

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахункового завдання

«Розрахунок викидів шкідливих речовин в довкілля»

з дисципліни «Наукові дослідження і моделювання з екології»

для студентів хімічних спеціальностей усіх форм навчання

ЗАТВЕРДЖЕНО

редакційно-видавничою

радою університету

протокол № 1 від 25.02.2021 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2021

Методичні вказівки до виконання розрахункового завдання «Розрахунок викидів шкідливих речовин в довкілля» з дисципліни «Наукові дослідження і моделювання з екології» для студентів хімічних спеціальностей усіх форм навчання – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 17 с.

Укладачі: Ю. А. Селіхов
В. О. Коцаренко
О.Є. Дєлова

Рецензент: д.т.н. С.О. Лузан

Кафедра інтегрованих технологій, процесів і апаратів

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для студентів машинобудівельних та хімічних спеціальностей, які виконують розрахункове завдання з дисципліни «Наукові дослідження та моделювання з екології», включають стислі відомості, необхідні для виконання розрахункового завдання, перелік рекомендованої літератури, вимоги до змісту і оформлення пояснювальної записки.

Мета виконання розрахункового завдання

– закріпити і поглибити загальні відомості теорії розсіювання шкідливих речовин в атмосфері від викидів промислових підприємств при виконанні екологічних розрахунків;

– навчитися користуватися спеціальною літературою та іншими нормативно-технічними матеріалами;

– отримати і закріпити навички роботи на комп'ютері з використанням пакетів застосовних програм при вирішенні інженерних і технологічних завдань, пов'язаних з виконанням розрахунків аналізу викидів шкідливих речовин (ШР) промислових підприємств.

При виконанні розрахункового завдання використовується інженерний пакет MathCad з подальшим оформленням звіту(пояснювальної записки), що включає результати розрахунку в звичайній математичній і графічній нотації.

1. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

У курсовій роботі необхідно виконати розрахунок концентрації шкідливих речовин, що викидаються з лінійного і двох точкових джерел при їх спільній дії, якщо джерела знаходяться на даху однієї будівлі. Концентрацію ШР визначити на ґратах припливної вентиляції повітряних забірників двох будівель різної висоти 1 і 2, що стоять на майданчику одна проти одної (рис. 1). Ці розрахунки виконати за наведеними формулами і заповнити таблицю 2. Потім запрограмувати алгоритм розрахунку за наведеними формулами в середовищі додатка MathCad, порівняти результати розрахунку і зробити висновки.

Варіанти початкових даних для виконання розрахунку приведені в додатку 3. Номер варіанта відповідає номеру, під яким студент записаний в журналі групи.

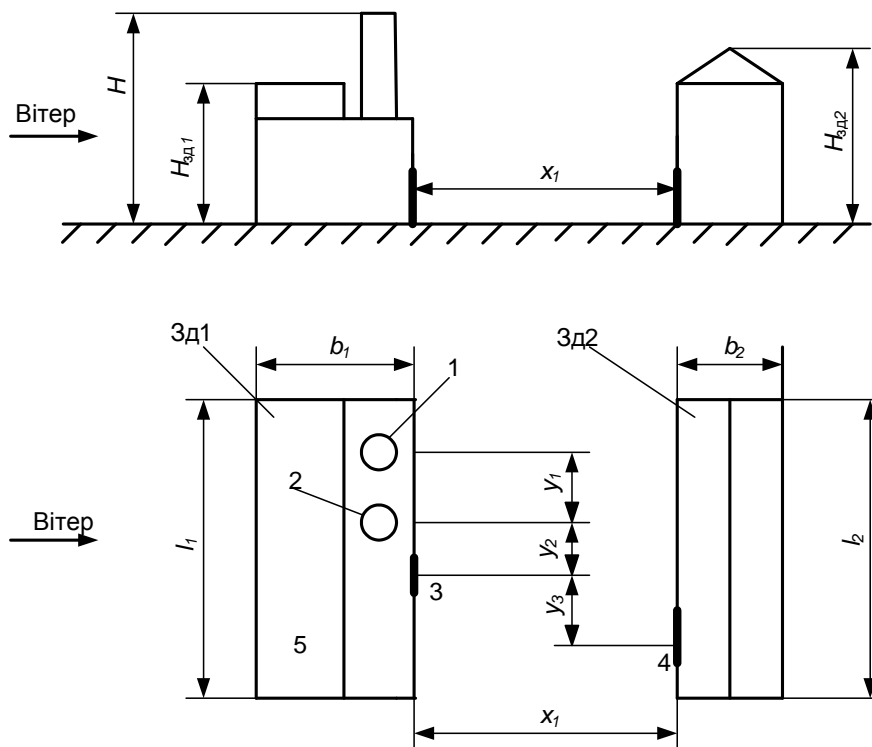


Рисунок 1 – Схема розташування джерел викидів і ґрат припливної вентиляції повітряних забірників в суміжних будівлях різної висоти:

Зд1 – будівля перша; Зд2 – будівля друга;

1 – труба перша; 2 – труба друга; 3 – ґрати припливної вентиляції повітряних забірників на першій будівлі; 4 – ґрати припливної вентиляції повітряних забірників на другій будівлі; 5 – дах будівлі, закритий склом (ліхтар)

2. ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ І ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Пояснювальна записка до розрахункового завдання включає усі початкові і розрахункові матеріали. Оформляти записку слід, використовуючи текстовий редактор (наприклад, Word), згідно з вимогами СТ ВУЗ-ХПІ-3.01(2006) у такій послідовності:

- титульний аркуш;
- лист завдання;
- результати розрахунків за формулами;
- лістинг середовища MathCad з результатами розрахунку;
- висновки і рекомендації за результатами порівняння розрахункових підсумкових концентрацій з нормами ГДК;
- список використаної літератури.

Обсяг пояснювальної записки – до 15 сторінок. Результати виконання завдання представити в друкованому вигляді.

ДОДАТКИ

Додаток 1. – Приклад оформлення титульного аркушу

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Інтегрованих технологій, процесів і апаратів

Дисципліна Наукові дослідження і моделювання з екології

РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ

Тема завдання :

**РОЗРАХУНОК КОНЦЕНТРАЦІЙ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ
РЕЧОВИН З ЛІНІЙНОГО І ДВОХ ТОЧКОВИХ ДЖЕРЕЛ
ПРИ ЇХ СПІЛЬНІЙ ДІЇ**

Студент _____ група _____

Керівник роботи _____

Робота захищена з оцінкою _____

« ____ » _____ 20 ____ р.

Харків 20 ____

Додаток 2 – Приклад оформлення лист-завдання

Лист завдання

Постановка завдання. Визначити концентрацію шкідливих речовин(ШР) на гратах припливної вентиляції повітряних забірників будівлі 1 і будівлі 2, якщо на майданчику стоять дві будівлі різної висоти одне проти іншого(див. рис.1).

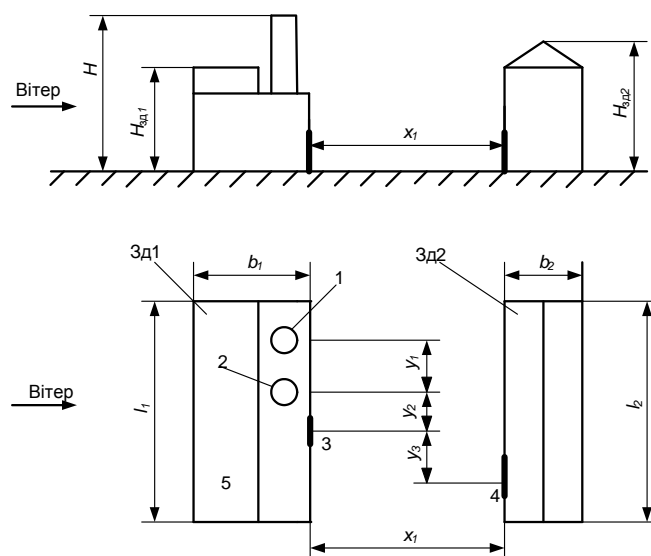


Рисунок 1 – Схема розташування джерел викидів і грат припливної вентиляції повітряних забірників у суміжних будівлях різної висоти:

Зд1 - будівля перша; Зд2 - будівля друга;

1 – труба перша; 2 – труба друга; 3 – грати припливної вентиляції повітряних забірників на першій будівлі; 4 – грати припливної вентиляції повітряних забірників на другій будівлі;
5 – дах будівлі, закритий склом (ліхтар)

Таблиця 1 – Початкові дані для розрахунку

$l1, Bz1, Hzd1, Htr1, D1, Htr2, D2, Vf, V1, V2, Cf, C1, C2, tu, t0, Cp, ГДК, x1, y1, y2, y3,$	м	м	м	м	м	м	м	м ³ /с	м ³ /с	м ³ /с	мг/м ³	мг/м ³	мг/м ³	°C	°C	кДж/(м ³ ·К)	ГДК	м	м	м	м
80, 23, 8, 10, 0,8, 12, 1, 135, 3,55, 8,55, 1,6, 40, 20, 35, 30, 1250, 0,4, 70, 15, 5, 10																					

Додаток 3 – Приклад оформлення та розрахунку результатів

1. Результати розрахунку за формулами.

Методики розрахунку дивись лабораторні роботи 1, 2 на сайті:

<https://sites.google.com/site/khtkafitpa/> розділ Студентам – тека «Методичні матеріали» за дисципліною «Наукові дослідження і моделювання з екології».

Таблиця 2 – Концентрація шкідливих речовин

Джерело викиду	Концентрація ШР	
	точка 3, мг	точка 4, мг
Ліхтар	$3,98 \times 10^{-3}$	$9,21 \times 10^{-3}$
Труба 1	0,17	0,41
Труба 2	0,11	0,13
Разом	0,284	0,549

2. Середовище пакету Mathcad (лістинг)

Примітка: Значення змінних у лістингу середовища пакету MathCad, виділені кольором, користувач задає їх за таблицями або графіками.

Введення початкових даних

$H_{zd1} := 8$	$l1 := 80$	$bz1 := 23$	$H_{tr1} := 10$	$D1 := 0.8$	
$H_{tr2} := 12$	$D2 := 1$	$V_f := 135$	$C_f := 1.6$	$C_p := 1250$	
$V1 := 3.55$	$V2 := 8.55$	$C1 := 40$	$C2 := 20$	$PDK := 0.4$	
$t_u := 35$	$t_0 := 30$	$x1 := 70$	$y1 := 15$	$y2 := 5$	$y3 := 10$

Ліхтар

Масова кількість оксиду вуглецю і кількість тепла у повітрі, яке видаляється через ліхтар

$$M := V_f \cdot C_f = 216 \quad Q := M \cdot C_p \cdot (t_u - t_0) = 1.35 \times 10^6$$

Для ліхтарів, розташованих в зоні аеродинамічної тіні задаємо значення коефіцієнта ϕ і визначаємо небезпечну швидкість вітру

$$\varphi := 1 \quad um := 0.93 \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{Hzd1}} = 51.392$$

Задаємо значення коефіцієнта u для вузької будівлі, що окремо стоїть, і визначаємо концентрацію **оксиду вуглецю** в приземному повітрі загальної циркуляційної зони

$$nc := 1 \quad C := \frac{2 \cdot M}{nc \cdot um \cdot l1 \cdot Hzd1} = 0.013$$

При $h := \frac{l1}{Hzd1} = 10$

по таблиці 3.1, або по рівнянню визначаємо коефіцієнт K_{Lf} :

$K_{Lf} := 2.238$ і визначаємо максимальну концентрацію ШР у приземному повітрі циркуляційної зони

$$Cmf := \frac{2.9 \cdot K_{Lf} \cdot \frac{M}{l1}}{\frac{1}{2.25 \cdot Q^{\frac{1}{3}} \cdot Hzd1^{\frac{2}{3}}} + 2.9 \cdot K_{Lf} \cdot \frac{Vf}{l1 \cdot 3600}} = 0.018$$

Визначаємо концентрацію ШР на повітрозабірнику повітропригночної вентилляції точка ЗЗд1 (див. мал. 3.2)

$$Cf3 := 0.6 \cdot Cmf = 0.011$$

Визначаємо приземну концентрацію шкідливих речовин (ШР) у атмосфері на різних відстанях по усій ширині лінійного джерела викидів по формулі $c(x) = c_{mf} \cdot sn(x)$:

Визначаємо коефіцієнт $sn(x)$:

для першої ділянки при $(x/x_m \leq 1)$, где $x_m = 3 \cdot H_{зд}$

$$xm := 3 \cdot Hzd1 = 24 \quad s1(x) := 3 \cdot \left(\frac{x}{xm}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{xm}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{xm}\right)^2$$

$$sn1(x) := 0.125 \cdot (10 - Hzd1) + 0.125 \cdot (Hzd1 - 2) \cdot s1(x)$$

$sn2(x)$ для другої ділянки при $1 < (x/x_m) \leq 8$:

$$\text{sn2}(x) := \frac{1.13}{0.13 \left(\frac{x}{xm} \right)^2 + 1}$$

Визначаємо концентрацію ШР на повітрозабірнику, точка 3, повітроприточної вентиляція Зд1, та на повітрозабірнику, точка 4, повітроприточної вентиляція Зд2, на відстані x (м) від завітреної стіни

$$x := 0 \quad C_{f3} := C_{mf} \cdot \text{sn1}(x) \quad C_{f3} = 4.404 \times 10^{-3}$$

$$x := x1 \quad C_{f4} := C_{mf} \cdot \text{sn2}(x) \quad C_{f4} = 9.453 \times 10^{-3}$$

Труба 1

Визначаємо швидкість ГПС (м/с) на виході з труби по формулі:

$$w01 := \frac{V1}{\left(\pi \cdot \frac{D1^2}{4} \right)} = 7.063$$

Визначаємо відносне перевищення труби:

$$hpr1 := \frac{Htr1 - Hzd1}{Hzd1} = 0.25$$

По номограмі (див. додаток малюнок ПЗ) задаємо значення коефіцієнта φ :

$$\varphi1 := 0.97$$

Коефіцієнт B визначається по формулі (1.5):

$$B1 := \frac{1}{\sqrt{hpr1^2 + 3.3} - hpr1} = 0.631$$

Знаходимо небезпечну швидкість вітру по формулі (1.4):

$$Um1 := \frac{3.8 \cdot D1 \cdot w01}{\varphi1 \cdot Hzd1} \cdot B1 = 1.747$$

Значення коефіцієнта E визначається по формулі (1.7):

$$E1 := \frac{\sqrt{hpr1^2 + 3.3} - hpr1}{\exp \left[-0.15 \cdot \left(\sqrt{hpr1^2 + 3.3} + hpr1 \right)^2 \right]} = 3.038$$

Допоміжна змінна $otn1$: $otn1 := \frac{l1}{Hzd1} = 10$

Тоді по малюнку П1, приведену в додатку, або по даним таблиці 1.4 визначаємо значення коефіцієнта klt .

$$Klt1 := 0.293$$

Максимальна концентрація забруднюючих речовин в приземному повітрі єдиної циркуляційної зони визначається по формулі (1.6):

$$M1 := V1 \cdot C1 = 142 \quad C_{m1} := \frac{0.53 \cdot \varphi1 \cdot M1 \cdot E1 \cdot Klt1}{D1 \cdot w01 \cdot Hzd1} = 1.437$$

Знаходимо концентрацію ШР на зовнішній стіні будівлі 1 по осі викиду (точка 0):

$$xm := 3 \cdot Hzd1 = 24 \quad x := 0$$

$$s(x) := 3 \cdot \left(\frac{x}{xm} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{xm} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{xm} \right)^2$$

$$sn1(x) := 0.125 \cdot (10 - Hzd1) + 0.125 \cdot (Hzd1 - 2) \cdot s(x)$$

$$C01 := C_{m1} \cdot sn1(x) \quad C01 = 0.359$$

Допоміжна безрозмірна величина, що дозволяє визначити концентрацію ШР на відстані y (м) від осі викиду, тобто на повітрязборі будівлі 1 на відстані $x=0$, визначається по формулі:

$$x := 0 \quad y := y1 + y2 \quad sy := \exp \left[\frac{-30 \cdot y^2}{(1.4 \cdot l1 + bz1 + x)^2} \right] = 0.518$$

Знаходимо концентрацію ШР на повітрязбірнику будівлі 1 (точка 3):

$$C31 := C01 \cdot sy = 0.186$$

Визначаємо концентрацію ШР на воздухозаборе будівлі 2 (точка 4), розташованому по осі викиду на відстані x м, по формулі (1.8):

$$x := x1 \quad y := y1 + y2 + y3$$

$$C41 := C_{m1} \cdot \exp \left[\frac{-30 \cdot y^2}{(1.4 \cdot l1 + bz1 + x)^2} \right] \cdot \exp \left[-0.1 \cdot \left(\frac{x}{Hzd1} - 3 \right) \right] = 0.425$$

$$C_{m1} = 1.437 \quad C01 = 0.359 \quad C31 = 0.186 \quad C41 = 0.425$$

Труба 2

Визначаємо швидкість ГПС (м/с) на виході з труби по формулі:

$$w02 := \frac{\sqrt{2}}{\left(\pi \cdot \frac{D1^2}{4} \right)} = 17.01$$

Визначаємо відносне перевищення труби:

$$hpr2 := \frac{Htr2 - Hzd1}{Hzd1} = 0.5$$

По номограмі (див. додаток малюнок П3)

задаємо значення коефіцієнта φ :

$$\varphi2 := 1.1$$

Коефіцієнт B визначається по формулі (1.5):

$$B2 := \frac{1}{\sqrt{hpr2^2 + 3.3 - hpr2}} = 0.722$$

Знаходимо небезпечну швидкість вітру по формулі (1.4):

$$Um2 := \frac{3.8 \cdot D2 \cdot w02}{\varphi2 \cdot Hzd1} \cdot B2 = 5.307$$

Значення коефіцієнта E визначається по формулі (1.7):

$$E2 := \frac{\sqrt{hpr2^2 + 3.3 - hpr2}}{\exp\left[-0.15 \cdot \left(\sqrt{hpr2^2 + 3.3 + hpr2}\right)^2\right]} = 3.247$$

Допоміжна змінна otl :

Тоді по малюнку П1, приведеному в до $otn1 = 10$ по даним таблиці 1.4 визначаємо значення коефіцієнта klt :

$$klt := 0.223$$

Максимальна концентрація забруднюючих речовин у приземному повітрі єдиної циркуляційної зони визначається по формулі (1.6):

$$M2 := \sqrt{2} \cdot C2 = 171 \qquad C_{m2} := \frac{0.53 \cdot \varphi2 \cdot M2 \cdot E2 \cdot klt}{D2 \cdot w02 \cdot Hzd1} = 0.53$$

Знаходимо концентрацію ШР на зовнішній стіні будівлі 1 по осі викиду (точка 0):

$$xm := 3 \cdot Hzd1 = 24 \quad x := 0$$

$$s(x) := 3 \cdot \left(\frac{x}{xm} \right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{xm} \right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{xm} \right)^2$$

$$sn1(x) := 0.125 \cdot (10 - Hzd1) + 0.125 \cdot (Hzd1 - 2) \cdot s(x)$$

$$CO2 := Cm2 \cdot sn1(x) \quad CO2 = 0.133$$

Допоміжна безрозмірна величина, що дозволяє визначити концентрацію ШР на відстані y (м) від осі викиду, тобто на повітрозбірнику будівлі 1 на відстані $x=0$, визначається по формулі:

$$x := 0 \quad y := y2 \quad sy2 := \exp \left[\frac{-30 \cdot y^2}{(1.4 \cdot l1 + bz1 + x)^2} \right] = 0.96$$

Знаходимо концентрацію ШР на повітрозбірнику будівлі 1 (точка 3):

$$C32 := CO2 \cdot sy2 = 0.127$$

Визначаємо концентрацію ШР на повітрозбірнику будівлі 2 (точка 4), розташованому по осі викиду на відстані x м, по формулі (1.8):

$$x := x1 \quad y := y1 + y2 + y3$$

$$C42 := Cm2 \cdot \exp \left[\frac{-30 \cdot y^2}{(1.4 \cdot l1 + bz1 + x)^2} \right] \cdot \exp \left[-0.1 \cdot \left(\frac{x}{Hzd1} - 3 \right) \right] = 0.157$$

$$Cm2 = 0.53 \quad CO2 = 0.133 \quad C32 = 0.127 \quad C42 = 0.157$$

$$C3sum := Cf3 + C31 + C32 \quad C4sum := Cf4 + C41 + C42$$

Концентрація ШР		
Джерело викидів	Точка 3	Точка 4
Ліхтар	$Cf3 = 4.404 \times 10^{-3}$	$Cf4 = 9.453 \times 10^{-3}$
Труба 1	$C31 = 0.186$	$C41 = 0.425$
Труба 2	$C32 = 0.127$	$C42 = 0.157$
Загалом	$C3sum = 0.318$	$C4sum = 0.592$

Графічне подання розподілу концентрації шкідливих викидів лінійного джерела в приземному повітрі

Для візуалізації розподілу концентрації на відстані x по осі припливних грат будівлі 2 (точка 4) представимо зміну концентрації по кожному джерелу шкідливих викидів у вигляді функцій $C=f(x)$:

Ліхтар

Визначаємо значення $sn(x)$ для всього діапазону зміни x :

$$sn(x) := \begin{cases} sn1(x) & \text{if } \frac{x}{xm} < 1 \\ sn2(x) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Тоді} \quad Cf(x) := Cmf \cdot sn(x)$$

Труба 1

$$C14(x) := Cm1 \cdot \exp\left[-0.1 \cdot \left(\frac{x}{Hzd1} - 3\right)\right] \cdot \exp\left[\frac{-30 \cdot (y1 + y2 + y3)^2}{(1.4 \cdot l1 + bz1 + x)^2}\right]$$

$$C14(60) = 0.451$$

Труба 2

$$C24(x) := Cm2 \cdot \exp\left[-0.1 \cdot \left(\frac{x}{Hzd1} - 3\right)\right] \cdot \exp\left[\frac{-30 \cdot (y2 + y3)^2}{(1.4 \cdot l1 + bz1 + x)^2}\right]$$

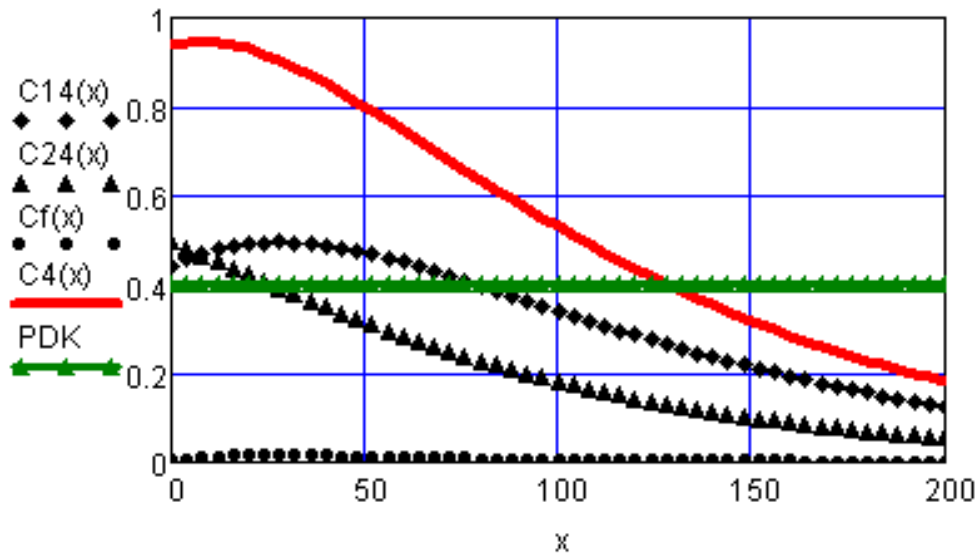
$$C24(60) = 0.283$$

Сумарна концентрація ШР

$$C_4(x) := C_{14}(x) + C_{24}(x) + C_f(x) \quad C_4(70) = 0.689$$

Будуємо графіки розподілу концентрації на відстані:

$$x := 0, 4 \dots 200$$



3. Висновок

Сумарне значення концентрації шкідливої речовини від усіх джерел в точці 3 і 4 перевищує ГДК, тому необхідно виконати наступні заходи, спрямовані на зниження концентрації шкідливих речовин у технологічних викидах цього виробництва: 1) закрити виробництво; 2) почистити фільтри очищення технологічних викидів; 3) замінити фільтри, що вийшли з ладу; 4) інші заходи, спрямовані на зниження концентрації шкідливих речовин у технологічних викидах виробництва.

Додаток 4 – Варіанти даних для розрахунку

Початкові дані для розрахунку:

Варіант	l , м	bz , м	Hzd , м	$Htr1$, м	$Htr2$, м	$x1$, м	Vf , м ³ /с	$V1$, м ³ /с	$V2$, м ³ /с	Cf , мг/м ³	$C1$, мг/м ³	$C2$, мг/м ³	t_u , °C	t_0 , °C	H , м	$D1$, м	$D2$, м	$y1$, м	$y2$, м	$y3$, м
1	110	22	20	8	10	50	135	3,55	8,55	1,6	36,0	13,5	32	27	22	0,9	1,5	15	5	10
2	120	24	22	11	7	60	140	2,55	6,5	1,8	32,0	12,0	30	25	24	1,0	1,2	15	5	10
3	130	22	22	14	11	40	139	4,5	9,0	1,5	36,0	13,2	35	30	24	0,8	1,2	15	5	10
4	115	21	20	10	15	55	142	5,55	8,2	1,2	35,0	12,5	25	20	22	1,0	1,2	15	5	10
5	105	25	23	9	13	60	136	3,2	7,5	1,3	34,5	13,5	27	22	25	0,9	1,0	15	5	10
6	112	23	19	14	12	70	132	3,0	9,5	1,5	32,0	13,0	28	23	21	0,8	1,0	15	5	10
7	110	24	18	8	10	50	136	4,2	9,5	1,4	33,0	12,5	29	24	20	0,7	1,4	15	5	10
8	105	25	15	15	12	55	138	3,0	8,0	1,5	34,0	12,8	35	30	17	0,9	1,1	15	5	10
9	100	20	20	7	10	58	138	3,2	8,2	1,4	35,0	12,5	32	27	22	0,8	1,2	15	5	10
10	110	18	16	11	13	59	137	2,72	8,0	1,5	33,0	13,2	30	25	18	0,9	1,4	15	5	10
11	120	20	18	12	8	60	136	2,8	7,8	1,6	34,0	12,5	34	29	22	0,7	1,2	15	5	10
12	90	23	16	6	13	65	138	2,9	8,0	1,4	34,5	13,0	35	30	18	0,8	1,4	15	5	10
13	95	24	18	13	9	70	136	2,7	9,5	1,6	36,0	15,0	36	31	20	0,9	1,2	15	5	10
14	105	26	22	8	10	78	139	2,77	7,5	1,4	35,0	16,0	38	33	24	0,8	1,4	15	5	10
15	115	24	24	12	7	82	143	4,5	8,2	1,6	34,8	15,5	32	27	26	1,1	1,4	15	5	10
16	120	23	22	8	13	76	142	3,5	7,2	1,6	35,5	17,0	28	23	24	1,0	1,2	15	5	10
17	125	24	18	14	10	78	140	4,2	7,0	1,6	36,0	16,5	25	20	20	1,2	1,6	15	5	10
18	130	25	20	11	15	76	142	3,8	6,5	1,4	35,5	14,5	36	31	22	1,2	1,5	15	5	10
19	126	27	18	9	14	85	137	4,1	6,5	1,3	34,8	14,8	39	34	20	1,1	1,4	15	5	10
20	128	25	19	13	7	81	140	3,7	7,5	1,4	35,2	15,3	37	32	21	1,4	1,3	15	5	10

Довжина, ширина, висота будівлі, відповідно – l , bz , Hzd , м

Відстань між будівлями – $x1$, м

Об'єм ГПС, що викидається через ліхтар, – Vf , м³/с

Об'єм ГПС, що викидається через трубу, – V , м³/с

Висота, діаметр труби, відповідно – H_{tr} , D , м

Концентрація ШР, що викидається через ліхтар, – C_f , мг/м³

Концентрація ШР, що викидається через трубу, – C , мг/м³

Температура ГПС на виході – t_u , °С

Температура навколишнього повітря – t_0 , °С

Об'ємна теплоємність ГПС при середній температурі навколишнього повітря для усіх варіантів завдання $C_p = 1250$, кДж(м³·К)

Гранично допустима концентрація (ГДК) ШР для усіх варіантів завдання дорівнює 0,4.

Список літератури

1. Санітарні норми проектування промислових підприємств. СН245-71. – М.: Стройиздат, 1971. – 96 с.
2. Селихов Ю.А. та ін. Розрахунок і проектування промислових викидів на ЕОМ: навчальний посібн. /Ю.А. Селихов, Лещенко В. А. та ін. – Харків: НТУ «ХПІ», 2004. – 96 с.
3. Коцаренко В. О. Обчислення у MathCAD: навч. посіб./ В.О. Коцаренко, Ю.А. Селіхов. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 200 с.
4. Методичні матеріали по курсу «Розрахунок і проектування промислових викидів» розміщено на сайті: <https://sites.google.com/site/khtkafitpa>.

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання розрахункового завдання «Розрахунок викидів шкідливих речовин в довкілля» з дисципліни «Наукові дослідження і моделювання з екології» для студентів хімічних спеціальностей усіх форм навчання

Укладачі: СЕЛІХОВ Юрій Анатолійович
КОЦАРЕНКО Віктор Олексійович
ДЄЛОВА Олена Євгеніївна

Відповідальний за випуск проф. Валерій ВЕДЬ

Роботу до видання рекомендував проф.. О. М. Расоха

Редактор Марія Єфремова

План 2021 р., п. 10

Підписано до друку 11.06.2021 р
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 0,6

Видавничий центр НТУ «ХПІ»
Свідоцтво про державну реєстрацію № ДК 5478 від 21.08.2017 р.
Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2

Самостійне електронне видання