.0
7	0.8	0.18	0.2	0.3	12	1.2	1.0	0.5
8	0.6	0.14	0.25	0.38	12	1.2	1.5	0.5
9	1.2	0.2	0.53	0.9	9	1.0	1.0	20.0
10	1.4	0.3	0.4	1.2	9	1.0	1.0	0.5
11	1.2	0.2	0.53	0.9	9	1.2	1.5	20.0
12	1.4	0.3	0.4	1.2	9	1.2	1.5	0.5
13	1.7	0.05	0.5	1.4	10	1.0	1.5	5.0
14	1.7	0.025	0.6	1.0	10	1.0	1.5	0.5
15	1.7	0.05	0.5	1.4	10	1.2	1.0	5.0
16	1.7	0.025	0.6	1.0	10	1.2	1.0	0.5
17	1.5	0.08	0.45	2.0	18	1.0	1.5	2.0
18	1.6	0.07	0.4	1.5	18	1.0	1.5	0.5
19	1.5	0.08	0.45	2.0	18	1.2	1.0	2.0
20	1.6	0.07	0.4	1.5	18	1.2	1.0	0.5
21	10	0.4	0.2	0.3	13	1.0	1.5	1.0
22	10	0.5	0.3	0.2	13	1.0	1.5	1.0
23	12	0.6	0.2	0.3	13	1.2	1.0	0.5
24	12	0.5	0.3	0.2	13	1.2	1.0	0.5
25	12	0.5	0.2	0.5	13	1.0	1.5	8.0
26	0.8	0.1795	0.2	0.3	14	1.2	1.5	0.5

Таблиця 2.2. Вихідні дані для визначення допустимих концентрацій домішок у стічних водах $C_{СТ}$, необхідного ступеню очищення Z , величини ГДС та прогнозних значень концентрації домішок у контрольному створі $C_{СТ}^{пр}$

Показники складу зворотних вод	ГДК, мг/л	Фонова концентрація $C_{ф}$, мг/л	Концентрація домішки за технологічною схемою, $C_{технол}$, мг/л	Максим. допустима концентрація домішок, $C_{СТ}$, мг/л	Концентрація домішки для визначення ГДС, $C^{ГДС}$ мг/л	ГДС, г/год	Концентрація домішок у контрольному створі, $C_{СТ}^{пр}$, мг/л
1	2	3	4	5	6	7	8
Завислі речовини	0.25	12.6	9.0				
БСК	3.0	10.6	4.8				
Хлориди	300.0	23	300				
Сульфати	100.0	38	200				
Мінералізація	1000	337	1000				
Азот амонійний	0.5	0.5	7				
Азот нітритів	0.08	0.02	0.1				
Азот нітратів	40.0	0.2	1.5				
Залізо	0.5	0.14	--				
ХСК	30.0	24.5	--				
Нафто продукти	0.05	0.07	--				
СПАР	0.1	0.15	--				
Феноли	0.001	0.005	--				

2.3. Розрахунок максимально допустимого значення БСК_п у скинутих зворотних водах

Стислі теоретичні відомості

Максимальне допустиме значення БСК у скинутих зворотних водах визначають за рівнянням:

$$C_{CT}^{розр} = \frac{a \cdot Q}{q \cdot 10^{-k_1 t}} \left(ГДК^{БСК} - C_{\phi}^{БСК} \cdot 10^{-k_2 t} \right) + \frac{ГДК^{БСК}}{10^{-k_1 t}} \quad (9)$$

α – коефіцієнт змішування, що визначається за формулою (1),

Q, q – відповідно витрати річкової та зворотньої води, м³/с;
 $ГДК^{БСК}$ – граничнодопустиме БСК для суміші річкової та стічної води, мг/л, г/м³;

$C_{\phi}^{БСК}$ – БСК_п річної води до місця скиду стічних вод, мг/л, г/м³;

t – час переміщення води від місця скиду до розрахункового пункту, доба;

K_1 – константа швидкості споживання кисню стічною водою (визначається по табл. 2.3 в залежності від середньої температури води влітку);

K_2 – константа реаерації (визначається по табл. 2.4 в залежності від швидкості течії).

Ступінь очищення по БСК (%) визначається за формулою:

$$Z = \frac{C_0^{БСК} - C_{CT}^{БСК}}{C_0^{БСК}} \cdot 100\% \quad (10)$$

C_0 – БСК неочищених стічних вод.

Таблиця 2.3. Константа швидкості споживання кисню стічною водою

T, °C	0	5	9	12	15	18	20	22	26	28	29
K ₁	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.13	0.14	0.15

Таблиця 2.4. Константа реаерації

Характеристика водних об'єктів	K_2
Швидкість течії <0.5 м/с	0.2-0.25
Швидкі течії >0.5 м/с	0.3-0.5
Малі річки	0.5-0.8

Рекомендації щодо виконання підрозділу курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків розміщені в табл. 2.1, 2.2.

2.4. Визначення нормативів гранично допустимого скиду (ГДС) речовин, що надходять у водний об'єкт із зворотними водами

Стислі теоретичні відомості

Розрахунок ГДС речовин у водні об'єкти із зворотними водами виконується з урахуванням:

- 1) Фонового складу і властивостей води водойми безпосередньо до місця скиду речовин із зворотними водами. Фонова якість формується під впливом природних процесів та усіх джерел надходження домішок, за винятком впливу розглянутого джерела. В зв'язку з цим фонова концентрація в багатьох випадках за рядом показників перевищує ГДК.
- 2) Ступеню змішування зворотних вод з водою водойми на ділянці від місця випуску зворотних вод до контрольного створу.
- 3) Кратності розведення зворотних вод водою водного об'єкту.
- 4) Норм якості води і ГДК речовин у контрольному створі.
- 5) Процесів природного самоочищення води від домішок, якщо ці процеси достатньо виражені, а їх закономірності – вивчені.
- 6) Характеру зворотньої води, її витрат та режиму подачі.

Математичний розрахунок ГДС речовин у водному об'єкті із зворотними водами базується на використанні метод, який пов'язує показники забруднення водного об'єкту та нормативи якості води для конкретних умов водокористування.

Величини ГДС речовин (г/год) для окремих випусків зворотних вод встановлюються для діючих та проєктованих категорій водокористувачів за формулою:

(11)

q – максимальна годинна витрата зворотньої води, $\text{м}^3/\text{год}$;

$C_{\text{СТ}}$ – максимально-допустима концентрація речовини, що забезпечує нормативну якість води у контрольному створі, $\text{г}/\text{м}^3$.

У тих випадках, коли фонові забрудненість водного об'єкту за будь-якими показниками не відповідає ГДК, визначення ГДС залежить від характеру формування фонові концентрації.

Якщо фонові концентрація забруднення сформувалась за рахунок антропогенних факторів, то ГДС відповідних речовин встановлюється, виходячи з перенесення нормативних вимог до якості води водоприймача безпосередньо на зворотні води.

Якщо норми якості води та водних об'єктів не можуть бути досягнуті у зв'язку з впливом природних факторів, які не піддаються регулюванню, то величини ГДС встановлюються, виходячи з умов дотримання у контрольних створах природної фонові якості води, що сформувалась.

Для речовин, по яких нормуються прирощення до природного фону (завислі речовини, алюміній, мідь та ін.), ГДС мають бути встановлені з урахуванням цих допустимих прирощень до природного фону.

Рекомендації щодо виконання підрозділу курсової роботи: індивідуальні завдання для розрахунків розміщені в табл.2.1, 2.2. Отримані результати зводять у табл. 2.2.

2.5. Прогноз зміни якості води у контрольному створі

Стислі теоретичні відомості

Основним критерієм при визначенні величин ГДС речовин є забезпечення ГДК розрахункових інгредієнтів у заданому створі, де мають дотримуватися встановлені норми якості води.

Визначення прогнозних значень концентрацій домішок з врахуванням кратності розведення стічних вод водою водного об'єкту дозволяє встановити до яких змін у якості води призведе скид стічних вод підприємства-користувача.

Концентрація забруднюючої речовини у контрольному створі ($C_{СТ}^{прог}$), що знаходиться на відстані L від підприємства-користувача, для завислих та токсичних речовин визначається за формулою:

$$C_{СТ}^{пр} = \frac{C_{СТ} + C_{\phi} \cdot n}{n+1} \quad (12)$$

Концентрація забруднюючої речовини у контрольному створі ($C_{СТ}^{прог}$), що знаходиться на відстані L від підприємства-користувача, для БСК визначається за формулою:

$$C_{БСК}^{пр} = \frac{C_{СТ}^{БСК} \cdot q \cdot 10^{-k_t} + q \cdot Q \cdot C_{\phi}^{БСК} \cdot 10^{-k_t}}{a \cdot Q + q} \quad (13)$$

Рекомендації щодо виконання підрозділу: індивідуальні завдання розміщені в табл. 2.1, 2.2. Отримані результати зводять у табл. 2.2.

Список рекомендованої літератури

1. Екологія та закон. Екологічне законодавство України. У двох книгах. К.: Юрінком Інтер, 1997. Книга 1 – 698 с., книга 2 – 574 с.
2. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 423 с.
3. Охрана окружающей среды / Под. ред. Г. Д. Дуганова. К.: Вища школа. Головне вид-во, 1998. – 304 с.
4. Очистка и рекуперация промышленных выбросов / Максимов В.Ф., Вольф И. В., Винокурова Т.А. и др.: Учебник для ВУЗов. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 416 с.
5. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. Учебник для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 1999. – 447 с. ил.

Додаткова література

1. Родионов В.Г. и др. Техника защиты окружающей среды. Учебник для ВУЗов. 2-е изд. М.: Химия, 1989. – 512 с.
2. Беспамятников Г. П., Кротов Г. П. Предельно допустимые концентрации веществ в окружающей среде. – Л.: Химия, 1985.–528 с.
3. Вредные вещества в промышленности. Справочник. – Л.: Химия, 1976. – т. 1 – 598 с., т. 2 – 624 с., т. 3 – 608 с.
4. Охрана окружающей среды. Справочник. / Под ред. К. П. Митрюшкина. М.: Агропромиздат, 1987. – 269 с.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.
6. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами). К.: Міністерство охорони здоров'я України, 1997. – 31 с.

ДОДАТОК 1

Приклад розрахунку забруднення атмосфери викидами одиначного джерела

Завдання:

- розрахувати максимальну приземну концентрацію шкідливої речовини (C_m), відстань (X_m) від джерела викиду та небезпечну швидкість вітру (U_m) при якій досягається найбільше значення концентрації домішки;
 - розрахувати максимальну концентрацію забруднення (C_{mu}) та відстань (X_{mu}) від джерела до місця утворення цієї концентрації при швидкості вітру U , що не дорівнює U_m ;
 - розрахувати та побудувати графік залежності приземної концентрації шкідливих речовин (C) на різних відстанях $X=(50, 100, 200, 400, 1000, 2000 \text{ м})$ від джерела по осі факелу викиду, перпендикуляру до нього (C_y) для $Y=(10, 25, 75, 150, 300, 900 \text{ м})$ та радіус зони впливу джерела (R);
 - визначити мінімальну висоту джерела викиду H_{min} для одиначного джерела;
 - визначити гранично допустимий викид (ГДВ) шкідливої речовини для одиначного джерела, що підлягає реконструкції.
 - після виконання всіх розрахунків та їх аналізу, надати висновки в частині рекомендацій щодо заходів по зменшенню впливу даного джерела на приземний шар атмосфери.
- Вихідні дані до виконання першого розділу курсової роботи приведені в таблиці 1.3, індивідуальне завдання - № 26.

1.1. Визначення максимальної концентрації забруднень в приземному шарі з одиначного джерела

Для розрахунку максимальної концентрації забруднення C_m з одиначного джерела з круглим гирлом при несприятливих метеорологічних умовах необхідно визначити наступні параметри: f , V_m , V_m' , f_e , m , n .

Розрахунок параметру f проводиться за формулою:

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{127^2 \cdot 0.1}{2^2 \cdot (300 - 24)} = 1461,$$

w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла джерела викиду (м/с) визначається за формулою:

$$w_0 = \frac{V_1 \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{1 \cdot 4}{3.14 \cdot 0.1^2} = 127 \text{ м/с}$$

Розрахунок V_m проводиться за формулою:

$$V_m = 0.65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{1 \cdot (300 - 24)}{2}} = 3.36$$

Розрахунок V_m' проводиться за формулою:

$$V_m' = 1.3 \cdot \frac{w_0 \cdot D}{H} = 1.3 \cdot \frac{127 \cdot 0.1}{2} = 8.255$$

Параметр f_e визначається за формулою:

$$f_e = 800 \cdot (V_m')^3 = 800 \cdot 8.255^3 = 450848$$

За умови $f \geq 100$ та $V_m \geq 2$ коефіцієнти m і n , що враховують умови виходу газоповітряної суміші із джерела викиду, визначаються наступним чином:

$$m = \frac{1.47}{\sqrt[3]{f}} = \frac{1.47}{\sqrt[3]{1461}} = 0.13$$

$$n = 1.$$

Розрахунок максимальної приземної концентрації забруднень C_m при несприятливих метеорологічних умовах проводиться за формулою:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot h}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} = \frac{160 \cdot 0.006 \cdot 1 \cdot 0.13 \cdot 1 \cdot 1}{2^2 \sqrt[3]{1 \cdot (300 - 24)}} = 0.00478 \text{ мг/м}^3$$

$$C_m + C_\Phi = 0.00478 + 0.06 = 0.0648 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 0.085 \text{ мг/м}^3$$

Висновок: дане джерело по викиду окису азоту, з урахуванням фонового забруднення, не порушує нормативи якості повітря в приземному шарі.

1.2. Визначення відстані, на якій досягається максимальна концентрація забруднення в приземному шарі

Для розрахунку відстані X_m від джерела викиду, на якій досягається максимальна приземна концентрація C_m при несприятливих метеорологічних умовах, необхідно визначити коефіцієнт d . Розрахунок безрозмірного коефіцієнту d при $f \geq 100$ та $V_m' \geq 2$ проводиться за формулою:

$$d = 16 \cdot \sqrt{V_m'} = 16 \cdot \sqrt{8.255} \approx 46$$

Розрахунок відстані X_m визначається за формулою:

$$X_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H = \frac{5-1}{4} \cdot 46 \cdot 2 = 92 \text{ м}$$

Висновок: максимальна приземна концентрація забруднення окисом азоту при несприятливих метеорологічних умовах досягається на відстані 92 м від джерела.

1.3. Визначення небезпечної швидкості вітру; максимальної приземної концентрації забруднень та відстані, на якій вона досягається, при швидкості вітру, що відрізняється від небезпечної

Розрахунок небезпечної швидкості вітру U_m , при $f \geq 100$ проводиться за формулою:

$$U_m = 2.2 \cdot V_m' = 2.2 \cdot 8.255 = 18.161 \text{ м/с}$$

Безрозмірна величина r при $U/U_m \leq 1$ визначається наступним чином:

$$r = 0.67 \cdot (U/U_m) + 1.67 \cdot (U/U_m)^2 - 1.34 \cdot (U/U_m)^3 = 0.67 \cdot 0.0275 + 1.67 \cdot 0.0275^2 - 1.34 \cdot 0.0275^3 = 0.02$$

Максимальне значення приземної концентрації C_{mu} при швидкості вітру U , яка відрізняється від небезпечної U_m , визначається за формулою:

$$C_{mu} = r \cdot C_m = 0.02 \cdot 0.0048 = 0.000096 \text{ мг/м}^3$$

Відстань X_{mu} від джерела викиду, на якій при швидкості вітру U і несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація шкідливих речовин набуває максимального значення C_{mu} , визначається за рівнянням:

$$X_{mu} = p \cdot X_m$$

Безрозмірний коефіцієнт p , при $0.25 \geq U/U_m$ ($U/U_m = 0.0275$), дорівнює 3, тоді відстань X_{mu} від джерела викиду становить:

$$X_{mu} = p \cdot X_m = 3 \cdot 92 = 276 \text{ м}$$

Висновок: - значення небезпечної швидкості вітру на рівні флюгера, при якій досягається максимальна приземна концентрація забруднення окисом азоту дорівнює $U_m = 18.16 \text{ м/с}$;
- при швидкості вітру, що відрізняється від небезпечної, та несприятливих метеорологічних умовах, максимальна приземна концентрація забруднення окисом азоту $C_{mu} = 0.000096 \text{ мг/м}^3$ і досягається на відстані $X_{mu} = 276 \text{ м}$ від джерела.

1.4. Визначення концентрації забруднень на різних відстанях від джерела по осі факелу викиду, по перпендикуляру до неї та радіусу зони впливу джерела

Приземна концентрація шкідливих речовин по осі факелу викиду на різних відстанях X від джерела визначається за формулою:

$$C = S_1 \cdot C_m$$

Розрахунок безрозмірного коефіцієнту S_1 проводиться в залежності від співвідношення X/X_m та коефіцієнту F , що враховує осадження шкідливих речовин в повітрі.

$X=(50 \text{ м})$ розрахунок S_1 при $X/X_m < 1$ проводиться за формулою

$$S_1 = 3 \cdot (X / X_m)^4 - 8 \cdot (X / X_m)^3 + 6(X / X_m)^2 = 3(50/92)^4 - (50/92)^3 + 6(50/92)^2 = 0.75$$

При значеннях $X/X_m < 1$, для низьких та наземних джерел (висотою до 10 м), величина S_1 замінюється на величину S_1^H , що визначається за формулою:

$$S_1^H = 0.125 \cdot (10 - H) + 0.125 \cdot (H - 2) \cdot S_1 = 0.125 \cdot (10 - 2) + 0.125 \cdot (2 - 2) \cdot 0.75 = 1$$

$$C^{50} = S_1 \cdot C_m = 1 \cdot 0,0048 = 0.0048 \text{ мг/м}^3$$

$X=(100, 200, 400 \text{ м})$ розрахунок S_1 , при $1 < X/X_m < 8$ проводиться за формулою:

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot (X / X_m)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot 1.087^2 + 1} = 0.979$$

$$C^{100} = S_1 \cdot C_m = 0,98 \cdot 0,0048 = 0.0047 \text{ мг/м}^3$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot (X / X_m)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot 2.174^2 + 1} = 0.72$$

$$C^{200} = S_1 \cdot C_m = 0,72 \cdot 0,0048 = 0.0034 \text{ мг/м}^3$$

$$S_1 = \frac{1.13}{0.13 \cdot (X / X_m)^2 + 1} = \frac{1.13}{0.13 \cdot 4.348^2 + 1} = 0.32$$

$$C^{400} = S_1 \cdot C_m = 0,32 \cdot 0,0048 = 0.0015 \text{ мг/м}^3$$

$X=(1000, 2000 \text{ м})$ розрахунок S_1 , при $1.5 \geq F$ та $X/X_m > 8$ проводиться за формулою:

$$S_1 = \frac{X / X_m}{3.58 \cdot (X / X_m)^2 - 3.52 \cdot (X / X_m) + 120} = \frac{10.87}{3.58 \cdot 10.87^2 - 3.52 \cdot 10.87 + 120} = 0.07$$

$$C^{1000} = S_1 \cdot C_m = 0,07 \cdot 0,0048 = 0.00034 \text{ мг/м}^3$$

$$S_1 = \frac{X / X_m}{3.58 \cdot (X / X_m)^2 - 3.52 \cdot (X / X_m) + 120} = \frac{21,74}{3.58 \cdot 21,74^2 - 3.52 \cdot 21,74 + 120} = 0.01453$$

$$C^{2000} = S_1 \cdot C_m = 0,01453 \cdot 0,0048 = 0.00007 \text{ мг/м}^3$$

Результати розрахунків концентрації забруднення C від відстані X по факелу викиду зведено в табл.1 та представлено у вигляді графіка (рис.1).

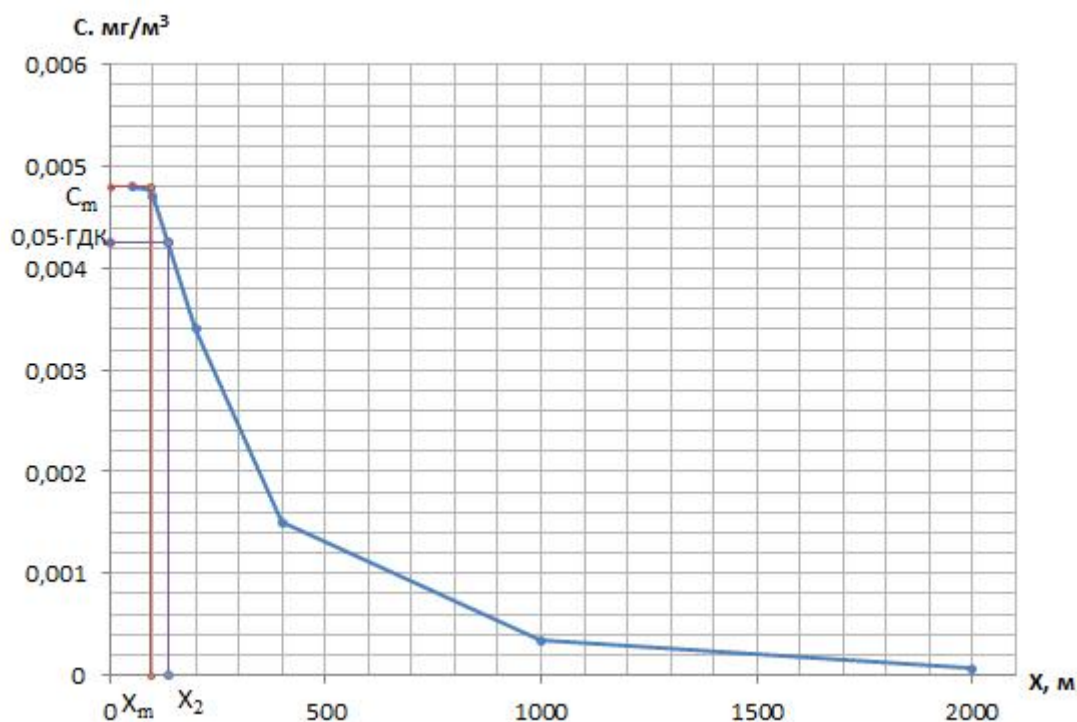


Рис.1. Залежність приземної концентрації від відстані по осі X

Таблиця 1. Зміна приземної концентрації шкідливих речовин на різних відстанях X по осі факелу викиду джерела

X, м	50	100	200	400	1000	2000
X/X _m	0.54	1.087	2.174	4.348	10.87	21.74
C, мг/м ³	0.004 ₈	0.004 ₇	0.0034	0.001 ₅	0.00034	0.00007

Радіус зони впливу джерела R розраховується як найбільша з двох відстаней (X₁, X₂) від джерела, де X₁=10·X_m, X₂ – це відстань по осі факелу викиду, починаючи з якої C≤0.05·ГДК, якщо C_m≤0.05·ГДК, тоді X₂=0.

Виходячи з графіку, приземна концентрація шкідливих речовин (C=0.05·ГДК=0.05·0.085=0.00425 мг/м³) досягається приблизно на відстані X₂=135 м. Тоді радіус зони впливу джерела приймається як найбільша з двох відстаней (X₁=920 м, X₂=135 м), R=920 м.

Значення приземної концентрації шкідливих речовин в атмосфері на певній відстані по перпендикуляру до осі факелу викиду C_y (мг/м³) визначається за рівнянням:

$$C_y = S_2 \cdot C$$

Безрозмірний коефіцієнт S₂, визначається за формулою:

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12.8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45.1 \cdot t_y^4)^2}$$

Значення аргумента t_y, за умови 5≥U, розраховується за формулою:

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} \text{ при } 5 \geq U$$

Розрахунок значення аргумента t_y при y=(10,25,75,150,300,900м):

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} = \frac{0.5 \cdot 10^2}{50^2} = 0.02$$

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} = \frac{0.5 \cdot 25^2}{100^2} = 0.03125$$

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} = \frac{0.5 \cdot 75^2}{200^2} = 0.07031$$

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} = \frac{0.5 \cdot 150^2}{400^2} = 0.07031$$

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} = \frac{0.5 \cdot 300^2}{1000^2} = 0.045$$

$$t_y = \frac{U \cdot y^2}{X^2} = \frac{0.5 \cdot 900^2}{3000^2} = 0.045$$

Розрахунок безрозмірного коефіцієнту S_2 :

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12.8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45.1 \cdot t_y^4)^2} =$$

$$= \frac{1}{(1 + 5 \cdot 0.02 + 12.8 \cdot 0.02^2 + 17 \cdot 0.02^3 + 45.1 \cdot 0.02^4)^2} = 0.81863$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12.8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45.1 \cdot t_y^4)^2} =$$

$$= \frac{1}{(1 + 5 \cdot 0.03125 + 12.8 \cdot 0.03125^2 + 17 \cdot 0.03125^3 + 45.1 \cdot 0.03125^4)^2} = 0.73149$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12.8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45.1 \cdot t_y^4)^2} =$$

$$= \frac{1}{(1 + 5 \cdot 0.07031 + 12.8 \cdot 0.07031^2 + 17 \cdot 0.07031^3 + 45.1 \cdot 0.07031^4)^2} = 0.49538$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12.8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45.1 \cdot t_y^4)^2} =$$

$$= \frac{1}{(1 + 5 \cdot 0.07031 + 12.8 \cdot 0.07031^2 + 17 \cdot 0.07031^3 + 45.1 \cdot 0.07031^4)^2} = 0.49538$$

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5 \cdot t_y + 12.8 \cdot t_y^2 + 17 \cdot t_y^3 + 45.1 \cdot t_y^4)^2} =$$

$$= \frac{1}{(1 + 5 \cdot 0.045 + 12.8 \cdot 0.045^2 + 17 \cdot 0.045^3 + 45.1 \cdot 0.045^4)^2} = 0.63757$$

Визначення приземної концентрації забруднень C_y на відстані y від осі факелу викиду:

$$C_y = S_2 \cdot C = 0,81863 \cdot 0,0048 = 0.003929 \text{ мг/м}^3$$

$$C_y = S_2 \cdot C = 0,73149 \cdot 0,0047 = 0.003438 \text{ мг/м}^3$$

$$C_y = S_2 \cdot C = 0,49538 \cdot 0,0034 = 0.001684 \text{ мг/м}^3$$

$$C_y = S_2 \cdot C = 0,49538 \cdot 0,0015 = 0.000743 \text{ мг/м}^3$$

$$C_y = S_2 \cdot C = 0,63757 \cdot 0,000336 = 0.000214 \text{ мг/м}^3$$

$$C_y = S_2 \cdot C = 0,63757 \cdot 0,000048 = 0.0000306 \text{ мг/м}^3$$

Результати розрахунків концентрації окису азоту C_y від відстані X по факелу викиду та по перпендикуляру до нього представлено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Зміна приземної концентрації шкідливих речовин на відстані y від осі факелу викиду

$X, \text{м}$	50	100	200	400	1000	3000
$Y, \text{м}$	10	25	75	150	300	900
t_y	0.02	0.03125	0.07031	0.07031	0.045	0.045
S_2	0.8186 3	0.73149	0.49538	0.49538	0.63757	0.6375 7
$C_{y, \text{мг/м}^3}$	0.0039 3	0.00343 8	0.00168 4	0.00074 3	0.00021 4	0.0000 3

Висновок: концентрація окису азоту зменшується по мірі віддалення від джерела по осі факелу викиду та по перпендикуляру до нього, вже на відстані 135 м від джерела по осі факелу викиду концентрація окису азоту $C = 0.05 \cdot \text{ГДК}$. Радіус зони впливу джерела становить 920 м.

1.5. Визначення мінімальної висоти джерела викиду

Мінімальна висота одиночного джерела викиду (труби) H (м) при гарячих викидах ($\Delta T > 0$) визначається з урахуванням потужності викиду, швидкості руху газів, витрати суміші газів, діаметру гирла джерела викиду за формулою:

$$H = \left[\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot h}{8 \cdot V_1 \cdot (ГДК - C_\phi)_1} \right]^{3/4} = \left[\frac{160 \cdot 0.06 \cdot 1 \cdot 0.1 \cdot 1}{8 \cdot 1 \cdot (0.085 - 0.06)} \right]^{3/4} = 3.24 \text{ м}$$

Так як знайдене значення задовольняє нерівність $H \leq w_0 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot D}{\Delta T}}$

$3.24 \leq 127 \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot 0.1}{300 - 24}} = 7.6$, то розраховане значення є мінімальним:
 $H^{\min} = 3.24 \text{ м}$.

Висновок: по окису азоту $H^{\min} = 3.24 \text{ м}$. Остаточне судження про мінімальну висоту проєктованих джерел, приймається після розрахунків по іншим забруднюючим речовинам з даного джерела.

1.6. Визначення гранично допустимих викидів (ГДВ) шкідливих речовин

При визначенні ГДВ (г/с) враховуються фонові концентрації C_ϕ' , які дорівнюють значенню C_ϕ за винятком внеску у фон даного джерела, якщо воно підлягає реконструкції, за умови $C \leq 2 \cdot C_\phi = 0.12 \text{ мг/м}^3$ розрахунок проводиться за формулою:

$$C'_\phi = C_\phi \cdot \left(1 - 0.4 \cdot \frac{C}{C_\phi} \right) = 0.06 \cdot \left(1 - 0.4 \cdot \frac{0.0048}{0.06} \right) = 0.0581 \text{ мг/м}^3$$

де C - максимальна концентрація речовини від даного підприємства для точки розміщення пункту спостереження за фоновими концентраціями (для розрахунків приймемо, що $C = C_m$).

Визначення значення ГДВ шкідливої речовини проводиться за формулою:

$$\begin{aligned}
 \Gamma_{ДВ} &= \frac{(\Gamma_{ДК} - C_{\phi}') \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot h} = \\
 &= \frac{(0.085 - 0.0581) \cdot 2^2 \cdot \sqrt[3]{1 \cdot (300 - 24)}}{160 \cdot 1 \cdot 0.13 \cdot 1 \cdot 1} = 0.0337 \text{ г/с}
 \end{aligned}$$

Висновок: за необхідністю потужність джерела $M=0.006$ г/с по окису азоту може бути збільшена, але не більше ніж розраховане значення $\Gamma_{ДВ}=0.0337$ г/с.

Таким чином, провівши розрахунки забруднення атмосфери викидами з одиночного джерела, було встановлено:

1. При несприятливих метеорологічних умовах максимальна концентрація окису азоту в приземному шарі, з урахуванням фонові концентрації, становить $0.0648 \text{ мг/м}^3 < \Gamma_{ДК}=0.085 \text{ мг/м}^3$, що не порушує нормативи якості повітря, досягається на відстані 92 м від джерела викиду при небезпечній швидкості вітру на рівні флюгера в 18.16 м/с.
2. При несприятливих метеорологічних умовах та швидкості вітру, що відрізняється від небезпечної, максимальна приземна концентрація забруднення окисом азоту 0.000096 мг/м^3 досягається на відстані 276 м від джерела.
3. Концентрація забруднення окисом азоту зменшується по мірі віддалення від джерела по осі факелу викиду та по перпендикуляру до неї. Приземна концентрація $C=0.05 \cdot \Gamma_{ДК}$ окису азоту по осі факелу викиду досягається на відстані 135 м. Радіус зони впливу джерела становить 920 м.
4. Мінімальна висота джерела викиду по окису азоту становить $H^{\min}=3.24$ м. Остаточне судження про мінімальну висоту джерела викиду приймається після розрахунків по іншим забруднюючим речовинам з даного джерела.
5. Гранично допустимий викид окису азоту становить 0.0337 г/с. За необхідністю, потужність викиду по окису азоту $M=0.006$ г/с може бути збільшена при інших незмінних параметрах джерела, але не більше ніж розраховане значення $\Gamma_{ДВ}$.

ДОДАТОК 2

Приклад розрахунку забруднення водного об'єкту зворотними водами для окремого зосередженого випуску Завдання:

- визначити коефіцієнт змішування (α), що показує яка частина природної води приймає участь у розведення стічних вод від місця їх скиду до розрахункового створу;
- розрахувати кратність розведення стічних вод водою водного об'єкту (n);
- визначити максимально допустиму концентрацію показників складу зворотних вод з урахуванням фактору розведення - ($C_{ст}$) та скорегувати їх виходячи з принципу технічної досяжності - ($C^{ГДС}$);
- визначити гранично допустимий скид (ГДС) речовин, що надходять у водний об'єкт із стічними водами;
- оцінити зміни якості води у контрольному створі за прогностичними концентраціями домішок - ($C_{ст}^{пр}$).
- після виконання всіх розрахунків та їх аналізу, надати висновки в частині рекомендацій щодо заходів по зменшенню впливу зворотних вод на водний об'єкт.

Вихідні дані до виконання другого розділу курсової роботи приведені в таблиці 2.1, індивідуальне завдання - № 26 та колонках 1-4 табл. 2.2.

2.1. Розрахунок коефіцієнту змішування зворотних вод з водою водного об'єкту та кратності розведення зворотних вод

Для розрахунку кратності розбавлення зворотних вод необхідно визначити наступні параметри: коефіцієнт турбулентної дифузії (E); коефіцієнт, що враховує вплив гідравлічного фактору (α), коефіцієнт розведення (a).

Розрахунок коефіцієнту турбулентної дифузії E для рівнинних річок проводиться за формулою:

$$E = \frac{V_{CP} \cdot H_{CP}}{200} = \frac{0.2 \cdot 0.3}{200} = 0.0003 \text{ м}^2 / \text{с}$$

Параметр α , що враховує вплив гідравлічних факторів змішування зворотних вод з природними, визначається за формулою:

$$\alpha = j \cdot x \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}} = 1.2 \cdot 1.5 \cdot \sqrt[3]{\frac{0.0003}{0.1795}} = 0.2136$$

Коефіцієнт розведення визначається наступним чином:

$$\alpha = \frac{1 - e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \cdot \sqrt[3]{L}}} = \frac{1 - e^{-0.2136 \cdot \sqrt[3]{500}}}{1 + \frac{0.8}{0.1795} \cdot e^{-0.2136 \cdot \sqrt[3]{500}}} = 0.44$$

Кратність розведення n визначається розрахунковим шляхом за формулою:

$$n = \frac{\alpha \cdot Q + q}{q} = \frac{0.44 \cdot 0.8 + 0.1795}{0.1795} = 3$$

Висновок: $n=3$ - стічні води розводяться водою водного об'єкту за час їх руху до розрахункового створу у три рази.

2.2. Розрахунок максимально допустимої концентрації завислих, токсичних речовин в очищених зворотних водах

Для завислих речовин, по яких нормується прирощення до природного фону, ГДС мають бути встановлені з урахуванням допустимого ($C_{\text{доп}}$) за санітарними правилами збільшення їх концентрації після скиду зворотних вод.

Максимально допустима кількість завислих речовин в очищених зворотних водах визначається за формулою:

$$C_{\text{ст}} = C_{\text{доп}} \cdot n + C_{\text{ф}} = 0.25 \cdot 3 + 12.6 = 13.35 \text{ мг/л}$$

Результат розрахунку заносимо у п'яту колонку таблиці 2.2.

Фактор розбавлення n при розрахунку максимально допустимих концентрацій домішок $C_{ст}$ приймається до уваги лише при нормуванні тих домішок, фонові концентрації $C_{ф}$ яких не перевищують встановлені для них ГДК.

Розрахунок $C_{ст}$, для домішок з табл. 2.2, за умови $C_{ф} < ГДК$, проводиться за формулою:

$$C_{ст} = n(ГДК - C_{ф}) + C_{ф} = (n-1)(ГДК - C_{ф}) + ГДК$$

хлориди: $C_{ст} = (3-1)(300-23) + 300 = 854$ мг/л

сульфати: $C_{ст} = (3-1)(100-38) + 100 = 224$ мг/л

мінералізація: $C_{ст} = (3-1)(1000-337) + 1000 = 2326$ мг/л

азот нітритів: $C_{ст} = (3-1)(0.08-0.02) + 0.08 = 0.2$ мг/л

азот нітратів: $C_{ст} = (3-1)(40-0.2) + 40 = 119.6$ мг/л

залізо: $C_{ст} = (3-1)(0.5-0.14) + 0.5 = 1.22$ мг/л

ХСК: $C_{ст} = (3-1)(30-24.3) + 30 = 41.4$ мг/л

Результат розрахунку заносимо у п'яту колонку таблиці 2.2.

Фонова якість формується під впливом природних процесів та усіх джерел надходження домішок, за винятком впливу розглянутого джерела. В зв'язку з цим, фонові концентрації $C_{ф}$ в багатьох випадках за рядом показників перевищує ГДК. Для речовин, в яких фонові концентрації має більше значення ніж ГДК, фактор розведення не враховується і розрахунок максимально допустимої концентрації домішок $C_{ст}$ не проводиться. Згідно складу стічних вод, $ГДК \leq C_{ф}$, для азоту амонійного, нафтопродуктів, СПАР, фенолів. Для цих речовин у 5 колонку табл.2.2 заносять відповідні їм значення фонових концентрацій $C_{ф}$.

Висновки: 1. максимально допустима кількість завислих речовин в очищених зворотних водах, з врахуванням кратності розведення, становить 13.35 мг/л.

2. Для азоту амонійного, нафтопродуктів, СПАР, фенолів фактор розведення не враховується. При цьому, якщо $C_{ф}$ домішок сформувалась за рахунок антропогенних факторів, то нормативні

вимоги до якості води переносяться на зворотні води; якщо C_{ϕ} сформувалась за рахунок природних факторів, то необхідно дотримуватись у контрольних пунктах природної фонові якості води.

3. Для всіх інших речовин складу зворотних вод розрахунок максимально допустимої концентрації в очищених зворотних водах, проведено з урахуванням кратності розведення.

2.3. Розрахунок максимально допустимого значення БСК_п у скинутих зворотних водах

Розрахунок максимально допустимої концентрації домішок $C_{ст}$ для БСК_п не проводиться, оскільки $ГДК < C_{\phi}$, і в цьому випадку потрібно дотримуватись у контрольному створі фонові якості води. В п'яту колонку таблиці 2.2 для БСК записується значення $C_{\phi} = 10.6$ мг/л.

Висновок: Фактор розведення при розрахунку $C_{ст}$ для БСК_п до уваги не приймається оскільки $ГДК < C_{\phi}$, тому в якості максимально допустимої концентрації домішок для БСК_п приймається значення фонові концентрації.

2.4. Визначення нормативів гранично допустимого допустимого скиду (ГДС) речовин, що надходять у водний об'єкт із зворотними водами

Головним критерієм при встановленні ГДС є забезпечення величини ГДК розрахункового інградієнту у заданому контрольному створі водного об'єкту. Тому вихідними даними при визначенні ГДС є максимальна годинна витрата зворотньої води та величини максимально допустимих концентрацій домішок у зворотних водах $C^{ГДС}$, які повинні відповідати рівню очищення, який може бути досягнутий при використанні передової технології водочищення для даної категорії стічних вод ($C_{технол}$ - колонка 4 табл. 2.2.). Для речовин, у яких рівень очищення стічних вод у технологічній схемі вище ($C_{технол} < C_{ст}$), для розрахунку ГДС, приймають значення $C^{ГДС} = C_{технол}$.

Для речовин, у яких немає показників в технологічній схемі чи вони не задовільняють розрахунком максимально допустимим концентраціям речовин $C_{\text{технол}} > C_{\text{ст}}$, для розрахунку ГДС приймають значення $C^{\text{ГДС}} = C_{\text{ст}}$.

Величини ГДС речовин для окремих випусків зворотних вод встановлюються для діючих та проєктованих категорій водокористувачів за формулою:

$$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}}$$

Значення максимальної витрати стічної води (q) в годинах складає:

$$q = 0.1795 \text{ м}^3/\text{с} = 646.2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Значення максимально допустимих концентрацій речовин, що забезпечують нормативи якості води у контрольному створі та величини ГДС становлять:

ЗР	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{тех}} = 9 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646.2 \cdot 9 = 5815.8 \text{ г/год}$
БСК	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{тех}} = 4.8 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646.2 \cdot 4.8 = 3101.76 \text{ г/год}$
хлориди	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{тех}} = 300 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646.2 \cdot 300 = 193800 \text{ г/год}$
сульфати	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{тех}} = 200 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646.2 \cdot 200 = 129200 \text{ г/год}$
Мінералізація	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{тех}} = 1000 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646 \cdot 1000 = 646000 \text{ г/год}$
азот амонійний	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{ст}} = 0.5 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646 \cdot 0.5 = 323 \text{ г/год}$
азот нітритів	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{тех}} = 0.1 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646 \cdot 0.1 = 64.6 \text{ г/год}$
азот нітратів	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{тех}} = 1.5 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646 \cdot 1.5 = 969 \text{ г/год}$
залізо	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{ст}} = 1.22 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646 \cdot 1.22 = 788.12 \text{ г/год}$
ХСК	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{ст}} = 41.4 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646 \cdot 41.4 = 26744.4 \text{ г/год}$
Нафто-продукти	$C^{\text{ГДС}} = C_{\text{ст}} = 0.07 \text{ мг/л}$	$ГДС = q \cdot C^{\text{ГДС}} = 646 \cdot 0.07 = 45.22 \text{ г/год}$

СПАР	$C^{ГДС} = C_{ст} = 0.15$ мг/л	$ГДС = q \cdot C^{ГДС} = 646 \cdot 0.15 = 96.9$ г/год
феноли	$C^{ГДС} = C_{ст} = 0.005$ мг/л	$ГДС = q \cdot C^{ГДС} = 646 \cdot 0.005 = 3.23$ г/год

Розраховані значення $C^{ГДС}$ і ГДС записують до таблиці 2.2 у 6 та 7 колонки відповідно.

Висновок: 1. розраховані максимально допустимі концентрації ($C_{ст}$) показників складу зворотних вод, з урахуванням фактору розведення, скореговані виходячи з принципу їх технічної доцільності - ($C^{ГДС}$);

2. на основі сукупності фактичних та розрахункових даних встановлені нормативи ГДС речовин, що надходять у водний об'єкт із зворотними водами.

2.5. Прогноз зміни якості води у контрольному створі

Визначення прогнозних значень концентрацій домішок з врахуванням кратності розведення стічних вод водою водного об'єкту, дозволяє встановити до яких змін у якості води призведе скид стічних вод.

Концентрації домішок $C_{ст}^{пр}$ у контрольному створі, що знаходиться на відстані 500 м від місця скиду стічних вод, для завислих та токсичних речовин визначаються:

ЗР	$C_{ст}^{пр} = \frac{9 + 12.6 \cdot 3}{3 + 1} = 11.7$ мг/л	$C_{ст}^{пр} < C_{дон} + C_{ф} = 12.85$ мг/л
БСК	нормативне значення БСК, що забезпечує прийнята технологічна схема, з врахуванням процесу розведення стічних вод, не призведе до збільшення $C_{ф}$ по БСК у контрольному створі	$C_{ст}^{пр} = C_{ф} = 10.6$ мг/л
Хлориди	$C_{ст}^{пр} = \frac{300 + 23 \cdot 3}{3 + 1} = 92.25$ мг/л	$C_{ст}^{пр} < ГДК = 300$ мг/л

Сульфати	$C_{CT}^{PP} = \frac{200 + 38 \cdot 3}{3 + 1} = 38.3 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} < \text{ГДК} = 100 \text{ мг/л}$
Мінералізація	$C_{CT}^{PP} = \frac{1000 + 337 \cdot 3}{3 + 1} = 502.75 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} < \text{ГДК} = 1000 \text{ мг/л}$
Азот амонійний	$C_{CT}^{PP} = \frac{0.5 + 0.5 \cdot 3}{3 + 1} = 0.5 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} = C_{\phi} = 0.5 \text{ мг/л}$
Азот нітритів	$C_{CT}^{PP} = \frac{0.1 + 0.02 \cdot 3}{3 + 1} = 0.04 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} < \text{ГДК} = 0.08 \text{ мг/л}$
Азот нітратів	$C_{CT}^{PP} = \frac{1.5 + 0.2 \cdot 3}{3 + 1} = 0.525 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} < \text{ГДК} = 40 \text{ мг/л}$
Залізо	$C_{CT}^{PP} = \frac{1.22 + 0.14 \cdot 3}{3 + 1} = 0.41 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} < \text{ГДК} = 0.5 \text{ мг/л}$
ХСК	$C_{CT}^{PP} = \frac{41.4 + 24.5 \cdot 3}{3 + 1} = 28.575 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} < \text{ГДК} = 30 \text{ мг/л}$
Нафтопродукти	$C_{CT}^{PP} = \frac{0.07 + 0.07 \cdot 3}{3 + 1} = 0.07 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} = C_{\phi} = 0.07 \text{ мг/л}$
СПАР	$C_{CT}^{PP} = \frac{0.15 + 0.15 \cdot 3}{3 + 1} = 0.15 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} = C_{\phi} = 0.15 \text{ мг/л}$
Фенол	$C_{CT}^{PP} = \frac{0.005 + 0.005 \cdot 3}{3 + 1} = 0.005 \text{ мг/л}$	$C_{CT}^{PP} = C_{\phi} = 0.005 \text{ мг/л}$

Висновок: прогнольні значення концентрацій домішок свідчать про те, що скид зворотних вод даного якісного та кількісного складу, з урахуванням показників схеми водоочищення та фактору розведення стічних вод, не призведе до змін у якості води на відстані $L=500$ м від підприємства-користувача.

Розраховані прогнольні значення концентрацій домішок C_{CT}^{PP} записують у 8 колонку таблиці 2.2.

Таким чином, провівши розрахунки забруднення водного об'єкту зворотними водами для окремого зосередженого випуску було встановлено:

1. Розрахований коефіцієнт змішування a свідчить про те, що 0.44 частина природної води приймає участь у розведенні стічних вод від місця їх скиду до розрахункового створу.
2. Кратність розведення стічних вод найбільш забрудненого потоку контрольного створу $n=3$.

3. Визначено максимально допустимі концентрації $C_{СТ}$ показників складу зворотних вод з витратою $q=0.1795 \text{ м}^3/\text{с}$, можуть бути скинуті у даний водний об'єкт при витраті природної води $Q=0.8 \text{ м}^3/\text{с}$, коефіцієнті змішування $\alpha=0.44$ без порушення умов водокористування.
4. Запропонована технологічна схема водоочищення дозволяє покращити ряд розрахованих показників $C_{СТ}$, до значень $C^{ГДС}$, крім амонійного азоту.
5. На основі сукупності гідрографічних, гідрологічних, гідрохімічних характеристик водного об'єкту, характеристик зворотних вод, нормативів якості води даної категорії водокористування визначено нормативи ГДС.
6. За результатами прогнозу якості води у контрольному створі для показників, фонові концентрації яких сформувалась за рахунок антропогенних факторів, необхідно нормативні вимоги до якості води водоприймача перенести безпосередньо на ці показники зворотних вод.

Таблиця 2.2. Вихідні дані та результати розрахунків забруднення водного об'єкту зворотними водами для окремого зосередженого випуску

Показники складу зворотних вод	ГДК, мг/л	Фонова концентрація $C_{\text{ф}}$, мг/л	Концентрація домішки за технологічною схемою, $C_{\text{тех}}$, мг/л	Максим. допустима концентрація домішок, $C_{\text{ст}}$, мг/л	Концент-рація домішки для визначення ГДС, $C^{\text{ГДС}}$ мг/л	ГДС, г/год	Концентрація домішок у контрольному створі, $C_{\text{ст}}^{\text{пр}}$, мг/л
1	2	3	4	5	6	7	8
ЗР	0.25	12.6	9.0	13.35	9	5815.8	11.7
БСК	3.0	10.6	4.8	10.6	4.8	3101.76	10.6
Хлориди	300.0	23	300	854	300	193800	92.25
Сульфати	100.0	38	200	224	200	129200	78.5
Мінералізація	1000	337	1000	2326	1000	646000	502.75
Азот амонійний	0.5	0.5	7	0.5	0.5	323	0.5
Азот нітритів	0.08	0.02	0.1	0.2	0.1	64.6	0.04
Азот нітратів	40.0	0.2	1.5	119.6	1.5	969	0.525
Залізо	0.5	0.14	--	1.22	1.22	788.12	0.41
ХСК	30.0	24.5	--	41.4	41.4	26744.4	28.575
Нафтопродукти	0.05	0.07	--	0.07	0.007	45.22	0.07
СПАР	0.1	0.15	--	0.15	0.15	96.9	0.15
Феноли	0.001	0.005	--	0.005	0.005	3.23	0.005

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”**

**Сіренко Людмила Вікторівна
Гомеля Микола Дмитрович
Шаблій Тетяна Олександрівна**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ
з курсу „Техноекологія та техногенна безпека”
для напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона
навколишнього середовища та збалансоване
природокористування»**

*Рекомендовано Вченою радою
інженерно-хімічного факультету НТУУ «КПІ»
протокол № 3 від 27.02.12 р.
(протокол № дата)*

Віддруковано ТОВ «Інфодрук»
03113, м. Київ, вул. М. Шпака, 2, тел. 456-68-83
Підписано до друку 5.03.2012 р.
Тираж 100 прим.