ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/332036887

Екологія з основами біобезпеки. Ч. 1. Інгредієнтне забруднення. Навчальний посібник для практичних занять.

Book · January 2019

CITATIONS
0

READS
165

5 authors, including:

Vasyl Petruk
Vinnytsia National Technical University
240 PUBLICATIONS **208** CITATIONS

SEE PROFILE

Igor Vasylkivskyi
Vinnytsia National Technical University
14 PUBLICATIONS **11** CITATIONS

SEE PROFILE

Roma Petruk
Vinnytsia National Technical University
39 PUBLICATIONS **22** CITATIONS

SEE PROFILE

Vitalii Ishchenko
Vinnytsia National Technical University
113 PUBLICATIONS **132** CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project Water security View project

Project Geochemical state of the city roadside areas View project

All content following this page was uploaded by Vitalii Ishchenko on 28 March 2019.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕКОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ БІОБЕЗПЕКИ

Частина перша
ІНГРЕДІЄНТНЕ ЗАБРУДНЕННЯ

Навчальний посібник
для практичних занять

Херсон
ОЛДІ-ПЛЮС
2019

УДК [504+504.75](0.75)
П31

Автори:
Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Іщенко В. А., Трач І.А.

Рекомендовано до видання Вченою радою
Вінницького національного технічного університету
Міністерства освіти і науки України як навчальний посібник ВНТУ
для студентів всіх спеціальностей у відповідності з програмою курсу
“Екологія з основами біобезпеки”.
(протокол № 7 від 22 грудня 2016 р.)

Рецензенти:
А. П. Ранський, доктор хімічних наук, професор
Д. І. Крикливий, доктор технічних наук, професор
В. Г. Макац, доктор медичних наук, професор

Екологія з основами біобезпеки. Частина 1. Інгредієнтне
П31 забруднення : навч. посіб. для практич. занять / Петрук В. Г., Васильківський І. В., Петрук Р. В., Іщенко В. А., Трач І. А. – Херсон : Олді-плюс, 2019. – 196 с.
ISBN 978-966-_____

Навчальний посібник складений у відповідності з програмою курсу “Екологія з основами біобезпеки” розрахований на поглиблену, ґрунтовну підготовку і закріплення теоретичних знань студентів всіх спеціальностей Вінницького національного технічного університету у галузі екології та природоохоронної діяльності. У навчальному посібнику представлений порядок виконання практичних робіт, викладені методики обробки результатів, необхідні довідкові дані, приведені контрольні питання і завданння, а також рекомендована література.

Навчальний посібник розрахований на студентів всіх технічних та економічних спеціальностей, інженерів-теплоенергетиків працюючих в комунальній сфері, фахівців управління охорони навколишнього природного середовища, екологічної інспекції та спеціалістів науково-дослідних організацій.

УДК [504+504.75](0.75)

ISBN 978-966-_____
© Авторський колектив, 2019

Зміст

ВСТУП 4

Практична робота № 1
ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
УРБОЕКОСИСТЕМ 6

Практична робота № 2
ВИЗНАЧЕННЯ РЕАЛЬНОГО ХІМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ
НА ЛЮДИНУ ПРИ ЗАБРУДНЕННІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ... 17

Практична робота № 3
РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ
ОДИНОЧНОГО ДЖЕРЕЛА 44

Практична робота № 4
РОЗРАХУНОК РОЗМІРУ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ,
ЯКІ ЗАПОДІЯНІ ДЕРЖАВІ В РЕЗУЛЬТАТІ НАДНОРМОВИХ ВИКИДІВ
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ 61

Практична робота № 5
РОЗРАХУНОК ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ ВИКИДІВ
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ 80

Практична робота № 6
РОЗРАХУНОК РОЗМІРУ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ
В РЕЗУЛЬТАТІ СКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ВОДНІ
ОБ’ЄКТИ ТА РОЗРАХУНОК ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ 99

Практична робота № 7
МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ УТВОРЕННЯ
ВІДХОДІВ ТА РОЗМІРІВ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ 120

ЛІТЕРАТУРА 178

Додаток А
ЗНАЧЕННЯ ГДК ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ПОВІТРІ 180
Додаток Б
НОРМАТИВИ ЗБОРУ ЗА ЗАБРУДНЕННЯ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 190
Додаток В
ЗНАЧЕННЯ НОРМАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ 193

ВСТУП

Ліквідація глобальної екологічної кризи є найважливішим завданням людства. Біосфера сьогодні вже не спроможна самоочищуватися, саморегулюватися й самовідновлюватися – вона дедалі активніше деградує. Людству, загрожує загибель найближчими десятиліттями, якщо воно терміново не змінить свого ставлення до природи, не змінить стилю своєї діяльності й існування, не переоцінить життєвих цінностей. Людству потрібні нова філософія життя, висока екологічна культура і свідомість.

На думку сучасних екологів, екологія з основами біобезпеки та біоетики з її широким діапазоном діяльності вже не є розділом біології, а новим етапом розвитку всіх наук. Віднині прогресу в наукових дослідженнях можна досягти лише об'єднаними зусиллями спеціалістів різних галузей знань.

Як відомо з історії, залежно від рівня розвитку, суспільства, від його потреб і проблем з часом мали місце періодичні зміни наук-лідерів. Якщо в XVI – XVIII ст. лідером була механіка, у XIX ст. – фізика, у XX – хімія та ядерна фізика, то на сучасному етапі лідером стала екологія, яка перетворилася з суто біологічної дисципліни на науку про стратегію й тактику виживання людства.

Об'єктивна інформація про стан навколишнього природного середовища необхідна для обґрунтування системи еколого-гігієнічних і медико-профілактичних заходів спрямованих на попередженням негативного впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище і його здоров'я населення.

Навчальний посібник розрахований на студентів всіх технічних та економічних спеціальностей, інженерів-теплоенергетиків працюючих в комунальній сфері, фахівців управління охорони навколишнього природного середовища, екологічної інспекції та спеціалістів науково-дослідних організацій.

Мета даного навчального посібника – дати студентам необхідні знання для вирішення теоретичних і практичних питань інгредієнтного забруднення навколишнього природного середовища, які досліджуються сучасною екологією біобезпекою та біоетикою.

У навчальному посібнику представлений порядок виконання практичних робіт, викладені методики обробки результатів, необхідні довідкові дані, приведені контрольні питання і завданння, а також рекомендована література.

У запропонованому навчальному посібнику викладено 7 практичних робіт за курсом "Екологія з основами біобезпеки та біоетики. Частина 1. Інгредієнтне забруднення" на кожну з яких виділяється 1 година аудиторного часу. Практичні роботи доповнюють лекційний курс, у них аналізуються небезпечні антропогенні впливи та описуються сучасні методики дослідження і оцінки екологічного стану навколишнього природного середовища.

Попередньо студенти повинні вивчити теоретичний матеріал по рекомендованій літературі або лекціям, ознайомитися з майбутньою роботою, і потім приступити до її виконання.

Звіт про практичну роботу складається за єдиним планом: мета роботи, опис роботи, розрахункова частина, відповіді на контрольні питання і завдання. Звіт захищається студентом наприкінці поточного заняття або на початку наступного заняття.

Після виконання і захисту всіх практичних робіт наприкінці триместру студенти допускаються до здачі диференційного заліку.

Наведені у навчальному посібнику таблиці, формули та довідковий матеріал дають можливість майбутнім фахівцям добре організувати свою діяльність із урахуванням розуміння і логічного осмислення технологічних основ промислового виникнення інгредієнтного забруднення навколишнього природного середовища в Україні. При написанні навчального посібника авторами були враховані побажання студентів ВНТУ при вивчені дисципліни "Основи екології".

Автори будуть вдячні за висловлені критичні зауваження і рекомендації, з метою подальшого вдосконалення навчально-методичного забезпечення викладання дисципліни "Екологія з основами біобезпеки та біоетики. Частина 1. Інгредієнтне забруднення", зокрема із урахуванням поглибленого вивчення еколого-технологічних особливостей відповідних профільних галузей і специфіки підготовки фахівців відповідних технічних спеціальностей для яких читається даний курс.

Практична робота № 1
ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБОЕКОСИСТЕМ

Мета роботи: ознайомитись із методикою оцінки рівня хімічного забруднення атмосферного повітря міст, провести розрахунок критерію небезпеки забруднюючих речовин.

1. Основні поняття та роз'яснення

В атмосферне повітря міст та інших населених місць надходить велика кількість забруднюючих речовин (ЗР) як основних, так і специфічних, що викидаються окремими підприємствами, виробництвами, цехами. Перелік речовин для вимірювання на стаціонарних, маршрутних постах і при підфакельних спостереженнях встановлюється на основі даних про склад і характер викидів із джерел забруднення і метеоумов розсіювання домішок. З цією метою визначаються речовини, що викидаються підприємствами міста й оцінюється можливість перевищення ГДК цих речовин [1-7]. У результаті складається перелік речовин, що підлягають контролю в першу чергу. Принцип вибору пріоритетних ЗР для включення в список, що базується на використанні параметра споживання повітря (СП) і критерія небезпеки *i*-ї ЗР ($КНР_i$) (ОНД-90). При використанні СП оцінюється реальний рівень $СП_i$ та необхідний $СП_{Н_i}$.

$$СП_i = \frac{M_i}{q_i}; \tag{1.1}$$

$$СП_{Н_i} = \frac{M_i}{ГДК_i}, \tag{1.2}$$

де M_i – сумарна кількість викидів *i*-ї домішки від усіх джерел, розташованих на території міста, т/рік;

q_i – концентрація, встановлена за даними спостережень чи розрахунків, мг/м^3.

Оцінюється, чи буде середня або максимальна концентрація домішки при даних викидах перевищувати, відповідно, Г$ДК_{м.р.}$, і $ГДК_{с.д.}$. Якщо $СП_{H_i} > СП_i$,то очікувана концентрація домішки в повітрі може бути рівною ГДК чи перевищить її і, отже, *і*-та домішка повинна контролюватися. Перелік речовин для організації спостережень встановлюється порівнянням $СП_i$ і $СП_T$ для середніх $(СП_{с.д.})$ і максимальних $(СП_{м.р.})$ концентрацій домішки.

Критерій небезпеки *і*-ї ЗР $(КНР_i)$ визначається за формулою:

$$КНР_i = \left(\frac{M_i}{ГДК_{с.д._i}} \right)^{\alpha_i}, \qquad (1.3)$$

де M_i – сумарний викид *і*-ї ЗР на контрольованій території (місто, район, область), т/рік;

$ГДК_{с.д._i}$ – середньодобова гранично-допустима концентрація *і*-ї ЗР, мг/м^3;

α_i – константа, що враховує клас небезпеки *і*-ї ЗР. Значення $ГДК_{с.д._i}$ і клас небезпеки конкретної ЗР встановлюються по НТД. Значення α_i, приведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Значення константи α_i, що враховує клас небезпеки і-ї ЗР

Клас небезпеки ЗР	**1-й надзвичайно-небезпечні**	**2-й високо-небезпечні**	**3-й помірно-небезпечні**	**4-й мало-небезпечні**
Значення α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Застосуванням формули (1.3) фактично виробляється приведення параметрів небезпеки *і*-ї ЗР до речовин 3-го класу небезпеки (наприклад, SO_2) для одержання співставних результатів.

Виходячи з отриманих значень $КНР_i$, визначають категорію небезпеки ЗР на контрольованій території відповідно табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Категорія небезпеки ЗР

Категорія небезпеки	**1**	**2**	**3**
$КНР_i$	менше 10^3	10^3-10^5	понад 10^5

При складанні переліку найбільш небезпечних ЗР на контрольованій території виходять з наступних пріоритетів:

1. Основні ЗР (CO, NO, NO_2, SO_2, пил).

2. Речовини 1-ї категорії небезпеки (при їхній відсутності – 2-ї категорії).

3. Речовини, для яких на контрольованій території зареєстрована концентрація >5 ГДК.

Отримані значення $КНР_i$ і відповідні категорії небезпеки використовують для цілей державного контролю за підприємствами, що діють на даній території.

При виробничому контролі джерел забруднення, що знаходяться на території підприємства (труб, аераційних ліхтарів та ін.), їх розділяють на 1-у та 2-у категорії, використовуючи максимально разову концентрацію ЗР при несприятливих метеоумовах *($c_м$)*, розраховану відповідно до вимог ОНД-86.

Таблиця 1.3 – ГДК та клас небезпеки деяких речовин

Назва забруднюючої речовини	**Г*ДК*$_{м.р.}$, *мг/м*^{3}**	**Г*ДК*$_{с.д.}$, *мг/м*^{3}**	**Клас небезпеки**
Азоту діоксид	0,085	0,04	2
Азоту оксид	0,4	0,06	2
Сірчаний ангідрид	0,5	0,05	3
Аміак	0,2	0,04	2
Завислі речовини	0,5	0,15	3
Оксид вуглецю	5	3	4
Зола ТЕС	0,05	0,02	2
Формальдегід	0,35	0,003	2
Хлор	0,1	0,03	2

До 1-ї категорії відносяться джерела викидів ЗР, для яких:

$$\frac{c_м}{ГДК_{м.р.}} > 0,5, \tag{1.4}$$

за умови виконання нерівності

$$\frac{M}{\left(ГДК_{м.р.} \cdot H\right)} > 0,01, \tag{1.5}$$

а також джерела, на яких встановлена пилогазоочисне обладнання з ККД > 75 % при одночасному виконанні для них умов:

$$\left(\frac{c_м}{ГДК_{м.р.}}\right)\left[\frac{100}{(100 - ККД)}\right] > 0,5, \tag{1.6}$$

$$\frac{M}{\left(ГДК_{м.р.} \cdot H\right)}\left[\frac{100}{(100 - ККД)}\right] > 0,01, \tag{1.7}$$

де M – максимальний масовий викид ЗР із джерела, г/с;

H – висота джерела, м;

ККД – коефіцієнт корисної дії пилогазоочистного обладнання, %. При H < 10 м ліва частина нерівності (1.7) обчислюється для Н = 10 м.

Крім вище згаданих показників, що характеризують стан забруднення атмосферного повітря населених місць, використовують одиничні і комплексні індекси забруднення атмосфери, що базуються на даних інструментальних спостережень за концентрацією ЗР в атмосфері. Результати багатьох досліджень показали, що дані вимірювань концентрацій домішок у приземному шарі атмосфери міста з достатньою точністю відповідає логарифмічно нормальному розподілу. За рядом спостережень перевіряють гіпотезу про те, чи результати спостережень відносяться до логнормального розподілу й обчислюють його показники, а також значення максимальної

концентрації з заданою імовірністю перевищення в 5, 1 і 0,1 % випадків ($q_м^5, q_м^1, q_м^{0,1}$, у загальному випадку – $q_м^p$):

$$q_м^p = \frac{\bar{q} \cdot \exp z \cdot \sqrt{\ln(1+\nu^2)}}{\sqrt{(1+\nu^2)}}, \tag{1.8}$$

де p = 0,1 % при z = 3,08, p = 1 % при z = 2,3, p = 5 % при z = 1,65;

$\bar{q}$ – усереднена концентрація;

ν – коефіцієнт варіації $\left(\nu = \frac{\sigma}{\bar{q}}\right)$, де σ – середньоквадратичне відхилення.

Основним критерієм якості атмосферного повітря є значення ГДК. Тому для оцінки стану чи ступеня забруднення атмосфери використовуються одиничні усереднені та разові показники забруднення атмосфери, що при нормуванні на ГДК, називають **одиничними індексами забруднення атмосфери (ІЗА).** Встановлюють, чи виконуються співвідношення:

$$\frac{q_i}{ГДК_{м.р.}} < 1, \tag{1.9}$$

$$\text{і } \frac{\bar{q}_i}{ГДК_{с.д.}} < 1, \tag{1.10}$$

де q_i – разова концентрація домішки;

$\bar{q}_i$ – середньодобова концентрація домішки.

На підставі перевірки співвідношення (1.9) розраховують число випадків (m) чи повторюваність (g) концентрацій, що перевищують ГДК:

$$g = \frac{m_i}{n} \cdot 100, \tag{1.11}$$

де n – число спостережень за розглянутий період часу;

m – число випадків перевищення разовими концентраціями (q_i) рівня $\alpha \cdot ГДК$, при α, рівному, відповідно 1; 5; і 10, а i = 1, 2, 3.

Розраховують індекс забруднення атмосфери (I_i) окремою домішкою з урахуванням швидкості зростання ступеня шкідливості речовин, зведеної до шкідливості (небезпеки) SO_2, у міру збільшення перевищення ГДК:

$$I_i = \left(\frac{\overline{q}_i}{ГДК_{с.д.}} \right)^{c_i}, \qquad (1.12)$$

де c_i – константа, що дозволяє звести ступінь шкідливості *i-ї* речовини до ступеня шкідливості SO_2 (див. табл. 4.1, $c_i = \alpha_i$);

$\overline{q}_i$ – середньорічна концентрація домішки, обчислюється за формулою:

$$\overline{q}_i = \frac{\sum_{j=1}^{i} \left(q_i \cdot n_j \right)}{\sum_{j=1}^{i} \left(n_j \right)}, \qquad (1.13)$$

де n – число разових чи середньодобових концентрацій, за рік (n $\geq$ 200 для разових);

q_i – середньомісячна концентрація за j-й місяць.

Для порівняння ступеня забруднення атмосфери в різних містах використовується комплексний ІЗА – безрозмірна функція характеристик ступеня забруднення атмосфери декількома речовинами. Комплексний ІЗА, що враховує l речовин, що наявні в атмосфері, розраховується за формулою:

$$I_i = \sum_{i=1}^{l} I_i = \sum_{i=1}^{l} \left(\frac{\overline{q}_i}{ГДК_{с.д.}} \right)^{c_i}, \qquad (1.14)$$

де q_i – усереднена за часом (місяць, рік), розрахована для міста концентрація *i*-ї домішки.

Розрахунок ІЗА заснований на припущенні, що на рівні ГДК усі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину (принцип ізоефективності), а при подальшому збільшенні концентрації ступінь їхньої шкідливості зростає з різною швидкістю, що залежить від класу небезпеки речовини.

2. Порядок виконання роботи

1. На основі даних таблиці 1.4 обчисліть значення реального $(СП_i)$ та необхідного $(СП_{H_i})$ рівня споживання повітря та зробіть висновок про можливість перевищення ГДК і необхідність контролю даної домішки.

2. За формулою 1.3 обчисліть значення критерію небезпеки *i*-ї ЗР ($КНР_i$). Виходячи з отриманих значень $КНР_i$, відповідно до табл. 1.2 визначте категорію небезпеки ЗР на контрольованій території.

3. За формулами 1.6-1.7 визначте, до якої категорії (1-ї чи 2-ї) відноситься джерело забруднення атмосферного повітря міста (при виконанні хоча б однієї із двох нерівностей 1.6 чи 1.7 джерело відноситься до 1-ї категорії, при не виконанні обох нерівностей – до 2-ї).

4. Для речовин із додатку А згідно варіанта, користуючись літературними даними, знайти токсикологічну характерисику. Приклад токсикологічної характеристики деяких речовин подано нижче [15-17]:

1. Свинець (Pb) – його присутність виявлена в будь-якому виді харчових продуктів, що випускаються в різних країнах. Картопля, капуста, огірки, томати, морква і цибуля, вирощені на грунтах з вмістом свинцю 220-480 мг/кг, містять його в 2-5 разів більше, ніж овочі, які виросли в тих же кліматичних умовах, але на ґрунті з меншим вмістом (18 мг/кг) зазначеного токсиканту. В організм людини (масою 70 кг) з харчовими продуктами в добу надходить в середньому 0,2-0,3 мг, а з водою – близько 0,02 мг свинцю. Як максимально допустиму кількість свинцю для дорослої людини встановлена доза, рівна 3 мг в тиждень. Іони двовалентного свинцю утворюють міцні зв’язки із сульфгідрольними групами органічних речовин. Ця реакція викликає блокування SH-утримуючих ферментів. Стабільні сполуки двовалентного свинцю з нуклеотидами, особливо з цітідіном. Свинець утворює також стабільні комплекси з карбоксильними і фосфатними групами біополімерів. Зазначені властивості лежать в основі токсичної дії сполук свинцю. Викликає ураження печінки, нирок,

судин, статевих органів, центральної і периферичної нервової системи, церебральний параліч, викидні, анемії, паралічі, атрофію зорового нерва. **Летальна доза** для дорослої людини – 10 г/добу.

2. Цинк (Zn), є біомікроелементом, що входить до складу 80 ферментів, які утримуються в організмі людини. Добова потреба в цинку дорослої людини складає 15 мг. У харчових продуктах вміст цинку складає, мг/кг: фрукти, овочі – 5; картопля, морква – 10; яйця – 15-20; зерно і горіхи – 25-30, борошно – 5-8. Більше всього цинку утримується в печінці і бобових. У варених овочах кількість цинку знижується на 30-70 %. У біологічному середовищі іон цинку легко утворює комплекси з амінокислотами, пептидами і білками, а також з нуклеотидами, і його виявляють у РНК. Входить до складу гормону інсуліну, що приймає участь у вуглеводному обміні, а також у ряді багатьох важливих ферментів. Нестача цинку у дітей затримує ріст і статевий розвиток. При надлишку може викликати анемію, пухлини, інтоксикацію, набряк легень, ураження шкіри. **Летальна доза** для дорослої людини – 6 г/добу.

3. Олово (Sn). Понад 50 % його кількості, що добувається в усьому світі йде на виробництво олов'яних покриттів і припою. Відповідно до тимчасових гігієнічних нормативів допускається вміст олова у фруктах, соках і безалкогольних напоях близько 100 мг/кг, а в овочевих консервах більш 200 мг/кг. Підвищена концентрація олова в харчових продуктах може привести до гострого отруєння. Реакція людей на визначену кількість поглиненого олова може бути різною. Катіони олова взаємодіють з донорними групами білків. Іон двовалентного олова, як м'яка кислота Льюиса, міцно зв'язується з м'якою – SH-групою. Здійснює загальтоксичну дію. **Летальна доза** для дорослої людини – 2 г/добу.

4. Кадмій (Cd) – розчиняється в органічних кислотах і легко переходить у харчові продукти. З усіх важких металів, що забруднюють харчові продукти і напої, кадмій відноситься до найбільш небезпечних не тільки через високу токсичність, але й у зв'язку з його широким поширенням і застосуванням. До біомікроелементів кадмій не відноситься. При надходженні з харчовими продуктами організмом

засвоюється 6-8 % кадмію. Період напіввиведення останнього з організму складає 13-40 років. У харчових продуктах кадмій утримується, мкг/кг: у зернових – 28-35; картоплі – 12-50; капусті – 2-26; томатах – 10-30; салаті – 17-23; цукрі – 5-31. Дуже велику кількість кадмію містять гриби: 0,1-5,0 мг/кг. Токсична дія кадмію, що надходить в організм із харчовим раціоном і питною водою, зв'язана з його фізіологічним антагонізмом до цинку. Викликає хвороби нирок і легень, рак підшлункової і передміхурової залози, цироз печінки, розпад кісткової тканини. Виявляє мутагенну і тератогенну дію. Має кумулятивні властивості. **Летальна доза** для дорослої людини – 1,5-9 г/добу.

Таблиця 1.4 – Варіанти завдання

№ варі-анта	Назва забруднюючої речовини	M_i, т/рік, 10^3	q_i,* мг/м^3	$c_м$, мг/м^3	М, мг/с	Н, м	ККД пилогазо-очисного обладнання, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Формальдегід	5	0,4	0,2	5	20	85
2.	Азоту оксид	22	0,05	0,25	11	15	90
3.	Хлор	1,8	0,01	0,05	1	25	75
4.	Аміак	11	0,25	0,005	2	30	80
5.	Оксид вуглецю	18	2,5	2	14	20	85
6.	Сірчаний ангідрид	20	0,75	0,1	15	25	75
7.	Зола ТЕС	23	0,015	0,02	3	10	90
8.	Завислі речовини	36	0,45	0,3	2	5	95
9.	Формальдегід	4	0,8	0,2	0,5	0	0
10.	Оксид вуглецю	24	3,5	1	6	15	75
11.	Хлор	2	0,035	0,8	1	30	85

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6	7	8
12.	Сірчаний ангідрид	17	0,55	0,3	7	40	80
13.	Оксид вуглецю	23	2	4	8	25	75
14.	Азоту оксид	15	0,2	0,3	9	30	90
15.	Хлор	6	0,035	0,01	6	15	95
16.	Азоту діоксид	9	0,07	0,03	2	25	90
17.	Сірчаний ангідрид	12	0,055	0,25	3	45	85
18.	Аміак	5	0,25	0,15	4	20	75
19.	Формальдегід	2	0,001	0,15	0,5	10	85
20.	Завислі речовини	12	0,6	0,1	5,5	20	80
21.	Сірчаний ангідрид	27	0,75	0,1	15	15	0
22.	Зола ТЕС	33	0,015	0,02	3	25	75
23.	Завислі речовини	30	0,45	0,3	2	30	95
24.	Формальдегід	7	0,8	0,2	0,5	20	0
25.	Оксид вуглецю	20	3,5	1	6	25	80
26.	Хлор	3	0,035	0,8	1	10	75
27.	Сірчаний ангідрид	15	0,55	0,3	7	5	90
28.	Оксид вуглецю	19	2	4	8	20	95
29.	Азоту оксид	16	0,2	0,3	9	15	90
30.	Хлор	8	0,035	0,01	6	15	85

*Примітка: непарний № варіанта – середня, парний – максимальна концентрація домішки.

Контрольні запитання

1. Опишіть основні техногенні об’єкти, що спричиняють забруднення атмосферного повітря міста.
2. Дайте характеристику процесам формування складу атмосферного повітря в населеному пункті.
3. Проаналізуйте основні напрямки нормування якості атмосферного повітря урбоекосистем.
4. Яким чином визначають критерій небезпеки *i*-ї ЗР?
5. Проаналізуйте методику визначення одиничних індексів забруднення атмосфери (ІЗА).
6. Як розраховують і для чого використовують комплексний ІЗА?

Практична робота № 2
ВИЗНАЧЕННЯ РЕАЛЬНОГО ХІМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ЛЮДИНУ ПРИ ЗАБРУДНЕННІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА

Мета роботи: ознайомитися з алгоритмом оцінки реального хімічного навантаження на людину за рахунок забруднення повітряного середовища і виконати порівняльний розрахунок.

1. Основні поняття та роз'яснення

Реальне хімічне навантаження на населення можна розглядати як суму хімічних забруднень, що надходять в організм людини через органи дихання протягом визначеного періоду часу [8-14].

Вихідними даними для виконання розрахунків є:

– час перебування людини у різних умовах Т, год;

– концентрація забруднюючих речовини у відповідних умовах перебування С, мг/м^3.

Клас небезпеки (КН) та величини ГДК забруднюючих речовин необхідно визначити за нормативними документами, наведеними в переліку основної літератури до даних методичних вказівок. Для виробничого приміщення в розрахунках використовується ГДК робочої зони (ГДК$_{РЗ}$), для інших умов перебування – ГДК середньодобова (ГДК$_{СД}$).

Загальний показник реального хімічного навантаження S визначається як сума добутків показників хімічного забруднення повітряного середовища в різних умовах на час перебування людини:

$$S = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot t_i, \qquad (2.1)$$

де P_i – показник забруднення повітряного середовища (рівень хімічного забруднення повітряного середовища);

t_i – тривалість впливу в частках доби;

n – число місць перебування.

У якості основних складових сумарного хімічного навантаження для людини приймаються дози забруднення повітря у виробничих приміщеннях, житлових будинках, салонах міського транспорту, атмосферного повітря житлового середовища міста і зон рекреації (паркових і заміських). Таким чином, формулу розрахунку S можна представити у вигляді [13-18]:

$$S = P_{вп}t_{вп} + P_{ж}t_{ж} + P_{тр}t_{тр} + P_{жс}t_{жс} + P_{рек}t_{рек}, \qquad (2.2)$$

де $P_{вп}$, $P_{ж}$, $P_{тр}$, $P_{жс}$, $P_{рек}$ – відповідно рівні хімічного забруднення повітряного середовища виробничих приміщень, житлових будинків, салонів міського транспорту, атмосферного повітря житлового середовища міста і місць рекреації;

$t_{вп}$, $t_{ж}$, $t_{тр}$, $t_{жс}$, $t_{рек}$ – відповідні частки доби часу, протягом якого людина перебуває під впливом хімічних забруднень, що містяться в повітряному середовищі.

Частка доби розраховується за формулою:

$$t_i = \frac{T_i}{24}, \qquad (2.3)$$

де T_i – середня тривалість перебування людини в певних умовах.

Умовний показник ступеня забруднення повітряного середовища P_i:

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} K_i^2}, \qquad (2.4)$$

де K_i – приведені до 3-го класу небезпеки кратності перевищення ГДК речовин різних класів;

m – число речовин.

Для приведення значень кратностей K_i перевищення ГДК речовин 1, 2 і 4-го класів небезпеки використовуються співвідношення:

$$\text{1-й клас } K_i^{(3)} = k_i^{(1)} \cdot 3^n,\ n = 2{,}89 \cdot \left|\lg\left(k_i^{(1)}\right)\right|, \tag{2.5}$$

$$\text{2-й клас } K_i^{(3)} = k_i^{(2)} \cdot (\frac{3}{2})^n,\ n = 1{,}55 \cdot \left|\lg\left(k_i^{(2)}\right)\right|, \tag{2.6}$$

$$\text{4-й клас } K_i^{(3)} = k_i^{(4)} \cdot (\frac{3}{4})^n,\ n = 1{,}05 \cdot \left|\lg\left(k_i^{(4)}\right)\right|, \tag{2.7}$$

де $k_i^{(1)}$, $k_i^{(2)}$ і $k_i^{(4)}$ – значення кратностей перевищення ГДК відповідно для речовин 1, 2 і 4-го класів небезпеки.

Кратність перевищення ГДК, включаючи значення, менші одиниці, встановлюється шляхом ділення фактичної концентрації даної речовини на ГДК:

$$k_i = \frac{C}{\text{ГДК}}. \tag{2.8}$$

Наведений нижче приклад містить розрахунок реального хімічного навантаження при перебуванні людини в різних умовах.

Приклад.

Вихідні дані для розрахунку реального хімічного навантаження на людину за рахунок забрудненого повітряного середовища наведено в таблиці 2.1. Клас небезпеки та значення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин визначено за відповідними нормативними документами.

Частка доби розраховується за формулою (2.3):

– для виробничого приміщення:

$$t_{\text{вп}} = \frac{8}{24} = 0{,}33;$$

– для житлового середовища:

$$t_{\text{жс}} = \frac{2}{24} = 0{,}08.$$

Таблиця 2.1. – Вихідні дані

Місце перебування	Т, год	Забруднюючі речовини	С, мг/м^3	КН	ГДК$_{СД}$, мг/м^3	ГДК$_{РЗ}$, мг/м^3
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Етилбензол	0,001 0,6 0,02	3 3 3	– – –	10 50 50
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Бенз (а) пірен	0,5 0,02 0,001 $1{,}2\cdot10^{-6}$	4 2 2 1	1,0 0,04 0,003 $1{,}0\cdot10^{-6}$	– – – –

Кратність перевищення ГДК розраховано за формулою (2.8):

– для виробничого приміщення:

$$k(\text{стирол}) = \frac{0,001}{10} = 0,0001;$$

$$k(\text{толуол}) = \frac{0,6}{50} = 0,012;$$

$$k(\text{етилбензол}) = \frac{0,02}{50} = 0,0004;$$

– для житлового середовища:

$$k(CO) = \frac{0,5}{1,0} = 0,5;$$

$$k(NO_2) = \frac{0,02}{0,04} = 0,5;$$

$$k(\text{формальдегід}) = \frac{0,001}{0,003} = 0,33;$$

$$k(\text{бенз(а)пірен}) = \frac{1,2\cdot10^{-6}}{1\cdot10^{-6}} = 1,2.$$

За рівняннями (2.5 – 2.7) розраховано значення кратностей перевищення ГДК відповідно для речовин 1, 2 і 4-го класів небезпеки для житлового середовища:

$$K(CO) = 0,5\cdot(\frac{3}{4})^{0,32} = 0,46;$$

$$К(формальдегід) = 0,33 \cdot (\frac{3}{2})^{0,75} = 0,45;$$

$$К(бенз(а)пірен) = 1,2 \cdot 3^{0,23} = 1,54.$$

Для виробничого приміщення перерахунок не проводиться, оскільки всі забруднюючі речовини відносяться до третього класу небезпеки.

Розраховані дані кратностей перевищення ГДК та приведення забруднюючих речовин до 3-го класу небезпеки наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розраховані дані кратностей перевищення ГДК та приведення забруднюючих речовин до 3-го класу небезпеки

Місце перебування	Частка доби	Забруднюючі речовини	Кратність перевищення ГДК	Приведення до 3-го класу небезпеки
Виробниче приміщення	0,33	Стирол Толуол Етилбензол	0,0001 0,012 0,0004	0,0001 0,012 0,0004
Житлове середовище	0,08	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Бенз (а) пірен	0,5 0,5 0,33 1,2	0,46 0,5 0,45 1,54

Умовний показник ступеня забруднення повітряного середовища P_i для всіх умов перебування розраховано за формулою (4):

– для виробничого приміщення:

$$P_{вп} = \sqrt{0,0001^2 + 0,012^2 + 0,0004^2} = 0,012;$$

– для житлового середовища:

$$P_{жс} = \sqrt{0,46^2 + 0,5^2 + 0,45^2 + 1,54^2} = 1,74.$$

Показник реального хімічного навантаження в різних умовах перебування визначається за формулою (1):

– для виробничого приміщення:

$$S_{вп} = 0,012 \cdot 0,33 = 0,00396;$$

– для житлового середовища:

$$S_{жс} = 1,74 \cdot 0,08 = 0,1392.$$

Розраховані умовні показники ступеня забруднення повітряного середовища P_i та показники реального хімічного навантаження забруднення повітряного середовища в різних умовах S_i наводяться в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Умовний показник ступеня забруднення повітряного середовища та показник реального хімічного навантаження в різних умовах

Місце перебування	**Умовний показник ступеня забруднення, P_i**	**Показник реального хімічного навантаження, S_i**
Виробниче приміщення	0,012	0,004
Житлове середовище	1,74	0,139

Загальний показник реального хімічного навантаження становить:

$$S = 0,004 + 0,139 = 0,143.$$

Висновок

Отже, незважаючи на значно менший час знаходження людини у житловому середовищі, умовний показник ступеня забруднення повітряного середовища та показник реального хімічного навантаження для цих умов перебування набагато перевищують аналогічні показники для виробничого приміщення. Це можна пояснити наявністю у повітрі житлового середовища високотоксичного бенз (а) пірену у концентрації, що перевищує ГДК.

2. Порядок виконання роботи

Відповідно до заданого варіанта необхідно:

1. Провести розрахунок реального хімічного навантаження на людину при забрудненні повітряного середовища у кожному місці перебування.
2. Результати оформити у вигляді таблиць 2.1 – 2.3.
3. Порівняти показники реального хімічного навантаження за рахунок забруднення повітряного середовища виробничих приміщень, житлових будинків, салонів міського транспорту, атмосферного повітря житлового середовища міста і місць рекреації, та зробити висновки.

Варіанти завдань наведено в таблиця 2.4.

Таблиця 2.4 – Варіанти завдань для розрахунку реального хімічного навантаження на людину при забрудненні повітряного середовища

Місце перебування	Т, год	Забруднюючі речовини	С, мг/м^3
1	2	3	4
Варіант 1			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Етилбензол	0,017 0,600 0,020
Житлова площа	10	Амоніак Формальдегід Нафталін	0,035 0,002 0,0635

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Бенз (а) пірен	0,500 0,020 0,001 $1{,}2 10^{-6}$
Місце рекреації	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід	0,050 0,010 0,701
Варіант 2			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Ксилол Етилбензол	0,702 0,500 0,180 0,020
Житлова площа	12	Карбон (II) оксид Формальдегід	1,200 0,002
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний	1,410 0,075 0,0002 3,1
Житлове середовище	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід	0,500 0,020 0,001
Місце рекреації	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид	0,500 0,010
Варіант 3			
Виробниче приміщення	8	Карбон (II) оксид Сірководень Фенол Пил неорганічний	3,580 0,506 0,003 0,450
Житлова площа	12	Карбон (II) оксид	2,500
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець	3,100 0,054 0,0004

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлове середовище	1	Карбон (II) оксид	2,540
Місце рекреації	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Аліл хлористий	0,500 0,010 0,03
Варіант 4			
Виробниче приміщення	8	Амоніак Пил неорганічний	0,065 0,100
Житлова площа	10	Ацетофенон Нафталін Пил неорганічний	0,007 0,0035 0,170
Міський автотранспорт	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Бенз (а) пірен	4,200 0,050 $5{,}010^{-6}$
Житлове середовище	4	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Амілени (суміш изомерів)	0,300 0,026 0,002 0,04
Місце рекреації	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Альдегід пеларгоновий	0,030 0,005 0,01
Варіант 5			
Виробниче приміщення	8	Карбон (II) оксид Сірководень Пил неорганічний	2,000 0,007 0,450
Житлова площа	12	Карбон (II) оксид Пил неорганічний Анілін	2,500 0,20 0,076
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Пил неорганічний	3,100 1,054 0,50
Житлове середовище	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид	2,540 0,020

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Місце рекреації	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Ацетальдегід	0,500 0,010 0,234
Варіант 6			
Виробниче приміщення	8	Амоніак Карбон (II) оксид	0,007 5,004
Житлова площа	10	Формальдегід Нафталін Ацетон	0,002 0,035 0,0234
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,0002 3,0 $1,810^{-6}$
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид Формальдегід Бенз (а) пірен	0,500 0,001 $1,010^{-6}$
Місце рекреації	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Бензол	0,030 0,005 0,903
Варіант 7			
Виробниче приміщення	8	Кислота нітратна Сірководень Кислота сульфатна Бромбензол	1,6 0,506 0,7 0,456
Житлова площа	12	Карбон (II) оксид	2,500
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,0004 0,50
Житлове середовище	1	Карбон (II) оксид	2,540
Місце рекреації	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Вінілацетат	0,500 0,010 1,034

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Варіант 8			
Виробниче приміщення	7	Толуол Ксилол Бензол	0,500 0,180 4,45
Житлова площа	13	Карбон (II) оксид Формальдегід	1,200 0,002
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний	1,400 0,070 0,102 3,0
Житлове середовище	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід	0,500 0,020 0,001
Місце рекреації	1	Нітроген (IV) оксид Гексан	0,010 1,051
Варіант 9			
Виробниче приміщення	8	Ацетон Толуол Ксилол	95,0 0,600 0,165
Житлова площа	10	Амоніак Формальдегід Нафталін Етилбензол	0,035 0,002 0,0035 73,123
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,901 3,0 $1{,}5 \cdot 10^{-6}$
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Бенз (а) пірен	0,500 0,020 0,001 $1{,}9 \cdot 10^{-6}$

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Місце рекреації	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Дикетен	0,050 0,09 0,121 0,2343
Варіант 10			
Виробниче приміщення	8	Амоніак Натрій сульфат Калій нітрат Зола сланцева	0,007 8,25 3,25 50,789
Житлова площа	10	Сірководень Формальдегід Нафталін	0,007 0,072 0,0035
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,102 3,0 $2{,}810^{-6}$
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Бенз (а) пірен	0,500 0,020 0,001 $2{,}610^{-6}$
Місце рекреації	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид	0,030 0,005
Варіант 11			
Виробниче приміщення	8	Кислота оцтова Натрій хлорид Кадмію оксид (у пере-рахунку на кадмій)	3,45 0,8 3,765
Житлова площа	10	Ацетофенон Пил неорганічний	0,007 0,170
Міський автотранспорт	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Пил неорганічний Бенз (а) пірен	4,200 0,050 3,0 $3{,}010^{-6}$

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлове середовище	4	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід	0,300 0,026 0,002
Місце рекреації	1	Карбон (II) оксид Кобальт металічний	0,030 9,004
Варіант 12			
Виробниче приміщення	8	Карбон (II) оксид Сірководень Пил неорганічний	2,000 0,010 0,463
Житлова площа	12	Карбон (II) оксид Пил неорганічний Ксилол	2,500 0,20 1,836
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,074 5,50
Житлове середовище	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид	2,540 0,020
Місце рекреації	1	Нітроген (IV) оксид Моноетиламін	0,010 6,123
Варіант 13			
Виробниче приміщення	6	Карбон (II) оксид Сірководень Пил неорганічний	2,000 1,010 0,463
Житлова площа	10	Карбон (II) оксид Пил неорганічний Пропілен	2,500 0,20 3,109
Міський автотранспорт	3	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,159 0,50

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлове середовище	3	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид	2,540 0,020
Місце рекреації	2	Нітроген (IV) оксид Міді оксид (у перера-хунку на мідь)	0,010 2,356
Варіант 14			
Виробниче приміщення	8	Ацетон Толуол Ксилол	98,5 0,61 0,165
Житлова площа	10	Амоніак Формальдегід Сажа	0,035 0,002 7,129
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,0001 3,0 $1{,}5 \cdot 10^{-6}$
Житлове середовище	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід Ртуть металічна	0,500 0,020 0,107 3,017
Місце рекреації	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід	0,050 0,010 0,031
Варіант 15			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Ксилол	0,002 0,550 0,180
Житлова площа	12	Карбон (II) оксид Формальдегід Спирт бутиловий	1,200 0,002 1,029

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Міський автотранспорт	2	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Свинець Пил неорганічний	1,410 0,075 0,092 3,0
Житлове середовище	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Формальдегід	0,550 0,020 0,101
Місце рекреації	1	Карбон (II) оксид Нітроген (IV) оксид Ртуть металічна	0,500 0,010 1,005
Варіант 16			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II Сірководень Фенол Пил неорганічний	3,580 0,006 0,003 0,450
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II	2,500
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,0004 0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	2,540 0,020
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Спирт бутиловий Оксид азота IV	0,500 3,476 0,010
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II Сірководень Фенол Пил неорганічний	3,580 0,006 0,003 0,450

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Варіант 17			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II Сірководень Фенол Пил неорганічний	3,580 0,006 0,003 0,450
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II Спирт етиловий	2,500 3,016
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,6004 0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	2,540 0,020
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Спирт етиловий	0,500 0,010 0,129
Варіант 18			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Ксилол Етилбензол	0,002 0,500 0,180 0,020
Житлова площа	13	Оксид вуглецю II Формальдегід Циклогексан	1,200 0,002 1,0276
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	1,400 0,070 0,461 3,0
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід м-Хлоранілін	0,500 0,020 0,001 3,976

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Фенол	0,500 0,010 0,213
Варіант 19			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Етилбензол	0,001 0,600 0,020
Житлова площа	10	Аміак Формальдегід Нафталін	0,035 0,012 0,0035
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,091 3,0 $0,001510^{-3}$
Житлове середовище	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід Бенз (а) пірен Трихлофторметан (фреон 11)	0,500 0,020 0,001 $0,91210^{-3}$ 1,295
Місце рекреації	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід	0,050 0,010 0,001
Варіант 20			
Виробниче приміщення	8	Оксид сірки IV Пил неорганічний	0,065 0,200
Житлова площа	10	Сірководень Формальдегід Триметиламін Нафталін	0,007 0,002 0,239 0,0035

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	3,400 0,370
		Свинець	0,002
		Пил неорганічний	3,0
		Бенз (а) пірен	$0.0018 10^{-3}$
Житлове середовище	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід Бенз (а) пірен	0,500 0,020 0,001 $0,0710 10^{-3}$
Місце рекреації	2	Оксид вуглецю II	0,230
		Оксид азота IV Тіофен (тіофуран)	0,055 0,239
Варіант 21			
Виробниче приміщення	8	Аміак	0,065
		Пил неорганічний	0,100
		Піридин	34,097
Житлова площа	10	Ацетофенон	0,007
		Нафталін	0,0035
		Пил неорганічний	0,170
Міський автотранспорт	1	Оксид вуглецю II	4,200
		Оксид азота IV	0,050
		Свинець	0,0003
		Пил неорганічний	3,0
		Бенз (а) пірен	$0,005 10^{-3}$
Житлове середовище	4	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід	0,300 0,026 0,002
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Пентан	0,030 8,195

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Варіант 22			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II Сероводород Пил неорганічний	2,000 0,007 0,450
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II Пил неорганічний	2,500 0,20
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,0004 0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	2,540 0,020
Місце рекреації	1	Спирт ізобутиловий Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	0,500 1,910
Варіант 23			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II	3,580
		Сірководень	0,006
		Фенол	0,003
		Пил неорганічний	0,450
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II	2,500
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II	3,100
		Оксид азота IV	0,054
		Свинець	0,0004
		Пил неорганічний	0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II	2,540
		Оксид азота IV Кислота мурашина	0,020 2,094

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II	0,500
		Оксид азота IV Кислота оцтова	0,010 7,0285
Варіант 24			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Ксилол Етилбензол	0,002 0,500 0,180 0,020
Житлова площа	13	Оксид вуглецю II Формальдегід	1,200 0,002
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	1,400 0,070 0,0001 3,0
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід	0,500 0,020 0,001
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Етилену оксид	0,500 7,010
Варіант 25			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Етилбензол	0,001 0,600 0,020
Житлова площа	10	Аміак Формальдегід Нафталін	0,035 0,002 0,0035
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,071 3,0 $0,001510^{-3}$

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлове середовище	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Бенз (а) пірен Дихлоретан	0,500 0,020 0,061 $5,1210^{-3}$
Місце рекреації	2	Оксид вуглецю II	0,050
		Оксид азота IV	0,010
		Формальдегід	0,021
Варіант 26			
Виробниче приміщення	8	Оксид сірки IV	0,065
		Пил неорганічний	0,200
Житлова площа	10	Сірководень	0,007
		Формальдегід	0,002
		Нафталін	0,0035
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II	1,400
		Оксид азота IV	0,070
		Свинець	0,0002
		Пил неорганічний	3,0
		Бенз (а) пірен	$0.00181 0^{-3}$
Житлове середовище	2	Оксид вуглецю II	0,500
		Оксид азота IV	0,020
		Формальдегід	0,001
		Бенз (а) пірен	$0,00101 0^{-3}$
Місце рекреації	2	Оксид вуглецю II	0,030
		Гексил бромистий (1-бромгексан)	1,905
Варіант 27			
Виробниче приміщення	8	Аміак	0,065
		Пил неорг анічний	0,100

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлова площа	10	Ацетофенон	0,007
		Нафталін	0,0035
		Пил неорганічний	0,170
Міський автотранспорт	1	Оксид вуглецю II	4,200
		Оксид азота IV	0,050
		Свинець	0,0783
		Пил неорганічний	3,0
		Бенз (а) пірен	$0,00510^{-3}$
Житлове середовище	4	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід	0,300 0,026 0,002
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Ангідрид сірчистий	5,030 67,005
Варіант 28			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II Сероводород Пил неорганічний	2,000 0,007 0,450
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II Пил неорганічний	2,500 0,20
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,0004 0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	2,540 0,020
Місце рекреації	1	Аміл бромистий (1-бромпентан) Бензин (нафтовий, малосірчистий, у перерахунку на вуглець)	1,500 6,010

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Варіант 29			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II Сірководень Фенол Пил неорганічний	3,580 0,006 0,003 0,450
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II	2,500
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,0004 0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	2,540 0,020
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Аміл бромистий (1-бромпентан)	5,500 6,010
Варіант 30			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Ксилол Етилбензол	0,002 0,500 0,180 0,020
Житлова площа	13	Оксид вуглецю II Формальдегід	1,200 0,002
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	1,400 0,070 0,781 3,0
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід	0,500 0,020 0,001
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Ванадію п’ятиоксид	0,500 6,010

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Варіант 31			
Виробниче приміщення	8	Стирол Толуол Етилбензол	0,001 0,600 0,020
Житлова площа	10	Аміак Формальдегід Нафталін	0,035 0,012 0,0035
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,0001 3,0 $0,215 10^{-3}$
Житлове середовище	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід Бенз (а) пірен	0,500 0,020 0,061 $0,72 10^{-3}$
Місце рекреації	2	Оксид вуглецю II Гексафторбензол Формальдегід	0,050 0,410 0,001
Варіант 32			
Виробниче приміщення	8	Оксид сірки IV Пил неорганічний	0,065 0,200
Житлова площа	10	Сірководень Формальдегід Нафталін	0,007 0,002 0,0035
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	1,400 0,070 0,0002 3,0 $0.0018 10^{-3}$

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлове середовище	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Формальдегід Бенз (а) пірен	0,500 0,020 0,001 $0,111 \cdot 10^{-3}$
Місце рекреації	2	Марганець і його сполуки (у перерахунку на діоксид марганцю)	3,030
		Дихлоретан	3,005
Варіант 33			
Виробниче приміщення	8	Аміак Пил неорганічний	0,065 0,100
Житлова площа	10	Ацетофенон Нафталін Кислота оцтова	0,007 0,135 5,170
Міський автотранспорт	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний Бенз (а) пірен	4,200 0,050 0,013 3,0 $0,065 \cdot 10^{-3}$
Житлове середовище	4	Оксид вуглецю II Піридин Формальдегід	0,300 2,026 0,092
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	0,030 0,005
Варіант 34			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II Сероводород Пил неорганічний	2,000 0,127 0,450

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II Пил неорганічний	2,500 0,20
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II Оксид азота IV Свинець Пил неорганічний	3,100 0,054 0,104 0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II Оксид азота IV	2,540 0,020
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II Фенол	1,500 5,810
Варіант 35			
Виробниче приміщення	8	Оксид вуглецю II	3,580
		Сірководень	0,106
		Фенол	0,193
		Пил неорганічний	0,450
Житлова площа	12	Оксид вуглецю II Фенол	2,500 3,092
Міський автотранспорт	2	Оксид вуглецю II	3,100
		Оксид азота IV	0,054
		Етилену оксид	0,454
		Пил неорганічний	0,50
Житлове середовище	1	Оксид вуглецю II	2,540
		Оксид азота IV	0,020
Місце рекреації	1	Оксид вуглецю II	1,500
		Кислота мурашина	5,310

Контрольні запитання

1. Основні відомості про токсичність речовин і параметри токсикометрії. Місцева, резорбтивна і рефлекторна дія отруйних речовин.
2. Динаміка розвитку симптомів ураження організму ОР. Гострі і хронічні форми інтоксикації. Кумулятивна дія ОР і токсинів.

3. Основні механізми і стадії токсичної дії отруйних речовин. Перетворення отруйних речовин в організмі.

4. Шляхи проникнення отруйних речовин у кров'яне русло організму. Спільна дія отруйних речовин на організм.

5. Розподіл і перетворення ОР в організмі. Вплив отруйних речовин і токсинів на біохімічні функції організму.

6. Токсично-динамічна стадія впливу ОР на організм. Вплив ОР на ферментну систему організму людини.

7. Характеристика дії ОР на нуклеїнові кислоти та синтез білків на рибосомах.

8. Характеристика дії ОР на мітохондрії та клітинні мембрани організму людини.

9. Характеристика токсичних, нейротропних ОР, що порушують системи регуляції обміну речовин і фізіологічних функцій організму.

10. Характеристика інтоксикації організу отруйними речовинами смертельної дії.

11. Характеристика антидотної терапії і профілактики інтоксикації при ураженнях ОР.

12. Механізм токсичної дії на організм ОР нервово-паралітичної дії.

13. Механізм токсичної дії на організм ОР шкірно-наривної дії.

14. Механізм токсичної дії на організм ОР загальноотрутної дії.

15. Механізм токсичної дії на організм ОР задушливої дії. Характеристика речовин, що викликають токсичну пневмонію і набряк легенів.

16. Механізм токсичної дії на організм ОР дратівливої дії.

17. Природні отрути і токсини. Характеристика впливу на організм бактеріальних токсинів.

18. Природні отрути і токсини небактеріального походження. Токсикологічна характеристика фітотоксинів.

19. Токсикологічна характеристика отрутних технічних рідин і газів. Токсикологічна характеристика компонентів ракетних палив.

Практична робота № 3
РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ ОДИНОЧНОГО ДЖЕРЕЛА

Мета роботи: ознайомитися з алгоритмом розрахунку забруднення атмосфери викидами одиночного джерела.

1. Основні поняття та роз'яснення

Моделювання процесів техногенного забруднення атмосфери відіграє велику роль при проектуванні нових і реконструкції діючих підприємств, тому що при викидах в атмосферу забруднювачів важливо заздалегідь знати максимальне значення приземної концентрації. Це дає можливість забезпечити своєчасне очищення викидів і дозволяє знизити рівень забруднення атмосфери [12-19].

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела досягається при несприятливих метеорологічних умовах на відстані (x, м) від джерела і визначається за формулою:

$$c_м = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}},$$

де $c_м$ – максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини при викиді газоповітряної суміші, мг/м^3; А – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери; М – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу, г/с; F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі; m, n – коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду; розраховуються по різних формулах; η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості; у випадку рівної чи слабко пересіченої місцевості з перепадом висот, що не перевищують 50 м на

1 км, $\eta = 1$; H – висота джерела викиду над рівнем землі, м (для наземних джерел при розрахунках приймається H = 2 м); V_1 – витрата газоповітряної суміші, $м^3/з$; ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається, t, і температурою навколишнього атмосферного повітря t, °C.

Витрата газоповітряної суміші визначається за формулою:

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot w_0,$$

де D – діаметр гирла джерела викиду, м; w_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, м/с.

Розрахунок забруднення атмосфери при викидах газоповітряної суміші від джерела з прямокутним гирлом (шахти) здійснюється при середніх швидкісних значеннях $D = D_e$ і $V_1 = V_{1e}$.

Ефективний діаметр гирла (D_e, м):

$$D_e = \frac{2 \cdot L \cdot b}{L + b},$$

де L і b – відповідно довжина і ширина гирла, м.

Ефективна витрата вихідної в атмосферу за одиницю часу газоповітряної суміші (V_{1e}, $м^3/с$).

$$V_{1e} = \frac{\pi D_e^2}{4} \cdot w_0.$$

Для джерел із квадратним гирлом (L = b) ефективний діаметр D_e дорівнює довжині сторони квадрата.

Значення коефіцієнта A, що відповідає несприятливим метеорологічним умовам, при яких концентрація шкідливих речовин в атмосферному повітрі максимальна, приймається рівним: 250 – для районів Бурятії і Читинської області; 200 – для Європейської території Росії (ЄТР) і України: для районів південніше 50° с. ш., для інших районів Нижнього Поволжя, Кавказу; Далекого Сходу та іншої території Сибіру; 180 – для ЄТР і Уралу від 50 до 52° с. ш., за винятком

перерахованих вище районів, що потрапляють у цю зону; 160 – для ЄТР і Уралу північніше 52° с. ш. (за винятком Центра ЄТР); 140 – для Московської, Тульської, Рязанської, Владимирської, Калузької, Іванівський областей [13, 17].

Значення потужності викиду (М) і витрати газоповітряної суміші (V_1) при проектуванні підприємств визначаються розрахунком у технологічній частині чи проекті приймаються відповідно до діючого для даного виробництва (процесу) нормативами. У розрахунку приймаються значення М і V_1, які реально мають місце протягом року при встановлених (звичайних) умовах експлуатації підприємства, при яких досягається максимальне значення $c_м$.

Відзначимо, що:

– значення М варто відносити до 20-30-хвилинного періоду осереднення, в тому числі й у випадках, коли тривалість викиду менша 20 хв;

– розрахунки концентрацій, як правило, проводяться для тих речовин, викиди яких задовольняють вимогам:

$$\frac{M_c}{ГДК} > \Phi;$$

$$\Phi = 0{,}01\,\overline{H} \text{ при } \overline{H} > 10 \text{ м},$$
$$\Phi = 0{,}1\,\overline{H} \text{ при } \overline{H} \leq 10 \text{ м},$$

де M_c – сумарне значення викиду від усіх джерел підприємства, що відповідає найбільш несприятливим із встановлених умов викиду, включаючи вентиляційні джерела і неорганізовані викиди, г/с; ГДК – максимально разова гранично допустима концентрація, мг/м^3; Н – середньозважена по підприємству висота джерел викиду, м.

Значення безрозмірного коефіцієнта F приймається:

– для газоподібних шкідливих речовин і дрібнодисперсних аерозолів (пилу, золи, швидкість упорядкованого осідання яких практично дорівнює нулю) – 1;

– для дрібнодисперсних аерозолів (крім зазначених вище) при середньому експлуатаційному коефіцієнті очищення викидів не менше 90 % – 2; від 75 до 90 % – 2,5; менше 75 % і при відсутності очищення – 3.

Значення коефіцієнтів n і m визначаються в залежності від параметрів f, $v_м$, $v_м$' і f_e:

$$f = 1000\frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \qquad v_м = 0,65\sqrt{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}},$$

$$v_м' = 1,8\frac{w_0 \cdot D}{H}, \qquad f_e = 800\left(v_м'\right)^3.$$

Коефіцієнт m визначається в залежності від f:

при f < 100 $\quad m = \dfrac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}$;

при f > 100 $\quad m = \dfrac{1,47}{\sqrt[3]{f}}$;

при f_e < f < 100 значення коефіцієнта m обчислюється при f = f_e.

Коефіцієнт n при при f < 100 залежить від $v_м$:

при $v_м \geq 2$ $\quad n = 1$,

при $0,5 \leq v_м < 2$ $\quad n = 0,532 \cdot v_м^2 - 2,13 \cdot v_м + 3,13$,

при $v_м < 0,5$ $\quad n = 4,4v_м$,

при f ≥ 100 чи ΔT ≈ 0 коефіцієнт n обчислюється при $v_м' = v_м$.

Для f ≥ 100 (чи ΔT ≈ 0) і $v_м' \geq 0,5$ (холодні викиди) при розрахунку $v_м$ використовується формула

$$c_м = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K.$$

$$K = \frac{1}{7,1\sqrt{w_0 \cdot V_1}}.$$

Відстань ($x_м$, м) від джерела викидів, на якому приземна концентрація (с, мг/м^3) при несприятливих метеорологічних умовах досягає максимального значення (x_m, см)

$$x_m = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H,$$

де d – безрозмірний коефіцієнт.

При f < 100 безрозмірний коефіцієнт d знаходиться по формулах:

при $v_м \leq 0{,}5$ $d = 2{,}48 \cdot \left(1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{f_e}\right)$,

при $0{,}5 < v_м \leq 2$ $d = 4{,}95 \cdot v_м \left(1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{f_e}\right)$,

при $v_м > 2$ $d = 7 \cdot \sqrt{v_м} \left(1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{f_e}\right)$,

при f > 100 чи $\Delta T \approx 0$ значення d дорівнює:

при $v_м' \leq 0{,}5$ $d = 5{,}7$,

при $0{,}5 < v_м' \leq 2$ $d = 11{,}4 v_м'$,

при $v_м' > 2$ $d = 16\sqrt{v_м'}$.

Значення небезпечної швидкості ($u_м$, м/с) на рівні флюгера звичайно 10 м від рівня землі, при якій досягається найбільше значення приземної концентрації шкідливих речовин $c_м$, у випадку f < 100 визначається по формулах:

при $v_м \leq 0{,}5$ $u_м = 0{,}5$

при $0{,}5 < v_м \leq 2$ $u_м = v_м$

при $v_м > 2$ $u_м = v_м \cdot \left(1 + 0{,}12 \cdot \sqrt{f}\right)$.

при $f \geq 100$ чи $\Delta T \approx 0$ значення $u_м$:

при $v_м' \leq 0{,}5$ $u_м = 0{,}5$,

при $0{,}5 < v_м' \leq 2$ $u_м = v_м'$,

при $v_м' > 2$ $u_м = 2{,}2 v_м'$.

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини (c_{mu}, мг/м^3) при несприятливих метеорологічних умовах і швидкості вітру (u, м/с), що відрізняється від небезпечної швидкості вітру (u_m, м/с), визначається за формулою

$$c_{mu} = r \cdot c_m,$$

де r – безрозмірна величина, яка визначається в залежності від відношення u/u_m:

при $u/u_m \leq 1$

$$r = 0,67(u/u_м) + 1,67(u/u_м)^2 - 1,34(u/u_м)^3,$$

при $u/u_m > 1$

$$r = \frac{3(u/u_м)}{2(u/u_м)^2 - (u/u_м) + 2}.$$

Слід зазначити, що при проведенні розрахунків не використовуються значення швидкості вітру u < 0,5 м/с, а також швидкості вітру u > u*, де u* – значення швидкості вітру, що перевищується в даній місцевості в середньому багаторічному режимі в 5 % випадків. Це значення визначається за кліматичним довідником.

Відстань від джерела викиду (x_{mu}, м), на якому при швидкості вітру u і несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація шкідливих речовин досягає максимального значення (c_{mu}, мг/м^3), визначається за формулою

$$x_{mu} = p \cdot x_m,$$

де *p* – безрозмірний коефіцієнт, який визначається в залежності від відношення u/u_m:

при $u/u_m \leq 0,25$ $\quad p = 3$

при $0,25 < u/u_m \leq 1$ $\quad p = 8,43 \cdot (1 - u/u_м)^5 + 1,$

при $u/u_m > 1$ $\quad p = 0,32 \cdot (u/u_м) + 0,68.$

При небезпечній швидкості вітру (u_m) приземна концентрація шкідливих речовин (с, мг/м^3) в атмосфері по осі факела викиду на різних відстанях (х, м) від джерела викиду визначається за формулою:

$$c = s_1 \cdot c_м,$$

де s_1 – безрозмірний коефіцієнт, який визначається в залежності від відношення $x/x_м$ і коефіцієнта F:

при $x/x_м \leq 1$

$$s_1 = 3(x/x_м)^4 - 8(x/x_м)^3 + 6(x/x_м)^2,$$

при $1 < x/x_м \leq 8$

$$s_1 = \frac{1{,}13}{0{,}13(x/x_м)^2 + 1},$$

при $F \leq 1{,}5$ і при $x/x_м > 8$

$$s_1 = \frac{x/x_м}{3{,}58(x/x_м)^2 - 35{,}2(x/x_м) + 120},$$

при $F > 1{,}5$ і при $x/x_м > 8$

$$s_1 = \frac{1}{0{,}1(x/x_м)^2 + 2{,}47(x/x_м) - 17{,}3}.$$

Для низьких і наземних джерел (висотою H не більш 10 м) при значеннях $x/x_м < 1$ величина s_1 заміняється на величину s_1^H, яка визначається в залежності від $x/x_м$ і H:

при $2 \leq H < 10$

$$s_1^H = 0{,}125(10 - H) + 0{,}125(H - 2)s_1.$$

Значення приземної концентрації шкідливих речовин в атмосфері (c_y, мг/м^3) на відстані (y, м) по перпендикулярі до осі факела викиду визначається по формулі

$$c_y = s_2 \cdot c_м,$$

де s_2 – безрозмірний коефіцієнт, обумовлений у залежності від швидкості вітру (u, м/с) і відносини y/x за значенням аргументу t_y:

$$s_2 = \frac{1}{\left(1 + 5t_y + 12{,}8t_y^{\,2} + 17t_y^{\,3} + 45{,}1t_y^{\,4}\right)^2},$$

де аргумент t_y розраховується за формулами:

при $u \leq 5$ $t_y = \dfrac{u \cdot y}{x^2}$,

при $u > 5$ $t_y = \dfrac{5y^2}{x^2}$.

Максимальна концентрація ($c_{мх}$, мг/м^3), що досягається на відстані x від джерела викиду на осі факела при швидкості вітру (u_{mx}):

$$c_{мх} = s_1' \cdot c_м,$$

де s_1' – безрозмірний коефіцієнт.

Безрозмірний коефіцієнт s_1' визначається в залежності від відношення ($x/x_м$) за наступними формулами:

при $x/x_м \leq 1$

$$s_1' = 3(x/x_м)^4 - 8(x/x_м)^3 + 6(x/x_м)^2,$$

при $1 < x/x_м \leq 8$

$$s_1' = \frac{1{,}1}{0{,}1(x/x_м)^2 + 1},$$

при $8 < x/x_м \leq 24$

$$s_1' = \frac{2{,}55}{0{,}13(x/x_м)^2 + 9},$$

при $24 < x/x_м \leq 80$, $F \leq 1{,}5$

$$s_1' = \frac{x/x_м}{4{,}75(x/x_м)^2 - 140(x/x_м) + 1435},$$

при $24 < x/x_м \leq 80$, $F > 1{,}5$

$$s_1' = \frac{2{,}26}{0{,}1(x/x_м)^2 + 7{,}41(x/x_м) - 160},$$

при $x/x_м > 80$, $F \leq 1{,}5$

$$s_1' = \frac{x/x_м}{3{,}58(x/x_м)^2 - 35{,}2(x/x_м) + 120},$$

при $x/x_м > 80$, $F > 1{,}5$

$$s_1' = \frac{1}{0{,}1(x/x_м)^2 + 2{,}47(x/x_м) - 178}.$$

Швидкість вітру ($u_{мх}$):

$$u_{мх} = f_1 \cdot u_м,$$

де f_1 – безрозмірний коефіцієнт.

Безрозмірний коефіцієнт f_1 визначається в залежності від відношення $x/x_м$:

при $x/x_м \leq 1$ $f_1 = 1$,

при $1 < x/x_м \leq 8$ $f_1 = \dfrac{0,75 + 0,25(x/x_м)}{1 + (x/9x_м)^9}$,

при $8 < x/x_м < 80$ $f_1 = 0,25$,

при $x/x_м \geq 80$ $f_1 = 1$.

2. Порядок виконання роботи

1. Відповідно до заданого варіанта (таблиця 3.1) розрахувати:

1) максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини ($c_м$);

2) відстань від джерела викидів, на якій приземна концентрація при несприятливих метеорологічних умовах досягає максимального значення (x_{mu});

3) значення небезпечної швидкості (u_m) на рівні флюгера, при якій досягається найбільше значення приземної концентрації шкідливих речовин ($c_м$);

4) максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини (c_{mu}) при несприятливих метеорологічних умовах і швидкості вітру, що відрізняється від небезпечної швидкості вітру ($u_м$);

5) відстань від джерела викиду (x_{mu}), на якій при несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація шкідливих речовин досягає максимального значення (c_{mu});

6) приземна концентрація шкідливих речовин (c) в атмосфері по осі факела викиду на різних відстанях x від джерела викиду;

7) значення приземної концентрації шкідливих речовин в атмосфері (c_y) на відстані y по перпендикуляру до осі факела викиду;

8) максимальне значення концентрація ($c_{мx}$) на відстані x від джерела на осі факела при швидкості вітру (u_{mx}).

2. Зробити висновки за результатами розрахунків.

Таблиця 3.1 – Варіанти завдань

Технологічні параметри викиду забруднюючих речовин	Варіанти завдань					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу M, г/с	12	2,6	0,48	1,07	0,2	0,14
Висота джерела викиду над рівнем землі H, м	35	2	3	15	7	20
Середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла w_0, м/с	7	11	4,5	8,2	6	3,5
Різниця між температурою викидної суміші і температурою навколишнього середовища ΔT, °C	100	95	50	82	105	78
Коефіцієнт A	200	250	160	180	200	140
Коефіцієнт F	3	2,5	1	2	1	2
Коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості η	1	0,8	095	1,05	1,1	0,85
Діаметр гирла джерела викиду D, м	1,4	-	1,05	-	0,85	-
Довжина гирла L, м	-	0,7	-	1,0	-	0,6
Ширина гирла B, м	-	0,25	-	1,35	-	0,6
Швидкість вітру u, м/с	2,2	2,0	2,15	1,95	2,05	2,1
Відстань по осі факела від джерела викиду (x, м), на якій необхідно визначити концентрацію шкідливої речовини при неьезпечній швидкості вітру	200	240	150	180	320	280
Відстань (Y, м) по перпендикуляру до осі факела, на якій розраховується концентрація (c_y)	10	15	20	30	35	25

Продовження таблиці 3.1

Технологічні параметри викиду забруднюючих речовин	**Варіанти завдань**					
	7	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу M, г/с	15	3,4	4,8	7,1	2,2	1,4
Висота джерела викиду над рівнем землі H, м	11	2	16	10	21	18
Середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла w_0, м/с	2,3	4	5,6	4	7,1	12
Різниця між температурою викидної суміші і температурою навколишнього середовища ΔT, °C	81	26	87	94	121	99
Коефіцієнт A	140	200	160	180	200	140
Коефіцієнт F	3	2	1,5	2,5	3	1
Коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості η	1,1	2,8	0,6	1,45	2,1	0,45
Діаметр гирла джерела викиду D, м	-	-	2,03	1,98	0,65	0,23
Довжина гирла L, м	0,1	0,36	-	-	-	-
Ширина гирла B, м	0,11	2,1	-	-	-	-
Швидкість вітру u, м/с	2,0	1,98	2,02	2,1	1,95	2,0
Відстань по осі факела від джерела викиду (x, м), на якій необхідно визначити концентрацію шкідливої речовини при неьезпечній швидкості вітру	100	210	200	180	190	150
Відстань (Y, м) по перпендикуляру до осі факела, на якій розраховується концентрація (c_y)	15	10	35	20	15	20

Продовження таблиці 3.1

Технологічні параметри викиду забруднюючих речовин	**Варіанти завдань**					
	13	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
Маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу M, г/с	5,23	6,3	2,01	11,2	6,54	5,21
Висота джерела викиду над рівнем землі H, м	11	25	14	32	5	4
Середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла w_0, м/с	2	10	5	6	8	0,5
Різниця між температурою викидної суміші і температурою навколишнього середовища ΔT, °C	50	42	87	56	48	96
Коефіцієнт A	180	210	150	140	210	110
Коефіцієнт F	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,0
Коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості η	0,9	1,0	1,01	1,98	2,03	1,9
Діаметр гирла джерела викиду D, м	2,1	-	-	1,9	0,45	-
Довжина гирла L, м	-	2,3	3,1	-	-	0,56
Ширина гирла B, м	-	2,0	1,9	-	-	0,6
Швидкість вітру u, м/с	2,12	2,2	2,05	1,95	2,0	2,1
Відстань по осі факела від джерела викиду (x, м), на якій необхідно визначити концентрацію шкідливої речовини при неьезпечній швидкості вітру	200	210	550	160	220	160
Відстань (Y, м) по перпендикуляру до осі факела, на якій розраховується концентрація (c_y)	15	15	25	20	15	25

Продовження таблиці 3.1

Технологічні параметри викиду забруднюючих речовин	**Варіанти завдань**					
	19	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**
Маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу M, г/с	2,1	3,4	6,1	4,2	8,0	6,6
Висота джерела викиду над рівнем землі H, м	11	15	21	14	31	21
Середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла w_0, м/с	2,4	2,3	5,6	7,1	4,0	2,6
Різниця між температурою викидної суміші і температурою навколишнього середовища ΔT, °C	96	95	59	62	101	73
Коефіцієнт A	200	150	140	160	210	140
Коефіцієнт F	1	2,5	1	1,5	1	2
Коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості η	1	0,85	0,95	1,1	1,1	0,85
Діаметр гирла джерела викиду D, м	1,8	-	2,05	-	3,5	-
Довжина гирла L, м	-	0,72	-	1,8	-	0,62
Ширина гирла B, м	-	0,35	-	1,35	-	0,36
Швидкість вітру u, м/с	2,0	2,05	1,95	2,05	2,05	2,0
Відстань по осі факела від джерела викиду (x, м), на якій необхідно визначити концентрацію шкідливої речовини при неьезпечній швидкості вітру	200	260	250	280	120	280
Відстань (Y, м) по перпендикуляру до осі факела, на якій розраховується концентрація (c_y)	15	15	25	20	35	25

Продовження таблиці 3.1

Технологічні параметри викиду забруднюючих речовин	**Варіанти завдань**					
	25	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу M, г/с	16	2,1	0,98	1,7	0,26	0,19
Висота джерела викиду над рівнем землі H, м	15	14	24	17	28	20
Середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла w_0, м/с	3,6	4,1	2,0	2,9	4,1	4,05
Різниця між температурою викидної суміші і температурою навколишнього середовища ΔT, °C	96	57	46	87	95	30
Коефіцієнт A	210	240	260	140	210	140
Коефіцієнт F	3	1,5	1	2,5	1	2
Коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості η	1,02	0,99	0,95	1,08	1,12	0,85
Діаметр гирла джерела викиду D, м	1,6	-	2,03	-	0,85	-
Довжина гирла L, м	-	0,9	-	1,2	-	0,66
Ширина гирла B, м	-	0,5	-	1,35	-	0,6
Швидкість вітру u, м/с	2,0	2,05	2,15	1,15	2,05	2,15
Відстань по осі факела від джерела викиду (x, м), на якій необхідно визначити концентрацію шкідливої речовини при неьезпечній швидкості вітру	180	140	150	180	220	280
Відстань (Y, м) по перпендикуляру до осі факела, на якій розраховується концентрація (c_y)	15	10	30	30	35	25

Закінчення таблиці 3.1

Технологічні параметри викиду забруднюючих речовин	**Варіанти завдань**					
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**
Маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу M, г/с	4,23	5,3	4,11	10,2	6,14	5,81
Висота джерела викиду над рівнем землі H, м	13	15	19	28	9	6
Середня швидкість виходу газоповітряної суміші із гирла w_0, м/с	2.5	1,9	8	7	6	0,5
Різниця між температурою викидної суміші і температурою навколишнього середовища ΔT, °C	50	42	87	56	48	96
Коефіцієнт A	180	210	150	140	210	110
Коефіцієнт F	1,5	2,0	2,0	1,0	1,5	1,0
Коефіцієнт, який враховує вплив рельефу місцевості η	0,9	1,0	1,01	1,98	2,03	1,9
Діаметр гирла джерела викиду D, м	2,1	-	-	1,9	0,45	-
Довжина гирла L, м	-	2,3	3,1	-	-	0,56
Ширина гирла B, м	-	2,0	1,9	-	-	0,6
Швидкість вітру u, м/с	2,12	2,2	2,05	1,95	2,0	2,1
Відстань по осі факела від джерела викиду (x, м), на якій необхідно визначити концентрацію шкідливої речовини при неьезпечній швидкості вітру	200	1600	550	160	220	210
Відстань (Y, м) по перпендикуляру до осі факела, на якій розраховується концентрація (c_y)	15	15	25	20	15	25

Контрольні запитання

1. Як поділяється атмосфера за висотою? Який газовий склад атмосфери?
2. Охарактеризуйте хімічні властивості та біологічну роль азоту. Яке біологічне значення та властивості кисню? Які інертні гази входять до складу атмосфери?
3. Яке біологічне значення повітря? Наведіть приклади технологій, де використовується повітря.
4. Як впливає вміст кисню в повітрі на працездатність? Кругообіг кисню в природі. Роль лісу у формуванні складу повітря.
5. Які природні фактори впливають на стан атмосфери? Які фактори відносять до антропогенних факторів впливу на атмосферу?
6. Охарактеризуйте газові продукти, що утворюються при спалюванні палива. Які інградієнти входять до складу викидних газів автомобілів?
7. Причини руйнування озонового шару. Як впливають на стан атмосфери гірничі роботи, що проводяться відкритим способом?
8. Які параметри повітря досліджуються? Класифікація методів аналізу. В чому сутність титриметричного аналізу?
9. Як вимірюються фізичні параметри атмосфери? З якою метою досліджують параметри атмосфери?
10. Причини випадання “кислих” дощів. Як впливає забруднене повітря на вапняки, грунт?
11. Впли забрудненого повітря на корозію металів. Який вплив забрудненого повітря на живі організми?
12. Як впливає на організм наявність карбон (II) оксиду в повітрі? Вплив радіоактивного забруднення атмосфери на живі організми.
13. Дайте оцінку змін, що проходять в водоймищах під дією забрудненого повітря. Чим визваний парниковий ефект і який його вплив на земну поверхню?
14. Що таке гранично допустима концентрація і як вона регламентується? Як визначається гранично допустимий викид?

15. Для чого сторюють санітарно-захисні зони? Яка роль висотних викидних труб?

16. Яким чином можна очищати газ від твердих часток аерозолів? Які хімічні процеси використовуються при абсорбційному очищенні газу?

17. Які фактори враховують при виборі методу очищення газу? Який принцип закладений при очищенні газу методом адсорбції?

Практична робота № 4
РОЗРАХУНОК РОЗМІРУ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ, ЯКІ ЗАПОДІЯНІ ДЕРЖАВІ В РЕЗУЛЬТАТІ НАДНОРМОВИХ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Мета роботи: практичне вивчення студентами методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

1. Основні поняття та роз'яснення

1.1. Наднормативні викиди забруднюючих речовин

Наднормативними викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря вважаються [7, 10, 18]:

– викиди забруднюючих речовин, які перевищують рівень гранично допустимих або тимчасово погоджених викидів, встановлених дозволами на викид, які видані у встановленому порядку;

– викиди забруднюючих речовин джерелами, які не мають дозволів на викид, в тому числі і по окремих інгредієнтах;

– викиди забруднюючих речовин, що здійснюються з перевищенням граничних нормативів їх утворення і вмісту в газах, що відходять для окремих типів технологічного та іншого обладнання.

1.2. Причини, визначення наднормативних викидів

Наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, визначені в пункті 1.1, можуть відбуватися за рахунок

– неефективної роботи газоочисних установок;

– роботи технологічного обладнання при несправних газоочисних установок або їх невикористанні;

– порушення технологічних режимів;

– невиконання у встановлені терміни заходів по досягненню нормативів гранично допустимого викиду (ГДВ);

– аварійних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

– залпових викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, які не передбачені технологічними регламентами виробництв;

– використання непроектних сировини і палива в технологічних процесах;

– інших видів порушень.

При роботі кількох джерел виділення забруднюючих речовин (технологічних агрегатів) на одне джерело викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря, для якого встановлений норматив дозволеного викиду, необхідно вести контроль величини забруднюючих речовин, що утворюються і відходять від кожного технологічного агрегату, і порівнювати їх із встановленими гранично допустимими нормативами.

Факт наднормативного викиду забруднюючих речовин в атмосферне повітря встановлюється спеціалістами Державної екологічної інспекції Мінекоресурсів України при перевірці підприємств шляхом:

– інструментальних методів контролю;

– розрахунковими методами.

Визначення наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря проводиться у відповідності з діючими вимогами відбору і аналізу проб та оформляється у встановленому порядку:

– аналітичними службами інспекційних підрозділів Мінекоресурсів України;

– спеціалізованими службами інших міністерств і відомств за дорученням інспекційних підрозділів Мінекоресурсів України;

– відомчими аналітичними службами підприємств, установ та організацій, дані яких зафіксовані в журналах первинної облікової документації, в робочих журналах аналітичних служб.

Відбір і аналіз проб забруднюючих речовин у викидах від стаціонарних джерел забруднення проводиться відповідно до діючих методик.

За результатами обстеження й інструментальних вимірів потужності викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від джерел забруднення атмосферного повітря складається акт.

Виявлені в ході перевірки факти перевищення нормативів викидів, що зафіксовані в первинній обліковій документації, також включаються до акту перевірки, який підписується спеціалістом Державної екологічної інспекції Мінекоресурсів України та керівником підприємства [7].

Результати інструментальних вимірів, що виконані з порушенням вимог діючих нормативно технічних документів, анулюються.

1.3. Розрахунок наднормативних викидів

Розрахунки наднормативних викидів (M_i) в тоннах здійснюються шляхом визначення різниці між фактичними і дозволеними потужностями викидів, з урахуванням часу роботи джерела в режимі наднормативного викиду. Розрахунок виконується за формулою (1):

$$M_i = 0,0036\,(V_i C_i - Mq_i)\,T, \qquad (4.1)$$

де V_i – об'ємна витрата газопилового потоку на виході з джерела, куб.м/с;

C_i – середня концентрація і-ї забруднюючої речовини (із серії відібраних проб), г/куб.м, розрахована як середня арифметична;

Mq_i – потужність дозволеного викиду і-ї забруднюючої речовини по даному джерелу, г/с, встановлена дозволом на викид;

Т – час роботи джерела в режимі наднормативного викиду, годин.

Термін роботи джерела в режимі наднормативного викиду визначається з моменту виявлення порушення до моменту його усунення, підтвердженого даними контрольної перевірки, з урахуванням фактично відпрацьованого часу.

Якщо за даними вимірів, зафіксованих в журналах первинної облікової документації підприємства, неодноразово виявлялося перевищення встановленого нормативу по даному джерелу і

речовині, то термін роботи джерела в режимі наднормативного викиду береться з часу введення нормативу в дію по даному джерелу і речовині до дня контрольної перевірки, але не більше як за один астрономічний рік.

У випадках, коли останнім виміром, зафіксованим в журналах первинної облікової документації підприємства, не виявлено перевищення встановленого нормативу по даному джерелу і речовині, а при інспекційній перевірці перевищення встановлене, відлік часу роботи джерела в режимі наднормативного викиду береться з моменту виявлення порушення. В цьому разі приписом до акту перевірки встановлюється термін усунення порушення, після закінчення якого, за замовленням підприємства, здійснюється контрольна перевірка його фактичного усунення і, відповідно, розраховується час роботи джерела в режимі наднормативного викиду.

Всі контрольні перевірки фактів усунення виявлених порушень роботи джерел в режимі наднормативного викиду проводяться за рахунок підприємств.

В разі відсутності на підприємстві зафіксованих в первинній обліковій документації результатів вимірів потужності викидів забруднюючих речовин або результати вимірів анульовані (п. 1.2.8), час роботи джерела в режимі наднормативного викиду встановлюється за три попередніх місяці до дня даної перевірки.

При невиконанні у встановлені терміни заходів по досягненню нормативів гранично допустимих викидів розрахунки наднормативних викидів здійснюються як різниця між фактичною потужністю викиду, яка підтверджена результатами інструментальних вимірів, і величиною нормативу викиду після впровадження заходу, з урахуванням терміну, що минув після планового його закінчення.

Розрахунки потужності викидів забруднюючих речовин по джерелах або речовинах, які не мають дозволу на викид, ведуться на основі потужності фактичного викиду, визначеної інструментальними вимірами. При цьому час роботи джерела в режимі наднормативного викиду визначається з моменту виявлення порушення до моменту оформлення дозволу на викид.

Необхідна кількість проб для визначення потужності викиду регламентована Інструкцією по відбору проб з газопилових потоків, затвердженою Мінекоресурсів України.

Середня арифметична із визначених разових концентрацій серії проб при номінальному навантаженні технологічного обладнання є базовою для розрахунку наднормативних викидів за формулою (1).

Розрахунки потужності наднормативних викидів в результаті аварійних і залпових викидів, не передбачених технологічними регламентами виробництв, здійснюються розрахунковим методом на основі матеріальних балансів даних технологічних регламентів та ін..

1.4. Розмір компенсації збитків, регулюючі коефіцієнти

Розрахунок ведеться на основі розміру мінімальної заробітної плати з урахуванням обсягів наднормативних викидів і регулюючих коефіцієнтів. Розмір компенсації збитків в одиницях національної валюти визначається за формулою (2):

$$З = Мi \times iП \times Аi \times Кт \times Кзi \qquad (4.2)$$

де З – розмір компенсації збитків, одиниць національної валюти;

Мi – маса забруднюючої речовини, що викинута в атмосферне повітря понаднормативно, тонн;

i,iП – базова ставка компенсації збитків в частках мінімальної заробітної плати (П) за одну тонну умовної забруднюючої речовини на момент перевірки, одиниць національної валюти/ тонну;

Аi – безрозмірний показник відносної небезпечності забруднюючої речовини;

Кт – коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості;

Кзi – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту забруднюючою речовиною.

Безрозмірний показник відносної небезпечності забруднюючої речовини (Аi) визначається із співвідношення за формулою:

$$Аi = \frac{i}{ГДК_i} \qquad (4.3)$$

$ГДК_i$ – середньодобова гранично допустима концентрація або орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ) забруднюючої речовини, мг/куб.м.

Для речовин з ГДК більше одиниці в чисельнику вводиться поправочний коефіцієнт 10.

Для речовин, по яких відсутня величина середньодобової гранично допустимої концентрації, при визначенні показника відносної небезпечності береться величина максимальної разової ГДК забруднюючої речовини в атмосферному повітрі.

Для речовин, по яких відсутні величини ГДК і ОБРВ, показник відносної небезпечності Аі приймається рівним 500.

Коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості (Кт), залежить від чисельності жителів населеного пункту, його народногосподарського значення і розраховується за формулою (4):

$$Кт = Кнас \times Кф \qquad (4.4)$$

де Кнас – коефіцієнт, що залежить від чисельності жителів населеного пункту і визначається за таблиці 4.1;

Кф – коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту і визначається за таблиці 4.2.

Якщо населений пункт одночасно мас промислове та рекреаційне значення, застосовується коефіцієнт Кф = 1,65.

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта Кнас

Чисельність населення, тис. чол.	**Кнас**
До 100,0	1,00
100,1 – 250,0	1,20
250,1 – 500,0	1,35
500,1 – 1000,0	1,55
більше 1000	1,80

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнта Кф

Тип населеного пункту		Кф
I	Організаційно-господарські та культурно-побутові центри місцевого значення з перевагою аграрно-промислових функцій (районні центри, міста, селища районного підпорядкування) та села	1,00
II	Багатофункціональні центри, центри з перевагою промислових і транспортних функцій (обласні центри, міста обласного підпорядкування, великі промислові та транспортні вузли)	1,25
III	Центри з перевагою рекреаційних функцій	1,65

Коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту забруднюючою речовиною (Кзі), визначається за формулою (5):

$$Кзі = \frac{q}{ГДКсі} \tag{4.5}$$

де q – середньорічна концентрація забруднюючої речовини за даними прямих інструментальних вимірів на стаціонарних постах за попередній рік, мг/куб.м;

ГДКсі – середньодобова гранично допустима концентрація забруднюючої речовини, мг/куб.м.

У випадку, коли в даному населеному пункті інструментальні виміри концентрації даної забруднюючої речовини не виконуються, а також, коли рівні забруднення атмосферного повітря населеного пункту забруднюючою речовиною не перевищують ГДК, значення коефіцієнта Кзі приймається рівним одиниці.

Приклади розрахунків розмірів компенсації збитків за наднормативні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря наведені нижче.

2. Приклади розрахунків розмірів компенсації збитків за наднормативні викиди

Задача № 1. Визначити загальну суму збору за забруднення довкілля за рік, якщо підприємством-природокористувачем у кожному кварталі в межах ліміту в атмосферне повітря викидалось (таблиця 4.3):

Таблиця 4.3 – Вихідні дані для розрахунку

Назва речовини	Викид, т
Пил неорганічний (газоподібні фтористі сполуки)	10,02
Азоту оксиди	40,09
Аміак	0,51
Спирт н-бутиловий	0,21

Крім того, у межах ліміту в атмосферу поступило: 0,356 т речовини А з ОБРВ 0,005 мг/м^3. Підприємство знаходиться в м. Херсон.

Розв'язання

Так як у даній задачі викид здійснювався в межах ліміту, то розмір збору (З) визначається за формулою (4):

$$З = \sum_{i=1}^{n} (М_{л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{нас} \cdot К_{ф}), \quad \text{тому що } М_{п_i} = 0. \qquad (4.6)$$

На основі (податкового кодексу України) в таблиці Б.1.1 додатка Б знаходимо: $Н_б^{пил\ неорганіч.}$= 1511,5 грн/т; $Н_б^{азоту\ оксиди}$= 1434,71 грн/т; $Н_б^{аміак}$= 269,08 грн/т; $Н_б^{спирт\ н\text{-}бутиловий}$= 1434,71 грн/т.

За таблицею Б 1.3 додатка Б: норматив збору для речовини А складає 5112,56 грн/т.

За таблицями 4.1 і 4.2 для м. Херсон знаходимо: $К_{нас.}$= 1,35; $К_ф$= 1,25.

Розмір збору:

$$З = \sum_{i=1}^{n}(М_{л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{нас} \cdot К_ф) = 4 \cdot 1{,}35 \cdot 1{,}25 \cdot (10{,}02 \cdot 1511{,}5 + 40{,}09 \cdot 1434{,}71 +$$

$$0{,}51 \cdot 269{,}08 + 0{,}21 \cdot 1434{,}71 + 0{,}356 \cdot 5112{,}56) =$$

$$= 6{,}75 \cdot (15145{,}23 + 57517{,}5239 +$$

$$+ 137{,}2308 + 301{,}2891 + 1820{,}07136) = 505719{,}08 \text{ (грн)}.$$

Відповідь: З = 505719,08 грн.

Задача № 2. На основі вихідних даних задачі 1, визначити аналогічну суму збору за рік для вказаного підприємства при умові, що:

1) джерело забруднення протягом 20 днів листопада працювало у режимі понадлімітного викиду;

2) при роботі джерела у режимі понадлімітного викиду кількість забруднюючих речовин кожної доби у 3 рази перевищувала нормативне значення.

Режим роботи джерела викиду – безперервний. У розрахунках приймається, що 1 квартал становить 90 діб.

Розв'язання

Маса викиду забруднюючої речовини за 1 добу:

1) в межах ліміту:
   пил неорганічний: $М_{Лі}$= 10,02/90 = 0,11 т;
   азоту оксиди: $М_{Лі}$= 40,09/90 = 0,45 т;
   аміак: $М_{Лі}$= 0,51/90 = 0,006 т;
   спирт н-бутиловий: $М_{Лі}$= 0,21/90 = 0,002 т;
   речовина А: $М_{Лі}$= 0,356/90 = 0,004 т.
2) понад ліміту:
   пил неорганічний: $М_{Пі}$= 0,11·3 = 0,33 т;
   азоту оксиди: $М_{Пі}$= 0,45·3 = 1,35 т;
   аміак: $М_{Пі}$= 0,006·3 = 0,018 т;
   спирт н-бутиловий: $М_{Пі}$= 0,002·3 = 0,006 т;
   речовина А: $М_{Пі}$= 0,004·3 = 0,012 т.

Тривалість роботи джерела в лімітному режимі за рік складає:
90·4 – 20 = 340 днів.

Розмір збору (З) визначається за формулою (4.6):

$$З = \sum_{i=1}^{n}(М_{л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{нас} \cdot К_ф) + (М_{П_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{нас} \cdot К_П) = 1{,}35 \cdot 1{,}25 \cdot$$

$$\begin{bmatrix} 340 \cdot (0{,}11 \cdot 1511{,}5 + 0{,}45 \cdot 1434{,}71 + 0{,}006 \cdot 269{,}08 + 0{,}002 \cdot 1434{,}71 + 0{,}004 \cdot 5112{,}56) + \\ + 20 \cdot (0{,}33 \cdot 1511{,}5 + 1{,}35 \cdot 1434{,}71 + 0{,}018 \cdot 269{,}08 + 0{,}006 \cdot 1434{,}71 + 0{,}012 \cdot 5112{,}56) \end{bmatrix} =$$

$$= 1{,}6875 \cdot (340 \cdot (166{,}265 + 645{,}6195 + 1{,}61448 + 2{,}86942 + 20{,}45024) + 20 \cdot (498{,}795 +$$

$$1936{,}8585 + 4{,}84344 + 8{,}60826 + 61{,}35072)) = 1{,}6875 \cdot (284518{,}3376 + 50209{,}1184) =$$

$$= 564852{,}582 \text{ (грн)}.$$

Відповідь: З = 564852,58 грн.

Задача № 3. Визначити річні платежі за скиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами, якщо на підприємстві витрачено таку кількість палива (таблиця 4.4):

Таблиця 4.4 – Вихідні дані для розрахунку

Вид палива	**Витрати палива, т**
Дизельне біопаливо	700,5
Бензин сумішевий	100,5
Бензин неетилований	70,98
Стиснений природний газ	20,56

Підприємство розташоване у м. Вінниця.

Розв'язання

Розмір збору за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення ($З_{ПД}$) визначається за формулою:

$$З_{ПД} = \sum_{i=1}^{n} М_i \cdot Н_{б_i} \cdot К_{нас} \cdot К_ф .$$

Знаходимо з таблиці Д 1.4 нормативи збору за викиди в атмосферу:

$Н_б^{диз.біопаливо}$= 68,15 грн/т; $Н_б^{бензин\ сумішевий}$= 65,8 грн/т;

$Н_б^{бензин\ неетилований}$= 79,9 грн/т; $Н_б^{стис.прир.газ}$= 54,05 грн/т.

За таблицями 4.1 і 4.2 знаходимо для м. Вінниці: $К_{нас}$= 1,35, $К_ф$= 1,25.

$$З_{ПД} = \sum_{i=1}^{n} М_i \cdot Н_{б_i} \cdot К_{нас} \cdot К_ф = 1{,}35 \cdot 1{,}25 \cdot \begin{pmatrix} 700{,}5 \cdot 68{,}15 + 100{,}5 \cdot 65{,}8 + \\ + 70{,}98 \cdot 79{,}9 + 20{,}56 \cdot 54{,}05 \end{pmatrix} =$$

$$= 1{,}6875 \cdot (47739{,}075 + 6612{,}9 + 5671{,}302 + 1111{,}268) = 103164{,}5446 \text{ (грн)}.$$

Відповідь: $З_{ПД}$ = 103164,54 грн.

Висновок: провели розрахунки по визначенню зборів за забруднення атмосферного повітря суб'єктами господарської діяльності та компенсації збитків державі, які пов'язані з порушенням екологічного законодавства України. Отримані розміри платежів за забруденння атмосфери:

1) $З_{ПД}$ = 505719,08 грн;
2) $З_{ПД}$ = 564852,58 грн;
3) $З_{ПД}$ = 103164,54 грн.

При проведенні розрахунків було враховано розміри ставки податку, яка справляється у розмірі за вищезгаданими платежами, зазначеними у статтях Податкового кодексу України, Розділ 8 "Екологічний податок".

3. Порядок виконання роботи

***Задача* 1.** Визначити загальну суму збору за забруднення довкілля за рік, якщо підприємством-природокористувачем у кожному кварталі в межах ліміту в апгмосферне повітря викидалось (табл. 4.5*)*.

Таблиця 4.5 – Вихідні дані для розрахунку

Речовина, т	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Азоту оксиди	–	10,02	–	0,14	–	–	–	–	–	0,38
Аміак	–	–	0,37	–	–	0,61	–	–	0,17	–
Ангідрид сірчистий	2,21	–	–	–	2,44	–	–	–	1,37	–
Ацетон	–	40,09	34,97	15,00	–	41,01	5,15	9,2	–	52,13

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Бенз (о) пірен	21,01	–	18,57	–	30,1	–	18,35	10,53	–	0,091
Бутилацетат	1,12	–	–	0,97	–	1,06	0,86	7,2	0,27	–
Ванадію п’ятиокис	–	0,51	–	–	0,86	0,36	–	0,73	–	–
Водень хлористий	0,01	0,21	0,21	0,52	0,15	–	0,92	–	0,15	0,26
Речовина, т	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Ванадію п’ятиокис	–	10,02	–	0,14	–	–	–	–	–	0,38
Водень хлористий	–	–	0,37	–	–	0,61	–	–	0,17	–
Вуглецю окис	2,21	–	–	–	2,44	–	–	–	1,37	–
Вуглеводні	–	40,09	34,97	15,00	–	41,01	5,15	9,2	–	52,13
Газоподібні фтористі сполуки	21,01	–	18,57	–	30,1	–	18,35	10,53	–	0,91
Тверді речо-вини	1,12	–	–	0,97	–	1,06	0,86	8,6	0,27	–
Кадмію сполуки	–	0,51	–	–	0,86	0,36	–	0,73	–	–
Марганецьта його сполуки	0,01	0,21	0,21	0,52	0,15	–	0,92	–	0,15	0,26
Речовина, т	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Кадмію сполуки	–	10,02	–	0,14	–	–	–	–	–	0,38
Марганецьта його сполуки	–	–	0,37	–	–	0,61	–	–	0,17	–

Закінчення таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Нікель та його сполуки	2,21	–	–	–	2,44	–	–	–	1,37	–
Озон	–	40,09	34,97	15,00	–	41,01	5,15	9,2	–	52,13
Пил неорганічний	21,01	–	18,57	–	30,1	–	18,35	10,53	–	0,91
Ртуть та її сполуки	1,12	–	–	0,97	–	1,06	0,86	9,2	0,7	–
Свинець та його сполуки	–	0,51	–	–	0,86	0,36	–	0,73	–	–
Сірководень	0,01	0,21	0,21	0,52	0,15	–	0,92	–	0,15	0,26
Речовина, т	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
Свинець та його сполуки	–	10,02	–	0,14	–	–	–	–	–	0,38
Сірководень	–	–	0,37	–	–	0,61	–	–	0,17	–
Сірковуглець	2,21	–	–	–	2,44	–	–	–	1,37	–
Спирт н-бутиловий	–	40,09	34,97	15,00	–	41,01	5,15	9,2	–	52,13
Стирол	21,01	–	18,57	–	30,1	–	18,35	10,53	–	0,69
Фенол	1,12	–	–	0,97	–	1,06	0,86	7,7	0,27	–
Формальдегід	–	0,51	–	–	0,86	0,36	–	0,73	–	–
Хром та його сполуки	0,01	0,21	0,21	0,52	0,15	–	0,92	–	0,15	0,26

Крім того, у межах ліміту в атмосферу поступило: 0,356 т речовини А з ОБРВ 0,005 мг/м^3 (варіант 1-10); 0,156 т речовини Б з ОБРВ 0,3 мг/м^3 (варіант 11-20); 0,050 т речовини В з ОБРВ 0,0001 мг/м^3 (варіант 21-30), 0,025 т речовини Г з ОБРВ 0,00012 мг/м^3 (варіант 31-40).

Підприємство знаходиться в місті (таблиця 4.6) відповідно до номеру варіанта.

Таблиця 4.6 – Кількість населенння в містах України

№ варіанта	Місто	Тип населеного пункту	Кількість населення
1	2	3	4
1.	Алчевськ	II	119 193
2.	Біла Церква	II	200 131
3.	Вінниця	II	356 665
4.	Горлівка	II	292 250
5.	Дніпродзержинськ	II	255 841
6.	Дніпропетровськ	II	1 065 008
7.	Донецьк	II	1 016 194
8.	Жашків	I	15 853
9.	Житомир	II	284 236
10.	Запоріжжя	II	815 256
11.	Івано-Франківськ	III	218 359
12.	Керч	III	157 007
13.	КИЇВ	II	2 611 327
14.	Краматорськ	II	181 025
15.	Кременчук	II	234 073
16.	Кривий Ріг	II	668 980
17.	Луганськ	II	463 097
18.	Луцьк	II	208 816
19.	Львів	III	732 818
20.	Макіївка	II	389 589
21.	Маріуполь	II	492 176
22.	Мелітополь	III	160 657
23.	Миколаїв	II	514 136
24.	Нікополь	II	136 280

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
25.	Одеса	III	1 029 049
26.	Павлоград	II	118 816
27.	Полтава	II	317 998
28.	Рівне	III	248 813
29.	Севастополь	III	342 451
30.	Сімферополь	III	343 644
31.	Слов'янськ	II	124 829
32.	Суми	II	293 141
33.	Тернопіль	III	227 755
34.	Ужгород	III	117 317
35.	Харків	II	1 470 902
36.	Херсон	II	328 360
37.	Хмельницький	II	290 000
38.	Чернівці	III	240 621
39.	Чернігів	II	304 994
40.	Ялта	III	81 654

Задача 2. На основі вихідних даних задачі 1, визначити аналогічну суму збору за рік для вказаних підприємств при умові, що:

1) джерело забруднення на протязі 20 днів листопада (вар. 1-10), 15 днів вересня (вар. 11-20), 25 днів серпня (вар. 21-30), 10 днів жовтня (вар. 31-40) працювало у режимі понадлімітного викиду;

2) при роботі джерела у режимі понадлімітного викиду кількість забруднюючих речовин кожної доби у 2 рази перевищувала нормативне значення.

Режим роботи джерела викиду – безперервний. У розрахунках приймається, що 1 квартал становить 90 діб.

Задача 3. Визначити річні платежі за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами, якщо на підприємстві витрачено таку кількість палива (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Вихідні дані для розрахунку

Вид палива	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Дизельне пальне	800,4	700,5	560,9	100,1	70,45	150,2	340,4	90,56	180,6	300,8
Бензин етилований	500,5	100,5	750,8	400,1	250,1	300,5	570,5	320,9	540,9	980,8
Бензин неетилований	50,98	70,98	140,78	130,23	90,78	150,6	100,7	30,90	300,6	70,6
Зріджений нафтовий газ	10,78	–	23,45	–	78,45	35,2	–	–	46,67	11,23
Стиснений природний газ	–	20,56	–	17,67	–	–	54,78	78,56	–	–
Вид палива	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Бензин неетилований	800,4	700,5	560,9	100,1	70,45	150,2	340,4	90,56	180,6	300,8
Бензин сумішевий	500,5	100,5	750,8	400,1	250,1	300,5	570,5	320,9	540,9	980,8
Зріджений нафтовий газ	50,98	70,98	140,78	130,23	90,78	150,6	100,7	30,90	300,6	70,6
Дизельне біопаливо	10,78	–	23,45	–	78,45	35,2	–	–	46,67	11,23
Дизельне пальне з вмістом сірки більш як 0,2 мас. %	–	20,56	–	17,67	–	–	54,78	78,56	–	–

Продовження таблиці 4.7

Вид палива	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Дизельне біопаливо	800,4	700,5	560,9	100,1	70,45	150,2	340,4	90,56	180,6	300,8
Дизельне пальне з вмістом сірки більш як 0,035 мас. %, але не більш як 0,2 мас. %	500,5	100,5	750,8	400,1	250,1	300,5	570,5	320,9	540,9	980,8
Мазут	50,98	70,98	140,78	130,23	90,78	150,6	100,7	30,90	300,6	70,6
Стиснений природний газ	10,78	–	23,45	–	78,45	35,2	–	–	46,67	11,23
Гас	–	20,56	–	17,67	–	–	54,78	78,56	–	–
Вид палива	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
Дизельне пальне з вмістом сірки не більш як 0,005 мас. %	800,4	700,5	560,9	100,1	70,45	150,2	340,4	90,56	180,6	300,8
Зріджений нафтовий газ	500,5	100,5	750,8	400,1	250,1	300,5	570,5	320,9	540,9	980,8
Бензин авіаційний	50,98	70,98	140,78	130,23	90,78	150,6	100,7	30,90	300,6	70,6

Закінчення таблиці 4.7

Вид палива	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
Дизельне пальне з вмістом сірки більш як 0,005 мас. %, але не більш як 0,035 мас. %	10,78	–	23,45	–	78,45	35,2	–	–	46,67	11,23
Мазут	–	20,56	–	17,67	–	–	54,78	78,56	–	–

Підприємство розташоване у місті (таблиця 4.6) відповідно до номеру варіанта.

Контрольні запитання

1. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин від котлів теплових електростанцій.
2. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин від ливарний та термічних цехів підприємств
3. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин від цехів механічної обробки матеріалів.
4. Дати характеристику розрахунку викидів вуглеводнів під час виробництва нафтопродуктів та їх зберігання на АЗС.
5. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин від цехів хімічної та електрохімічної обробки.
6. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин підприємствами вугільної галузі.
7. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин підприємствами будівельної промисловості при виробництві цементу, вапна та скла.

8. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин підприємствами будівельної промисловості при виробництві гіпсових виробів, кераміки та мінеральної вати.

9. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин підприємствами шинної промисловості, азбестотехнічних і гумовотехнічних виробів.

10. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин при виробництві меблів, фанери і ДСП.

11. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин асфальтобетонного виробництва.

12. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин у поліграфічних виробництвах.

13. Дати характеристику розрахунку викидів забруднюючих речовин у сульфатно- і сульфітно-целюлозному виробництві.

Практична робота № 5
РОЗРАХУНОК ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

Мета роботи: практичне вивчення студентами методик розрахунку пило- очисного обладнання для зменшенння негативного впливу викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

1. Основні поняття та роз'яснення

Робота будь-якого пиловловлювального апарата заснована на використанні одного або декількох механізмів осаджування завислих в газах частинок.

Гравітаційне осадження (седиментація) відбувається внаслідок вертикального осідання частинок під дією сили ваги при проходженні їх через газоочисний апарат.

Осадження під дією відцентрової сили відмічається при криволінійному русі аеродинамічного потоку, коли розвиваються відцентрові сили, під дією яких частинки відкидаються на поверхню осадження.

Інерційне осадження відбувається в тому випадку, коли маса частинки чи швидкість її руху настільки значні, що вона не може слідувати разом з газом за лінією течії, яка охоплює перешкоду, а, пориваючись за інерцією продовжити свій рух, стикається з перешкодою і осаджується на ній.

Зачеплення (ефект дотику) спостерігається, коли відстань частинки, яка рухається з газовим потоком, від обтічного тіла дорівнює або менше її радіуса.

Дифузійне осадження. Дрібні частинки зазнають безперервну дію молекул газу, які знаходяться в броунівському русі, внаслідок якого можливе осадження цих частинок на поверхні обтічних тіл чи стінок апарата.

Електричне осадження. В процесі іонізації газових молекул електричним розрядом відбувається зарядження частинок, які

містяться в газах, а потім під дією електричного поля вони осаджуються на електродах. Електричне осадження можливе і при взаємодії частинок з краплинами (чи бульбашками). Причому електричні заряди можуть бути підведені до частинок, до зрошувальної рідини чи одночасно і до частинок, і до рідини. Електричне осадження частинок може відбуватися і при проходженні аерозолю через фільтрувальні перегородки [7, 8, 17, 18].

Крім вказаних вище основних механізмів осадження, можна перерахувати і ряд інших: ***термофорез, дифузіофорез, фотофорез, вплив магнітного поля, радіометричних сил*** тощо.

Вплив того чи іншого механізму на осадження частинок визначається цілим рядом факторів, і в першу чергу, їх розміром.

2. Приклади розрахунків пилоочисного обладнання

Приклад 2.1. Яку висоту треба дати шару газу між полицями пило-осаджувальної камери (рис. 5.1), щоб осіли частинки колчеданового пилу діаметром $d = 8$ мкм при витратах газу $Q = 1,2$ м^3/с (при нормальних умовах). Довжина камери $L = 4,5$ м, ширина $B = 3,0$ м; загальна висота камери $H = 4,2$ м. Середня температура газу в камері $t = 450\,°C$. В'язкість газу при цій температурі $\mu = 34 \cdot 10^{-6}$ Па·с, густина пилу $\rho_п = 4000$ кг/м^3, густина газу $\rho_г = 500$ г/м^3.

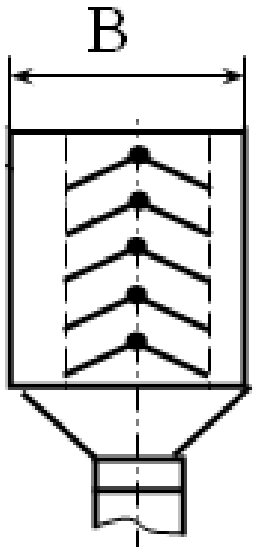

Рисунок 5.1 – Багатополична схема пилоосаджувальної камери

Розв'язання

1. Знаходимо витрати газу при заданих умовах

$$Q_р = Q\frac{T+t}{T} = 1{,}2\frac{(273+450)}{273} = 3{,}2 \ (м^3/с).$$

2. Визначаємо лінійну швидкість газу в камері

$$v = \frac{Q_р}{BH} = \frac{3{,}2}{3 \cdot 4{,}2} = 0{,}25 \ (м^3/с).$$

3. Знаходимо тривалість перебування газу в камері

$$\tau = \frac{L}{v} = \frac{4{,}5}{0{,}25} = 18 \ (с).$$

4. Теоретичну швидкість осадження шароподібних частинок визначаємо за формулою Стокса (при $R_e < 0,2$)

$$\omega_{ос} = \frac{d^2(\rho_п - \rho_г) \cdot g}{18\mu} = \frac{(8 \cdot 10^{-6})^2 (4000-0{,}5) \cdot 9{,}81}{18 \cdot 34 \cdot 10^{-6}} = 0{,}0041 \ (м/с),$$

де d – діаметр частинок пилу, м;

$\rho_п$ – густина пилу, кг/м^3;

$\rho_г$ – густина газу, кг/м^3;

μ – в'язкість газу, Па ·с.

Дійсна швидкість осадження приймається рівною

$$\omega_{ос}^{д} = 0{,}5 \ \omega_{ос} = 0{,}5 \cdot 0{,}0041 = 0{,}0028 \ м/с \ .$$

5. Знаходимо відстань між полицями

$$h=\omega_{ос}^{д}\tau=0{,}002\cdot 18=0{,}036\ (м)=3{,}6\ (см).$$

6. Перевіряємо правильність застосування формули Стокса для визначення швидкості осадження

$$R_e=\frac{\omega_{ос}\cdot d\cdot\rho_г}{\mu}=\frac{0{,}0041\cdot 8\cdot 10^{-6}\cdot 0{,}5}{34\cdot 10^{-6}}=0{,}00048.$$

Оскільки $R_e=0{,}00048<0{,}2$, то застосування формули Стокса допустимо.

Приклад 2.2. Вибрати і розрахувати пиловловлювач для очищення повітря, яке надходить в атмосферу від трьох шліфувальних верстатів, встановлених в механічному цеху. Температура повітря $t=20\,°C$, атмосферний тиск $P=97400$ Па (730 мм рт. ст.). Необхідна ефективність очищення $\eta=95\,\%$.

Розв'язання

1. При шліфуванні виділяється металевий і абразивний пил, концентрація якого $C'=1$ г/м^3, медіанний діаметр частинок $d=25$ мкм, густина частинок $\rho_ч=4000$ кг/м^3.

Об'єм повітря, яке необхідно очистити від одного верстата $Q_1=5000$ м^3/год. Тоді загальна кількість очищуваного повітря буде рівна

$$Q=Q_г\cdot N=5000\cdot 3=15000\ (м^3/год).$$

2. Для очищення повітря проектуємо циклон СК-ЦН-34, який працює при розрідженні $P'=2000$ Па. Оптимальна швидкість повітря в циклоні $\upsilon_{опт}=1{,}7$ м/с (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. – Параметри, які визначають ефективність циклонів

Параметри	ЦН-24	ЦН-5У	ЦН-15	ЦН-11	СКД-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34 М
d_{50}^{t}, мкм	8,50	6,00	4,50	3,65	2,31	1,95	1,13
$\lg \delta^2_{ч}$	0,308	0,283	0,352	0,352	0,364	0,308	0,340
$\upsilon_{опт}$, м/с	4,5	3,5	3,5	3,5	2,0	1,7	2,0

3. Знаходимо густину ρ і динамічну в'язкість повітря при робочих умовах:

$$\rho=\rho_o \frac{T_0\left(P_0\text{-}P'\right)}{P_0}=\rho_0 \frac{T_0\left(P_0\text{-}P'\right)}{P_0\left(T_0+t\right)}=$$

$$=1{,}293\frac{273\left(97400\text{-}2000\right)}{101300\left(273+20\right)}=0{,}877\ (кг/м^3);$$

$$\mu=\mu_o \frac{T_0+C}{T+C}\left(\frac{T}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}}=\mu_0 \frac{T_0+C}{\left(T_0+t\right)+C}\left(\frac{T_0+t}{T_0}\right)^{\frac{3}{2}}=$$

$$=17{,}3\cdot 10^{-6}\frac{273+124}{273+20+124}\left(\frac{273+20}{273}\right)^{\frac{3}{2}}=18{,}3\cdot 10^{-6}\ (Па\cdot с),$$

де T_0 – абсолютна температура, К;

P_0 – нормальний атмосферний тиск, Па;

T, P – температура і тиск газів при робочих умовах, відповідно К, Па;

ρ_0 – густина газів (повітря) при нормальних умовах (таблиця 5.2);

μ_0 – динамічна в'язкість газів при нормальних умовах (таблиця 5.2);

C – константа (таблиця 5.2).

Таблиця 5.2 – Основні фізичні властивості газів

Газ	Формула	Густина (при 0 °С і 0,101 МПа), кг/м^3	Молеку-лярна маса М, кг/кмоль	Газова постійна К, Дж/кг·К	Питома теплоємність при 20 °С і 0,101 МПа, кДж/кг·К		В'язкість при 0 °С і 0,101 МПа, μ	
					C_p	C_V	$\cdot 10^{-6}$ Па с	С
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Азот	N_2	1,2507	28,02	297	1,04	0,745	17	114
Аміак	NH_3	1,771	17,03	488	2,24	1,67	9,18	626
Аргон	Ar	1,782	39,94	209	0,53	0,32	20,9	142
Ацети-лен	C_2H_2	1,171	26,04	320	1,68	1,35	9,35	198
Бензол	C_6H_6	-	78,11	106	1,25	1,14	7,2	-
Бутан	C_4H_{10}	2,673	58,12	143	1,91	1,73	8,1	377
Повітря	-	1,293	28,95	288	1,01	0,72	17,3	124
Водень	H_2	0,089	2,016	4130	1,42	1,01	8,42	73
Воднева пара	-	0,804	18,02	430	2,01	-	10,0	961
Гелій	He	0,1785	4,00	2080	5,27	3,18	18,8	78
Двоокис азоту	NO_2	-	46,01	180	0,802	0,614	-	-
Двоокис сірки	SO_2	2,927	64,07	130	0,631	0,501	11,7	396
Двоокис вуглецю	CO_2	1,976	44,01	189	0,836	0,651	13,7	254
Кисень	O_2	1,4289	32	260	0,911	0,651	20,3	131
Метан	CH_4	0,717	16,04	519	2,22	1,67	10,3	162
Окис вуг-лецю	CO	1,250	28,01	293	1,05	0,753	16,6	100

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н-Пентан	C_5H_{12}	-	72,15	115	1,715	1,57	8,74	-
Пропан	C_3H_8	2,020	44,1	189	1,86	1,65	-	278
Пропілен	C_3H_6	1,914	42,8	198	1,63	1,432	-	322
Сірководень	H_2S	1,539	34,08	244	1,06	0,801	11,66	-
Хлор	Cl	3,217	70,91	177	0,482	0,36	-	351
Хлорний метил	CH_3Cl	2,308	50,49	165	0,74	0,582	9,89	454
Етан	C_2H_6	1,357	30,07	283	1,73	1,44	8,5	287
Етилен	C_2H_4	1,261	28,05	296	1,53	1,22	9,85	241

4. Визначаємо необхідну площу перерізу циклона

$$S=\frac{Q}{\upsilon_{опт}}\frac{15000}{3600\cdot 1,7}=2,45\ (м^2).$$

5. Знаходимо діаметр циклона

$$D=\sqrt{\frac{4S}{\pi}}=\sqrt{\frac{4\cdot 2,45}{3,14}}=1,77\ (м).$$

Вибираємо циклон діаметром 1,8 м.

6. Визначаємо дійсну швидкість повітря в циклоні

$$\upsilon=\frac{4Q}{\pi ND^2}=\frac{4\cdot 15000}{3,14\cdot 1\cdot 1,8^2\cdot 3600}=1,64\ (м/с),$$

де N – число циклонів.

Відхилення від оптимальної швидкості складає:

$$\delta=\frac{\upsilon_{опт}-\upsilon}{\upsilon_{опт}}\cdot 100=\frac{1,7-1,64}{1,7}\cdot 100=3,5\%,$$

тобто знаходиться в межах допустимого (±15 %).

7. Знаходимо коефіцієнт гідравлічного опору циклона

$$\xi_{ц}^{п}=K_1K_2\xi_{ц500}^{сп}=1,0\cdot 0,99\cdot 1150=1138,5\ (Па\cdot с),$$

де K_1, K_2, $\xi_{ц500}^{п}$ – коефіцієнти, вибрані з таблиць 3; 4; 5.

8. Втрати тиску в циклоні будуть рівні

$$\Delta P=\xi_{ц}^{п}\cdot\rho\cdot\frac{\upsilon^2}{2}=1138,5\cdot 0,877\cdot\frac{1,64^2}{2}=1343\ (Па),$$

тобто знаходяться в межах допустимих (табл. 5.6).

Таблиця 5.3 – Значення коефіцієнтів опору циклонів типу НДІОГАЗ (D = мм, υ = 3 м/с)

Марка циклона	$\frac{d}{D}$	Без додаткових пристроїв		З вихідним завитком	З відводом 90° R/d=1,5	
		$\xi_{ц500}^{сп}$	$\xi_{ц500}^{сп}$		1/d=0...12 $\xi_{ц500}^{сп}$	1/d>12 $\xi_{ц500}^{сп}$
ЦН-11	0,59	245	250	235	245	250
ЦН-15	-	155	163	150	155	160
ЦН-15У	-	165	170	158	165	170
ЦН-24	-	75	80	73	15	80
СДК-ЦН-33	0,33	520	600	500	-	560
СК-ЦН-34	0,34	1050	1150	-	-	-
СК-ЦН-34 М	0,22	-	2800	-	-	-

Таблиця 5.4 – Вплив поправкового коефіцієнта K_1 на діаметр циклона

D, мм	Марка циклона		
	ЦН-11	ЦН-15, ЦН-15 У, ЦН-34	СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34, СК-ЦН-34 М
150	0,94	0,85	1,0
200	0,96	0,90	1.0
300	0,96	0,93	1,0
450	0,99	1,0	1,0
500	1,0	1,0	1,0

Таблиця 5.5 – Значення поправкових коефіцієнтів K_2 на запиленість газів (D_t = 0,6 мм)

Марка циклона	Запиленість газу С, г/м^3						
	0	10	20	40	80	120	150
ЦН-11	1	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	0,85
ЦН-15	1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86
ЦН-15У	1	0,93	0.92	0,91	0,89	0,88	0,87
ЦН-24	1	0,95	9,92	0,92	0,90	0,87	0,86
СДК-ЦН-33	1	0,81	0,785	0,78	0,77	0,76	0,745
СК-ЦН-34	1	0,98	0,947	0,93	0,915	0,91	0,90
СК-ЦН-34 М	1	0,99	0,97	0,95	-	-	-

Таблиця 5.6 – Основні параметри пилоосаджувачів, жалюзійних пиловловлювачів, сухих батарейних циклонів з тангенціальним входом газу і сухих циклонів з осьовим входом газу

Тип	Виконання		Продуктивність $10^3 \cdot м^3$/год, не більше	Швидкість газу, м/с*	Температура (розрахункова), °С	Запиленість газу, г/м^3, не більше		Гідравлічний опір ΔР, Па	Ефективність очищення** %, не менше
	за характером газового потоку	за кількістю робочих елементів				для незлиплого пилу	для середньо-злиплого пилу		
1	З поперечним потоком	-	100	Від 1	Від мінус 43 до плюс 527°С ***	100	100	До 100	25
	З протиитоком	-	10	до 2			50		
	З розподіленням потоку		50	Від 12 до15		200	150	До 1000	65
	Без розподілення потоку			Від 10 до15			100	До 500	40
2	З тангенціальним входом	одиночні	100			1000	250	Від 600 до 2200	80
		ГРУпові						Від 600 до 2500	
3	З осьовим входом	батарейні	60	Від 12 до22		600	250	Від 600 до 3000	85
	Вихровий з додатковим підводом газу		30	Від 12 до22		500	100	Від 1000 до 2000	-

Примітки:

* Для типів 1 і 2 – у робочому перерізі, для типу 3 – на вході у пиловловлювач.

** Ефективність очищення наведена для середньо дисперсного пилу густиною 2400 кг/м^3.

*** Розрахункові температури пиловловлювачів повинні вибиратися з ряду: -43, -23, 37, 77, 117, 247, 398, 527°С

9. Значення медіанної тонкості очищення знаходимо за формулою

$$d_{50}=d_{50}^{t}\sqrt{\left(\frac{D}{D_t}\right)\cdot\left(\frac{\rho_ч^t}{\rho_ч}\right)\cdot\left(\frac{\mu}{\mu_t}\right)\cdot\left(\frac{\upsilon_t}{\upsilon}\right)}=$$

$$=1{,}95\sqrt{\left(\frac{1{,}8}{0{,}6}\right)\cdot\left(\frac{1930}{4000}\right)\cdot\left(\frac{18{,}3\cdot10^{-6}}{22{,}2\cdot10^{-6}}\right)\cdot\left(\frac{3{,}5}{1{,}64}\right)}=3{,}1\ (мм).$$

де d_{50}^{t} – медіанна тонкість очищення типового циклона при таких параметрах (табл. 5.1): $D_t=0{,}6$ м; $\rho_ч^t=1930$ кг/м^3; $\mu_t=22{,}2\cdot10^{-6}$ Па с; υ_t=3,5 м/с.

10. Знаходимо параметр

$$x=\frac{\lg\left(\frac{d_{50}}{d_{50}^{t}}\right)}{\sqrt{\lg^2\sigma_ч^t+\lg^2\sigma_ч}}=\frac{\lg\left(\frac{3{,}1}{1{,}95}\right)}{\sqrt{(0{,}308)^2+(0{,}214)^2}}=1{,}428,$$

де $\lg\sigma_ч^t$- ступінь полідисперсності пилу типового циклона (табл. 5.1);

$\lg\sigma_ч$ – ступінь полідисперсності дійсного пилу (табл. 5.7).

Таблиця 7 – Величини середнього розміру частинок (d_{50}^{t}) і полідисперсності ($\lg\sigma_ч$) деяких видів пилу

Технологічний процес	Вид пилу	d_{50}^{t}, мкм	$\lg\delta_ч$
Заточка інструменту	метал, абразив	38	0,214
Розмел в кульовому млині	цемент	20	0,468
Сушіння вугілля в барабані	кам’яне вугілля	15	0,334
Експериментальні дослідження	кварцовий пил	3,7	0,405

11. За додатком В знаходимо $F_{(x)} = 0{,}924$. Тоді ефективність очищення буде рівна:

$$\eta_{\varphi} = 50\left[1+\varphi(x)\right] = \left[1+0{,}924\right] = 96{,}2\%.$$

Таким чином, фактична ефективність очищення більша заданої

$$\eta_{\varphi} > \eta, \quad 96{,}2 > 95\ \%.$$

12. Знаходимо конструктивні розміри запроектованого циклона діаметром $D=1800$ мм (табл. 5.8);

Таблиця 5.8 – Конструктивні розміри конічних циклонів (в частках діаметра D)

Геометричний розмір	Тип циклона		
	СДК-ЦН-34	**СК-ЦН-34**	**СК-ЦН-34М**
Висота циліндричної частини $H_{ö}$ і висота заглиблення вихлопної труби $h_{ò}$	0,535	0,515	0,4
Висота конічної частини $H_{ê}$			
Внутрішній діаметр вихлопної труби d	3,0	2,11	2,6
Внутрішній діаметр пилови-пускного отвору d_1	0,334	0,340	0,22
Ширина вхідного патрубка b_1	0,334	0,229	0,18
Висота зовнішньої частини вихлопної труби $h_{ç}$	0,264 0,2 – 0,3	0,214 0,515	0,18 0,3
Висота фланця $h_{ô}$	0,1	0,1	0,1
Довжина вхідного патрубка l	0,6	0,6	0,6
Висота вхідного патрубка $h_{ï}$	0,535	0,2 – 0,6	0,4
Змінний радіус завитка r	$D/2+b\varphi/2\pi$	$D/2+b$	$D/2+b\varphi/\pi$
Внутрішній діаметр циліндричної частини D	До 3600 мм		До 4000 мм

– висота циліндричної частини $H_ц$ і висота заглиблення вихлопної труби $h_т$

$$H_ц = 0{,}535 \cdot D = 0{,}535 \cdot 1800 = 963 \text{ (мм)};$$

$$h_Т = 0{,}535 \cdot D = 0{,}535 \cdot 1800 = 963 \text{ (мм)};$$

– висота конічної частини

$$H_К = 3 \cdot D = 3 \cdot 1800 = 5400 \text{ (мм)};$$

– внутрішній діаметр вихлопної труби

$$d = 0{,}334 \cdot D = 0{,}334 \cdot 1800 = 600 \text{ (мм)};$$

– ширина вхідного патрубка

$$b = 0{,}264 \cdot D = 0{,}264 \cdot 1800 = 475 \text{ (мм)};$$

– висота зовнішньої частини вихлопної труби

$$h_з = (0{,}2 + 0{,}3) \cdot D = (0{,}2 + 0{,}3) \cdot 1800 = 360 + 540 \text{ (мм)};$$

– висота фланця

$$h_φ = 0{,}1 \cdot D = 0{,}1 \cdot 1800 = 180 \text{ (мм)};$$

– довжина вхідного патрубка

$$l = 0{,}6 \cdot D = 0{,}6 \cdot 1800 = 1080 \text{ (мм)};$$

– висота вхідного патрубка

$$h_п = 0{,}535 \cdot D = 0{,}535 \cdot 1800 = 963 \text{ (мм)};$$

– поточний радіус завитка

$$r=\frac{D}{2+b}=\frac{1800}{2+475}=1375 \text{ (мм).}$$

3. Порядок виконання роботи

Приклад 3.1. Яку висоту треба дати шару газу між полицями пило-осаджувальної камери (рис. 5.1), щоб осіли частинки колчеданового пилу діаметром $d=8$ мкм при витратах газу $Q=1,2$ м^3/с (при нормальних умовах). Довжина камери $L=4,5$ м, ширина $B=3,0$ м; загальна висота камери $H=4,2$ м. Середня температура газу в камері $t=450\,°C$. В'язкість газу при цій температурі $\mu=34\cdot10^{-6}$ Па·с, густина пилу $\rho_п=4000$ кг/м^3, густина газу $\rho_г=500$ г/м^3. Вихідні значення параметрів для розрахунку відповідно до варіанту подані в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри	Варіант									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
d, мкм	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9
Q, м^3/с	1,0	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09
L, м	4,2	4,21	4,22	4,23	4,24	4,25	4,26	4,27	4,28	4,29
B, м	2,8	2,81	2,82	2,83	2,84	2,85	2,86	2,87	2,88	2,89
H, м	4,0	4,01	4,02	4,03	4,04	4,05	4,06	4,07	4,08	4,09
t, °C	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429
$\mu,\cdot10^{-6}$ Па·с	33,7	33,71	33,72	33,73	33,74	33,75	33,76	33,77	33,78	33,79
$\rho_п$, кг/м^3	3970	3971	3972	3973	3974	3975	3976	3977	3978	3979
$\rho_г$, г/м^3	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489

Продовження таблиці 5.2

Параметри	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
d, мкм	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9
Q, $м^3/с$	1,1	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
L, м	4,3	4,31	4,32	4,33	4,34	4,35	4,36	4,37	4,38	4,39
B, м	2,9	2,91	2,92	2,93	2,94	2,95	2,96	2,97	2,98	2,99
H, м	4,10	4,11	4,12	4,13	4,14	4,15	4,16	4,17	4,18	4,19
t, °C	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439
$\mu, \cdot 10^{-6}$ Па·с	33,8	33,81	33,82	33,83	33,84	33,85	33,86	33,87	33,88	33,89
$\rho_п$, $кг/м^3$	3980	3981	3982	3983	3984	3985	3986	3987	3988	3989
$\rho_г$, $г/м^3$	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499
Параметри	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
d, мкм	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
Q, $м^3/с$	1,2	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29
L, м	4,4	4,41	4,42	4,43	4,44	4,45	4,46	4,47	4,48	4,49
B, м	3,0	3,01	3,02	3,03	3,04	3,05	3,06	3,07	3,08	3,09
H, м	4,20	4,21	4,22	4,23	4,24	4,25	4,26	4,27	4,28	4,29
t, °C	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449
$\mu, \cdot 10^{-6}$ Па·с	33,9	33,91	33,92	33,93	33,94	33,95	33,96	33,97	33,98	33,99
$\rho_п$, $кг/м^3$	3990	3991	3992	3993	3994	3995	3996	3997	3998	3999
$\rho_г$, $г/м^3$	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509

Закінчення таблиці 5.2

Параметри	Варіант									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
d, мкм	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9
Q, $м^3/с$	1,3	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38	1,39
L, м	4,5	4,51	4,52	4,53	4,54	4,55	4,56	4,57	4,58	4,59
B, м	3,1	3,11	3,12	3,13	3,14	3,15	3,16	3,17	3,18	3,19
H, м	4,30	4,31	4,32	4,33	4,34	4,35	4,36	4,37	4,38	4,39
t, °C	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459
$\mu, \cdot 10^{-6}$ Па·с	34,0	34,01	34,02	34,03	34,04	34,05	34,06	34,07	34,08	34,09
$\rho_п$, $кг/м^3$	4000	4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	4008	4009
$\rho_г$, $г/м^3$	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519

Приклад 3.2. Вибрати і розрахувати пиловловлювач для очищення повітря, яке надходить в атмосферу від N шліфувальних верстатів, встановлених в механічному цеху. Температура повітря $t = 20\,°C$, атмосферний тиск $P = 97400$ Па (730 мм рт. ст.). Необхідна ефективність очищення $\eta = 95\,\%$.

1. При шліфуванні виділяється металевий і абразивний пил, концентрація якого $C' = 1$ $г/м^3$, медіанний діаметр частинок $d = 25$ мкм, густина частинок $\rho_ч = 4000$ $кг/м^3$.

Об'єм повітря, яке необхідно очистити від одного верстата $Q_1 = 5000\,м^3/год$.

2. Для очищення повітря проектуємо циклон СК-ЦН-34, який працює при розрідженні $P' = 2000$ Па. Оптимальна швидкість повітря в циклоні $\upsilon_{опт} = 1,7$ м/с.

Вихідні значення параметрів для розрахунку відповідно до варіанту подані в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Вихідні дані для розрахунку

Параметри	Варіант									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
N, верстатів	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
t, °C	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P, Па	97300	97310	97320	97330	97340	97350	97360	97370	97380	97390
η, %	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
C′, г/м^3	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
d, мкм	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$\rho_ч$, кг/м^3	3800	3810	3820	3830	3840	3850	3860	3870	3880	3890
Q_1, м^3/год	4500	4520	4540	4560	4580	4600	4620	4640	4660	4680
Параметри	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
N, верстатів	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
t, °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
P, Па	97400	97410	97420	97430	97440	97450	97460	97470	97480	97490
η, %	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
C′, г/м^3	1,0	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09
d, мкм	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$\rho_ч$, кг/м^3	3900	3910	3920	3930	3940	3950	3960	3970	3980	3990
Q_1, м^3/год	4700	4720	4740	4760	4780	4800	4820	4840	4860	4880

Продовження таблиці 5.10

Параметри	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
N, верстатів	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
t, °C	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P, Па	97300	97310	97320	97330	97340	97350	97360	97370	97380	97390
η, %	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
C′, г/м^3	1,0	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09
d, мкм	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$\rho_ч$, кг/м^3	3800	3810	3820	3830	3840	3850	3860	3870	3880	3890
Q_1, м^3/год	4900	4920	4940	4950	4960	4970	4980	4990	4700	5000
Параметри	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
N, верстатів	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
t, °C	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
P, Па	97400	97410	97420	97430	97440	97450	97460	97470	97480	97490
η, %	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
C′, г/м^3	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
d, мкм	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$\rho_ч$, кг/м^3	3900	3910	3920	3930	3940	3950	3960	3970	3980	3990
Q_1, м^3/год	4700	4720	4740	4760	4780	4800	4820	4840	4860	4880

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте природу забруднювачів атмосфери.
2. Наведіть класифікації джерел забруднення повітря та атмосферних забруднень.
3. Опишіть основні властивості пилу та їх вплив на ефективність роботи пилоочищувальних апаратів.
4. Наведіть порядок розрахунку ефективності вловлювання пилу.
5. Розкажіть про вплив властивостей газів на роботу систем пило- і золоуловлювання.
6. Охарактеризуйте основні механізми осадження завислих в газах частинок.
7. Обґрунтуйте суть гравітаційного осадження частинок пилу.
8. Опишіть особливості відцентрового та інерційного осадження частинок.
9. Розкажіть про можливості застосування електричних зарядів для осадження частинок пилу.
10. Охарактеризуйте основні методи захисту навколишнього природного середовища.
11. Розкрийте суть основних способів очищення газів.
12. Поясніть важливість необхідності визначення ступеня очищення газів.
13. Дайте означення видів гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі.
14. Поясніть суть гранично допустимих та тимчасово погоджених викидів шкідливих речовин.

Практична робота № 6
РОЗРАХУНОК РОЗМІРУ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ В РЕЗУЛЬТАТІ СКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ВОДНІ ОБ'ЄКТИ ТА РОЗРАХУНОК ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ

Мета роботи: провести розрахунок збитків, які заподіяні державі в результаті скиду забруднюючих речовин у водні об'єкти та розрахувати очисне обладнання.

1. Основні поняття та роз'яснення

В умовах урбанізації постійно збільшується потреба у воді і постійно збільшуються викиди відпрацьованої води. Цей процес супроводжується постійним погіршенням якості води, якості водних джерел та зменшенням можливостей використання їх для пиття, культурно-побутових та рекреаційних потреб, для риборозведення, зрошування і навіть для промислових потреб. Тому можливості подальшого розвитку науково-технічного прогресу і покращення умов життя людей залежить від забезпечення достатньою кількістю прісної води.

Проблема загострюється тим, що основні зони споживання води не співпадають із зонами її наявності. На одного жителя Землі приходиться 12,9 тис. $м^3$ води на рік. Але розподіл наявних водних ресурсів такий: у високорозвиненій Європі на одного чоловіка припадає 4,9 тис. $м^3$ в рік наявної води, в Азії – 6,7, в Австралії – 27,4 тис. $м^3$ в рік. У цілому же за даними ООН сьогодні близько 1,3 млрд. чоловік не забезпечені питною водою ні в кількісному, ні в якісному відношенні.

Прісну воду, необхідну для життєдіяльності людини, "випиває" його творіння – сучасна індустріалізація. Наприклад, для виготовлення 1 т текстильної тканини необхідно 270 тис. л. води, для одержання 1 кг паперу – 100 кг, для отримання 1 т. капрону – 10 т, 1 кг цементу –

5 л; на бойнях потрібно 500 л чистої води з розрахунку на 1 голову худоби.

У цілому на земній кулі сумарний водозбір на промислові потреби становить, за даними ЮНЕСКО, близько 500 км^3 за рік. На долю сільського господарства приходиться 80 % всієї витрати, на побутові потреби – 100 км^3 на рік. В промислове розвинених країнах на одну людину витрачається 1,2-1,5 тис. м^3 води на рік.

Щоб забезпечити питною водою місто з мільйонним населенням і розвиненою промисловістю при кількості річних опадів не менше 1000 мм за рахунок підземних вод, необхідна площа в 750 км^2. Запаси підземних вод в містах катастрофічне вичерпуються, а водоводи гонять воду в міста за багато сотень кілометрів.

У минулому столітті один житель міста витрачав 30-40 л за добу води, житель сучасного міста витрачає на свої потреби 300 л води на добу. У Києві на одного жителя приходиться близько 300 л води, те ж саме стосується Дніпропетровська. У Москві на одного жителя є в наявності 400 л, у Лондоні – 170, у Парижі – 160, у Брюсселі – 85 літрів чистої води на добу.

Для задоволення своїх фізіологічних потреб мешканець міста використовує лише 5 % загальної кількості води, яку він споживає: для купання необхідно 37 %, для змиву унітазу – 41 %, для приготування їжі – 6, для підтримання чистоти в квартирі – 3, для прання білизни – 4, для зрошення – 3 і для миття автомашини – 1 %. Решта 5 % використовується для пиття.

Водоспоживання України становить близько 8 % від світового. На водні об’єкти суші, які є основними джерелами водопостачання покладають зараз дві протилежні функції, з якими вони з часом все менше справляються, з одного боку – це джерела водоспоживання для побутових та технічних потреб, з другого – це водойми для скиду побутових та промислових стоків. В результаті вода у водних об’єктах така, що без відповідного очищення використовувати її вже не можливо.

Найбільшою мірою якість природних вод змінюється в результаті забруднення їх стічними водами промислових підприємств та

комунального господарства, а також від поверхневого стоку з територій населених пунктів, промислових об'єктів, транспортних шляхів та сільськогосподарських угідь. На даний час в Україні щорічно скидається понад 20 км^3 стічних вод, з них майже 6 км^3 – неочищених та недостатньо очищених.

Забруднення води відбувається внаслідок надходження у водойми зі стічними водами різних шкідливих домішок неорганічної (кислоти, мінеральні солі, луги тощо) й органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні сполуки, поверхнево-активні речовини, миючі засоби, пестициди тощо). Більшість з них є отруйними для мешканців водойм. Це сполуки Арсену, Плюмбуму, Меркурію, Купруму, Хрому, Флуору тощо. Вони поглинаються фітопланктоном і передаються далі по харчових ланцюжках більш високоорганізованим організмам, що супроводжується кумулятивним ефектом, який полягає в тому, що у кожній наступній ланці харчового ланцюжка вміст шкідливих сполук підвищується. Крім того, стічні води, що містять розчинні органічні речовини або суспензії органічного походження, сприяють зниженню вмісту O_2 у воді. Особливої шкоди завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообміну між водою й атмосферою та знижує вміст кисню у воді. Осідаючи на дно водойм, органічні суспензії замулюють його і затримують або повністю припиняють життєдіяльність мікроорганізмів, що беруть участь у самоочищенні.

Кількість хімічних забруднювачів води постійно зростає і досягає зараз близько 1000 різновидів. Шкідлива дія багатьох з них має пролонгований вплив, тобто їхня дія виявляється в наступних поколіннях живих істот і полягає в появі шкідливих мутацій, генетичних розладах тощо.

Крім хімічного відбувається ще і фізичне забруднення води пов'язане із зміною її фізичних властивостей – прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температури.

Суспензії (пісок, глина, намул) потрапляють у водойми головним чином за рахунок поверхневого змиву дощовими водами з

сільськогосподарських полів, а також з діючих підприємств гірничо-рудної промисловості. Пил надходить у водойми також з сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді частинки різко знижують прозорість води, пригнічуючи процеси фотосинтезу водяних рослин, забивають зябра риб і інших водних тварин, погіршують смакові якості води. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що потрапляють у водойми завдяки викидам АЕС (особливо під час аварій), з частками золи від працюючих ТЕС тощо.

Теплове забруднення водойм є особливим видом забруднення гідросфери. Воно спричинене спуском у водойми теплих вод від різних енергетичних установок. Величезна кількість тепла, що надходить з нагрітими водами в річки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Серед теплових забруднювачів гідросфери перше місце посідають АЕС, які скидають у водойми воду, нагріту до 45°С.

Як свідчать спостереження, у річках які розташовані нижче за течією від діючих ТЕС і АЕС порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риба уражається хворобами й паразитами.

Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять у водойми без очищення. Проте навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів, бактерій тощо все ж не затримується фільтрами й потрапляє у водойми. Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м’ясокомбінати, цукрові заводи.

Неочищені або недостатньо очищені стічні води, потрапляючи в природні водойми, мають здатність до самоочищення. Самоочищення відбувається внаслідок розведення стічних вод, випадання в осади твердих забруднювачів, хімічних й інших природних процесів, що призводять до видалення з водойми забруднювачів і сприяють поверненню води до її первісного стану. Проте здатність водойм до самоочищення має свої межі.

Гідросфера України сьогодні вже не спроможна самоочищуватися, саморегулюватися й самовідновлюватися – вона дедалі активніше деградує. Нині річки, озера і інші водойми самотужки вже не можуть подолати дедалі зростаюче антропогенне навантаження. Тому суспільство повинно вдатися до заходів для очищення забруднених вод і повернення джерел водопостачання до стану, придатного для подальшого їх використання. Комплекс природоохоронних заходів захисту гідросфери включає:

– нормування якості води, тобто розробки критеріїв щодо її придатності для різних видів водокористування;
– скорочення обсягів скидів забруднень у водойми шляхом вдосконалення технологічних процесів;
– очистку стічних вод.

Скорочення обсягів скидів забруднень у водойми й перехід підприємств до роботи за схемою замкненого циклу водокористування є головним напрямом захисту водного середовища в промисловості. Розробка нових прогресивних технологій дозволяє різко скоротити потреби у воді, а інколи й зовсім відмовитися від неї.

У сільському господарстві, яке є основним споживачем води, слід запропонувати сувору економію води, раціональне її використання. Так, заміна поверхневого поливу більш раціональними методами (дощуванням, крапельним поливом тощо) дозволяє одержувати ті ж врожаї за витрат води у 5-7 разів менших. Зменшенню кількості пестицидів, фосфатів, нітратів у водоймах сприяє часткова заміна хімізації сільського господарства біологічними методами боротьби з шкідниками й хворобами рослин, чітке дотримання сівообротів, виведення нових, більш продуктивних і стійких до хвороб і шкідників сортів сільськогосподарських культур.

Однак, всі ці прогресивні технології, спрямовані на зменшення об’ємів споживання води, можуть впроваджуватися тільки поступово. Тому сучасні природоохоронні технології очищенння стічних вод залишаються на цьому історичному періоді основним рубежем захисту водного середовища.

Залежно від фізичного стану, складу і концентрації забруднювальних речовин зараз використовують різні способи очистки стічних вод – механічний, хімічний, фізико-хімічний та біологічний.

Водопостачання – це сукупність заходів із забезпечення водою різних користувачів (населення, промисловості, транспорту тощо). Комплекс інженерних споруд, які здійснюють водопостачання, називають системою водопостачання, або водопроводом. Усі сучасні системи водопостачання населених місць є централізованими, кожна з яких забезпечує водою велику групу користувачів.

Для водопостачання використовуються природні джерела води: поверхневі – відкриті водойми (річки, озера, водосховища, моря) і підземні (грунтові та артезіанські води). Найбільш придатні для потреб населення – підземні води. Але для постачання водою великих населених пунктів підземних джерел часто виявляється недостатньо, і отримання з них значної кількості води є економічно не вигідним. Тому для водопостачання великих міст і промислових об'єктів використовують переважно поверхневі джерела прісної води [10–19].

Витрати води на побутові потреби з кожним роком збільшуються. У 2013 році вони виростуть до 130млн. м^3. Річний "раціон" промисловості у 2012 році становив 440 млн. м^3 на початок 2013 р. він збільшиться до 600 млн. м^3.

У США, найбільш індустріальній країні світу, загальна кількість води, що споживається, у 1950 р. становила 275 млрд. м^3 (при кількості населення 200 млн. чоловік), зараз становить приблизно 850 млрд. м^3 а в 2013 р. збільшиться до 3 тис. л в рік на одну людину. Запасів води, по підрахункам американських вчених, вистачить до 2050 р. Потім будуть вичерпані підземні води і наступить "водний голод".

У країнах Європи споживання води йде такими ж темпами, як і у США, але запаси води тут менші, тому виснаження водних запасів тут очікується раніше. Споживання води промисловістю і населенням, наприклад, Будапешту, за останні 25 років зросло у 25 разів. Приблизно 45 % води споживається населенням, 34 % – промисловістю. Передбачають, що до 2014 р. загальна потужність водозбірних споруд центральних міст досягне 475 млн. м^3.

2. Приклади розрахунків

Задача № 2.1. Визначити розмір збору за рік за скиди забруднюючих речовин в Чорне море, якщо відомо, що підприємство щоквартально скидає (таблиця 6.1):

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку

Назва речовина	Об'єм скиду, т
Хлориди	970,3
Сульфати	748,6
Завислі речовини	10,95

Скиди нормативні протягом I – IV кварталів за виключенням 22 днів серпня. При роботі джерела скиду у понадлімітному режимі кількість забруднюючих речовин, що поступали у водний об'єкт кожної доби, на 50 % перевищувала нормативне значення.

Крім зазначеного у цьому році підприємством було скинуто: 0,051 т етилмеркурхлориду з ГДК у воді рибогосподарських водойм 0,0001 мг/л. Режим джерела скиду безперервний; 1 квартал дорівнює 90 днів.

Розв'язання

Розмір збору за скиди речовини ($П_С$) визначається за формулою:

$$П_С = \sum_{i=1}^{n}(М_{л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{рб}) + (М_{П_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{рб}).$$

Знаходимо з таблиці 6.2 (розділу VIII, Податкового кодексу України (ПКУ)): $Н_б^{хлориди}$= 27,03 грн/т; $Н_б^{сульфати}$= 27,03 грн/т; $Н_б^{завислі\ реч.}$= 27,03 грн/т.

За таблицею 6.3 знаходимо: норматив збору для етилмеркурхлориду складає 98741,38 грн/т.

Таблиця 6.2 – Нормативи збору, який справляється за скиди окремих забруднюючих речовин у водні об'єкти

Назва забруднюючої речовини	Ставки податку, гривень за 1 тонну
Азот амонійний	942,38
Органічні речовини (за показниками $БСК_5$)	377,19
Завислі речовини	27,03
Нафтопродукти	5543,8
Нітрати	81,08
Нітрити	4628,45
Сульфати	27,03
Фосфати	753,2
Хлориди	27,03

Таблиця 6.3 – Нормативи збору, який справляється за скиди у водні об'єкти забруднюючих речовин, які не увійшли до таблиці 2.2 та на які встановлено гранично допустиму концентрацію або орієнтовнобезпечний рівень впливу (ОБРВ)

Гранично допустима концентрація забруднюючих речовин або орієнтовнобезпечний рівень впливу, міліграмів на 1 літр	Ставка податку. гривень за 1 тонну
До 0,001 (включно)	98741,38
Понад 0,001-0,1 (включно)	71592,29
Понад 0,1 -1 (включно)	12342,53
Понад 1 – 10 (включно)	1256,11
Понад 10	251,46

За таблицею 6.4 знаходимо регіональний (басейновий) коригувальний коефіцієнт $К_{рб}$, який для Чорного моря дорівнює 2.

Маса викиду забруднюючої речовини за 1 добу:

Таблиця 6.4 – Регіональні (басейнові) коефіцієнти

Басейни морів і річок	Коефіцієнт	№ варіанту
Азовське море	2	1,18,35
Чорне море	2	2,19,36
Дунай	2,2	3,20,37
Тиса	3	4,21,38
Прут	3	5,22,39
Дністер	2,8	6,23,40
Дніпро (кордон України – до м. Києва)	2,5	7,24
Дніпро (м. Київ включно – до Каховського гідровузла)	2,2	8,25
Дніпро (Каховський гідровузол включно – до Чорного моря)	1,8	9,26
Прип’ять	2,5	10,27
Західний Буг та ріки басейну Вісли	2,5	11,28
Десна	2,5	12,29
Південний Буг та Інгул	2,2	13,30
Ріки Кримського півострова	2,8	14,31
Сіверський Донець	2,2	15,32
Міус	2,2	16,33
Кальміус	2,2	17,34

1) в межах ліміту:
   хлориди: $М_{Лі}$= 970,3/90 = 10,78 т;
   сульфати: $М_{Лі}$= 748,6/90 = 8,32 т;
   завислі речовини: $М_{Лі}$= 10,95/90 = 0,12 т.
2) понад ліміту:
   хлориди: $М_{Пі}$= 10,78·1,5 = 16,17 т;

сульфати: $M_{Пі}$= 8,32·1,5 = 12,48 т;

завислі речовини: $M_{Пі}$= 0,12·1,5 = 0,18 т.

Тривалість роботи джерела в лімітному режимі за рік складає: 90·4 – 22 = 338 днів.

$$П_С = \sum_{i=1}^{n}(М_{л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{рб}) + (М_{П_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_{рб} \cdot К_П) =$$

$$= 2 \cdot \begin{bmatrix} 338 \cdot (10{,}78 \cdot 27{,}03 + 8{,}32 \cdot 27{,}03 + 0{,}12 \cdot 27{,}03 + 0{,}051 \cdot 9874{,}38) + \\ + 22 \cdot (16{,}17 \cdot 27{,}03 + 12{,}48 \cdot 27{,}03 + 0{,}18 \cdot 27{,}03) \end{bmatrix} =$$

$$= 2 \cdot [338 \cdot (291{,}3834 + 224{,}8896 + 3{,}2436 + 5035{,}81038) + 22 \cdot (437{,}0751 + 337{,}3344 + 4{,}8654)] =$$

$$= 2 \cdot (5555{,}32698 + 779{,}2749) = 12669{,}2 \text{ (грн)}.$$

Відповідь: $П_С$ = 12669,2 грн.

У разі скидання забруднюючих речовин в озера, ставки норматив збору, який справляється за скид забруднюючих речовин у ці водні об’єкти, збільшується у 1,5 рази.

Задача № 2.2. Підібрати тип і кількість решіток для станції очистки води продуктивністю 40000 м^3/д.

Розв’язання

1. Визначається секундна витрата стічних вод

$$O_с = \frac{Q_д}{t_{с.доб}} = \frac{Q_д}{24 \cdot 3600} = \frac{40000}{24 \cdot 3600} = 0{,}46 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. По табл. 6.5 знаходимо коефіцієнт нерівномірності Кн=1,1 і визначаємо максимальну витрату стічних вод

$$Q_{с\,макс} = Q_с \cdot К_н = 0{,}46 \cdot 1{,}1 = 0{,}5 \text{ м}^3/\text{с}.$$

3. Необхідна площа поперечного перерізу робочих решіток при рекомендованій швидкості руху води в просвітах решітки $V_р = 0{,}8$ м/с.

$$F_р = Q_с / V_р = 0{,}5 / 0{,}8 = 0{,}625 \text{ м}^2.$$

Таблиця 6.5 – Коефіцієнти нерівномірності надходження стічних вод

Загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод	Середні витрати стічних вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 і більше
Максимальний $К_н$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44
Мінімальний $К_н$	0,38	0,45	0,5	0,55	0,59	0,66	0,68	0,69	0,71

Примітка. При проміжних значеннях середніх витрат стічних вод загальний коефіцієнт нерівномірності необхідно визначити інтерполяцією.

4. При двох робочих решітках (N = 2) площа поперечного перерізу кожної буде

$$F_p^{'} = F_p / N = 0{,}625/2 = 0{,}31 \text{ м}^2.$$

5. Число просвітів решітки при їх ширині $b = 0{,}016$ м і глибині води перед решіткою $h_n = 0{,}85$ м

$$n = 1{,}05\frac{Q_{с\,макс}}{bh_n \cdot V_p} = \frac{0{,}5}{0{,}016 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}8} = 46.$$

6. Ширина решітки при товщині стержня $\delta = 8$ мм

$$B_p = bn + \delta(n-1) = 0{,}016 \cdot 46 + 0{,}008(46-1) = 1{,}1 \text{ м}.$$

7. По одержаних розмірах (табл. 6.6) підбираємо решітку типу МГ9Т: дві робочі і одну резервну.

8. Швидкість протікання стічної води через просвіти решітки МГ9Т

$$V_p = \frac{Q_{с\,макс}}{2nh_n b} = \frac{0{,}5}{2 \cdot 39 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}016} = 0{,}47 \text{ м/с}.$$

Таблиця 6.6 – Основні параметри механізованих решіток

Марка	Номінальні розміри каналу (В×Н), мм	Ширина камери в місці встановлення, мм	Число просвітів	Товщина стержня, мм	Радіус повороту, мм	Маса, кг
МГ5Т	2000 × 3000	2290	84	8	3810	2691
МГ9Т	1000 × 1200	1140	39	8	2050	1329
МГ10Т	1000 × 2000	1200	39	8	2850	1436
МГ-I2Т	1600 × 2000	1790	64	8	2850	1949
РМУ-I	600 × 800	685	21	6	-	650
РМУ-4	1500 × 2000	2035	60	6	-	1560
РМУ-7	2500 × 3000	3035	107	6	-	2300

9. Втрата напору в решітці

$$h_р = \beta\left(\frac{\delta}{b}\right)^{4/3} \cdot \frac{V_р^2}{2g} \cdot K \cdot \sin\alpha = 2{,}42\left(\frac{8}{16}\right)^{4/3} \cdot \frac{0{,}47^2}{2 \cdot 9{,}81} \cdot 3 \cdot 0{,}866 = 0{,}03 \text{ м.}$$

10. Загальний підпір в решітці дорівнює трикратній втраті напору (при забрудненнях)

$$h_з = 3h_р = 3 \cdot 0{,}03 = 0{,}09 \text{ м.}$$

11. Кількість відходів, які знімаються з решіток, при ширині просвітів 16...20 мм передбачається 8 л/рік (0,008 м^3/рік) на 1 людину. Прийнявши норму водовідведення $q_b = 0{,}25$ м^3/д (91,25 м^3/рік), можна знайти число жителів, яких зможуть обслуговувати ці решітки:

$$N_м = \frac{Q_д}{q_в} = \frac{40000}{0{,}25} = 160000 \text{ жит.}$$

12. Кількість затриманих забруднень в рік становить

$$W_р = N_м \cdot 0{,}008 = 160000 \cdot 0{,}008 = 1280 \text{ м}^3\text{/рік,}$$

$$\text{або } W_д = \frac{W_р}{365} = \frac{1280}{365} = 3{,}5 \text{ м}^3\text{/д.}$$

13. При їх густині $\rho = 750$ кг/м^3 маса забруднень протягом доби становить

$$M = W_д \cdot \rho = 3{,}5 \cdot 750 = 2625 \text{ кг/д.}$$

При визначенні кількості затриманих забруднень, які утворилися при митті автомобілів, необхідно знати середню кількість забруднень від одного автомобіля, кількість автомобілів, що обслуговуються за добу, та продуктивність мийних машин.

Приклад 2.3. Розрахувати біологічні ставки глибокого доочищення біологічно очищених стічних вод за такими даними: витрати стічних вод $Q_д$ = 3900 м^3/д; БСК$_{повн}$ води, що надходить $L_п = 20$ мг/дм^3; необхідне БСК$_{повн}$ очищеної води $L_в = 6$ мг/дм^3; середня температура стічних вод влітку $T_л = 20\,°C$; взимку $T_з = 14\,°C$. Приклад схеми біологічного ставка представлено на (рис 2.1).

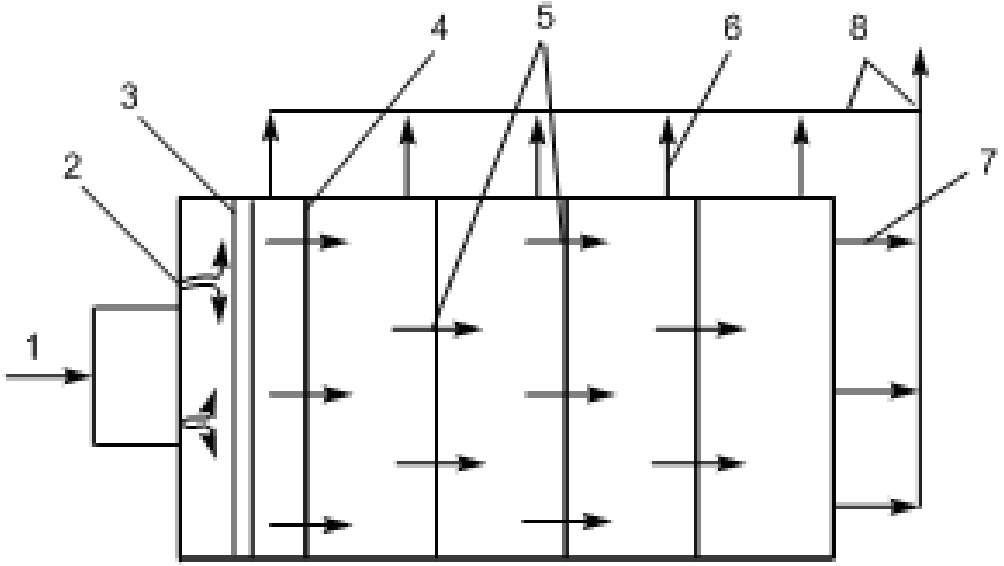

Рис. 6.1. – Схема п'ятиступеневого біологічного ставку:
1 – подача стічних вод; 2 – впуск; 3 – поперечні стінки з фашин або з плоту; 4 – розподільні валки; 5 – перепускні лотки; 6 – запасні випуски для спорожнення ставу; 7 – випуски очищених стічних вод; 8 – відвідний канал.

Розв'язання

1 Запроектуємо двохступеневі біологічні ставки з природною аерацією. Спочатку визначається тривалість перебування стічних вод в першому ступені, прийнявши ефект очищення таким, що дорівнює 50 % ($БСК_{повн}$ після першого ступеня $L_1 = 10$ мг/дм^3):

в літній період

$$t_л^1 = \frac{1}{\alpha K'_л} \lg \frac{L_п}{L_1} = \frac{1}{0,85 \cdot 0,07} \lg \frac{20}{10} = 5,04 \text{ д};$$

в зимовий період

$$t'_з = \frac{1}{\alpha K'_з} \lg \frac{L_п}{L_1} = \frac{1}{0,85 \cdot 0,053} \lg \frac{20}{10} = 6,66 \text{ д},$$

де $K'_л = 0,07$ і $K'_з = 0,053$; α – коефіцієнт об'ємного використання кожного ступеню ставку; α' – теж, для останнього ступеню; α і α' – приймаються для штучних ставків з **відношенням довжини секції до ширини 20:1 і більше** – 0,8...0,9, при відношенні 1:1...3:1 або для ставків, збудованих на основі природних місцевих водоймищ (озер, запруд тощо);

2. Тривалість перебування стічних вод в другому ступені біологічних ставків:

$$t_л^2 = \frac{1}{\alpha K} \lg \frac{L_1 - L_з}{L_в - L_з} = \frac{1}{0,85 \cdot 0,06} \lg \frac{10-3}{6-3} = 7,22 \text{ д};$$

$$t_з^2 = \frac{1}{0,85 \cdot 0,46} \lg \frac{10-2}{6-2} = 7,67 \text{ д}.$$

де $L_з$ – залишкова $БСК_{повн}$, приймається влітку 2...3 мг/дм^3, взимку – 1...2 мг/дм^3; К – константа швидкості споживання кисню, д$^{-1}$, для ставків глибокого очищення при температурі води Т=20°С для першого ступеня $K_1 = 0,07$, для другого – 0,06, для решти – 0,05...0,04; для одноступеневого ставку $K = 0,06$.

За розрахунковий приймається зимовий час року.

3. Визначаються об'єми першого і другого ступенів біологічних ставків:

$$V_1 = Q_д \cdot t'_з = 3900 \cdot 6,66 = 25974 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = Q_д \cdot t^2_з = 3900 \cdot 7,67 = 29913 \text{ м}^3.$$

4. Обчислюється необхідна площа для першого ступеня біологічних ставків:

для літнього періоду

$$F^1_л = \frac{Q_д \cdot C_п (L_п - L_в)}{\alpha (C_п - C_в) z} = \frac{3900 \cdot 9,02(20-10)}{0,85 \cdot (9,02-2) \cdot 3,5} = 16844 \text{ м}^2,$$

для зимового періоду

$$F^1_з = \frac{3900 \cdot 10,26(20-10)}{0,85 \cdot (10,26-2) \cdot 3,5} = 16283 \text{ м}^2.$$

$C_п$ – розчинність кисню у воді в залежності від температури повітря, мг/дм^3, приймається за табл. 6.7; $C_в$ – концентрація кисню, необхідна у випусковій воді, мг/дм^3; z – величина атмосферної аерації, дорівнює 3…4 г/(м^2 д).

Таблиця 6.7 – Розчинність кисню в чистій воді при тиску 0,1 МПа

Температура, °С	**$C_п$, мг/дм^3**	**Температура, °С**	**$C_п$, мг/дм^3**
5	12,79	20	9.02
10	11,27	22	8,67
12	10,75	24	8,33
14	10,26	26	8,02
16	9,82	28	7,72
18	9,4		

Отже, для забезпечення достатньої кількості кисню на протязі всього року площа першого ступеня біологічних ставів повинна бути 16844 м^2.

5. Визначається необхідна площа другого ступеня:

$$F_л^2 = \frac{3900 \cdot 9,02 \cdot (10-6)}{0,85 \cdot (9,02-2) \cdot 3,2} = 6738 \text{ м}^2;$$

$$F_з^2 = \frac{3900 \cdot 10,26 \cdot (10-6)}{0,85 \cdot (10,26-2) \cdot 3,5} = 6513 \text{ м}^2.$$

6. Обчислюється максимальна глибина біологічних ставків:

першого ступеня

$$H_1 = V_1 / F_л^1 = 25974/16844 = 1,54 \text{ м};$$

другого ступеня

$$H_2 = V_2 / F_л^2 = 29913/6738 = 4,44 \text{ м}.$$

7. Глибину ставків з природною аерацією рекомендується приймати рівною 0,5...1 м. Приймаємо глибину першого ступеню ставку $H_1 = 0,9$ м, другого – $H_2 = 1$ м. Тоді загальна площа першого і другого ступенів буде дорівнювати:

$$F^1 = V_1 / H_1 = 25974/0,9 = 28806 \approx 29000 \text{ м}^2;$$

$$F^2 = V_2 / H_2 = 29913/1,0 = 29913 \approx 30000 \text{ м}^2.$$

8. Приймаємо 4 паралельно працюючих біологічних ставки по два ступені в кожному.

Площа секції першого ступеня:

$$S_{F^1} = 29000/4 = 7250 \text{ м}^2.$$

Площа секції другого ступеня:

$$S_{F^2} = 30000/4 = 7500 \text{ м}^2.$$

Розміри кожної секції першого ступеню 18 × 403 м, другого – 18 × 417 м.

3. Варіанти завдань для розрахунку

Задача 3.1. Визначити розмір збору за рік за скиди забруднюючих речовин в (водний об'єкт згідно варіанта (таблиця 6.4)), якщо відомо, що підприємство щоквартально скидає (таблиця 6.8).

Скиди нормативні протягом I – IV кварталів за виключенням (Т) днів. При роботі джерела скиду у понадлімітному режимі кількість забруднюючих речовин, що поступали у водний об'єкт кожної доби, на (М) % перевищувала нормативне значення.

Крім зазначеного протягом року підприємством було скинуто: 1,356 т речовини А з ОБРВ 0,0005 мг/м^3 (варіант 1-10); 2,456 т речовини Б з ОБРВ 0,3 мг/м^3 (варіант 11-20); 0,0705 т речовини В з ОБРВ 0,0432 мг/м^3 (варіант 21-30), 13,72 т речовини Г з ОБРВ 10,01 мг/м^3 (варіант 31-40). Режим джерела скиду безперервний; 1 квартал дорівнює 90 днів.

Таблиця 6.8 – Вихідні дані для розрахунку

Речовина, т	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Азот амонійний	3,07	40,09	34,97	15,00	56,32	41,01	5,15	9,2	45,87	52,13
Органічні речовини (за показниками БСК$_5$)	21,01	12,45	18,57	23,14	30,1	45,67	18,35	10,53	92,65	0,491
Завислі речовини	1,12	103,45	8,456	1,97	9,32	1,06	0,86	7,2	6,27	5,678
Т, дні	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
М, %	15	20	33	27	35	46	54	48	56	67

Продовження таблиці 6.8

Речовина, т	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Нафтопро-дукти	3,07	40,09	34,97	15,00	56,32	41,01	5,15	9,2	25,87	52,13
Нітрати	21,01	12,45	48,57	23,14	90,1	45,67	18,35	7,53	92,65	1,491
Нітрити	31,12	10,45	8,456	71,97	9,32	10,06	4,86	7,2	6,27	5,678
Т, дні	6	14	35	28	75	39	45	41	46	58
М, %	19	22	43	37	75	56	34	88	16	97
Речовина, т	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Сульфати	23,07	40,09	34,97	15,00	6,32	41,01	5,15	19,2	25,87	52,13
Фосфати	25,01	72,45	48,57	3,14	91,1	45,67	18,35	7,53	92,65	21,491
Хлориди	31,12	10,45	18,456	71,97	9,32	10,06	24,86	17,2	16,27	15,678
Т, дні	75	17	55	40	55	33	25	44	55	52
М, %	15	26	33	29	32	56	64	78	66	27
Речовина, т	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
Азот амонійний	13,07	40,09	34,97	15,00	6,32	41,01	5,15	19,2	25,87	22,13
Нітрити	5,01	12,45	28,57	13,14	51,1	25,67	8,35	9,53	52,65	21,491
Фосфати	21,12	11,45	18,456	71,97	9,32	10,06	24,86	17,2	16,27	15,678
Т, дні	19	11	35	29	35	37	55	42	55	52
М, %	35	22	43	37	35	46	54	48	56	67

Задача № 3.2. Підібрати тип і кількість решіток для станції очистки продуктивністю $Q_д$, м^3/д (таблиця 6.9).

Таблиця 6.9 – Вихідні дані для розрахунку

Продуктивність станції очистки води	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
$Q_д$, м^3/д	30000	31000	32000	33000	34000	35000	36000	37000	38000	39000
Продуктивність станції очистки води	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
$Q_д$, м^3/д	41000	42000	43000	44000	45000	46000	47000	48000	49000	49500
Продуктивність станції очистки води	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
$Q_д$, м^3/д	21000	22000	23000	24000	25000	26000	27000	28000	29000	29500
Продуктивність станції очистки води	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
$Q_д$, м^3/д	41000	42000	43000	44000	45000	46000	47000	48000	49000	50000

Приклад 3.3. Розрахувати біологічні ставки глибокого доочищення біологічно очищених стічних вод за такими даними (таблиця 6.10 витрати стічних вод $Q_д$ = 3900 м^3/д; БСК$_{повн}$ води, що надхо-

дить $L_п = 20$ мг/дм^3; необхідне БСК$_{повн}$ очищеної води $L_в = 6$ мг/дм^3; середня температура стічних вод влітку $T_л = 20$ °С; взимку $T_з = 14$ ºС.

Таблиця 6.10 – Вихідні дані для розрахунку

Вихідні дані	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
$Q_д$, м^3/д	3500	3520	3540	3560	3580	3600	3620	3640	3660	3680
$L_п$, мг/дм^3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	22
$T_л$, °С	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$T_з$, ºС	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13
Вихідні дані	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
$Q_д$, м^3/д	3700	3720	3740	3760	3780	3800	3820	3840	3860	3880
$L_п$, мг/дм^3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	22
$T_л$, °С	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$T_з$, ºС	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13
Вихідні дані	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
$Q_д$, м^3/д	3900	3920	3940	3960	3980	4000	4020	4040	4060	4080
$L_п$, мг/дм^3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	22
$T_л$, °С	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$T_з$, ºС	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13
Вихідні дані	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
$Q_д$, м^3/д	4100	4120	4140	4160	4180	4200	4220	4240	4260	4280
$L_п$, мг/дм^3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	22
$T_л$, °С	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$T_з$, ºС	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13

Контрольні запитання

1. Загальна характеристика методів очищення стічних вод.
2. Характеристика механічного очищення стічних вод.
3. Характеристика біологічного очищення стічних вод та доочищення стічних вод.
4. Характеристика фізико-хімічного очищення стічних вод.
5. Харакфтеристика нейтралізації стічних вод.
6. Характеристика коагулювання стічних вод.
7. Характеристика сорбційного очищення стічних вод.
8. Характеристика іонообмінного очищення стічних вод.
9. Характеристика флотації та електрохімічного очищення стічних вод.
10. Характеристика процесів екстракції, евапорації та кристалізації стічних вод.
11. Характеристика обеззаражування стічних вод і випуск їх у водоймища.
12. Характеристика дезінфекції стічних вод хлором та негативні наслідки хлорування води.
13. Характеристика знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням.
14. Характеристика озонування стічних вод.
15. Характеристика випуску стічних вод у водоймища.
16. Характеристика утилізація осадів і контроль якості стічних вод.
17. Класифікація та склад осадів стічних вод.
18. Основні напрямки утилізації осадів стічних вод.
19. Утилізація та переробка мулових осадів стічних вод.
20. Характеристика контролю за складом стічних вод.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7
Методики визначення обсягів утворення відходів та розмірів відшкодування збитків

Мета роботи: практичне вивчення студентами методик розрахунку обсягів утворення і розмірів відшкодування збитків, які заподіяні навколишньому природному середовищу держави в результаті накопичення різних видів відходів.

1. Основні поняття та роз'яснення

1.1. Ставки податку за розміщення окремих видів надзвичайно небезпечних відходів:

1) обладнання та прилади, що містять ртуть, елементи з іонізуючим випромінюванням, – 506,44 гривні за одиницю;

2) люмінесцентні лампи – 8,81 гривні за одиницю.

1.2. Ставки податку за розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки відходів (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 – Ставки податку за розміщення відходів залежно від класу небезпеки та рівня небезпечності відходів

Клас небезпеки відходів	Рівень небезпечності відходів	Ставка податку, гривень за 1 тонну
I	надзвичайно небезпечні	822,52
II	високонебезпечні	29,96
III	помірно небезпечні	7.52
IV	малонебезпечні	2,93
	малонебезпечні нетоксичні відходи гірничодобувної промисловості	0.29

1.3. За розміщення відходів, на які не встановлено клас небезпеки, застосовується ставка податку, встановлена за розміщення відходів I класу небезпеки.

За розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів, ставки податку, зазначені у пунктах 1.1-1.3 збільшуються у три рази.

Коефіцієнт до ставок податку, який встановлюється залежно від місця (зони) розміщення відходів у навколишньому природному середовищі.

Місце (зона) розміщення відходів	Коефіцієнт
В адміністративних межах населеного пункту або на відстані менш як 3 км від таких меж	3
На відстані від 3 км і більше від адміністративних меж населеного пункту	1

1.4. Ставки податку за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені).

Суми податку, який справляється за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені), обчислюються платниками податку експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій, включаючи експлуатуючі організації (оператори) дослідницьких реакторів, самостійно щокварталу на основі показників виробництва електричної енергії, ставки (проіндексованої ставки) податку, а також пропорційно обсягу та активності радіоактивних відходів виходячи з фактичного об'єму радіоактивних відходів, утворених за базовий податковий (звітний) період, і з фактичного об'єму радіоактивних відходів, та коригуючого коефіцієнта за формулою [7, 20-25]:

$$АЕС = Оп \times Н + (рнс \times С1нс \times V1нс + рв \times С1в \times V1в) + 1/32 (рнс \times С2нс \times V2нс + рв \times С2в \times V2в),$$

де АЕС – сума податку, який справляється за утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій, обчислена за базовий податковий (звітний) період гривень з копійками;

Оп – фактичний обсяг електричної енергії, виробленої за базовий податковий (звітний) період експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій, кВт·год (для дослідницьких реакторів дорівнює 0);

Н – проіндексована ставка податку, який справляється за електричну енергію, вироблену експлуатуючими організаціями (операторами) атомних електростанцій, що переглядається у разі потреби один раз на рік, гривень за 1 кВт·год;

1/32 – коефіцієнт реструктуризації податку за накопичені до 1 квітня 2009 року радіоактивні відходи (коефіцієнт діє з 1 квітня 2011 року до 1 квітня 2019 року, протягом іншого періоду дорівнює 0);

рв – коригуючий коефіцієнт для високоактивних відходів, наведений у таблиці 1.2;

рнс – коригуючий коефіцієнт для середньоактивних та низькоактивних відходів, наведений у таблиці 7.2;

С1нс – собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, утворених їх виробниками за базовий податковий (звітний) період, гривень з копійками (таблиця 7.3);

С1в – собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) високоактивних радіоактивних відходів, утворених їх виробниками за базовий податковий (звітний) період, гривень з копійками (таблиця 1.3);

С2нс – собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, накопичених їх виробниками до 1 квітня 2009 року, гривень з копійками (таблиця 7.3);

С2в – собівартість зберігання 1 куб. метра (1 куб. сантиметра радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання) високоактивних радіоактивних відходів, накопичених їх виробниками до 1 квітня 2009 року, гривень з копійками (таблиця 7.3);

V1нс – фактичний об'єм низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, прийнятих до сховища експлуатуючих організацій (операторів) атомних електростанцій за базовий податковий (звітний) період, куб. метрів (куб. сантиметрів – для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

V1в – фактичний об'єм високоактивних радіоактивних відходів, прийнятих до сховища експлуатуючих організацій (операторів) атомних електростанцій за базовий податковий (звітний) період, куб. метрів (куб. сантиметрів – для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

V2нс – фактичний об'єм низькоактивних і середньоактивних радіоактивних відходів, накопичених у сховищах експлуатуючих організацій (операторів) атомних електростанцій до 1 квітня 2009 року, куб. метрів (куб. сантиметрів – для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

V2в – фактичний об'єм високоактивних радіоактивних відходів, накопичених у сховищах експлуатуючих організацій (операторів) атомних електростанцій до 1 квітня 2009 року, куб. метрів (куб. сантиметрів – для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання).

Суми податку, який справляється за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк, обчислюються платниками податку – виробниками радіоактивних відходів самостійно щокварталу на підставі ставок (проіндексованих ставок) податку, пропорційно до строку зберігання таких відходів понад установлений строк за формулою:

$$S\ \text{зберігання} = N \times V \times T\ \text{зберігання},$$

де S зберігання – сума податку, який справляється за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк, обчислена за базовий податковий (звітний) період, календарний квартал, гривень з копійками;

N – ставка податку (проіндексована ставка податку, обчислена за формулою, наведеною у пункті 1.5 цього розділу), який справляється за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк;

V – фактичний об'єм радіоактивних відходів, які зберігаються у виробника таких відходів понад установлений особливими умовами ліцензії строк, куб. метрів (куб. сантиметрів – для радіоактивних відходів, представлених у вигляді джерел іонізуючого випромінювання);

T зберігання – кількість повних календарних кварталів, протягом яких радіоактивні відходи зберігаються понад установлений особливими умовами ліцензії строк.

1.4.1. Ставка податку за утворення радіоактивних відходів виробниками електричної енергії – експлуатуючими організаціями ядерних установок (атомних електростанцій), включаючи вже накопичені, становить 0,0074 гривні у розрахунку на 1 кВт-год виробленої електричної енергії.

Коригуючий коефіцієнт, який встановлюється для експлуатуючих організацій ядерних установок (атомних електростанцій) залежно від активності радіоактивних відходів (таблиця 7.2).

Таблиця 7.2. – Значення коригуючого коефіцієнту

Категорія відходів	**Коефіцієнт**
Високоактивні	50
Середньоактивні та низькоактивні	2

Ставки податку за тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк (таблиця 7.3).

Таблиця 7.3 – Ставки податку за тимчасове зберігання радіоактивних відходів

Категорія відходів	**Ставки податку за тимчасове зберігання радіоактивних відходів (крім відходів, представлених як джерела іонізуючого випромінювання), гривень за 1 куб. метр**	**Ставка податку за тимчасове зберігання радіоактивних відходів, представлених як джерела іонізуючого випромінювання, гривень за 1 куб. сантиметр**
Високоактивні	352509,3	11750,51
Середньоактивні та низькоактивні	6580,17	2350,06

1.5. Індексація ставок податку

З 1 січня року, що настає проводиться індексація ставок податку за формулою:

$$Н_{б_i} = \text{Сб х дI},$$

$Н_{б_i}$ – проіндексована ставка податку в поточному році, гривень з копійками (з округленням до двох десяткових знаків після коми) за 1 тонну (1 куб. метр, 1 куб. сантиметр, 1 кВт·год, одиницю);

Сб – базова ставка податку, гривень за 1 тонну (1 куб. метр, 1 куб. сантиметр, 1 кВт·год, одиницю);

дI – добуток індексів споживчих цін (індексів інфляції) за попередні роки починаючи з року набрання чинності ПКУ, а для нововведених ставок податку – починаючи з року їх введення, десятковим дробом з точністю до чотирьох знаків;

I – індекс споживчих цін (індекс інфляції) встановленим законом України про Державний бюджет України на відповідний рік, у відсотках.

1.6. Суми податку, який справляється за розміщення відходів (Прв), обчислюються платниками самостійно виходячи з фактич-

них обсягів розміщення відходів, ставок (проіндексованих ставок) податку та коригуючих коефіцієнтів за формулою:

$$П_{РВ} = \sum_{i=1}^{n} (М_{л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_T \cdot К_O)$$

де $Н_{б_i}$ – ставки (проіндексовані ставки) податку в поточному році за тонну і-того виду відходів, у гривнях з копійками (з округленням до двох десяткових знаків), які обчислюються за формулою, наведеною у пункті 1.5.

Млі – обсяг відходів і-того виду у тоннах (т);

Кт – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів, наведено у пункті 1.3 цього розділу;

Ко – коригуючий коефіцієнт дорівнює 1, якщо забезпечується повна ізоляція відходів на звалищах від впливу на НПС, або дорівнює 3 у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і грунту.

1.7. Методика розрахунку об'ємів утворення відходів металообробки

1.7.1. Металева стружка (IV клас небезпеки)

Кількість металевої стружки, що утвориться при обробці металу, визначається по формулі:

$$M = Q \cdot k_{стр}/100, \text{ т/рік} \qquad (7.1)$$

де: Q – кількість металу, що надходить на обробку, т/рік,

$k_{стр}$ – норматив утворення металевої стружки, %, (приблизно 10-15 %, більш точно визначається за даними інвентаризації).

1.7.2. Металовмісний пил (III клас небезпеки)

Наведено розрахунок кількості пилу для верстатів, обладнаних вентиляцією і пиловловлюваною установкою.

1. При наявності погодженого ГДВ кількість металовмісного пилу, що утвориться при роботі металообробних верстатів і

збирається в бункері пиловловлюваного апарата, визначається за формулою:

$$M = M_{ГДВ} \cdot \eta/(1- \eta), \text{ т/рік}$$

де: $M_{ГДВ}$ – валовий викид металевого пилу за даними проекту ГДВ, т/рік,

η – ступінь очищення в пиловловлюваному апараті (за даними проекту ГДВ), частки від 1 (0÷1).

2. При відсутності погодженого ГДВ кількість металовмісного пилу, що утвориться при роботі металообробних верстатів і збирається в бункері пиловловлюваного апарата, визначається за формулою:

$$M = \Sigma\ 3{,}6 \cdot K_i\ T_i \cdot \eta/(1- \eta) \cdot 10^{-3}, \text{ т/рік} \qquad (7.2)$$

де: K_i – питоме виділення металевого пилу при роботі верстата і-го виду, г/с (таблиця 7.4); T_i – кількість годин роботи в рік верстата і-го виду, година/рік.

Підсумовування проводиться по всіх видах устаткування, від якого здійснюється відведення повітря в даний пиловлюваний апарат.

Таблиця 7.4 – Еколого-технологічні характеристики верстатів

Найменування технологічної операції, вид оброблюваного матеріалу[1]	**Найменування верстатного устаткування**	**Потужність головного двигуна, кВт**	**Питоме виділення металевого пилу, г/с, K_i**
1	2	3	4
1. Обробка різанням чавунних деталей без застосування ЗОР	Токарські верстати, у тому числі:		
	1.1 Токарські верстати й автомати малих і середніх розмірів	0,65-5,5	0,0063
	1.2 Токарські одношпиндельні автомати поздовжнього гостріння	0,65-5,5	0,00181

Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4
	1.3 Токарські багатошпиндельні напівавтомати	14,0-28,0	0,0097
	1.4 Токарські багато різцеві автомати	1,0-20,0	0,0097
	1.5 Токарно-гвинторізні верстати		0,0056
	1.6 Фрезерні верстати, у тому числі		0,0139
	1.6.1 Повздожно-фрезерні		0,0029
	1.6.2 Вертикально-фрезерні		0,0042
	1.6.3 Карусельно-фрезерні		0,0042
	1.6.4 Горизонтально-фрезерні		0,0167
	1.6.5. Фрезерні спеціальні		0,0057
	1.6.6.Зубофрезерні	2,0-20,0	0,0011
	1.6.7 Барабанно-фрезерувальні	2,0-20,0	0,03
	1.7 Свердлильні верстати, у тому числі	1,0-10,0	0,0011
	1.7.1 Вертикально-свердлильні	1,0-10,0	0,0022
	1.7.2 Спеціально-свердлильні (глибоко свердління)	1,0-10,0	0,0083
	1.8. Розточувальні верста-ти, у тому числі	1,0-10,0	0,0021

Продовження таблиці 7.4

1	2	3	4
	1.8.1 Вертикально-розточувальні й похило-розточувальні	1,0-10,0	0,0029
	1.8.2 Спеціально-розточувальні	1,0-10,0	0,0054
	1.9 Зубодовбильні верстати	0,65-0,7	0,0003
2. Комплексна обробка чавунних виробів	2.1 Верстати типу “оброб-ний центр” зі ЧПУ мод. 2204ВМФ11 та інші.		0,0131
3. Обробка різанням бронзи й інших кольорових металів	3.1 Токарські		0,0025
	3.2 Фрезерні		0,0019
	3.3 Свердлильні		0,0004
	3.4 Розточувальні		0,0007
	3.5. Відрізні		0,014
	3.6 Кварцевальні		0,008
4. Обробка різанням берилієвої бронзи	4.1.Токарські		0,0001
	4.2. Фрезерні		0,000014
	4.3. Свердлильні		0,001
	4.4. Розточувальні		0,00003
5. Обробка різанням свинцевих бронз	5.1.Токарські		0,0008
	5.2. Фрезерні		0,0006
	5.3. Свердлильні		0,0012
	5.4 Розточувальні		0,0002
6. Обробка різанням алюмінієвих бронз	6.1. Токарські		0,00005
	6.2 Фрезерні		0,000022
	6.3 Свердлильні		0,000047
	6.4 Розточувальні		0,00008

[1]склад металевого пилу в залежності від виду оброблюваного матеріалу

1.8. Методика розрахунку об'ємів утворення відходів відпрацьованих елементів живлення

Відпрацьовані акумулятори і акумуляторні батареї можуть здаватися на переробку в зборі або в розібраному стані. Якщо акумулятори розбираються, то утворюються наступні види відходів: 1) лом кольорових металів (залежно від типу акумулятора), 2) пластмаса (пластмасовий корпус батареї), 3) осад від нейтралізації електроліту

Вага відпрацьованих акумуляторів з електролітом дорівнює:

$$M = \sum N_i \text{ x } m_i \text{ x } 10^{-3}$$

де N_i – кількість використовуваних акумуляторів і-ої марки, шт./рік;

m_i – вага одного акумулятора і-ої марки з електролітом (таблиця 1.5), кг.

Підсумовування здійснюється по всіх марках акумуляторів.

Вага відпрацьованих акумуляторних батарей без електроліту (I клас небезпеки) розраховується по формулі:

$$M = \sum N_i \text{ x } m^{бе}_i \text{ x } 10^{-3} \text{ т/рік} \qquad (7.3)$$

де $m^{бе}_i$ – вага акумуляторної батареї і-го типу без електроліту (табл. 7.5), кг.

Кількість відпрацьованого електроліту (II клас небезпеки) визначається за формулою:

$$M = \sum N_i \text{ x } m^{e}_i \text{ x } 10^{-3}, \text{ т/рік}, \qquad (7.4)$$

де m^{e}_i – вага електроліту в акумуляторі і-ої марки (таблиця 7.5), кг;

$m^{e}_i = V_i$ x p; або $m^{e}_i = m_i - m^{бе}_i$;

де V_i – об'єм електроліту в акумуляторі і-ої марки, кг;

p – густина електроліту, кг/л.

Підсумовування здійснюється по всіх марках акумуляторів.

Нейтралізація електроліту кислотних акумуляторів здійснюється гашеним або негашеним вапном.

Нейтралізація електроліту негашеним вапном відбувається за наступним рівнянням реакції:

$$H_2SO_4 + Ca\,(OH)_2 = CaSO_4\,2H_2O.$$

Кількість осаду, що утвориться $CaSO_4\,2H_2O$ відповідно до рівняння реакції дорівнює:

$$M_{осад} = 172 \text{ x } M_{електроліту} \text{ x } C/98, \text{ т};$$

де $M_{електроліту}$ – кількість відпрацьованого електроліту, т;

С – масова частка сірчаної кислоти в електроліті, С = 0,35;

172 – молекулярна вага кристалогідрату сульфату кальцію;

98 – молекулярна вага сірчаної кислоти.

Кількість вапна ($M_{вапна}$), необхідного для нейтралізації електроліту розраховується за формулою:

$$M_{вапна} = 74 \text{ x } M_{електроліт} \text{ x } C / 98/P, \text{ т};$$

де 74 – молекулярна вага гідроксиду кальцію;

Р – масова частка активної частини у вапні (Р = 0,4-0,9 залежно від марки і сорту вапна).

Кількість домішок вапна ($M_{домішок}$), що перейшло в осад, становить:

$$M_{домішок} = M_{вапна} \text{ x } (1\text{-}P).$$

Вміст води в осаді розраховується по формулі:

$$M_{води} = M_{електроліту} \text{ x } (1\text{-}C).$$

Кількість вологого осаду (II клас небезпеки), що утвориться, з урахуванням домішок у вапні дорівнює:

$$M_{осад\ вологий.} = M_{осад} + M_{домішок} + M_{вода}. \quad (7.5)$$

Вологість осаду дорівнює:

$$M_{вода} / M_{осад\ вологий} \times 100.$$

Таблиця 7.5 –Акумулятори і акумуляторні батареї (свинцеві)

Тип акумуляторів	Маса, кг		Експлуатаційний термін служби, T_i	Кількість зарядно-розрядних циклів, k_i
	Без електроліту, $m^{бе}_i$	З електролітом, m_i		
1	2	3	4	5
Акумулятори й акумуляторні батареї для мотоциклів і моторолерів				
1) 3МТ-8	1,4	1,8	2 роки	120
2) 3МТР-10	2,3	2,9	1 рік	100
3) 3МТ-12	3,6	4,0	2 роки	-
4) 3МТ-14А	2,0	2,5	1,5 року	-
5) 3МТ-8А	1,3	1,6	2 роки	-
Акумулятори й акумуляторні батареї стартерні				
6) 3СТ-215ЭМ	34,0	43,0	3 роки	100
7) 6СТК-150М	61,0	73,0	2 роки	-
8) 12-АСА-150	130,0	160,0	2,5 роки	-
9) 12-А-30	24,3	27,8	2 роки	-
10) 12-А-50	24,3	27,8	2 роки	-
11) 6СТ-182ЭМ	56,0	70,7	2 роки	-
12) 26ВН-440-02	889,2	1157,0	2 роки	-
13) 6СТ-55ЭМ	11,2	16,5	1,5 року	-
14) 6СТ-90ЭМ	28,3	35,7	-	-
15) 6СТ-132ЭМ	41,0	51,0	-	-
16) 6СТ-155ЭМ	23,1	9,2	-	-

Продовження таблиці 7.5

1	2	3	4	5
17) 3СТ-215А	26,0	34,2	1 рік	-
18) 6СТ-105ЭМ	31,0	39,2	3 роки	-
19) 6СТК-135МС	53,0	68,0	2 роки	125
20) 6СТ-140Р	51,0	62,0	3 роки	120
21) 12СТ-70М	58,0	67,5	2 роки	80
22) 6СТ-55ЭМ	17,5	21,1	3 роки	-
23) 6СТ-75ЭМ	23,8	30,5	2 роки	-
24) 6СТ-60	19,5	25,0	1 рік	-
25) 6СТЭН-140М	52,5	62,0	3 роки	-
26) 6СТ-50А	12,5	16,7	2 роки	-
27) 6СТ-190А	45,0	60,0	2 роки	-
28) 3СТ-60ЭМ	12,0	14,8	-	-
29) 3СТ-70ПМС	15,0	18,2	-	-
30) 3СТ-84ПМС	17,2	20,6	-	-
31) 3СТ-95	17,5	21,7	-	-
32) 3СТ-98ПМС	19,4	23,8	-	-
33) 3СТ-110	19,5	24,4	-	-
34) 3СТ-135ЭМ	23,0	29,0	-	-
35) 3СТ-150	24,0	20,1	-	-
36) 3СТ-150ЭМ	21,1	27,2	-	-
37) 3СТ-155ЭМ	22,7	28,8	-	-
38) 6СТ-42ЭМ	15,5	19,3	-	-
39) 6СТ-45	16,0	19,8	-	-
40) 6СТ-45ЭМ	16,0	19,8	-	-
41) 6СТ-50ЭМ	15,9	20,8	-	-
42) 6СТ-54ЭМ	19,3	24,1	-	-
43) 6СТ-55	17,0	21,8	-	-
44) 6СТ-60ЭМ	19,2	24,7	-	-
45) 6СТ-66	13,3	19,0	-	-
46) 6СТ-68ЭМС	24,5	30,7	-	-
47) 6СТ-75	25,0	31,3	-	-

Продовження таблиці 7.5

1	2	3	4	5
48) 6СТ-75ТМ	21,7	28,1	-	-
49) 6СТ-75А	19,5	25,4	-	-
50) 6СТ-77А	15,2	22,1	-	-
51) 6СТ-78	28,0	35,6	-	-
52) 6СТ-81ЭМС	28,0	35,6	-	-
53) 6СТ-90	28,5	36,1	-	-
54) 6СТ-95ЭМС	33,0	41,1	-	-
55) 6СТ-105	31,0	39,9	-	-
56) 6СТ-105ЭМС	37,3	46,2	-	-
57) 6СТ-110А	23,3	32,5	-	-
58) 6СТ-120ЭМС	41,3	51,5	-	-
59) 6СТ-128	42,0	58,0	-	-
60) 6СТ-132	41,0	51,2	-	-
61) 6СТ-165ЭМС	56,5	70,6	-	-
62) 6СТ-182	60,0	74,6	-	-
63) 6ТСТ-182	55,5	76,4	-	-
64) 6СТ-190	58,0	73,2	-	-
65) 6СТ-190ТМ	56,1	70,6	-	-

1.9. Методика розрахунку обсягів утворення відходів відпрацьованих люмінесцентних ламп

Розрахунок кількості відпрацьованих люмінесцентних ламп проводиться за формулою:

$$N = \sum n_i \times T_i \times t_i / k_i \text{ шт./рік.} \quad (7.6)$$

Вага відходів, що утворюються визначається за формулою:

$$M = N \times m_i \text{ т/рік.} \quad (7.7)$$

де n_i – кількість встановлених ламп і-тої марки, шт.

Ti – кількість робочих днів у році;

ti – середній час роботи однієї лампи і-тої марки протягом доби, годин;

ki – експлуатаційний термін служби ламп і-тої марки лампи (табл.7.6), годин;

mi – вага однієї лампи і-тої марки (табл.7.6), граммах.

Усереднений склад ртутьвмісних ламп: скло (IV клас небезпеки) – 92 %; ртуть (I клас небезпеки) – 0,02 %; інші метали (IV клас небезпеки) – 2 %; інші матеріали (III клас небезпеки) – 5,98 %.

Таблиця 7.6 – Вихідні дані ламп (для розрахунку)

№ п/п	Тип лампи	Експлуатаційний термін служби ламп, годин, k_i	Вага лампи, грам, m_i	Примітка
1	2	3	4	5
1.	ЛБ 4	6000	25	Лампи розрядні низького тиску люмінесцентні (ртутьвмісні)
2.	ЛБ 4-2	6000	24	
3.	ЛБ 6	7500	32	
4.	ЛБ 6-2	6000	32	
5.	ЛБ 8	7500	40	
6.	ЛБ 8-5	6000	38	
7.	ЛБ 13	7500	75	
8.	ЛБ 13-2	6000	68	
9.	ЛБ 15-1	15000	118	
10.	ЛБ 15-Э	15000	118	
11.	ЛБ 18-1	12000	110	
12.	ЛБ 18-Э	12000	110	
13.	ЛБ 20--1	15000	170	
14.	ЛБ 20-2	15000	170	
15.	ЛБ 20-Э	15000	170	
16.	ЛБ 30-1	15000	190	

Продовження таблиці 7.6

1	2	3	4	5
17.	ЛБ 30-Э	15000	190	
18.	ЛБ 36	12000	210	
19.	ЛБ 36-Э	12000	210	
20.	ЛБ 30-1Э	12000	210	
21.	ЛБ 40	12000	210	
22.	ЛБ 40-1	15000	320	
23.	ЛБ 40-1Ж	4000	320	
24.	ЛБ 40-Э	15000	320	
25.	ЛБ 40-1Э	15000	320	
26.	ЛБ 58	12000	290	
27.	ЛБ 65	12000	290	
28.	ЛБ 65-1	15000	450	
29.	ЛБ 80	12000	450	
30.	ЛБ 80-1	12000	450	
31.	ЛБА 40-1	13000	320	
32.	ЛБЕ 10	6000	70	
33.	ЛБЕ 15	6000	100	
34.	ЛБК 22	7500	205	
35.	ЛБК 32	7500	300	
36.	ЛБК 40	7500	405	
37.	ЛБР 3	1000	20	
38.	ЛБР 4	1000	25	
39.	ЛБР 4-2	1000	25	
40.	ЛБР 20	7500	175	
41.	ЛБР 40	11000	330	
42.	ЛБР 65	11000	390	
43.	ЛБР 80	11000	390	

Продовження таблиці 7.6

1	2	3	4	5
44.	ЛБС 20	12000	175	
45.	ЛБС 40	12000	340	
46.	ЛБУФ 36	10000	240	
47.	ЛБЦТ 36	15000	210	
48.	ЛБЦТ 40	13000	320	
49.	ЛБ U8Б3	7500	50	
50.	ЛБ U30	15000	300	
51.	ЛГ 20	7500	170	
52.	ЛГ 40	10000	320	
53.	ЛД 16	15000	118	
54.	ЛД 20	13000	170	
55.	ЛД 30	15000	190	
56.	ЛД 40	15000	320	
57.	ЛД 40-1	15000	320	
58.	ЛД 65	13000	450	
59.	ЛД 80	12000	450	
60.	ЛД 80-1	12000	450	
61.	ЛДС 20	12000	175	
62.	ЛДС 40	12000	340	
63.	ЛДЦ 15-1	15000	118	
64.	ЛДЦ 15-Э	15000	118	
65.	ЛДЦ 18	12000	110	
66.	ЛДЦ 18-Э	12000	110	
67.	ЛДЦ 20	13000	170	
68.	ЛДЦ 20-Э	13000	170	
69.	ЛДЦ 30-1	15000	190	
70.	ЛДЦ 30-1Э	15000	190	

Продовження таблиці 7.6

1	2	3	4	5
71.	ЛДЦ 36	15000	210	
72.	ЛДЦ 36-Э	12000	210	
73.	ЛДЦ 36-1Э	12000	210	
74.	ЛДЦ 40-1	15000	320	
75.	ЛДЦ 40-Э	15000	323	
76.	ЛДЦ 40-1Э	15000	320	
77.	ЛДЦ 65	13000	450	
78.	ЛДЦ 80	12000	450	
79.	ЛДЦА 40-1	13000	320	
80.	ЛДЦС 20	12000	175	
81.	ЛДЦС 40	12000	340	
82.	ЛДЦУФ 40	13000	400	
83.	ЛЕЦ 8	7500	40	
84.	ЛЕЦ 13	7500	70	
85.	ЛЕЦ 16	7500	150	
86.	ЛЕЦ 18	12000	110	
87.	ЛЕЦ 18-Э	12000	110	
88.	ЛЕЦ 20	13000	130	
89.	ЛЕЦ 20-1	13000	170	
90.	ЛЕЦ 36	12000	210	
91.	ЛЕЦ 36-Э	12000	210	
92.	ЛЕЦ 40-1	13000	320	
93.	ЛЕЦ 40И	7500	170	
94.	ЛЕЦ 58	12000	290	
95.	ЛЕЦ 60И	10000	320	
96.	ЛЕЦ 65	13000	450	
97.	ЛЕЦ U22	7500	180	

Закінчення таблиці 7.6

1	2	3	4	5
98.	ЛЕЦ U30	15000	300	
99.	ЛЕЦК 22	7500	205	
100.	ЛЖ 40	10000	320	
101.	ЛЗ 40	10000	320	
102.	ЛК 40	10000	320	
103.	ЛР 40	10000	320	
104.	ЛР 40-1	15000	320	
105.	ЛС 15	15000	120	
106.	ЛС 30	15000	200	
107.	ЛТБ 15	15000	118	
108.	ЛТБ 20	13000	170	
109.	ЛТБ 30	15000	190	
110.	ЛТБ 40-1	15000	320	
111.	ЛТБ 65	13000	450	
112.	ЛТБ 80	12000	450	
113.	ЛТБ 40Б3	7000	325	
114.	ЛТБ 40Б3-1	7000	325	
115.	ЛТБС 20	12000	175	
116.	ЛТБС 40	12000	340	

1.10. Методи розрахунку обсягів утворення деревних відходів

1.10.1. Кускові відходи деревини

Кількість кускових відходів деревини (IV клас небезпеки), що утворюються в процесі деревообробки, визначається за формулою:

$$M = V \times p \times C / 100, \text{ т/рік} \qquad (7.8)$$

де V – об'єм оброблюваної деревини в рік, $м^3$;

р – щільність деревини (таблиця 7.7), $т/м^3$ (застосовується залежно від виду деревини);

С – кількість кускових відходів деревини від витрати сировини (таблиця 1.8), % (застосовується залежно від виду продукції).

Об'єм кускових відходів деревини, що утворяться, визначається по формулі:

$$Vк = Мк / р \times k, м3/рік,$$

де Мк – кількість кускових відходів, що утворяться, т/рік;
k – коефіцієнт повнодеревності кускових відходів (відрізків пиломатеріалів), k = 0,57.

1.10.2. Стружки і деревний пил

Кількість деревної стружки (IV клас небезпеки) і пилу (III клас небезпеки), при відсутності пиловловлюваного обладнання, визначається за формулою:

$$Мст.пил = Мст + Мпил = V \times р \times Сст/100 + V \times р \times Спил/100, т/рік \quad (7.9)$$

де Мст – кількість відходів стружки, т/рік;

Мпил – кількість відходів пилу, т/рік;

V – об'єм оброблюваної деревини в рік, $м^3$;

р – щільність деревини, $т/м^3$ (застосовується залежно від виду деревини);

Сст – кількість відходів стружок від витрати сировини (таблиця 1.8), % (застосовується залежно від виду продукції);

Спил – кількість відходів пилу від витрати сировини (таблиця 1.8), % (застосовується залежно від виду продукції).

Об'єм стружки і пилу визначається по формулі:

$$Vст.пил = Мст / р \times kст + Мпил / р \times kпил, м^3/рік,$$

де kст – коефіцієнт повнодеревності стружки, k = 0,11;

kоп – коефіцієнт повнодеревності пилу, k = 0,28.

Кількість деревної стружки і пилу, при наявності пиловловлюваного обладнання, визначається по формулі:

$$Мст.пил = [Vст.пил \times р \times (Сст + Спил) / 100] \times [(1 – 0,9) \times \times Кп /100 \times (1 – \eta)], т/рік, \quad (7.10)$$

де 0,9 – коефіцієнт ефективності місцевих пилосмоків.

Кп – коефіцієнт вмісту пилу у відходах залежно від способу механічної обробки деревини (таблиця 7.9) (пиляння, стругання, шліфування і т.п.), %;

η – коефіцієнт ефективності пиловловлюваного устаткування, у частках 1 (0-1).

Таблиця 7.7 – Показники щільності деревини

№ п/п	Вид деревини	Щільність деревини, р, т/м^3			
		Суха	Транспортна вологість	Напівсуха	Сира
1.	Фанера і ДСП	0,8	0,8	-	-
2.	Береза	0,65	0,67	0,69	0,88
3.	Бук	0,65	0,67	0,69	0,88
4.	Дуб	0,72	0,75	0,78	0,99
5.	Ялина	0,45	0,47	0,52	0,71
6.	Кедр	0,44	0,46	0,51	0,70
7.	Модрина	0,67	0,69	0,77	1,04
8.	Липа	0,50	0,52	0,58	0,75
9.	Вільха	0,52	0,54	0,61	0,78
10.	Осика	0,50	0,52	0,58	0,75
11.	Ялиця європейська	0,45	0,47	0,52	0,71
12.	Ялиця сибірська	0,37	0,38	0,43	0,59
13.	Сосна	0,51	0,53	0,59	0,81
14.	Ясен	0,70	0,73	0,76	0,96

При розрахунку ваги деревини середньорічна вологість пиломатеріалів приймається: сухих матеріалів – 15 %; Напівсухих матеріалів: хвойних і м'яколистяних порід – 40 %; твердолистяних порід – 30 %; сирих матеріалів: хвойних порід – 90 %; м'яколистяних порід – 80 %; твердолистяних порід – 60 %; транспортна вологість всіх порід – 22 %.

Таблиця 7.8 – Відходи деревообробки

Вид виробництва	**Вид сировини**	**Кількість відходів, % від об'єму сировини**		
		кускові, С	**стружки, $С_{ст}$**	**пил, $С_{пил}$**
1	2	3	4	5
1) Шпалопиляння	Шпальний кряж	12,5	-	9,8
2) Ящикові комплекти із круглих пиломатеріалів	Тарний кряж	26,5	1,4	18,0
	Сировина для технологічної переробки	42,0	1,0	20,0
3) Ящикові комплекти з неструганих пиломатеріалів	Пиломатеріали хвойних порід	16,0	-	10,0
4) Ящикові комплекти зі струганих пиломатеріалів		16,0	11,0	10,0
Середнє по хвойних породах		16,0	2,0	10,0
5) Ящикові комплекти з неструганих пиломатеріалів	Пиломатеріали листяних порід (включаючи березу)	20,0	-	12,0
6) Ящикові комплекти зі струганих пиломатеріалів		20,0	10,0	12,0
Середнє по листяних породах		20,0	2,0	12,0

Продовження таблиці 7.8

1	2	3	4	5
7) Середнє по пиломатеріалах змішаних порід і видам ящикових комплектів		18,0	2,0	11,0
8) Заготівлі для клепки	Круглий ліс	21,5	-	18,0
	Заготівлі для клепки	10,0	20,0	3,0
9) Сірникове	Круглий ліс	15,0	41,0	2,0
10) Лижне		36,5	18,0	11,0
ДОМОБУДІВНИЦТВО				
11) Стандартні будинки	Пиломатеріали	13,0	4,0	4,0
12) Комплекти деталей для стандартних будинків		13,0	14,0	4,0
13) Віконні й дверні блоки		22,0	10,0	7,0
14) Дошки підлоги		5,0	20,0	2,0
15) Лиштви		5,0	36,0	3,0
16) Плінтуси		5,0	30,0	3,0
МАШИНОБУДУВАННЯ (стругання заготовок для:)				
17) Автобудування	Пиломатеріали	23,0	15,0	2,0
18) Вагонобудування		19,0	19,0	3,0
19) с/г машинобудування		35,0	20,0	3,0
МЕБЛЕВЕ ВИРОБНИЦТВО				
20) Чорнові меблеві заготівлі (ЧМЗ)	Пиломатеріали, заготівлі	30,0	17,0	6,5
	Пиломатеріали хвойних порід	25,0	-	9,0
	Пиломатеріали твердолистяних порід і берези	41,0	-	7,0

Продовження таблиці 7.8

1	2	3	4	5
21)Чисті меблеві заготівлі	ЧМЗ хвойних порід	8,2	22,0	0,6
	ЧМЗ твердолистяних порід	10,5	28,8	1,2
	Пиломатеріали хвойних порід	28,5	15,0	9,5
	Пиломатеріали твердолистяних порід і берези	46,5	15,0	7,5
22)Деталі й заготівлі	Деревні плити, фанера	15,0	-	1,5
	Стругання шпону	-	43,0	1,0
	Лущення шпону	-	48,0	1,0
	Круглий ліс	15,0	32,0	4,0
23)Паркетна фриза, паркет штучний, паркетні щити	Пиломатеріали твердолистяних порід і берези	41,0	13,0	8,0
	Паркетна фриза	4,0	24,0	2,0

Таблиця 7.9 – Коефіцієнт вмісту пилу у відходах

Найменування верстатів	**Коефіцієнт вмісту пилу у відходах, % Кп**
1	2
Круглопильні верстати	
1) Прирізний верстат ПДК-4	36
2) Подільно-рейковий ПР-2	36
3) Прирізний багатопильний ПМР-1	36
4) Торцювальний ПИВ-2	36
5) Торцювальний ЦПА	35
6) Кінцевирівнювач двопильний Ц2ДО12	34

Продовження таблиці 7.9

1	2
Верстати формативні чотирьохпильні з головками ЦФ-2	
7) СР-6	12,5
8) СР-12	12,5
9) СР-18	12,5
Рейсмусові однобічні верстати	
10) СР-3	12,5
Рейсмусові двосторонні верстати	
11) 32Р8	12,5
12) 32Р12	12,5
13) 32Р16	12,5
Чотирибічні стругальні верстати	
14) СК-15	12,5
Стрічковопильні верстати	
15) Стрічковопильний детальний ЛД-140	34,0
16) Стрічковопильний столярний ЛС-80	34,0
Стругальні верстати	
17) Фуговальні з ручною подачею СФ-3, СФ-4, СФ-6	12,5
18) Фуговальні з механічною подачею СФА-4, СФА-6	12,5
Свердлильні й довбальні верстати	
19) Свердлильний вертикальний з автоподачею СВА	18,0
20) Свердлильний горизонтальний СВПА	18,0
21) Цепнодовбильний ДЦА-2	18,0

Закінчення таблиці 7.9

1	2
Шліфувальні верстати	
22) Зі зведеною стрічкою ШлСП	90,0
23) Стрічковий з нерухомим столом ШлНС	90,0
24) З диском і бобіною ШлДБ	90,0
25) Із двома дисками Шл2Д	90,0
26) Трициліндрові Шл3Ц-3 і Шл3СВ	90,0
27) З16-4	12,5
28) З16-5	12,5
29) СП-30	12,5
30) С-26	12,5
Фрезерні верстати	
31) Ф-4	12,0
32) Ф-5	12,0
33) Ф-6	12,0
34) Фрезерний з автоподачею ФА-4	12,0
35) Карусільно-фрезерний Ф1ДО	12,0
Шипорізні верстати	
36) Однобічний рамний ШО-6	16,0
37) Однобічний рамний ШО-10	16,0
38) Шипорізний рамний ШД-10	16,0
Універсальні круглопильні верстати	
39) З6	30,0
40) УП	30,0

1.11. Методика розрахунку об'ємів утворення відходів, що утворюються при використанні лакофарбових матеріалів

В результаті проведення робіт з фарбування виробів утворяться бочки з під розчинника, бляшані банки з під фарби, ємності з під лакофарбових матеріалів, фільтри з лакофарбовими матеріалами, шлам гідрофільтрів і т.д.

1.11.1.Тара

Кількість відходів тари визначається за формулою:

$$P = \sum Qi/Mi \text{ x } mi \text{ x } 10\text{-}3$$

де Qi – витрата сировини і-го виду, кг ;
Mi – вага сировини і-го виду в упакуванні, кг;
mi – вага порожнього упакування з під сировини і-го виду, кг.

1.11.2. Шлам гідро фільтрів (II клас небезпеки)

Кількість шламу, що видаляється з ванн гідрофільтрів фарбувальних камер, визначається за формулою:

$$M = mк \text{ x } \delta a \text{ x } (1\text{-}fa) \text{ x } kг/(1\text{-}B), \qquad (7.11)$$

де mк – витрата фарби, використовувана для покриття, т/рік;

δa – частка фарби, загублена у вигляді аерозолю (таблиця 7.10), %/100;

fa – частка летучої частини (розчинника) у лакофарбових матеріалах (таблиця 7.11), %/100;

kг – коефіцієнт очищення повітря в гідрофільтрі, %/100.

Приймається по паспорту на гідрофільтр (0,86-0,97),

B – вологість шламу, що видаляється з ванни гідрофільтру, %/100.

Зазвичай приймається B = 0,6-0,7.

Таблиця 7.10 – Частка фарби, загублена у вигляді аерозолю

№ п/п	Спосіб фарбування	Частка фарби, загублена у вигляді аерозолю, %/100 (δ_a)
1.	Пневматичний	0,3
2.	Безповітряний	0,025
3.	Гідроелектростатичний	0,01
4.	Пневмоелектростатичний	0,035
5.	Електростатичний	0,003
6.	Гаряче розпилення	0,2

Таблиця 7.11 – Частка летючої частини (розчинника) у лакофарбових матеріалах

Спосіб фарбування	Марка лакофарбових матеріалів	Частка летючої частини (розчинника) у лакофарбо-вих матеріалах (f_a)
1	2	3
Шпаклівки	1) ПФ-02	0,25
	2) НЦ-007	0,35
	3) НЦ-008	0,7
	4) НЦ-173	0,969
	5) ЭП-0010	0,1
	6) ХВ-005	0,67
	7) МЧ-0054	0,11
Ґрунтовки	8) АК-070	0,86
	9) ГФ-017	0,51
	10) ГФ-021	0,45
	11) ГФ-119	0,47
	12) ГФ-030	0,2475
	13) ВЛ-02	0,79
	14) ВЛ-023	0,74
	15) НЦ-0135	0,63

Продовження таблиці 7.11

1	2	3
	16) НЦ-0140	0,8
	17) НЦ-0205	0,61
	18) ПФ-002	0,35
	19) ПФ-020	0,43
	20) ФЛ-087	0,47
	21) ХС-010	0,67
	22) ХС-059	0,64
	23) ХС-068	0,69
	24) МЛ-029	0,4
	25) МЧ-0054	0,11
Емалі	26) АС-182	0,47
	27) АК-194	0,72
	28) АК-1102	0,805
	29) ГФ-92	0,51
	30) ГФ-92ГМ	0,45
	31) ГФ-92ГС	0,43
	32) ГФ-92ХС	0,44
	33) ГФ-820	0,5
	34) МЛ-12	0,495
	35) МЛ-152	0,57
	36) МЛ-158	0,158
	37) МЛ-165	0,51
	38) МЛ-197	0,49
	39) МЛ-242	0,44
	40) МЛ-279	0,5
	41) МЛ-283	0,45
	42) МЛ-629	0,44

Продовження таблиці 7.11

1	2	3
	43) МЛ-1156	0,49
	44) МС-17	0,57
	45) МС-160	0,57
	46) МС-226	0,5
	47) НЦ-1125	0,6
	48) ПФ-115	0,45
	49) ПФ-133	0,5
	50) ПФ-167	0,4
	51) ПФ-188	0,445
	52) ПФ-218ГС	0,275
	53) ПФ-283	0,5
	54) ПФ-837	0,53
	55) ПФ-1105	0,39
	56) ПФ-1189	0,47
	57) ПФ-1126	0,57
	58) ПЭ-220	0,35
	59) ПЭ-232	0,35
	60) ПЭ-250	0,35
	61) ПЭ-250ПМ	0,43
	62) ПЭ-250М	0,43
	63) ПЭ-251Б	0,25
	64) ПЭ-251	0,25
	65) ПЭ247	0,4
	66) ПЭ-246	0,08
	67) ПЭ-265	0,08
	68) В-ПЭ-1179	0,74
	69) ПЭ-276	0,095

Продовження таблиці 7.11

1	2	3
	70) ЭП-51	0,765
	71) ЭП-140	0,535
	72) ЭП-148	0,35
	73) ЭП-255	0,365
	74) ЭП-525	0,29
	75) ЭП-773	0,38
	76) ЭП-1236	0,59
	77) ХВ-16	0,785
	78) ХВ-110	0,615
	79) ДО-811	0,645
	80) ДО-822	0,65
	81) ДО-935	0,3
	82) ХС-119	0,685
	83) ХС-119Е	0,685
	84) ХС-75В	0,685
	85) ХС759	0,69
	86) ФЛ-5233	0,875
	87) ВЛ-515	0,72
Лаки	88) АК-113	0,93
	89) АК-113Ф	0,91
	90) БТ-99	0,56
	91) БТ-577	0,63
	92) БТ-985	0,6
	93) БТ-987	0,6
	94) БТ-988	0,6
	95) ГФ-92	0,455
	96) ГФ-95	0,51

Закінчення таблиці 7.11

1	2	3
	97) КФ-965	0,65
	98) ЛБС-1	0,45
	99) ЛБС-21	0,32
	100) МЛ-92	0,475
	101) МЛ-133	0,55
	102) МЧ-52	0,3876
	103) НЦ-211	0,76
	104) НЦ-218	0,7
	105) НЦ-222	0,831
	106) НЦ-223	0,78
	107) НЦ-224	0,670,75
	108) ПЭ-251Б	0,25
	109) УР-231	0,7
	110) Бакелітовий лак 180	0,57
	111) ПФ-170	0,5
	112) ФЛ-559	0,6
	113) ФЛ-582	0,65
	114) Нітрополітура НЦ-314	0,86
	115) Що розрівнює рідина РМЕ	0,94
	116) Розподільна рідина НЦ-313	0,969
	117) Полірувальна рідина № 18	0,97
	118) Прискорювач 25	0,9
	119) Прискорювач 30	0,9
	120) Паста полірувальна	0,15

Для розчинників δа =1,0

1.11.3. Фільтри з лакофарбовими матеріалами (III клас небезпеки)

Кількість фільтрів з лакофарбовими матеріалами визначається по формулі:

$$M = Мфм + [mк \times \delta a \times (1\text{-}fa) \times kф/(1\text{-}B)],$$

де Мфм – витрата фільтрувального матеріалу, т/рік;

kф – коефіцієнт очищення повітря фільтруючим елементом, т/рік. Приймається за паспортом на очисне обладнання.

При зануренні, струминному обливі, електроосажденні і покритті лаком у лаконаливних машинах виділення аерозолю не відбувається.

1.12. Методика розрахунку обсягів утворення нафтошламових відходів

Для резервуарів з дизельним паливом, що відноситься до нафтопродуктів 2 групи, і для резервуарів з мазутом, що відноситься до нафтопродуктів 3 групи кількість нафто шламу, що утворюється складається з осаду і нафтопродуктів, що налипнули на стінках резервуара.

Для резервуарів з бензином, що відноситься до нафтопродуктів 1 групи, у розрахунках кількість нафто шламу переважно складається з осаду нафтопродуктів, які утворилися на дні резервуару.

Розрахунок кількості нафто шламу (II клас небезпеки), що утвориться від зачищення резервуарів зберігання палива з урахуванням питомих нормативів утворення проводиться за формулою:

$$M = V \times k \times 10^{-3}, \text{ т/рік} \qquad (7.12)$$

де V – річний обсяг палива, що зберігається в резервуарі, т/рік;

k – питомий норматив утворення нафто шламу на 1 т палива, що зберігається, кг/т;

– для резервуарів з бензином k = 0,04 кг на 1 т бензину;

– для резервуарів з дизельним паливом k = 0,9 кг на 1 т дизельного палива;

– для резервуарів з мазутом k = 46 кг на 1 т мазуту.

1.13. Методика розрахунку обсягів утворення відпрацьованих шин

Розрахунок кількості відпрацьованих шин (III клас небезпеки) з металокордом і тканинним кордом проводиться окремо. Розрахунок кількості відпрацьованих шин (т/рік) від автотранспорту проводиться за формулою:

$$M = \sum N_i \times n_i \times m_i \times L_i / L_{Hi} \times 10^{-3}, \text{ (т/рік)} \qquad (7.13)$$

де N_i - кількість автомашин і-ої марки, шт.,

n_i – кількість шин, встановлених на автомашині і-ої марки, шт.;

m_i – вага однієї зношеної шини даного виду (таблиця 7.12), кг;

L_i – середній річний пробіг автомобіля і-ої марки, тис. км/рік,

L_{Hi} - норма пробігу рухомого складу і-ої марки до заміни шин (таблиця 7.12), тис. км.

Таблиця 7.12 – Норми пробігу рухомого складу до заміни шин і маса зношених шин

Тип шин	**Норми пробігу, тис. км** L_{Hi}	**Маса зношеної шини** m_i**, кг**
Легкові автомобілі		
1) діагональні	33	6.4
2) діагональні 155-13/6.15-13	27	7.6
3) діагональні 5.90-13	25	8.9
4) діагональні з універсальним малюнком протектора	38	10.7
5) радіальних з текстильним брекером	40	12.1
6) радіальних з металокордним брекером	44	7.6

1.14. Методи розрахунку обсягів утворення відходів моторного і трансмісійного мастила (II клас небезпеки) від автомобілів

Розрахунок кількості відпрацьованого моторного і трансмісійного масла через витрату палива проводиться за формулою:

$$M = \sum N_i \times q_i \times L_i \times n_i \times H \times p_0 \times 0{,}0001 \text{ (т/рік)}, \qquad (7.14)$$

де N_i – кількість автомашин і-ої марки, шт.;

q_i – норма витрати палива на 100 км пробігу (таблиця 7.13), л/100 км;

L_i – середній річний пробіг автомобіля і-ої марки, тис. км/рік;

n_i – норма витрати масла на 100 л палива, л/100 л;

– норма витрати моторного масла для карбюраторного двигуна n = 2,4 л/100 л;

– норма витрати моторного масла для дизельного двигуна n = 3,2 л/100 л;

– норма витрати трансмісійного масла для карбюраторного двигуна n = 0,3 л/100 л;

– норма витрати трансмісійного масла для дизельного двигуна n = 0,4 л/100 л;

Н – норма збору відпрацьованих нафтопродуктів, частки від 1; Н = 0,12 – 0,15;

ро – густина відпрацьованого масла, кг/л, ро = 0,9 кг/л.

Таблиця 7.13 – Лінійні норми витрати палива на 100 км пробігу для автомобільного транспорту

№ п/п	Марка автомобіля	Норма витрати палива на 100 км пробігу q_i, л/100 км	Вид використовуваного палива (Д – дизельне паливо, Б – бензин)
1	2	3	4
Легкові автомобілі			
1.	ВАЗ-1111	6,5	Б
2.	ВАЗ-2101, -21011, -21013, -21016	8,5	Б

Продовження таблиці 7.13

1	2	3	4
3.	ВАЗ-2102, -21021, -21022	8, 5	Б
4.	ВАЗ-2103	9,0	Б
5.	ВАЗ-21033, -21035	8,5	Б
6.	ВАЗ-2104, -21043	8,5	Б
7.	ВАЗ-2105, -21051, -21053	8,5	Б
8.	ВАЗ-2106, -21061, -21063	9,0	Б
9.	ВАЗ-2107, -21072, -21074	8,5	Б
10.	ВАЗ-2108, -2108 “, -21081	8,0	Б
11.	ВАЗ-2109	8,0	Б
12.	ВАЗ-21093, -21099	7,5	Б
13.	ВАЗ-2121, -21211	12,0	Б
14.	ВАЗ-21213	11,5	Б
15.	ВАЗ-21213Б	12,1	Б
16.	ВАЗ-21218	11,9	Б
17.	ВАЗ-212182	12,3	Б
18.	ВАЗ-2302 “Бізон”	11,5	Б
19.	ГАЗ-13	20,0	Б
20.	ГАЗ-14	22,0	Б
21.	ГАЗ-М20, М20У, -М20М	13,5	Б
22.	ГАЗ-22, -22Б, -22У, -22М	13,0	Б
23.	ГАЗ-24	13,0	Б
24.	ГАЗ-24-01	13,5	Б
25.	ГАЗ-24-02	14,0	Б
26.	ГАЗ-24-03	13,5	Б
27.	ГАЗ-24-04	14,0	Б
28.	ГАЗ-24-10	13,0	Б
29.	ГАЗ-24-11	13,5	Б

Продовження таблиці 7.13

1	2	3	4
30.	ГАЗ-24-12 (із двиг. ЗМЗ-402, -402.10)	13,5	Б
31.	ГАЗ-24-12 (із двиг.ЗМЗ-4021, -4021.10)	14,0	Б
32.	ГАЗ-24-13 (із двиг. ЗМЗ-402, -402.10)	13,5	Б
33.	ГАЗ-24-13 (із двиг.ЗМЗ-4021, -4021.10)	14,0	Б
34.	ГАЗ-24-14	13,5	Б
35.	ГАЗ-24-07	16,5	Б
36.	ГАЗ-24-17	16,5	Б
37.	ГАЗ-24-25	16,5	Б
38.	ЗИЛ-41047	26,5	Б
39.	ИЖ-2125, -21251	10,0	Б
40.	Москвич-403, -403Б, -403М, -403Т	10,0	Б
41.	Москвич-407, -407Б, -407М, -407Т	10,0	Б
42.	Москвич-408, -408Б, -408ИЭ, -408М, -408П, -408СЭ, -408Т, -408Е, -408Ю	10,0	Б
43.	Москвич-412, -412ИПЭ, -412ИЭ,--412М, -412П, -412ПЮ, -412Е, -412Ю	10/0	Б
44.	Москвич-423, -423Н, -423Т, -423Е	10,0	Б
45.	Москвич-424, -424СЭ, -424Т	10,0	Б
46.	Москвич-426, -426ИЭ, -426Т	10, 0	Б
47.	МОСКВИЧ-427, -427ИЭ	10,0	Б
48.	МОСКВИЧ-2136, -2137, -2138, -21381	10,0	Б

Продовження таблиці 7.13

1	2	3	4
49.	МОСКВИЧ-2140, -21401, -21403	10,0	Б
50.	МОСКВИЧ-2141, -21412	10,0	Б
51.	Москвич-214122 (із двиг. УЗАМ-3317)	9,3	Б
52.	Москвич-214122 (із двиг. УЗАМ-3320)	9,6	Б
53.	ЛуАЗ-969А, -969М	12,0	Б
54.	ЛуАЗ-1302	11,0	Б
55.	УАЗ-469, -469А, -469Б	16,0	Б
56.	УАЗ-315100, -315101, -31512-01, -315201	16,0	Б
57.	УАЗ-31512	15, 5	Б
58.	УАЗ-31514	16, 7	Б
59.	УАЗ-31517 (із HR 492 НТА ф. “VM”)	11,0	Б
Самоскиди			
60.	Avia A-3 0ks	15, 0	Б
61.	БелАЗ-540, -540А	135,0	Б
62.	БелАЗ-548А	160,0	Д
63.	БелАЗ-549, -7509	270,0	Д
64.	БелАЗ-7510, -7522	135, 0	Д
65.	БелАЗ-7523, -7525	160,0	Д
66.	БелАЗ-7526	135,0	Д
67.	БелАЗ-7527	160, 0	Б
68.	БелАЗ-75401	150, 0	Б
69.	БелАЗ-7548	160, 0	Б
70.	БелАЗ-548ГД	200, 0	Б
71.	ГАЗ-САЗ-53Б	28,0	Б

Продовження таблиці 7.13

1	2	3	4
72.	ГАЗ-САЗ-3 509	27, 0	Б
73.	ГАЗ-САЗ-35101	28, 0	Б
74.	ЗИЛ-ММЗ-554, -55413, -554М	37, 0	Д
75.	ЗИЛ-ММЗ-45023	50, 0	Д
76.	ЗИЛ-ММЗ-138АБ	37,5	Д
77.	КАЗ-600, -600АВ, -600Б, -600У	36,0	Д
78.	САЗ-3 502	28,0	Д
79.	САЗ-3503, -3504	26,0	Д
80.	КамАЗ-55118	31,0-	Д
81.	IFA-W50/A	19,0	Д
82.	IFA-W50/K	24,0	Д
83.	КАЗ-4540	28,0	Д
84.	КамАЗ-55102	32,0	Д
85.	КамАЗ-55102 (із двигуном ЯМЗ-238)	35,0	Д
86.	КамАЗ-5511	34,0	Д
87.	КамАЗ-55111	36,5	Д
88.	КрАЗ-222, -222Б	50,0	Д
89.	КрАЗ-256, -256Б, -256Б1, -256Б1С	48,0	Д
90.	КрАЗ-6505	50,0	Д
91.	КрАЗ-6510	48,0	Д
92.	Magirus-232D19R	30,0	Д
93.	Magirus-290D2 6R	44, 0	Д
94.	МАЗ-205	33,0	Д
95.	МАЗ-503, -503А, -503Б, -503У, -503М	28,0	Д
96.	МАЗ-510, -510Б, -510У, -510М	28,0	Д

Продовження таблиці 7.13

1	2	3	4
97.	МАЗ-511, -512	28,0	Д
98.	МАЗ-513, -513А	28,0	Д
99.	МАЗ-5549, -5551	28,0	Д
100.	МоАЗ-75051	85,0	Д
101.	Tatra-138Sl, -138S3	36,0	Д
102.	Tatra-T815Cl, -T815C1A, -T815C3	42,0	Д
103.	Урал-5557	34,0	Д
104.	Урал-55571 (із двигуном ЯМЗ-236)	34,5	Д
Легкові автомобілі і мікроавтобуси закордонного виробництва			
105.	Mersedes-Benz 308D (5M)	9,5	Б
106.	Volkswagen Transporter 2.4 (5M)	9,5	Б
107.	Chevrolet Suburban 5.7 (4A)	18,5	Б
108.	Chevrolet Tahoe 5.7 V8 4WD (4A)	18,0	Б
109.	Chevrolet Tahoe 5.7 V8 4WD (5M)	17,0	Б
110.	Ford Club Wagon (4A)	20,0	Б
111.	Ford Mondeo GLX 1.8i (3A)	9,0	Б
112.	Ford Scorpio 2.0 (5M)	8,5	Б
113.	Mersedes-Benz E200 (5M)	9,5	Б
114.	Mersedes-Benz E230 (5M)	9,5	Б
115.	BMV 750 ILA (5A)*8	13,0	Б
116.	Mitsubishi Pajero 3500 V6/24V (4A)	18,5	Б
117.	Nissan Maxima QX 2.0 SLX (5M)	12,0	Б
118.	Nissan Primera 1.6 (5M)	7,3	Б
119.	Opel Tigra 1.6i (5M)	7,5	Б

Закінчення таблиці 7.13

1	2	3	4
120.	Peugeot 20S (5M)	7,0	Б
121.	SAAB’ SO’0’0- CDE, “CSE (SM)	9,7	Б
122.	Toyota Lexus LS400 (4A)	12,8	Б
123.	Volkswagen Golf Variant CL 1.8 (5M)	9,0	Б
124.	Volkswagen Polo 1.6 (5M)	6,5	Б
125.	Volkswagen Vento GL 18/90 (5M)	9,0	Б
126.	Volkswagen Transporter 20 (5M)	11,0	Б
127.	Volvo 850 GLT (5M)	10,0	Б
128.	Volvo 940 (4A)	11,0	Б
129.	Volvo 940 (5M)	10,5	Б
130.	Volvo 960 (4A)	14,0	Б
131.	Volvo 960 25 (5M)	11,5	Б

2. Приклад розрахунків розмірів компенсації збитків за наднормативні викиди

Задача. Розрахувати суми збору за розміщення у навколишньому природному середовищі відходів за таких умов:

– у межах ліміту підприємство розмістило відходи згідно даних, наведених в таблиці 7.14.

1) понад ліміту було розміщено: 2,230 т сміття будівельного. Усі відходи належать до IV класу небезпеки;

2) місце розміщення відходів: полігон. Полігон знаходиться за межами населених пунктів на відстані 10 км від їх меж.

Розв’язання

Суми збору за розміщення відходів визначаються за формулою:

$$П_{РВ} = \sum_{i=1}^{n} (М_{Л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_Т \cdot К_О) + (М_{П_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_Т \cdot К_О \cdot К_П).$$

Таблиця 7.14 – Вихідні дані для розрахунку

Вид відходів	**Варіант №**
Лампи люмінесцентні, шт.	1905
Відпрацьовані прилади, шт. (I клас небезпеки)	4
Відпрацьований лужний електроліт (II клас небезпеки)	0,338
Брухт чорних металів, т (III клас небезпеки)	48,987
Брухт кольорових металів, т (III клас небезпеки)	1,098
Дерев'яна тара, т (IV клас небезпеки)	26,300
Картонна паперова тара, т (IV клас небезпеки)	5,876

Згідно Податкового кодексу України, (ст. 246):
$Н_б^{люм.лампи}$= 8,81 грн/шт; $Н_б^{Iкл.}$= 822,52 грн/т; $Н_б^{IIкл.}$= 29,96 грн/т;
$Н_б^{IIIкл.}$= 7,52 грн/т; $Н_б^{IVкл.}$= 2,93 грн/т.

За таблицею, наведеною в (ПКУ, Розділ 8, ст. 246.5) знаходимо:

1) коригувальний коефіцієнт $К_т$, який враховує розташування місця розміщення відходів, який для місця розміщення відходів за межами населених пунктів на відстані 10 км від них дорівнює 1:

2) коригувальний коефіцієнт $К_0$, який враховує характер обладнання місця розміщення відходів. Для облаштованих полігонів він становить 1.

$$П_{РВ} = \sum_{i=1}^{n} (М_{л_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_Т \cdot К_О) + (М_{П_i} \cdot Н_{б_i} \cdot К_Т \cdot К_О \cdot К_П) =$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot \begin{bmatrix} (1905 \cdot 8{,}81) + 4 \cdot 822{,}52 + 0{,}338 \cdot 29{,}96 + 7{,}52 \cdot (48{,}987 + 1{,}098) + \\ + 2{,}93 \cdot (26{,}3 + 5{,}876) + 2{,}23 \cdot 2{,}93 \end{bmatrix} =$$

$$= 16783{,}05 + 3290{,}08 + 30{,}298 + 376{,}6392 + 94{,}27568 + 6{,}5339 = 20580{,}87678 \approx 20580{,}88\,(грн).$$

Відповідь: $П_{РВ}$ = 20580,88 грн.

3. Варіанти завдань для розрахунку збору за забруднення навколишнього природного середовища

Задача. Для підприємства розташованого в адміністративних межах населеного пункту розрахувати обсяги утворення відходів та суми збору за їх розміщення у навколишньому природному середовищі за таких умов:

1) у межах ліміту:

1.1) розрахувати обсяги утворення відходів металообробки (**металевої стружки і металовмісного пилу)** згідно даних, наведених в таблиці (табл. 7.15).

Таблиця 7.15 – Вихідні дані для розрахунку утворення відходів металообробки

Вихідні дані	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Q – кількість металу, що надходить на обробку, т/рік	15	16	17	18	19	20	21	22	22	23
$k_{стр}$ – норматив утворення металевої стружки, %	10	11	12	13	14	15	10,2	10,4	10,6	10,8
η – ступінь очищення в пиловловлюваному апараті (0-1)	0,15	0,25	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
T_i, год/рік	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
№ верстата з табл.1.4	1.1;	1.2;	1.3;	1.4;	1.5;	1.6;	1.6.1;	1.6.2;	1.6.3;	1.6.4;
	4.4;	5.1;	5.2;	5.3;	5.4;	6.1;	6.2;	6.3;	6.4;	1.1;

Продовження таблиці 7.15

Вихідні дані	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Q, т/рік	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
$k_{стр}$, %	11	11,2	11,4	11,6	11,8	12	12,2	12,4	12,6	12,8
η, в.о.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
T_i, год/рік	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
№ верстата з табл.1.4	1.6.5;	1.6.6;	1.6.7;	1.7	1.7.1;	1.7.2;	1.8;	1.8.1;	1.8.2;	1.9;
	2.1;	3.1;	3.2;	3.3;	3.4;	3.5;	3.6;	4.1;	4.2;	4.3;
Вихідні дані	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
Q, т/рік	24	25	26	27	28	29	30	31,5	30	32
$k_{стр}$, %	13	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9
η, в.о.	0,13	0,23	0,23	0,33	0,43	0,53	0,63	0,73	0,83	0,93
T_i, год/рік	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
№ верстата з табл.1.4	2.1;	3.1;	3.2;	3.3;	3.4;	3.5;	3.6;	4.1;	4.2;	4.3;
	4.4;	5.1;	5.2;	5.3;	5.4;	6.1;	6.2;	6.3;	6.4;	1.1;
Вихідні дані	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
Q, т/рік	24	25	26	27	28	23	20	21	22	25
$k_{стр}$, %	14	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	15
η, в.о.	0,12	0,22	0,22	0,32	0,42	0,52	0,62	0,72	0,82	0,92
T_i, год/рік	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900
№ верстата з табл.1.4	4.4;	5.1;	5.2;	5.3;	5.4;	6.1;	6.2;	6.3;	6.4;	1.1;
	1.1;	1.2;	1.3;	1.4;	1.5;	1.6;	1.6.1;	1.6.2;	1.6.3;	1.6.4;

1.2) розрахувати обсяги утворення відходів відпрацьованих елементів живлення (**масу відпрацьованих акумуляторних батарей без електроліту, кількість відпрацьованого електроліту і кількість вологого осаду після нейтралізації електроліту)** згідно даних, наведених в таблиці (табл. 7.16).

Таблиця 7.16 – Вихідні дані для розрахунку утворення відходів відпрацьованих елементів живлення

Вихідні дані	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
№ акум. з табл.1.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_i – кількість і-ої марки	20	30	40	50	60	70	20	30	40	50
№ акум. з табл.1.5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N_i – кількість і-ої марки	60	70	80	90	60	70	80	90	60	70
Вихідні дані	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
№ акум. з табл.1.5	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N_i – кількість і-ої марки	20	30	40	50	60	70	20	30	40	50
№ акум. з табл.1.5	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
N_i –кількість і-ої марки	60	70	80	90	60	70	80	90	60	70
Вихідні дані	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
№ акум. з табл.1.5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
N_i – кількість і-ої марки	20	30	40	50	60	70	20	30	40	50
№ акум. з табл.1.5	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
N_i –кількість і-ої марки	60	70	80	90	60	70	80	90	60	70

Продовження таблиці 7.16

Вихідні дані	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
№ акум. з табл.1.5	61	62	63	64	65	1	2	3	4	5
N_i –кількість і-ої марки	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5
№ акум. з табл.1.5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N_i –кількість і-ої марки	63	74	85	95	64	76	78	69	66	77

1.3) розрахувати обсяги утворення відходів (**кількість відпрацьованих ламп і масу відходів з них**) за **1,5 роки** цілодобової експлуатації згідно даних, наведених в таблиці (табл. 7.17).

Таблиця 7.17 – Вихідні дані для розрахунку утворення відходів відпрацьованих люмінесцентних ламп

Вихідні дані	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
№ лампи з табл.1.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N_i –кількість і-ої марки	210	220	230	240	210	220	230	240	210	220
№ лампи з табл.1.6	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N_i –кількість і-ої марки	360	370	380	390	360	370	380	390	360	370
№ лампи з табл.1.6	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
N_i –кількість і-ої марки	260	270	280	290	260	270	280	290	260	270

Продовження таблиці 7.17

Вихідні дані	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
№ лампи з табл.1.6	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
N_i –кількість і-ої марки	240	250	260	270	240	250	260	270	240	250
№ лампи з табл.1.6	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
N_i –кількість і-ої марки	320	330	340	350	360	370	320	330	340	350
№ лампи з табл.1.6	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
N_i –кількість і-ої марки	530	540	550	560	570	530	540	550	560	570
Вихідні дані	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
№ лампи з табл.1.6	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
N_i –кількість і-ої марки	320	330	340	350	360	370	320	330	340	350
№ лампи з табл.1.6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
N_i –кількість і-ої марки	230	240	250	260	270	280	230	240	250	260
№ лампи з табл.1.6	111	112	113	114	115	116	1	2	3	4
N_i –кількість і-ої марки	630	640	650	660	670	630	640	650	660	670
Вихідні дані	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ лампи з табл.1.6	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
N_i –кількість і-ої марки	320	330	340	350	360	370	320	330	340	350

Закінчення таблиці 7.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ лампи з табл.1.6	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
N_i –кількість і-ої марки	230	240	250	260	270	280	230	240	250	260
№ лампи з табл.1.6	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
N_i –кількість і-ої марки	630	640	650	660	670	630	640	650	660	670

1.4) розрахувати обсяги утворення деревних відходів (**кількість кускових відходів деревини, стружки і деревного пилу**) згідно даних, наведених в таблиці (табл. 7.18).

Таблиця 7.18 – Вихідні дані для розрахунку утворення деревних відходів

Вихідні дані	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
V – деревини в рік, $м^3$	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
Вид деревини табл.1.7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вид виробн. з табл.1.8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ верстата з табл.1.9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
η – коеф.пиловл. (0-1)	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Вихідні дані	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V – деревини в рік, $м^3$	400	500	600	700	800	400	500	600	700	800

Продовження таблиці 7.18

Вид деревини табл.1.7	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6
Вид виробн. з табл.1.8	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
№ верстата з табл.1.9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
η – коеф.пиловл. (0-1)	0,12	0,22	0,22	0,32	0,42	0,52	0,62	0,72	0,82	0,92
Вихідні дані	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
V – деревини в рік, $м^3$	800	900	1000	1100	800	900	1000	1100	800	900
Вид деревини табл.1.7	7	8	9	10	11	12	13	14	1	2
Вид виробн. з табл.1.8	22	23	1	2	3	4	5	6	7	8
№ верстата з табл.1.9	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
η – коеф.пиловл. (0-1)	0,13	0,23	0,23	0,33	0,43	0,53	0,63	0,73	0,83	0,93
Вихідні дані	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
V – деревини в рік, $м^3$	500	600	700	800	900	1000	500	600	700	800
Вид деревини табл.1.7	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вид виробн. з табл.1.8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
№ верстата з табл.1.9	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
η – коеф.пиловл. (0-1)	0,15	0,25	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95

1.5) розрахувати обсяги утворення лакофарбових відходів (**кількість шламу і фільтрів з лакофарбовими матеріалами**) згідно даних, наведених в таблиці (табл. 7.19).

Таблиця 7.19 – Вихідні дані для розрахунку утворення лакофарбових відходів

Вихідні дані	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
$m_к$ – витрата фарби,т	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Спосіб фарб. з табл.1.10	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
Марка лакофарбових матеріалів з табл.1.11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
$k_г$ – очищ. гідрофіл.,%/	0,7	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79
$K_ф$ очищ.фільтр.ел. в.о.	0,34	0,51	0,6	0,44	0,67	0,89	0,67	0,45	0,59	0,72
В – волог. шламу, в.о.	0,4	0,43	0,45	0,54	0,46	0,47	0,51	0,53	0,63	0,72
Відходи будівельних матеріалів, $м^3$	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Вихідні дані	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$m_к$ – витрата фарби,т	110	120	130	140	150	60	70	80	90	100
Спосіб фарб. з табл.1.10	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2

Продовження таблиці 7.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Марка лакофарбових матеріалів з табл.1.11	11	12	13	14	15	116	17	18	19	20
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
$k_г$ – очищ. гідрофіл.,%/	0,8	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
$K_ф$ очищ. фільтр.ел. в.о.	0,34	0,51	0,6	0,44	0,67	0,89	0,34	0,51	0,6	0,44
В – волог. шламу, в.о.	0,45	0,54	0,46	0,47	0,51	0,53	0,63	0,72	0,45	0,54
Відходи будівельних матеріалів, $м^3$	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Вихідні дані	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
$m_к$ – витрата фарби,т	130	140	150	60	70	80	90	130	140	150
Спосіб фарб. з табл.1.10	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Марка лакофарбових матеріалів з табл.1.11	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
$k_г$ – очищ. гідрофіл.,%/	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,95
$K_ф$ очищ. фільтр. ел. в.о.	0,44	0,67	0,89	0,67	0,45	0,59	0,72	0,44	0,67	0,89
В – волог. шламу, в.о.	0,4	0,43	0,45	0,54	0,46	0,47	0,4	0,43	0,45	0,54
Відходи будівельних матеріалів, $м^3$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Закінчення таблиці 7.19

Вихідні дані	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
$m_к$ – витрата фарби,т	40	50	60	70	80	90	100	40	50	60
Спосіб фарб. з табл.1.10	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
Марка лакофарбових матеріалів з табл.1.11	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
$k_г$ – очищ. гідрофіл.,%/	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
$K_ф$ очищ.фільтр.ел. в.о.	0,34	0,51	0,6	0,44	0,67	0,89	0,34	0,51	0,6	0,44
В – волог. шламу, в.о.	0,4	0,4	0,43	0,54	0,46	0,47	0,4	0,43	0,45	0,8
Відходи будівельних матеріалів, $м^3$	43	44	45	46	47	48	49	43	44	45

1.6) розрахувати обсяги утворення відходів (**кількість нафто шламу, відпрацьованих шин і відпрацьованого мастила**) згідно даних, наведених в таблиці (табл. 7.20).

Таблиця 7.20 – Вихідні дані для розрахунку утворення нафто шламу відпрацьованих шин

Вихідні дані	**Варіант**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V – бензину на зберіг. в резервуар. на рік, т	1500	2000	2500	2400	2700	2500	2600	3000	2900	1800

Продовження таблиці 7.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V – диз.пал. на зберіг. в резервуар. на рік, т	2000	2300	2400	3000	2900	3000	3100	4000	3700	3400
V – мазуту на зберіг. в резервуар. на рік, т	500	600	650	450	670	480	1000	980	770	680
Марка авто з табл.1.13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
N_i - кількість автомашин і-ої марки, шт.	4	6	10	12	23	17	13	12	9	11
n_i – кількість шин, шт.	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
Тип шин з табл.1.12	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
L_i – пробіг авт, тис км/рік	173	86	100	47	54	120	69	87	173	86
Вихідні дані	**Варіант**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
V – бензину на зберіг. в резервуар. на рік, т	2400	2700	2500	2600	3000	2900	1800	2400	2700	2500
V – диз.пал. на зберіг. в резервуар. на рік, т	3000	2900	3000	3100	4000	3700	3400	3000	2900	3000
V – мазуту на зберіг. в резервуар. на рік, т	450	670	480	1000	980	770	680	450	670	480

Продовження таблиці 7.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Марка авто з табл.1.13	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
N_i - кількість автомашин і-ої марки, шт.	14	26	13	12	23	17	13	2	6	5
n_i – кількість шин, шт.	8	10	12	4	6	8	8	10	12	4
Тип шин з табл.1.12	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
L_i -пробіг авт, тис км/рік	235	150	173	86	100	47	54	120	69	87
Вихідні дані	**Варіант**									
	21	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
V – бензину на зберіг. в резервуар. на рік, т	2500	2400	2700	2500	2600	3000	2900	2500	2400	2700
V – диз.пал. на зберіг. в резервуар. на рік, т	2400	3000	2900	3000	3100	4000	3700	2400	3000	2900
V – мазуту на зберіг. в резервуар. на рік, т	650	450	670	480	1000	980	770	650	450	670
Марка авто з табл.1.13	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
N_i - кількість автомашин і-ої марки, шт.	13	32	23	17	13	20	13	12	13	17

Закінчення таблиці 7.20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
n_i – кількість шин, шт.	8	10	12	4	6	8	8	10	12	4
Тип шин з табл.1.12	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
L_i -пробіг авт, тис км/рік	86	100	47	54	120	69	87	173	86	86
Вихідні дані	**Варіант**									
	31	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**
V – бензину на зберіг. в резервуар. на рік, т	2500	2400	2700	2500	2600	3000	2900	2500	2400	2700
V – диз.пал. на зберіг. в резервуар. на рік, т	2400	3000	2900	3000	3100	4000	3700	2400	3000	2900
V – мазуту на зберіг. в резервуар. на рік, т	650	450	670	480	1000	980	770	650	450	670
Марка авто з табл.1.13	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
N_i - кількість автомашин і-ої марки, шт.	3	12	13	14	13	2	13	6	15	17
n_i – кількість шин, шт.	8	10	12	4	6	8	8	10	12	4
Тип шин з табл.1.12	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
L_i -пробіг авт, тис км/рік	86	100	47	54	120	69	87	173	86	86

2) понад ліміту протягом року на території підприємства були розміщені відходи будівельних матеріалів (таблиця 7.19) з підвищеним вмістом радону, які відносяться до низько активних радіоактивних відходів (РАВ);

3) місце розміщення всіх видів відходів: територія підприємства, ізоляція відходів від впливу на навколишнє природне середовище відсутня.

Контрольні запитання [21-25]

1. Дати визначення термінів: відходи, небезпечні відходи, поводження з відходами, транскордонне перевезення відходів.
2. Дати визначення термінів: зберігання відходів, утилізація відходів, знешкодження відходів, захоронення відходів, об'єкти поводження з відходами, державний класифікатор відходів.
3. Стандартизація у сфері поводження з відходами. Нормування у сфері поводження з відходами.
4. Суб'єкти у сфері поводження з відходами, їх права та обов'язки. Виявлення та облік безхазяйних відходів.
5. Компостування рідких осадів стічних вод з іншими відходами. Використання осадів для перетворення піщаних ґрунтів і боліт у родючі ґрунти. Транспортування рідких осадів на сільськогосподарські поля.
6. Одержання корисних продуктів з осадів стічних вод і інших відходів методом піролізу. Піроліз активного мулу з метою одержання активованого вугілля. Спільний піроліз осадів з іншими відходами.
7. Характеристика джерел утворення РАВ. Класифікація та облік РАВ. Реєстр і кадастр РАВ.
8. Характеристика технологій переробки газоподібних, рідких та твердих РАВ. Трансмутація РАВ.
9. Характеристика технологій перевезення, зберігання і захоронення РАВ. Забезпечення екологічної безпеки при поводженні з РАВ.
10. Переробка брухту й відходів кольорових металів в іонних розплавах.

11. Характеристика технології використання алюмінієвих сплавів у будівельних конструкціях, суднобудуванні та у залізничному і автомобільному транспорті.

12. Переробка відходів алюмінію і магнію в іонних сольових розплавах. Переробка радіобрухту в розплавах солей.

13. Переробка відходів, що містять мідь, цинк, олово й титан. Переробка відходів мідних сплавів цинкових, олов'яних відходів, відходів титану.

14. Характеристика технології утилізації шламів і осадів промисловості неорганічного синтезу.

15. Характеристика технології утилізації і рекуперації відходів гальванічних виробництв та високотоксичних відходів хімічної промисловості.

16. Характеристика технології регенерації та утилізації змащувально-охолоджуваних рідин, відпрацьованих мінеральних мастил, знежирювальних та миючих розчинів.

17. Характеристика технології утилізації відходів нафтохімічних та нафтопереробних виробництв.

18. Характеристика технології утилізації відходів виробництва, матеріалів та виробів на основі гуми.

19. Характеристика технології утилізації відходів виробництва скломатеріалів та будівельних матеріалів.

20. Характеристика технології утилізації відходів переробки деревини, паперу, картону та вторинних текстильних матеріалів і шкіряних відходів.

21. Енерго- і ресурсозберігаючі способи утилізації органічних відходів міст. Біотехнологія компостування міських нафтошламів та рекультивація ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Петрук В. Г. Основи екології (курс лекцій для студентів технічних спеціальностей вузів): навч. посіб. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 136 с.
2. М.В.Євсєєва. Основи екології. – В.: ВДТУ, 2000. – 96 с.
3. Одум Ю. Экология. В 2-х томах. – М.: Мир, 1986. – Т. 1-2.
4. Основи загальної екології: Підручник / Під ред. Білявського Г. О. / Падун М. М., Фурдуй Р.С. – 2-е вид., зі змінами. – К.:Либідь, 1995.
5. П. Гайнріх Д., Гергт М. Екологія: fltv-Atlas: Пер. з 4-го нім. вид. / Наук. ред. пер. Серебряков В.В. – К.: Знання-Прес, 2001. – 287 с.
6. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. Практикум із загальної екології. – К.: Либідь, 1997. – 160 с.
7. Податковий кодекс України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011 р.
8. Природоохоронні технології. Частина 1. Захист атмосфери: навчальний посібник / Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. – Вінниця: ВНТУ, 2012.
9. Куклев Ю. И. Физическая экология: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов. – 2.изд., испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 357 с.
10. Лазор О. Я. Екологічна експертиза: теорія, методологія, практика / Українська академія держ. управління при Президентові України; Львівський регіональний ін-т держ. управління. – Л.: Ліга-Прес, 2002. – 364 с.
11. Градостроительная экология: Учеб. пособие для строит. Вузов / Н. В. Маслов; под ред. М. С. Шумилова. – Высш. шк., 2002. – 284 с.
12. Говорун А. Г., Скорченко В. Ф., Худолій М. М. Транспорт і навколишнє середовище. – К.: Урожай, 1992. – 144 с.
13. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – К.: Знання, КОО, 2000. – 203 с.
14. Автомобиль и окружающая среда: Учеб. пособие / П. М. Канило, И. С. Бей, А. И. Ровенский / Харьк. гос. автомоб.-дор. техн. ун-т. – Х.: Прапор, 2000. – 304 с.

15. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. посіб. – К.: Знання, КОО, 2000. – 203 с.
16. Лошадкин Н. А., Курляндский Б. А., Беженарь Г. В., Дарьина Л. В. Военная токсикология / Под ред. Б. А. Курляндского. – М.; ОАО "Издательство "Медицина", 2006. – 208 с.
17. Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В. Т. Медведева. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
18. Инструкция РД 238 УССР 840011-106-89. Установление допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу предприятиями Минтранса УССР от 01.01.1990. – К.: Изд-во Минтранса УССР, 1989. – 267 с.
19. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2: Методи очищення стічних вод / [Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.] – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 254 с.
20. Марков В. А., Баширов Р. М., Габитов И. И. Токсичность отработавших газов дизелей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 375 с.
21. Студінський В. А. Управління твердими побутовими відходами в містах України – К.: Видавництво "КІМО", 2006. – 152 с.
22. Гриценко А. В. Горох Н. П., Внукова Н. В., Коринько И. В., Туренко А. Н., Шубов Л. Я. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса: Учебное пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2005. – 340 с.
23. Пурим В. Р. Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 112 с.
24. Казанцев Г. В., Барбин Н. М., Бродова И. Г., Ватолин Н. А., Моисеев Г. К., Башлыков Д. В. Переработка лома и отходов цветных металлов в ионных расплавах. – Екатеринбург: УрОРАН, 2005.
25. Корчагин П. А., Замостьян П. В., Шестопалин А. М. Обращение с радиоактивными отходами в Украине: проблемы, опыт, перспективы. – Киев, 2000. – 178 с.

Додаток А
ЗНАЧЕННЯ ГДК ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ПОВІТРІ

№ з/п	Назва речовини	ГДК, мг/м^3		
		ГДКм.р.	ГДКс.д.	ГДКр.з.
1	2	3	4	5
1.	Азоту діоксид	0,2	0,04	2
2.	Азоту оксид	0,4	0,06	4
3.	Акрилонітрил	-	0,03	0,3
4.	Акролеїн	0,03	0,03	0,3
5.	Аліл хлористий	0,07	0,01	0,7
6.	Альдегід каприловий	0,02	-	0,2
7.	Альдегід каприновий	0,02	-	0,2
8.	Альдегід капроновий	0,02	-	0,2
9.	Альдегід масляний	0,015	0,015	0,15
10.	Альдегід пеларгоновий	0,02	-	0,2
11.	Алюмінію оксид (у перерахунку на алюміній)	-	0,01	0,1
12.	Аміак	0,2	0,04	2
13.	Аміл бромистий (1-бромпентан)	0,03	0,01	0,3
14.	Амілени (суміш изомерів)	1,5	1,5	15
15.	Аміни аліфатичні С15-С20	0,003	0,003	0,03
16.	5/6 Аміно-(2-параамінофеніл) бензімідазол	-	0,01	0,1
17.	2-Аміно-1,3,5-триметилбензол (мезидін)	0,003	0,003	0,3
18.	Ангідрид малеїновий (пара, аерозоль)	0,2	0,05	2

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
19.	Ангідрид сірчистий	0,5	0,05	5
20.	Ангідрид фталевий (пара, аерозоль)	0,1	0,1	1
21.	Анілін	0,05	0,03	0,5
22.	Ацетальдегід	0,01	0,01	0,1
23.	Ацетон	0,35	0,35	3,5
24.	Ацетофенон	0,003	0,003	0,03
25.	Бенз (а) пірен	-	0,1 мкг на 100 $м^3$	1
26.	Бензин (нафтовий, малосірчистий, у перерахунку на вуглець)	5,0	1,5	50
27.	Бензин сланцевий (у перерахунку на вуглець)	0,05	0,05	0,5
28.	Бензол	1,5	0,1	15
29.	Білок пилу білкововітамінного концентрату (БВК)	-	0,001	0,01
30.	Бромбензол	-	0,03	3
31.	1,3-Бутадієн (дивініл)	3,0	1	30
32.	Бутан	200	-	20
33.	2-Бутеналь (кротоновий альдегід, β-метилакролеїн, метилпропеналь)	0,005	0,001	0,05
34.	Бутил бромистий (1-бромбутан)	0,03	0,01	0,3
35.	Бутил хлористий	0,07	-	0,7
36.	Бутилацетат	0,1	0,1	1
37.	Бутилен	3,0	3	30

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
38.	Бутиловый ефір акрилової кислоти (бутилакрилат)	0,008	-	0,08
39.	Ванадію п’ятиоксид	-	0,002	0,02
40.	Вінілацетат	0,15	0,15	1,5
41.	Водень хлористий (соляна кислота) за молекулою HCl	0,2	0,2	2
42.	Водень ціаністий (синильна кислота)	-	0,01	0,1
43.	Вуглець чотирихлористий	4,0	0,7	40
44.	Вуглецю оксид	5,0	3,0	50
45.	Гексаметилендіамін	0,001	0,001	0,01
46.	Гексаметиленімін	0,1	0,02	1
47.	Гексан	60,0	-	600
48.	Гексафторбензол	0,8	0,1	8
49.	Гексил бромистий (1-бромгексан)	0,03	0,01	0,3
50.	Гептил бромистий (1-бромгептан)	0,03	0,01	0,3
51.	Гідроперекис ізопропілбензолу (гідроперекис кумолу)	0,007	0,007	0,07
52.	Децил бромистий (1-бромдекан)	0,03	0,01	0,3
53.	п-Дибромбензол	0,2	-	2
54.	Дикетен	0,007	-	0,07
55.	Диметиламін	0,005	0,005	0,05
56.	Диметиланілін	0,006	0,0055	0,06
57.	N,N`-Диметилацетамід	0,2	0,006	2

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
58.	4,4-Диметилдіоксан-1,3	0,01	0,004	0,1
59.	Диметиловий ефір терефталевої кислоти (диметилтерефталат)	0,05	0,01	0,5
60.	Диметилсульфід	0,08	-	0,8
61.	Диніл (суміш 25 % дифенілу і 75 % дифенілоксиду)	0,01	0,01	0,1
62.	Дифторхлорметан (фреон-22)	100	10	1000
63.	3,4-Дихлоранілін	0,01	0,01	0,1
64.	Дихлордифторметан (фреон-12)	100	10	1000
65.	Дихлоретан	3,0	1	30
66.	1,2-Дихлорпропан	-	0,18	1,8
67.	1,3-Дихлорпропілен	0,1	0,01	1
68.	Дихлорфторметан (фреон-21)	100	10	1000
69.	Діетиламін	0,05	0,05	0,5
70.	N-Діетиламіноетилмеркаптан	0,6	0,6	6
71.	Діетиловий ефір	,0	0,6	10
72.	Епіхлоргідрин	0,2	0,2	2
73.	Етилацетат	0,1	0,1	1
74.	Етилбензол	0,02	0,02	0,2
75.	Етилен	3,0	3	30
76.	Етиленімін	0,001	0,001	0,01
77.	Етиленсульфід	0,5	-	5
78.	Етилену оксид	0,3	0,03	3
79.	Зола вугільна теплоелектро-станцій з вмістом оксиду кальцію 35-40 %, дисперсністю до 3 мкм і нижче не менш 97 %**	0,05	0,02	0,5

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
80.	Зола мазутна теплоелектростанцій (у перера-хунку на ванадій)	-	0,002	0,02
81.	Зола сланцева	0,3	0,1	3
82.	Ізоаміл бромистий (1-бром-3-метилбутан)	0,03	0,01	0,3
83.	Ізобутил бромистий (1-бром-2-метилпропан)	0,03	0,01	0,3
84.	Ізопропіл бромистий (2-бромпропан)	0,03	0,01	0,3
85.	Ізопропілбензол (кумол)	0,014	0,014	0,14
86.	Кадмію оксид (у перерахунку на кадмій)	-	0,0003	0,003
87.	Капролактам (пара, аерозоль)	0,06	0,06	0,6
88.	Кислота азотна за молекулою HNOз	0,4	0,15	4
89.	Кислота акрилова	0,1	0,04	1
90.	Кислота мурашина	0,2	0,05	2
91.	Кислота оцтова	0,2	0,06	2
92.	Кислота перфторвалеріанова	0,1	-	1
93.	Кислота пропіонова	0,015	-	0,15
94.	Кислота сірчана за молекулою H2SO4	0,3	0,1	3
95.	Кобальт металічний	-	0,001	0,01
96.	Ксилол	0,2	0,2	2
97.	Марганець і його сполуки (у пере-рахунку на діоксид мар-ганцю)	0,01	0,001	0,1

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
98.	2-Меркаптоетанол (монотіоетиленгліколь)	0,07	0,07	0,7
99.	Метальдегід (ацетальдегід тетрамер)	0,003	0,003	0,03
100.	Метилацетат	0,07	0,07	0,7
101.	Метилен хлористий	8,8	-	88
102.	Метилізобутилкетон	0,1	-	1
103.	Метилмеркаптан	0,0001	-	0,001
104.	Метилнітрофос	0,005	-	0,05
105.	Метиловий ефір акрилової кислоти (метилакрилат)	0,01	0,01	0,1
106.	Метиловий ефір метакрилової кислоти (метилметакрилат)	0,1	0,01	1
107.	α-Метилстирол	0,04	0,04	0,4
108.	Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	-	0,003	0,03
109.	Міді оксид (у перерахунку на мідь)	-	0,002	0,02
110.	Моноетиламін	0,01	0,01	0,1
111.	Моноізобутиловий ефір етиленгліколю (бутилцелозольв)	1,0	0,3	10
112.	Моноізопропіловий ефір етиленгліколю (пропілцелозольв)	1,5	0,5	15
113.	Монометиламін	0,004	0,001	0,04
114.	Нафталін	0,003	0,003	0,03
115.	1,4-Нафтахінон	0,005	0,005	0,05
116.	1-Нафтол	0,006	0,003	0,06

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
117.	Нікель металічний	-	0,001	0,01
118.	Нітробензол	0,008	0,008	0,08
119.	м-Нітробромбензол	0,12	0,01	1,2
120.	м-Нітрохлорбензол	0,004	0,004	0,04
121.	о-Нітрохлорбензол	0,004	0,004	0,04
122.	п-Нітрохлорбензол	0,004	0,004	0,04
123.	Пентан	100,0	25	1000
124.	Пил зерновий	0,2	0,03	2
125.	Пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: – 70-20 (шамот, цемент і ін.)	0,3	0,1	3
126.	Пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: – вище 70 (динас і ін.)	0,15	0,05	1,5
127.	Пил неорганічний, з вмістом діоксиду кремнію в %: – нижче 20(доломіт, цемент і ін.)	0,5	0,15	0,5
128.	Піридин	0,08	0,08	0,8
129.	Пропіл бромистий (1-бромпропан)	0,03	0,01	0,3
130.	Пропілен	3,0	3	30
131.	Пропілену оксид	0,08	-	0,8
132.	Розчинник бутилформіатний (контроль за сумою ацетатів)	0,3	-	3
133.	Ртуть металічна	-	0,0003	0,003
134.	Сажа	0,15	0,05	1,5

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
135.	Свинець і його неорганічні сполуки (у перерахунку на свинець)	0,001	0,0003	0,01
136.	Свинець сірчистий (у перерахунку на свинець)	-	0,0017	0,017
137.	Селену діоксид (у перерахунку на селен)	0,1 мкг/м^3	0,05 мкг/м^3	1 мкг/м^3
138.	Сірководень	0,008	-	0,08
139.	Сірковуглець	0,03	0,005	0,3
140.	Скипидар	2,0	1	20
141.	Спирт аміловий	0,01	0,01	0,1
142.	Спирт бутиловий	0,1	0,1	1
143.	Спирт етиловий	5,0	5	50
144.	Спирт ізобутиловий	0,1	0,1	1
145.	Спирт ізооктиловий (2-етилгексанол)	0,15	0,15	1,5
146.	Спирт ізопропіловий	0,6	0,6	6
147.	Спирт метиловий	1,0	0,5	10
148.	Спирт пропіловий	0,3	0,3	3
149.	Стирол	0,04	0,002	0,4
150.	Тетрагідрофуран	0,2	0,2	2
151.	Тетраметилтіурамдисульфід (тіурам Д,ТМТД)	0,05	0,02	0,5
152.	Тетрафторетилен	6,0	0,5	60
153.	Тетрахлоретилен (перхлоретилен)	0,5	0,06	5
154.	Тетрахлорпропен	0,07	0,04	0,7

Продовження додатку А

1	2	3	4	5
155.	Тіофен (тіофуран)	0,6	-	6
156.	Толуілендіізоціанат	0,05	0,02	0,5
157.	Толуол	0,6	0,6	6
158.	Трибромметан (бромоформ)	-	0,05	0,5
159.	Триетиламін	0,14	0,14	1,4
160.	Трикрезол (суміш ізомерів: орто,- мета-, пара-)	0,005	0,005	0,05
161.	Триметиламін	0,15	-	1,5
162.	Трихлоретилен	4,0	1	40
163.	Трихлорметан (хлороформ)	0,1	0,03	1
164.	1,2,3-Трихлорпропан	-	0,05	0,5
165.	Трихлофторметан (фреон 11)	100	10	1000
166.	Фенол	0,01	0,003	0,1
167.	Фенольна фракція легкої смоли високошвидкісного піролізу бурого вугілля	0,008	-	0,08
168.	Ферит марганець-цинковий (у перерахунку на марганець)	-	0,002	0,02
169.	Флюс каніфольний активований (ФКТ) /контроль за каніфоллю/	0,3	0,3	3
170.	Формальдегід	0,035	0,003	0,35
171.	Формамід	-	0,03	0,3
172.	Фтористі газоподібні сполуки (фтористий водень, чотирифтористий кремній) / у перерахунку на фтор/	0,02	0,005	0,2

Закінчення додатку А

1	2	3	4	5
173.	Фурфурол	0,05	0,05	0,5
174.	Хлор	0,1	0,03	1
175.	м-Хлоранілін	0,01	0,01	0,1
176.	п-Хлоранілін	0,04	0,01	0,4
177.	Хлорбензол	0,1	0,1	1
178.	Хлоропрен	0,02	0,002	0,2
179.	Хром шестивалентний (у пере-ра-хунку на триоксид хрому)	0,002	0,0015	0,02
180.	Циклогексан	1,4	1,4	14
181.	Циклогексанол	0,06	0,06	0,6
182.	Циклогексанон	0,04	-	0,4

Додаток Б
НОРМАТИВИ ЗБОРУ ЗА ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Таблиця Б 1.1 – Нормативи збору, який справляється за викиди основних забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення

Назва забруднюючої речовини	Норматив збору, гривень/тонну
Азоту оксиди	1434,71
Аміак	269,08
Ангідрид сірчистий	1434,71
Ацетон	538,16
Бенз (о) пірен	1826401,21
Бутилацетат	323,14
Ванадію п’ятиокис	5381,64
Водень хлористий	54,05
Вуглецю окис	54,05
Вуглеводні	81,08
Газоподібні фтористі сполуки	3552,12
Тверді речовини	54,05
Кадмію сполуки	11355,5
Марганецьта його сполуки	11355,5
Нікель та його сполуки	57856,17
Озон	1434,71
Пил неорганічний	1511,5
Ртуть та її сполуки	60816,08
Свинець та його сполуки	60816,03
Сірководень	4610,83
Сірковуглець	2996,33
Спирт н-бутиловий	1434,71
Стирол	10476,57
Фенол	6512,02
Формальдегід	3552,12
Хром та його сполуки	38516,34

Для забруднюючих речовин, шо не ввійшли до таблиці Б 1.1, нормативи збору слід застосовувати залежно від установленого класу небезпечності забруднюючої речовини згідно з таблицею Б 1.2.

Таблиця Б 1.2 – Нормативи збору, який справляється за викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від класу небезпечності

Клас небезпечності	Норматив збору, гривень/тонну
I	10261,55
II	2350,06
III	350,16
IV	81,09

Для забруднюючих речовин які не ввійшли до таблиці Б1.1 та на які не встановлено клас небезпечності, нормативи збору застосовуються залежно від установлених орієнтовно-незпечних рівнів впливу згідно з таблицею Б 1.3.

Таблиця Б 1.3 – Нормативи збору, який справляється за викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення залежно від установлених орієнтовно-безпечних рівнів впливу (ОБРВ)

Орієнтивно-безпечний рівень впливу сполук (мг/м^3)	Норматив збору, гривень/тонну
Менше 0,0001	431955,5
0,00014 – 0,001 (включно)	37009,95
0,001 – 0,01 (включно)	5112,56
0,01 – 0,1 (включно)	1434,71
0,1 – більше 10	54,05

Для забруднюючих речовин, на які не встановлено клас небезпечності та орієнтовно-бсзпечний рівень впливу, нормативи збору встановлюються як за викиди забруднюючих речовин I класу небезпечності.

Таблиця Б 1.4 – Нормативи збору, який справляється за викиди в атмосферу забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення

Вид пального	Норматив збору, гривень/тонну
Бензин неетилований	79,9
Бензин сумішевий	65,8
Зріджений нафтовий газ	108,1
Дизельне біопаливо	68,15
Дизельне пальне з вмістом сірки:	
більш як 0,2 мас. %	79,9
більш як 0,035 мас. %, але не більш як 0,2 мас. %	61,1
більш як 0,005 мас. %, але не більш як 0,035 мас. %	55,22
не більш як 0,005 мас. %	35,25
Мазут	79,9
Стиснений природний газ	54,05
Бензин авіаційний	55,22
Гас	68,15

Додаток В
ЗНАЧЕННЯ НОРМАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ

x	F (x)	X	F (x)	x	F (x)
1	2	3	4	5	6
-2,70	0,0035	-1,44	0,0749	-0,74	0,2297
-2,60	0,0047	-1,42	0,0778	-0,72	0,2358
-2,50	0,0062	-1,40	0,0808	-0,70	0,2420
-2,40	0,0082	-1,38	0,0838	-0,68	0,2483
-2,30	0,0107	-1,36	0,0869	-0,66	0,2546
-2,20	0,0139	-1,34	0,0901	-0,64	0,2611
-2,10	0,0179	-1,32	0,0934	-0,62	0,2676
-2,00	0,0228	-1,30	0,0968	-0,60	0,2743
-1,98	0,0239	-1,28	0,1003	-0,58	0,2810
-1,96	0,0250	-1,26	0,1038	-0,56	0,2877
-1,94	0,0262	-1,24	0,1075	-0,54	0,2946
-1,92	0,0274	-1,22	0,1112	-0,52	0,3015
-1,90	0,0288	-1,20	0,1151	-0,50	0,3085
-1,88	0,0301	-1,18	0,1190	-0,48	0,3156
-1,86	0,0314	-1,16	0,1230	-0,46	0,3228
-1,84	0,0329	-1,14	0,1271	-0,44	0,3300
-1,82	0,0344	-1,12	0,1314	-0,42	0,3372
-1,80	0,0359	-1,10	0,1357	-0,40	0,3446
-1,78	0,0375	-1,08	0,1401	-0,38	0,3520
-1,76	0,0392	-1,06	0,1446	-0,36	0,3594
-1,74	0,0109	-1,04	0,1492	-0,34	0,3669
-1,72	0,0427	-1,02	0,1539	-0,32	0,3745
-1,70	0,0446	-1,00	0,1587	-0,30	0,3821

Продовження додатку В

1	2	3	4	5	6
-1,68	0,0465	-0,98	0,1635	-0,28	0,3697
-1,66	0,0185	-0,96	0,1685	-0,26	0,3974
-1,64	0,0505	-0,94	0,1736	-0,24	0,4052
-1,62	0,0526	-0,92	0,1788	-0,22	0,4129
-1,60	0,0548	-0,90	0,1841	-0,20	0,4207
-1,58	0,0571	-0,68	0,1694	-0,18	0,4286
-1,56	0,0594	-0,86	0,1949	-0,16	0,4364
-1,54	0,0618	-0,84	0,2005	-0,14	0,4443
-1,52	0,0645	-0,82	0,2061	-0,12	0,4522
-1,50	0,0668	-0,80	0,2119	-0,10	0,4602
-1,48	0,0694	-0,78	0,2177	-0,08	0,4681
-1,46	0,0721	-0,76	0,2236	-0,06	0,4761
-0,04	0,4840	0,70	0,7580	1,42	0,9222
-0,02	0,4920	0,72	0,7642	1,44	0,9251
0,00	0,5000	0,74	0,7703	1,46	0,9279
0,02	0,5080	0,76	0,7764	1,48	0,9306
0,04	0,5160	0,78	0,7823	1,50	0,9332
0,06	0,5239	0,80	0,7881	1,52	0,9357
0,08	0,5319	0,82	0,7939	1,54	0,9382
0,10	0,5398	0,84	0,7995	1,56	0,9406
0,12	0,5478	0,86	0,8051	1,58	0,9429
0,14	0,5557	0,88	0,8106	1,60	0,9452
0,16	0,5636	0,90	0,8159	1,62	0,9474
0,18	0,5714	0,92	0,8212	1,64	0,9495
0,20	0,5793	0,94	0,8264	1,66	0,9515
0,22	0,5873	0,96	0,8315	1,68	0,9535
0,24	0,5948	0,98	0,8365	1,70	0,9554

Закінчення додатку В

1	2	3	4	5	6
0,26	0,6026	1,00	0,8413	1,72	0,9573
0,28	0,6103	1,02	0,8461	1,74	0,9591
0,30	0,6179	1,04	0,8508	1,76	0,9608
0,32	0,6255	1,06	0,8554	1,78	0,9625
0,34	0,6331	1,08	0,8599	1,80	0,9641
0,36	0,6406	1,10	0,8643	1,82	0,9656
0,38	0,6480	1,12	0,8686	1,84	0,9671
0,40	0,6554	1,14	0,8729	1,86	0,9686
0,42	0,6628	1,16	0,8770	1,88	0,9699
0,44	0,6700	1,18	0,8810	1,90	0,9713
0,46	0,6772	1,20	0,8849	1,92	0,9726
0,48	0,6844	1,22	0,8888	1,94	0,9738
0,50	0,6915	1,24	0,8925	1,96	0,9750
0,52	0,6985	1,26	0,8962	1,98	0,9761
0,54	0,7054	1,28	0,8997	2,00	0,9772
0,56	0,7123	1,30	0,9032	2,10	0,9821
0,60	0,7190	1,32	0,9066	2,20	0,9861
0,62	0,7257	1,34	0,9099	2,30	0,9893
0,64	0,7324	1,36	0,9132	2,40	0,9918
0,66	0,7454	1,38	0,9162	2,50	0,9938
0,68	0,7517	1,40	0,9192	2,70	0,9965

Навчальне видання

Петрук Василь Григорович
Васильківський Ігор Володимирович
Петрук Роман Васильович
Віталій Анатолійович Іщенко
Ірина Анатоліївна Трач

ЕКОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ БІОБЕЗПЕКИ

Частина перша
ІНГРЕДІЄНТНЕ ЗАБРУДНЕННЯ

Навчальний посібник
для практичних занять

Оригінал-макет підготовлено І. Васильківським

Підписано до друку _____ р. Формат 60х84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Цифровий друк.
Умовно-друк. арк. ____. Обл.-вид. арк. _____.
Наклад 300. Зам. № _____.

Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво та друк: «ОЛДІ-ПЛЮС»
73034, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
E-mail: office@oldiplus.com
Свід. ДК No 6532 від 13.12.2018 р.

View publication stats