

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)  
ПЗ1

**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. Інгрєдїєнтне  
ПЗ1 забруднення : навч. посїб. для практич. занятї / 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 посїбник складений у вїдповїдностї з програмою курсу  
“Екологія з основами біобезпеки” розрахований на поглиблену, ґрунтовну  
пїдготовку і закрїплення теоретичних знанї студентїв вїсїх спеціальностей  
Вїнницького національного технічного університету у галузї екологїї та  
природоохоронної дїяльностї. У навчальному посїбнику представлений по-  
рядок виконання практичних робїт, викладенї методик обробки результа-  
тїв, необхіднї довїдковї данї, приведенї контрольнї питання і завданннн, а  
також рекомендована лїтература.

Навчальний посїбник розрахований на студентїв вїсїх технічних та еко-  
номїчних спеціальностей, інженерїв-теплоенерґетикїв працюючих в комуна-  
льнїй сферї, фахівцїв управлїння охорони навколишнього природного сере-  
довища, екологїчної інспекцїї та спеціалїстїв науково-дослїдних органїзацїй.

УДК [504+504.75](0.75)

ISBN 978-966-\_\_\_\_\_

© Авторський колектив, 2019

## Зміст

|  |     |
|--|-----|
| ВСТУП.....   | 4   |
| Практична робота № 1<br>ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ<br>УРБООКОСИСТЕМ .....   | 6   |
| Практична робота № 2<br>ВИЗНАЧЕННЯ РЕАЛЬНОГО ХІМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ<br>НА ЛЮДИНУ ПРИ ЗАБРУДНЕННІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ...  | 17  |
| Практична робота № 3<br>РОЗРАХУНОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ<br>ОДИНОЧНОГО ДЖЕРЕЛА .....  | 44  |
| Практична робота № 4<br>РОЗРАХУНОК РОЗМІРУ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ,<br>ЯКІ ЗАПОДІЯНІ ДЕРЖАВІ В РЕЗУЛЬТАТІ НАДНОРМОВИХ ВИКИДІВ<br>ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ..... | 61  |
| Практична робота № 5<br>РОЗРАХУНОК ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ ВИКИДІВ<br>ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ .....  | 80  |
| Практична робота № 6<br>РОЗРАХУНОК РОЗМІРУ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ<br>В РЕЗУЛЬТАТІ СКИДУ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ВОДНІ<br>ОБ'ЄКТИ ТА РОЗРАХУНОК ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ .....         | 99  |
| Практична робота № 7<br>МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ УТВОРЕННЯ<br>ВІДХОДІВ ТА РОЗМІРІВ ВІДШКОДУВАННЯ ЗБИТКІВ .....  | 120 |
| ЛІТЕРАТУРА.....  | 178 |
| Додаток А<br>ЗНАЧЕННЯ ГДК ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН У ПОВІТРІ .....  | 180 |
| Додаток Б<br>НОРМАТИВИ ЗБОРУ ЗА ЗАБРУДНЕННЯ<br>НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....  | 190 |
| Додаток В<br>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 попередження 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 завдання, а також рекомендована література.

У запропонованому навчальному посібнику викладено 7 практичних робіт за курсом “Екологія з основами біобезпеки та біоетики. Частина 1. Інгрєдєнтне 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 інгрєдєнтного забруднення навколишнього природного середовища в Україні. При написанні навчального посібника авторами були враховані побажання студентів ВНТУ при вивченні 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. Інгрєдєнтне 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 УРБООКОСИСТЕМ

**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  $СП_{н_i}$ .

$$СП_i = \frac{M_i}{q_i}; \quad (1.1)$$

$$СП_{н_i} = \frac{M_i}{ГДК_i}, \quad (1.2)$$

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<sup>3</sup>.

Оцінюється, чи буде середня або максимальна концентрація домішки при даних викидах перевищувати, відповідно,  $ГДК_{м.р.}$ , і  $ГДК_{с.д.}$ . Якщо  $СП_{н_i} > СП_i$ , то очікувана концентрація домішки в повітрі може бути рівною ГДК чи перевищить її і, отже,  $i$ -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  $i$ -ї ЗР ( $КНР_i$ ) визначається за формулою:

$$КНР_i = \left( \frac{M_i}{ГДК_{с.д_i}} \right)^{\alpha_i}, \quad (1.3)$$

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

$ГДК_{с.д_i}$  – середньодобова гранично-допустима концентрація  $i$ -ї ЗР, мг/м<sup>3</sup>;

$\alpha_i$  – константа, що враховує клас небезпеки  $i$ -ї ЗР. Значення  $ГДК_{с.д_i}$  і клас небезпеки конкретної ЗР встановлюються по НТД. Значення  $\alpha_i$ , приведені в табл. 1.1.

**Таблиця 1.1 – Значення константи  $\alpha_i$ , що враховує клас небезпеки  $i$ -ї ЗР**

| Клас небезпеки ЗР   | 1-й надзвичайно-небезпечні | 2-й високо-небезпечні | 3-й помірно-небезпечні | 4-й мало-небезпечні |
|---------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|
| Значення $\alpha_i$ | 1,7                        | 1,3                   | 1,0                    | 0,9                 |

Застосуванням формули (1.3) фактично виробляється приведення параметрів небезпеки  $i$ -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 <sub>i</sub>    | менше 10 <sup>3</sup> | 10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup> | понад 10 <sup>5</sup> |

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

1. Основні ЗР (СО, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, 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<sub>i</sub> 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 ( $c_m$ ), розраховану відповідно до вимог ОНД-86.

Таблиця 1.3 – ГДК та клас небезпеки деяких речовин

| Назва забруднюючої речовини | ГДК <sub>м.р.</sub> ,<br>мг/м <sup>3</sup> | ГДК <sub>с.д.</sub> ,<br>мг/м <sup>3</sup> | 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:

$$\frac{c_m}{ГДК_{м.р.}} > 0,5, \quad (1.4)$$

за умови виконання нерівності

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

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

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

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

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  $H = 10$  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 ( $q_m^5, q_m^1, q_m^{0,1}$ , у загальному випадку –  $q_m^p$ ):

$$q_m^p = \frac{\bar{q} \cdot \exp z \cdot \sqrt{\ln(1+v^2)}}{\sqrt{(1+v^2)}}, \quad (1.8)$$

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

$\bar{q}$  – усереднена концентрація;

$v$  – коефіцієнт варіації  $\left(v = \frac{\sigma}{\bar{q}}\right)$ , де  $\sigma$  – 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:

$$\frac{q_i}{ГДК_{м.р.}} < 1, \quad (1.9)$$

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

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:

$$g = \frac{m_i}{n} \cdot 100, \quad (1.11)$$

де  $n$  – число спостережень за розглянутий період часу;

$m$  – число випадків перевищення разовими концентраціями ( $q_i$ ) рівня  $\alpha \cdot ГДК$ , при  $\alpha$ , 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:

$$I_i = \left( \frac{\bar{q}_i}{ГДК_{c.d.}} \right)^{c_i}, \quad (1.12)$$

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

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

$$\bar{q}_i = \frac{\sum_{j=1}^i (q_i \cdot n_j)}{\sum_{j=1}^i (n_j)}, \quad (1.13)$$

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:

$$I_i = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left( \frac{\bar{q}_i}{ГДК_{c.d.}} \right)^{c_i}, \quad (1.14)$$

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 ( $СП_{н_i}$ ) рівня споживання повітря та зробіть висновки 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 характеристику. 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 ґрунтах з вмістом свинцю 220-480 мг/кг, містять його в 2-5 разів більше, ніж овочі, які виростили 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 цитидином. 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 дво-валентного олова, як м'яка кислота Льюїса, 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; помідорах – 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

| № варіанта | Назва забруднюючої речовини | $M_b$ , т/рік, $10^3$ | $q_b^*$ , мг/м <sup>3</sup> | $c_{мб}$ , мг/м <sup>3</sup> | M, мг/с | H, м | ККД пилогазоочисного 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  $i$  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  $T$ , год;
- концентрація забруднюючих речовини у відповідних умовах перебування  $C$ , мг/м<sup>3</sup>.

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<sub>РЗ</sub>), для інших умов перебування – ГДК середньодобова (ГДК<sub>СД</sub>).

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

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

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]:

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

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

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

Частка доби розраховується за формулою:

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

де  $T_i$  – середня тривалість перебування людини в певних умовах.

Умовний показник ступеня забруднення повітряного середовища  $P_i$ :

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

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:

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

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

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

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:

$$k_i = \frac{C}{\text{ГДК}}. \quad (2.8)$$

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 <sup>3</sup>   | КН | ГДК <sub>СД</sub> , мг/м <sup>3</sup> | ГДК <sub>РЗ</sub> , мг/м <sup>3</sup> |
|----------------------|--------|----------------------|------------------------|----|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Виробниче приміщення | 8      | Стирол               | 0,001                  | 3  | —                                     | 10                                    |
|                      |        | Толуол               | 0,6                    | 3  | —                                     | 50                                    |
|                      |        | Етилбензол           | 0,02                   | 3  | —                                     | 50                                    |
| Житлове середовище   | 2      | Карбон (II) оксид    | 0,5                    | 4  | 1,0                                   | —                                     |
|                      |        | Нітроген (IV) оксид  | 0,02                   | 2  | 0,04                                  | —                                     |
|                      |        | Формальдегід         | 0,001                  | 2  | 0,003                                 | —                                     |
|                      |        | Бенз (а) пірен       | 1,2 · 10 <sup>-6</sup> | 1  | 1,0 · 10 <sup>-6</sup>                | —                                     |
|                      |        |                      |                        |    |                                       | -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:

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

$$k(\text{NO}_2) = \frac{0,02}{0,04} = 0,5;$$

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

$$k(\text{бенз(а)пірен}) = \frac{1,2 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-6}} = 1,2.$$

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

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

$$K(\text{формальдегід}) = 0,33 \cdot \left(\frac{3}{2}\right)^{0,75} = 0,45;$$

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

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               | 0,0001                    | 0,0001                             |
|                      |             | Толуол               | 0,012                     | 0,012                              |
|                      |             | Етилбензол           | 0,0004                    | 0,0004                             |
| Житлове середовище   | 0,08        | Карбон (II) оксид    | 0,5                       | 0,46                               |
|                      |             | Нітроген (IV) оксид  | 0,5                       | 0,5                                |
|                      |             | Формальдегід         | 0,33                      | 0,45                               |
|                      |             | Бенз (а) пірен       | 1,2                       | 1,54                               |
|                      |             |                      |                           |                                    |

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

– для виробничого приміщення:

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

– для житлового середовища:

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

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

– для виробничого приміщення:

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

– для житлового середовища:

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

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    | T, год | Забруднюючі речовини | C, мг/м <sup>3</sup> |
|----------------------|--------|----------------------|----------------------|
| 1                    | 2      | 3                    | 4                    |
| <i>Варіант 1</i>     |        |                      |                      |
| Виробниче приміщення | 8      | Стирол               | 0,017                |
|                      |        | Толуол               | 0,600                |
|                      |        | Етилбензол           | 0,020                |
| Житлова площа        | 10     | Амоніак              | 0,035                |
|                      |        | Формальдегід         | 0,002                |
|                      |        | Нафталін             | 0,0635               |

Продовження таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3                   | 4                   |
|-----------------------|----|---------------------|---------------------|
| Житлове середовище    | 2  | Карбон (II) оксид   | 0,500               |
|                       |    | Нітроген (IV) оксид | 0,020               |
|                       |    | Формальдегід        | 0,001               |
|                       |    | Бенз (а) пірен      | 1,210 <sup>-6</sup> |
| Місце рекреації       | 2  | Карбон (II) оксид   | 0,050               |
|                       |    | Нітроген (IV) оксид | 0,010               |
|                       |    | Формальдегід        | 0,701               |
| <i>Варіант 2</i>      |    |                     |                     |
| Виробниче приміщення  | 8  | Стирол              | 0,702               |
|                       |    | Толуол              | 0,500               |
|                       |    | Ксилол              | 0,180               |
|                       |    | Етилбензол          | 0,020               |
| Житлова площа         | 12 | Карбон (II) оксид   | 1,200               |
|                       |    | Формальдегід        | 0,002               |
| Міський автотранспорт | 2  | Карбон (II) оксид   | 1,410               |
|                       |    | Нітроген (IV) оксид | 0,075               |
|                       |    | Свинець             | 0,0002              |
|                       |    | Пил неорганічний    | 3,1                 |
| Житлове середовище    | 1  | Карбон (II) оксид   | 0,500               |
|                       |    | Нітроген (IV) оксид | 0,020               |
|                       |    | Формальдегід        | 0,001               |
| Місце рекреації       | 1  | Карбон (II) оксид   | 0,500               |
|                       |    | Нітроген (IV) оксид | 0,010               |
| <i>Варіант 3</i>      |    |                     |                     |
| Виробниче приміщення  | 8  | Карбон (II) оксид   | 3,580               |
|                       |    | Сірководень         | 0,506               |
|                       |    | Фенол               | 0,003               |
|                       |    | Пил неорганічний    | 0,450               |
| Житлова площа         | 12 | Карбон (II) оксид   | 2,500               |
| Міський автотранспорт | 2  | Карбон (II) оксид   | 3,100               |
|                       |    | Нітроген (IV) оксид | 0,054               |
|                       |    | Свинець             | 0,0004              |



Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3   | 4   |
|-----------------------|----|---|---|
| <i>Варіант 8</i>      |    |   |   |
| Виробниче приміщення  | 7  | Толуол<br>Ксилол<br>Бензол  | 0,500<br>0,180<br>4,45                                |
| Житлова площа         | 13 | Карбон (II) оксид<br>Формальдегід   | 1,200<br>0,002  |
| Міський автотранспорт | 2  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид<br>Свинець<br>Пил неорганічний                   | 1,400<br>0,070<br>0,102<br>3,0                        |
| Житлове середовище    | 1  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид<br>Формальдегід                                  | 0,500<br>0,020<br>0,001                               |
| Місце рекреації       | 1  | Нітроген (IV) оксид<br>Гексан   | 0,010<br>1,051  |
| <i>Варіант 9</i>      |    |   |   |
| Виробниче приміщення  | 8  | Ацетон<br>Толуол<br>Ксилол  | 95,0<br>0,600<br>0,165                                |
| Житлова площа         | 10 | Амоніак<br>Формальдегід<br>Нафталін<br>Етилбензол   | 0,035<br>0,002<br>0,0035<br>73,123                    |
| Міський автотранспорт | 2  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид<br>Свинець<br>Пил неорганічний<br>Бенз (а) пірен | 1,400<br>0,070<br>0,901<br>3,0<br>1,510 <sup>-6</sup> |
| Житлове середовище    | 2  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид<br>Формальдегід<br>Бенз (а) пірен                | 0,500<br>0,020<br>0,001<br>1,910 <sup>-6</sup>        |

Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3   | 4  |
|-----------------------|----|---|--|
| Житлове середовище    | 3  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид  | 2,540<br>0,020   |
| Місце рекреації       | 2  | Нітроген (IV) оксид<br>Міді оксид (у перерахунку на мідь)                                 | 0,010<br>2,356   |
| <i>Варіант 14</i>     |    |   |  |
| Виробниче приміщення  | 8  | Ацетон<br>Толуол<br>Ксилол  | 98,5<br>0,61<br>0,165                                  |
| Житлова площа         | 10 | Амоніак<br>Формальдегід<br>Сажа   | 0,035<br>0,002<br>7,129                                |
| Міський автотранспорт | 2  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид<br>Свинець<br>Пил неорганічний<br>Бенз (а) пірен | 1,400<br>0,070<br>0,0001<br>3,0<br>1,510 <sup>-6</sup> |
| Житлове середовище    | 2  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид<br>Формальдегід<br>Ртуть металічна               | 0,500<br>0,020<br>0,107<br>3,017                       |
| Місце рекреації       | 2  | Карбон (II) оксид<br>Нітроген (IV) оксид<br>Формальдегід                                  | 0,050<br>0,010<br>0,031                                |
| <i>Варіант 15</i>     |    |   |  |
| Виробниче приміщення  | 8  | Стирол<br>Толуол<br>Ксилол  | 0,002<br>0,550<br>0,180                                |
| Житлова площа         | 12 | Карбон (II) оксид<br>Формальдегід<br>Спирт бутиловий                                      | 1,200<br>0,002<br>1,029                                |

Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

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



Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3                 | 4               |
|-----------------------|----|-------------------|-----------------|
| Міський автотранспорт | 2  | Оксид вуглецю II  | 3,400           |
|                       |    | Оксид азота IV    | 0,370           |
|                       |    | Свинець           | 0,002           |
|                       |    | Пил неорганічний  | 3,0             |
|                       |    | Бенз (а) пірен    | $0.001810^{-3}$ |
| Житлове середовище    | 2  | Оксид вуглецю II  | 0,500           |
|                       |    | Оксид азота IV    | 0,020           |
|                       |    | Формальдегід      | 0,001           |
|                       |    | Бенз (а) пірен    | $0,071010^{-3}$ |
| Місце рекреації       | 2  | Оксид вуглецю II  | 0,230           |
|                       |    | Оксид азота IV    | 0,055           |
|                       |    | Тіофен (тіофуран) | 0,239           |
| <i>Варіант 21</i>     |    |                   |                 |
| 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    | $0,00510^{-3}$  |
| Житлове середовище    | 4  | Оксид вуглецю II  | 0,300           |
|                       |    | Оксид азота IV    | 0,026           |
|                       |    | Формальдегід      | 0,002           |
| Місце рекреації       | 1  | Оксид вуглецю II  | 0,030           |
|                       |    | Пентан            | 8,195           |

Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3                                  | 4                      |
|-----------------------|----|------------------------------------|------------------------|
| Житлове середовище    | 2  | Оксид вуглецю II                   | 0,500                  |
|                       |    | Оксид азота IV                     | 0,020                  |
|                       |    | Бенз (а) пірен                     | 0,061                  |
|                       |    | Дихлоретан                         | 5,1210 <sup>-3</sup>   |
| Місце рекреації       | 2  | Оксид вуглецю II                   | 0,050                  |
|                       |    | Оксид азота IV                     | 0,010                  |
|                       |    | Формальдегід                       | 0,021                  |
| <i>Варіант 26</i>     |    |                                    |                        |
| 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                     | 0.001810 <sup>-3</sup> |
| Житлове середовище    | 2  | Оксид вуглецю II                   | 0,500                  |
|                       |    | Оксид азота IV                     | 0,020                  |
|                       |    | Формальдегід                       | 0,001                  |
|                       |    | Бенз (а) пірен                     | 0,001010 <sup>-3</sup> |
| Місце рекреації       | 2  | Оксид вуглецю II                   | 0,030                  |
|                       |    | Гексил бромистий<br>(1-бромгексан) | 1,905                  |
| <i>Варіант 27</i>     |    |                                    |                        |
| Виробниче приміщення  | 8  | Аміак                              | 0,065                  |
|                       |    | Пил неорганічний                   | 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 <sup>-3</sup> |
| Житлове середовище    | 4  | Оксид вуглецю II   | 0,300                 |
|                       |    | Оксид азота IV   | 0,026                 |
|                       |    | Формальдегід   | 0,002                 |
| Місце рекреації       | 1  | Оксид вуглецю II   | 5,030                 |
|                       |    | Ангідрид сірчистий   | 67,005                |
| <i>Варіант 28</i>     |    |  |                       |
| Виробниче приміщення  | 8  | Оксид вуглецю II   | 2,000                 |
|                       |    | Сероводород  | 0,007                 |
|                       |    | Пил неорганічний   | 0,450                 |
| Житлова площа         | 12 | Оксид вуглецю II   | 2,500                 |
|                       |    | Пил неорганічний   | 0,20                  |
| 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   | 0,020                 |
| Місце рекреації       | 1  | Аміл бромистий (1-бромпентан)                              | 1,500                 |
|                       |    | Бензин (нафтовий, малосірчистий, у перерахунку на вуглець) | 6,010                 |

Продовження таблиці 2.4

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

Продовження таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3   | 4   |
|-----------------------|----|---|---|
| <i>Варіант 31</i>     |    |   |   |
| Виробниче приміщення  | 8  | Стирол<br>Толуол<br>Етилбензол  | 0,001<br>0,600<br>0,020                                   |
| Житлова площа         | 10 | Аміак<br>Формальдегід<br>Нафталін   | 0,035<br>0,012<br>0,0035                                  |
| Міський автотранспорт | 2  | Оксид вуглецю II<br>Оксид азота IV<br>Свинець<br>Пил неорганічний<br>Бенз (а) пірен | 1,400<br>0,070<br>0,0001<br>3,0<br>0,21510 <sup>-3</sup>  |
| Житлове середовище    | 2  | Оксид вуглецю II<br>Оксид азота IV<br>Формальдегід<br>Бенз (а) пірен                | 0,500<br>0,020<br>0,061<br>0,7210 <sup>-3</sup>           |
| Місце рекреації       | 2  | Оксид вуглецю II<br>Гексафторбензол<br>Формальдегід                                 | 0,050<br>0,410<br>0,001                                   |
| <i>Варіант 32</i>     |    |   |   |
| Виробниче приміщення  | 8  | Оксид сірки IV<br>Пил неорганічний  | 0,065<br>0,200  |
| Житлова площа         | 10 | Сірководень<br>Формальдегід<br>Нафталін   | 0,007<br>0,002<br>0,0035                                  |
| Міський автотранспорт | 2  | Оксид вуглецю II<br>Оксид азота IV<br>Свинець<br>Пил неорганічний<br>Бенз (а) пірен | 1,400<br>0,070<br>0,0002<br>3,0<br>0.001810 <sup>-3</sup> |



Продовження таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3   | 4                     |
|-----------------------|----|---|-----------------------|
| Житлове середовище    | 2  | Оксид вуглецю II  | 0,500                 |
|                       |    | Оксид азота IV  | 0,020                 |
|                       |    | Формальдегід  | 0,001                 |
|                       |    | Бенз (а) пірен  | 0,1110 <sup>-3</sup>  |
| Місце рекреації       | 2  | Марганець і його сполуки (у пере-рахунку на діоксид марганцю) | 3,030                 |
|                       |    | Дихлоретан  | 3,005                 |
| <i>Варіант 33</i>     |    |   |                       |
| Виробниче приміщення  | 8  | Аміак   | 0,065                 |
|                       |    | Пил неорганічний  | 0,100                 |
| Житлова площа         | 10 | Ацетофенон  | 0,007                 |
|                       |    | Нафталін  | 0,135                 |
|                       |    | Кислота оцтова  | 5,170                 |
| Міський автотранспорт | 1  | Оксид вуглецю II  | 4,200                 |
|                       |    | Оксид азота IV  | 0,050                 |
|                       |    | Свинець   | 0,013                 |
|                       |    | Пил неорганічний  | 3,0                   |
|                       |    | Бенз (а) пірен  | 0,06510 <sup>-3</sup> |
| Житлове середовище    | 4  | Оксид вуглецю II  | 0,300                 |
|                       |    | Піридин   | 2,026                 |
|                       |    | Формальдегід  | 0,092                 |
| Місце рекреації       | 1  | Оксид вуглецю II  | 0,030                 |
|                       |    | Оксид азота IV  | 0,005                 |
| <i>Варіант 34</i>     |    |   |                       |
| Виробниче приміщення  | 8  | Оксид вуглецю II  | 2,000                 |
|                       |    | Сероводород   | 0,127                 |
|                       |    | Пил неорганічний  | 0,450                 |

Закінчення таблиці 2.4

| 1                     | 2  | 3   | 4                               |
|-----------------------|----|---|---------------------------------|
| Житлова площа         | 12 | Оксид вуглецю II<br>Пил неорганічний                              | 2,500<br>0,20                   |
| Міський автотранспорт | 2  | Оксид вуглецю II<br>Оксид азота IV<br>Свинець<br>Пил неорганічний | 3,100<br>0,054<br>0,104<br>0,50 |
| Житлове середовище    | 1  | Оксид вуглецю II<br>Оксид азота IV                                | 2,540<br>0,020                  |
| Місце рекреації       | 1  | Оксид вуглецю II<br>Фенол   | 1,500<br>5,810                  |
| <i>Варіант 35</i>     |    |   |                                 |
| Виробниче приміщення  | 8  | Оксид вуглецю II  | 3,580                           |
|                       |    | Сірководень   | 0,106                           |
|                       |    | Фенол   | 0,193                           |
|                       |    | Пил неорганічний  | 0,450                           |
| Житлова площа         | 12 | Оксид вуглецю II<br>Фенол   | 2,500<br>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 організму 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 загальноотрутною 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 отрутих 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 ( $x, m$ ) від джерела і визначається за формулою:

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

де  $c_m$  – максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини при викиді газоповітряної суміші,  $mg/m^3$ ;  $A$  – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери;  $M$  – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу,  $g/s$ ;  $F$  – 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;  $\eta$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості; у випадку рівної чи слабо перебіченої 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,  $\text{м}^3/\text{з}$ ;  $\Delta T$  – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається,  $t$ , і температурою навколишнього атмосферного повітря  $t$ ,  $^{\circ}\text{C}$ .

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 ( $V_{1e}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ).

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

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  $50^{\circ}$  с. ш., для інших районів Нижнього Поволжя, Кавказу; Далекого Сходу та іншої території Сибіру; 180 – для ЄТР і Уралу від  $50$  до  $52^{\circ}$  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 ( $M$ ) 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  $M$  і  $V_1$ , які реально мають місце протягом року при встановлених (звичайних) умовах експлуатації підприємства, при яких досягається максимальне значення  $c_m$ .

Відзначимо, що:

– значення  $M$  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:

$$\frac{M_c}{ГДК} > \Phi;$$

$$\Phi = 0,01 \bar{H} \text{ при } \bar{H} > 10 \text{ м,}$$

$$\Phi = 0,1 \bar{H} \text{ при } \bar{H} \leq 10 \text{ м,}$$

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<sup>3</sup>;  $\bar{H}$  – 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  $f$ ,  $v_M$ ,  $v_M'$  і  $f_e$ :

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

$$v_M' = 1,8 \frac{w_0 \cdot D}{H}, \quad f_e = 800 (v_M')^3.$$

Коефіцієнт  $m$  визначається в залежності від  $f$ :

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

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

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

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

$$\text{при } v_M \geq 2 \quad n = 1,$$

$$\text{при } 0,5 \leq v_M < 2 \quad n = 0,532 \cdot v_M^2 - 2,13 \cdot v_M + 3,13,$$

$$\text{при } v_M < 0,5 \quad n = 4,4v_M,$$

при  $f \geq 100$  чи  $\Delta T \approx 0$  коефіцієнт  $n$  обчислюється при  $v_M' = v_M$ .

Для  $f \geq 100$  (чи  $\Delta T \approx 0$ ) і  $v_M' \geq 0,5$  (холодні викиди) при розрахунку  $V_M$  використовується формула

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

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

Відстань ( $x_m$ , м) від джерела викидів, на якому приземна концентрація ( $c$ , мг/м<sup>3</sup>) 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  $v_m \leq 0,5$   $d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f_e})$ ,

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

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

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

при  $v_m' \leq 0,5$   $d = 5,7$ ,

при  $0,5 < v_m' \leq 2$   $d = 11,4v_m'$ ,

при  $v_m' > 2$   $d = 16\sqrt{v_m'}$ .

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

при  $v_m \leq 0,5$   $u_m = 0,5$

при  $0,5 < v_m \leq 2$   $u_m = v_m$

при  $v_m > 2$   $u_m = v_m \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f})$ .

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

при  $v_m' \leq 0,5$   $u_m = 0,5$ ,

при  $0,5 < v_m' \leq 2$   $u_m = v_m'$ ,

при  $v_m' > 2$   $u_m = 2,2v_m'$ .

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини ( $c_{mu}$ , мг/м<sup>3</sup>) 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  $u/u_m \leq 1$

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

при  $u/u_m > 1$

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

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<sup>3</sup>), визначається за формулою

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

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

$$\text{при } u/u_m \leq 0,25 \quad p = 3$$

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

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

При небезпечній швидкості вітру ( $u_m$ ) приземна концентрація шкідливих речовин ( $c$ , мг/м<sup>3</sup>) в атмосфері по осі факела викиду на різних відстанях ( $x$ , м) від джерела викиду визначається за формулою:

$$c = s_1 \cdot c_m,$$

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

при  $x/x_m \leq 1$

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

при  $1 < x/x_m \leq 8$

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

при  $F \leq 1,5$  і при  $x/x_m > 8$

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

при  $F > 1,5$  і при  $x/x_m > 8$

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

Для низьких і наземних джерел (висотою  $H$  не більш 10 м) при значеннях  $x/x_m < 1$  величина  $s_1$  замінюється на величину  $s_1^H$ , яка визначається в залежності від  $x/x_m$  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<sup>3</sup>) на відстані ( $y$ , м) по перпендикулярі до осі факела викиду визначається по формулі

$$c_y = s_2 \cdot c_m,$$

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

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

де аргумент  $t_y$  розраховується за формулами:

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

$$\text{при } u > 5 \quad t_y = \frac{5y^2}{x^2}.$$

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

$$c_{mx} = s_1' \cdot c_m,$$

де  $s_1'$  – безрозмірний коефіцієнт.

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

при  $x/x_M \leq 1$

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

при  $1 < x/x_M \leq 8$

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

при  $8 < x/x_M \leq 24$

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

при  $24 < x/x_M \leq 80, F \leq 1,5$

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

при  $24 < x/x_M \leq 80, F > 1,5$

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

при  $x/x_M > 80, F \leq 1,5$

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

при  $x/x_M > 80, F > 1,5$

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

Швидкість вітру ( $u_{mx}$ ):

$$u_{mx} = f_1 \cdot u_m,$$

де  $f_1$  – безрозмірний коефіцієнт.

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

при  $x/x_M \leq 1$   $f_1 = 1$ ,

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

при  $8 < x/x_M < 80$   $f_1 = 0,25$ ,

при  $x/x_M \geq 80$   $f_1 = 1$ .

## 2. Порядок виконання роботи

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

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

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 ( $c_M$ );

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

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 ( $c_{mx}$ ) 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 $\Delta T$ , °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 $\eta$   | 1                | 0,8  | 0,95 | 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 небезпечній 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 $\Delta T$ , °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 $\eta$  | 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 неезпечній 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 $\Delta T$ , °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 $\eta$   | 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 небезпечній 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 $\Delta T$ , °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 $\eta$   | 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 неъезпечній 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 $\Delta T$ , °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 $\eta$   | 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 небезпечній 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 $\Delta T$ , °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 $\eta$  | 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 неезпечній 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 інгредієнти 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, ґрунт?
11. Вплив 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 створюють 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 установках 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 непроєктних 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):

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

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

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

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

$T$  – 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):

$$З = M_i \times i\Pi \times A_i \times K_T \times K_{zi} \quad (4.2)$$

де  $Z$  – розмір компенсації збитків, одиниць національної валюти;

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

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

$A_i$  – безрозмірний показник відносної небезпечності забруднюючої речовини;

$K_T$  – коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості;

$K_{zi}$  – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту забруднюючою речовиною.

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

$$A_i = \frac{i}{ГДК_i} \quad (4.3)$$

ГДК<sub>i</sub> – 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 А<sub>i</sub> приймається рівним 500.

Коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості (К<sub>т</sub>), залежить від чисельності жителів населеного пункту, його народногосподарського значення і розраховується за формулою (4):

$$K_t = K_{нас} \times K_f \quad (4.4)$$

де К<sub>нас</sub> – коефіцієнт, що залежить від чисельності жителів населеного пункту і визначається за таблиці 4.1;

К<sub>ф</sub> – коефіцієнт, що враховує народногосподарське значення населеного пункту і визначається за таблиці 4.2.

Якщо населений пункт одночасно має промислове та рекреаційне значення, застосовується коефіцієнт К<sub>ф</sub> = 1,65.

**Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта К<sub>нас</sub>**

| Чисельність населення,<br>тис. чол. | К <sub>нас</sub> |
|-------------------------------------|------------------|
| 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):

$$K_{zi} = \frac{q}{ГДК_{ci}} \quad (4.5)$$

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

ГДК<sub>ci</sub> – 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  $0,005 \text{ мг/м}^3$ . Підприємство знаходиться в м. Херсон.

### Розв'язання

Так як у даній задачі викид здійснювався в межах ліміту, то розмір збору (3) визначається за формулою (4):

$$З = \sum_{i=1}^n (M_{л_i} \cdot H_{б_i} \cdot K_{нас} \cdot K_{\phi}), \quad \text{тому що } M_{п_i} = 0. \quad (4.6)$$

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

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:  $K_{нас.} = 1,35$ ;  $K_{\phi} = 1,25$ .

Розмір збору:

$$Z = \sum_{i=1}^n (M_{л_i} \cdot H_{б_i} \cdot K_{нас} \cdot K_{ф}) = 4 \cdot 1,35 \cdot 1,25 \cdot (10,02 \cdot 1511,5 + 40,09 \cdot 1434,71 + 0,51 \cdot 269,08 + 0,21 \cdot 1434,71 + 0,356 \cdot 5112,56) =$$

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

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

*Відповідь:*  $Z = 505719,08$  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:  $M_{Лі} = 10,02/90 = 0,11$  т;

азоту оксиди:  $M_{Лі} = 40,09/90 = 0,45$  т;

аміак:  $M_{Лі} = 0,51/90 = 0,006$  т;

спирт н-бутиловий:  $M_{Лі} = 0,21/90 = 0,002$  т;

речовина А:  $M_{Лі} = 0,356/90 = 0,004$  т.

2) понад ліміту:

пил неорганічний:  $M_{Пі} = 0,11 \cdot 3 = 0,33$  т;

азоту оксиди:  $M_{Пі} = 0,45 \cdot 3 = 1,35$  т;

аміак:  $M_{Пі} = 0,006 \cdot 3 = 0,018$  т;

спирт н-бутиловий:  $M_{Пі} = 0,002 \cdot 3 = 0,006$  т;

речовина А:  $M_{Пі} = 0,004 \cdot 3 = 0,012$  т.

Тривалість роботи джерела в лімітному режимі за рік складає:

$90 \cdot 4 - 20 = 340$  днів.

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

$$\begin{aligned}
 Z &= \sum_{i=1}^n (M_{л_i} \cdot H_{б_i} \cdot K_{нас} \cdot K_{ф}) + (M_{п_i} \cdot H_{б_i} \cdot K_{нас} \cdot K_{п}) = 1,35 \cdot 1,25 \cdot \\
 &\left[ 340 \cdot (0,11 \cdot 1511,5 + 0,45 \cdot 1434,71 + 0,006 \cdot 269,08 + 0,002 \cdot 1434,71 + 0,004 \cdot 5112,56) + \right. \\
 &\left. + 20 \cdot (0,33 \cdot 1511,5 + 1,35 \cdot 1434,71 + 0,018 \cdot 269,08 + 0,006 \cdot 1434,71 + 0,012 \cdot 5112,56) \right] = \\
 &= 1,6875 \cdot (340 \cdot (166,265 + 645,6195 + 1,61448 + 2,86942 + 20,45024) + 20 \cdot (498,795 + \\
 &1936,8585 + 4,84344 + 8,60826 + 61,35072)) = 1,6875 \cdot (284518,3376 + 50209,1184) = \\
 &= 564852,582 \text{ (грн)}.
 \end{aligned}$$

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<sub>пд</sub>) визначається за формулою:

$$Z_{пд} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot H_{б_i} \cdot K_{нас} \cdot K_{ф} .$$

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

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

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

За таблицями 4.1 і 4.2 знаходимо для м. Вінниця:  $K_{нас} = 1,35$ ,  $K_{ф} = 1,25$ .

$$Z_{\text{ПД}} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot H_{\sigma_i} \cdot K_{\text{нас}} \cdot K_{\text{ф}} = 1,35 \cdot 1,25 \cdot \left( 700,5 \cdot 68,15 + 100,5 \cdot 65,8 + \right. \\ \left. + 70,98 \cdot 79,9 + 20,56 \cdot 54,05 \right) = \\ = 1,6875 \cdot (47739,075 + 6612,9 + 5671,302 + 1111,268) = 103164,5446 \text{ (грн).}$$

Відповідь:  $Z_{\text{ПД}} = 103164,54$  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 забруднення атмосфери:

- 1)  $Z_{\text{ПД}} = 505719,08$  грн;
- 2)  $Z_{\text{ПД}} = 564852,58$  грн;
- 3)  $Z_{\text{ПД}} = 103164,54$  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 атмосферне 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 сірчис-<br>тий | 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      |
| <b>Речовина, т</b>           | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                              | <b>11</b>      | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>20</b> |
| 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 речовини              | 1,12           | –         | –         | 0,97      | –         | 1,06      | 0,86      | 8,6       | 0,27      | –         |
| Кадмію сполуки               | –              | 0,51      | –         | –         | 0,86      | 0,36      | –         | 0,73      | –         | –         |
| Марганець та його сполуки    | 0,01           | 0,21      | 0,21      | 0,52      | 0,15      | –         | 0,92      | –         | 0,15      | 0,26      |
| <b>Речовина, т</b>           | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                              | <b>21</b>      | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> | <b>29</b> | <b>30</b> |
| Кадмію сполуки               | –              | 10,02     | –         | 0,14      | –         | –         | –         | –         | –         | 0,38      |
| Марганець та 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             | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                         | <b>31</b>      | <b>32</b> | <b>33</b> | <b>34</b> | <b>35</b> | <b>36</b> | <b>37</b> | <b>38</b> | <b>39</b> | <b>40</b> |
| 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  $0,005 \text{ мг/м}^3$  (варіант 1-10); 0,156 т речовини Б з ОБРВ  $0,3 \text{ мг/м}^3$  (варіант 11-20); 0,050 т речовини В з ОБРВ  $0,0001 \text{ мг/м}^3$  (варіант 21-30), 0,025 т речовини Г з ОБРВ  $0,00012 \text{ мг/м}^3$  (варіант 31-40).

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

**Таблиця 4.6 – Кількість населення в містах України**

| <b>№ варіанта</b> | <b>Місто</b>     | <b>Тип населеного пункту</b> | <b>Кількість населення</b> |
|-------------------|------------------|------------------------------|----------------------------|
| 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 зменшення 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<sup>3</sup>/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  $t = 450^\circ\text{C}$ . В'язкість газу при цій температурі  $\mu = 34 \cdot 10^{-6}$  Па·с, густина пилу  $\rho_n = 4000$  кг/м<sup>3</sup>, густина газу  $\rho_r = 500$  г/м<sup>3</sup>.

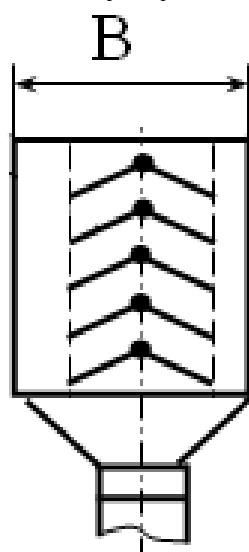


Рисунок 5.1 – Багатополична схема пилоосаджувальної камери

### Розв'язання

1. Знаходимо витрати газу при заданих умовах

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

2. Визначаємо лінійну швидкість газу в камері

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

3. Знаходимо тривалість перебування газу в камері

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

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

$$\omega_{oc} = \frac{d^2 (\rho_{п} - \rho_{г}) \cdot g}{18\mu} = \frac{(8 \cdot 10^{-6})^2 (4000 - 0,5) \cdot 9,81}{18 \cdot 34 \cdot 10^{-6}} = 0,0041 \text{ (м/с)},$$

де  $d$  – діаметр частинок пилу, м;

$\rho_{п}$  – густина пилу, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{г}$  – густина газу, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – в'язкість газу, Па · с.

Дійсна швидкість осадження приймається рівною

$$\omega_{oc}^д = 0,5 \quad \omega_{oc} = 0,5 \cdot 0,0041 = 0,00205 \text{ м/с}.$$

5. Знаходимо відстань між полицями

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

6. Перевіряємо правильність застосування формули Стокса для визначення швидкості осадження

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

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  $t = 20^\circ\text{C}$ , атмосферний тиск  $P = 97400 \text{ Па}$  (730 мм рт. ст.). Необхідна ефективність очищення  $\eta = 95\%$ .

### Розв'язання

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

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

$$Q = Q_r \cdot N = 5000 \cdot 3 = 15000 \text{ (м}^3/\text{год)}.$$

2. Для очищення повітря проектуємо циклон СК-ЦН-34, який працює при розрідженні  $P' = 2000 \text{ Па}$ . Оптимальна швидкість повітря в циклоні  $v_{\text{опт}} = 1,7 \text{ м/с}$  (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       |
| $\lg \delta^2_{\text{ч}}$ | 0,308 | 0,283 | 0,352 | 0,352 | 0,364     | 0,308    | 0,340      |
| $v_{\text{опт}}$ , м/с    | 4,5   | 3,5   | 3,5   | 3,5   | 2,0       | 1,7      | 2,0        |

3. Знаходимо густину  $\rho$  і динамічну в'язкість повітря при робочих умовах:

$$\begin{aligned} \rho &= \rho_0 \frac{T_0(P_0 - P')}{P_0} = \rho_0 \frac{T_0(P_0 - P')}{P_0(T_0 + t)} = \\ &= 1,293 \frac{273(97400 - 2000)}{101300(273 + 20)} = 0,877 \text{ (кг/м}^3\text{);} \\ \mu &= \mu_0 \frac{T_0 + C}{T + C} \left( \frac{T}{T_0} \right)^{\frac{3}{2}} = \mu_0 \frac{T_0 + C}{(T_0 + t) + C} \left( \frac{T_0 + t}{T_0} \right)^{\frac{3}{2}} = \\ &= 17,3 \cdot 10^{-6} \frac{273 + 124}{273 + 20 + 124} \left( \frac{273 + 20}{273} \right)^{\frac{3}{2}} = 18,3 \cdot 10^{-6} \text{ (Па} \cdot \text{с)}, \end{aligned}$$

де  $T_0$  – абсолютна температура, К;

$P_0$  – нормальний атмосферний тиск, Па;

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

$\rho_0$  – густина газів (повітря) при нормальних умовах (таблиця 5.2);

$\mu_0$  – 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 <sup>3</sup> | Молекулярна 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 <sub>p</sub>                                      | C <sub>v</sub> | ·10 <sup>-6</sup> Па·с            | С   |
| 1               | 2                              | 3   | 4                            | 5                          | 6   | 7              | 8                                 | 9   |
| Азот            | N <sub>2</sub>                 | 1,2507  | 28,02                        | 297                        | 1,04  | 0,745          | 17                                | 114 |
| Аміак           | NH <sub>3</sub>                | 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 |
| Ацетилен        | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>  | 1,171   | 26,04                        | 320                        | 1,68  | 1,35           | 9,35                              | 198 |
| Бензол          | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>  | -   | 78,11                        | 106                        | 1,25  | 1,14           | 7,2                               | -   |
| Бутан           | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 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 <sub>2</sub>                 | 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 <sub>2</sub>                | -   | 46,01                        | 180                        | 0,802   | 0,614          | -                                 | -   |
| Двоокис сірки   | SO <sub>2</sub>                | 2,927   | 64,07                        | 130                        | 0,631   | 0,501          | 11,7                              | 396 |
| Двоокис вуглецю | CO <sub>2</sub>                | 1,976   | 44,01                        | 189                        | 0,836   | 0,651          | 13,7                              | 254 |
| Кисень          | O <sub>2</sub>                 | 1,4289  | 32                           | 260                        | 0,911   | 0,651          | 20,3                              | 131 |
| Метан           | CH <sub>4</sub>                | 0,717   | 16,04                        | 519                        | 2,22  | 1,67           | 10,3                              | 162 |
| Окис вуглецю    | 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 <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | -     | 72,15 | 115 | 1,715 | 1,57  | 8,74  | -   |
| Пропан        | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>  | 2,020 | 44,1  | 189 | 1,86  | 1,65  | -     | 278 |
| Пропілен      | C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>  | 1,914 | 42,8  | 198 | 1,63  | 1,432 | -     | 322 |
| Сірководень   | H <sub>2</sub> S               | 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 <sub>3</sub> Cl             | 2,308 | 50,49 | 165 | 0,74  | 0,582 | 9,89  | 454 |
| Етан          | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>  | 1,357 | 30,07 | 283 | 1,73  | 1,44  | 8,5   | 287 |
| Етилен        | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>  | 1,261 | 28,05 | 296 | 1,53  | 1,22  | 9,85  | 241 |

4. Визначаємо необхідну площу перерізу циклона

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

5. Знаходимо діаметр циклона

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

Вибираємо циклон діаметром 1,8 м.

6. Визначаємо дійсну швидкість повітря в циклоні

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

де N – число циклонів.

Відхилення від оптимальної швидкості складає:

$$\delta = \frac{v_{\text{опт}} - v}{v_{\text{опт}}} \cdot 100 = \frac{1,7 - 1,64}{1,7} \cdot 100 = 3,5\%,$$

тобто знаходиться в межах допустимого ( $\pm 15\%$ ).

7. Знаходимо коефіцієнт гідравлічного опору циклона

$$\xi_{\text{ц}}^{\text{п}} = K_1 K_2 \xi_{\text{ц}500}^{\text{сп}} = 1,0 \cdot 0,99 \cdot 1150 = 1138,5 \text{ (Па} \cdot \text{с)},$$

де  $K_1, K_2, \xi_{\text{ц}500}^{\text{сп}}$  – коефіцієнти, вибрані з таблиць 3; 4; 5.

8. Втрати тиску в циклоні будуть рівні

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

тобто знаходяться в межах допустимих (табл. 5.6).

**Таблиця 5.3 – Значення коефіцієнтів опору циклонів типу НДЮГАЗ (D = мм, v = 3 м/с)**

| Марка циклона | $\frac{d}{D}$ | Без додаткових пристроїв        |                                 | З вихідним завитком | З відводом 90°<br>R/d=1,5                  |  |
|---------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|--|--|
|               |               | $\xi_{\text{ц}500}^{\text{сп}}$ | $\xi_{\text{ц}500}^{\text{сп}}$ |                     | 1/d=0...12 $\xi_{\text{ц}500}^{\text{сп}}$ | 1/d>12 $\xi_{\text{ц}500}^{\text{сп}}$ |
| 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-        | 0,34          | 1050                            | 1150                            | -                   | -  | -                                      |
| 34 СК-ЦН-     | 0,22          | -                               | 2800                            | -                   | -  | -                                      |
| 34 М          |               |                                 |                                 |                     |  |  |

**Таблиця 5.4 – Вплив поправкового коефіцієнта  $K_1$  на діаметр циклона**

| D, мм | Марка циклона |                          |                                    |
|-------|---------------|--------------------------|------------------------------------|
|       | ЦН-11         | ЦН-15,<br>ЦН-15 У, ЦН-34 | СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34,<br>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 C, г/м <sup>3</sup> |      |       |      |       |      |       |
|---------------|--------------------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|
|               | 0                                    | 10   | 20    | 40   | 80    | 120  | 150   |
| ЦН-11         | 1                                    | 0,96 | 0,94  | 0,92 | 0,90  | 0,87 | 0,85  |
| ЦН-15         | 1                                    | 0,93 | 0,92  | 0,91 | 0,90  | 0,87 | 0,86  |
| ЦН-15У        | 1                                    | 0,93 | 0,92  | 0,91 | 0,89  | 0,88 | 0,87  |
| ЦН-24         | 1                                    | 0,95 | 0,92  | 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<br>10 <sup>3</sup> ·м <sup>3</sup> /год, не більше | Швидкість<br>газу, м/с* | Температура<br>(розрахункова), °С | Запиленість<br>газу, г/м <sup>3</sup> ,<br>не більше |                                | Гідравлічний опір<br>ΔР, Па | Ефективність очищення**<br>%, не менше |
|-----|-------------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|--|
|     | за характером<br>газового потоку    | за кількістю<br>робочих елементів |   |                         |                                   | для<br>незлиплого пилу                               | для середньо-<br>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 до 15            |                                   | 200  | 150                            | До 1000                     | 65                                     |
|     | Без розподілення потоку             |                                   |   | Від 10 до 15            |                                   |  | 100                            | До 500                      | 40                                     |
| 2   | З тангенціальним входом             | оди-ночні                         | 100   |                         |                                   | 1000   | 250                            | Від 600 до 2200             | 80                                     |
|     |                                     | ГРУ-пові                          |   |                         |                                   |  |                                | Від 600 до 2500             |  |
| 3   | З осьовим входом                    | батарейні                         | 60  | Від 12 до 22            |                                   | 600  | 250                            | Від 600 до 3000             | 85                                     |
|     | Вихровий з додатковим підводом газу |                                   | 30  | Від 12 до 22            |                                   | 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<sup>3</sup>.

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

9. Значення медіанної тонкості очищення знаходимо за формулою

$$d_{50} = d_{50}^t \sqrt{\left(\frac{D}{D_t}\right) \cdot \left(\frac{\rho_{\text{ч}}^t}{\rho_{\text{ч}}}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_t}\right) \cdot \left(\frac{v_t}{v}\right)} =$$

$$= 1,95 \sqrt{\left(\frac{1,8}{0,6}\right) \cdot \left(\frac{1930}{4000}\right) \cdot \left(\frac{18,3 \cdot 10^{-6}}{22,2 \cdot 10^{-6}}\right) \cdot \left(\frac{3,5}{1,64}\right)} = 3,1 \text{ (мм)}.$$

де  $d_{50}^t$  – медіанна тонкість очищення типового циклона при таких параметрах (табл. 5.1):  $D_t = 0,6$  м;  $\rho_{\text{ч}}^t = 1930$  кг/м<sup>3</sup>;  $\mu_t = 22,2 \cdot 10^{-6}$  Па с;  $v_t = 3,5$  м/с.

10. Знаходимо параметр

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

де  $\lg \sigma_{\text{ч}}^t$  – ступінь полідисперсності пилу типового циклона (табл. 5.1);

$\lg \sigma_{\text{ч}}$  – ступінь полідисперсності дійсного пилу (табл. 5.7).

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

| Технологічний процес         | Вид пилу        | $d_{50}^t$ , мкм | $\lg \delta_{\text{ч}}$ |
|------------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| 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:

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

Таким чином, фактична ефективність очищення більша заданої

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

12. Знаходимо конструктивні розміри запроєктованого 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 $H_{\delta}$ і висота заглиблення вихлопної труби $h_{\delta}$ | 0,535              | 0,515     | 0,4               |
| Висота конічної частини $H_{\epsilon}$   |                    |           |                   |
| Внутрішній діаметр вихлопної труби $d$   | 3,0                | 2,11      | 2,6               |
| Внутрішній діаметр пиловипускного отвору $d_1$   | 0,334              | 0,340     | 0,22              |
| Ширина вхідного патрубку $b_1$   | 0,334              | 0,229     | 0,18              |
| Висота зовнішньої частини вихлопної труби $h_{\zeta}$                                      | 0,264              | 0,214     | 0,18              |
| Висота фланця $h_{\delta}$   | 0,2 – 0,3          | 0,515     | 0,3               |
| Висота фланця $h_{\delta}$   | 0,1                | 0,1       | 0,1               |
| Довжина вхідного патрубку $l$  | 0,6                | 0,6       | 0,6               |
| Висота вхідного патрубку $h_{\eta}$  | 0,535              | 0,2 – 0,6 | 0,4               |
| Змінний радіус завитка $r$   | $D/2 + b\phi/2\pi$ | $D/2 + b$ | $D/2 + b\phi/\pi$ |
| Внутрішній діаметр циліндричної частини $D$  | До 3600 мм         |           | До 4000 мм        |

– висота циліндричної частини  $H_{\text{ц}}$  і висота заглиблення вихлопної труби  $h_{\text{т}}$

$$H_{\text{ц}}=0,535 \cdot D=0,535 \cdot 1800=963 \text{ (мм);}$$
$$h_{\text{т}}=0,535 \cdot D=0,535 \cdot 1800=963 \text{ (мм);}$$

– висота конічної частини

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

– 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

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

– висота фланця

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

– довжина вхідного патрубка

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

– висота вхідного патрубка

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

– 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<sup>3</sup>/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  $t = 450^\circ\text{C}$ . В'язкість газу при цій температурі  $\mu = 34 \cdot 10^{-6}$  Па·с, густина пилу  $\rho_n = 4000$  кг/м<sup>3</sup>, густина газу  $\rho_r = 500$  г/м<sup>3</sup>. 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 <sup>3</sup> /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   |
| $\mu, \cdot 10^{-6}$<br>Па·с | 33,7    | 33,71 | 33,72 | 33,73 | 33,74 | 33,75 | 33,76 | 33,77 | 33,78 | 33,79 |
| $\rho_n$ , кг/м <sup>3</sup> | 3970    | 3971  | 3972  | 3973  | 3974  | 3975  | 3976  | 3977  | 3978  | 3979  |
| $\rho_r$ , г/м <sup>3</sup>  | 480     | 481   | 482   | 483   | 484   | 485   | 486   | 487   | 488   | 489   |

Продовження таблиці 5.2

| Пара-<br>метри               | 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 <sup>3</sup> /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   |
| $\mu, \cdot 10^{-6}$<br>Па·с | 33,8    | 33,81 | 33,82 | 33,83 | 33,84 | 33,85 | 33,86 | 33,87 | 33,88 | 33,89 |
| $\rho_n, \text{кг/м}^3$      | 3980    | 3981  | 3982  | 3983  | 3984  | 3985  | 3986  | 3987  | 3988  | 3989  |
| $\rho_r, \text{г/м}^3$       | 490     | 491   | 492   | 493   | 494   | 495   | 496   | 497   | 498   | 499   |
| Пара-<br>метри               | 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 <sup>3</sup> /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   |
| $\mu, \cdot 10^{-6}$<br>Па·с | 33,9    | 33,91 | 33,92 | 33,93 | 33,94 | 33,95 | 33,96 | 33,97 | 33,98 | 33,99 |
| $\rho_n, \text{кг/м}^3$      | 3990    | 3991  | 3992  | 3993  | 3994  | 3995  | 3996  | 3997  | 3998  | 3999  |
| $\rho_r, \text{г/м}^3$       | 500     | 501   | 502   | 503   | 504   | 505   | 506   | 507   | 508   | 509   |

Закінчення таблиці 5.2

| Пара-<br>метри               | 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 <sup>3</sup> /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, °С                        | 450     | 451   | 452   | 453   | 454   | 455   | 456   | 457   | 458   | 459   |
| $\mu, \cdot 10^{-6}$<br>Па·с | 34,0    | 34,01 | 34,02 | 34,03 | 34,04 | 34,05 | 34,06 | 34,07 | 34,08 | 34,09 |
| $\rho_n, \text{кг/м}^3$      | 4000    | 4001  | 4002  | 4003  | 4004  | 4005  | 4006  | 4007  | 4008  | 4009  |
| $\rho_r, \text{г/м}^3$       | 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  $t = 20^\circ\text{C}$ , атмосферний тиск  $P = 97400 \text{ Па}$  (730 мм рт. ст.). Необхідна ефективність очищення  $\eta = 95\%$ .

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

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

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

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

Таблиця 5.10 – Вихідні дані для розрахунку

| Пара-<br>метри                          | Варіант |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| N,<br>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 <sup>3</sup>                    | 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    |
| ρ <sub>ч</sub> , кг/м <sup>3</sup>      | 3800    | 3810  | 3820  | 3830  | 3840  | 3850  | 3860  | 3870  | 3880  | 3890  |
| Q <sub>1</sub> ,<br>м <sup>3</sup> /ГОД | 4500    | 4520  | 4540  | 4560  | 4580  | 4600  | 4620  | 4640  | 4660  | 4680  |
| Пара-<br>метри                          | Варіант |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|   | 11      | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
| N, верс-<br>татів                       | 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 <sup>3</sup>                    | 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    |
| ρ <sub>ч</sub> , кг/м <sup>3</sup>      | 3900    | 3910  | 3920  | 3930  | 3940  | 3950  | 3960  | 3970  | 3980  | 3990  |
| Q <sub>1</sub> ,<br>м <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>                 | 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    |
| ρ <sub>ч</sub> , кг/м <sup>3</sup>   | 3800    | 3810  | 3820  | 3830  | 3840  | 3850  | 3860  | 3870  | 3880  | 3890  |
| Q <sub>1</sub> , м <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>                 | 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    |
| ρ <sub>ч</sub> , кг/м <sup>3</sup>   | 3900    | 3910  | 3920  | 3930  | 3940  | 3950  | 3960  | 3970  | 3980  | 3990  |
| Q <sub>1</sub> , м <sup>3</sup> /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 приходить 12,9 тис. м<sup>3</sup> води на рік. Але розподіл наявних водних ресурсів такий: у високорозвиненій Європі на одного чоловіка припадає 4,9 тис. м<sup>3</sup> в рік наявної води, в Азії – 6,7, в Австралії – 27,4 тис. м<sup>3</sup> 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  $500 \text{ км}^3$  за рік. На долю сільського господарства приходить 80 % всієї витрати, на побутові потреби –  $100 \text{ км}^3$  на рік. В промислово розвинених країнах на одну людину витрачається 1,2-1,5 тис.  $\text{м}^3$  води на рік.

Щоб забезпечити питною водою місто з мільйонним населенням і розвинутою промисловістю при кількості річних опадів не менше 1000 мм за рахунок підземних вод, необхідна площа в  $750 \text{ км}^2$ . Запаси підземних вод в містах катастрофічно 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 приходить близько 300 л води, те ж саме стосується Дніпропетровська. У Москві на одного жителя є 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<sup>3</sup> стічних вод, з них майже 6 км<sup>3</sup> – 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<sub>2</sub> 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 водних 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°C.

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 осад 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 сівоборотів, 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 очищення 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<sup>3</sup>. Річний “раціон” промисловості у 2012 році становив 440 млн. м<sup>3</sup> на початок 2013 р. він збільшиться до 600 млн. м<sup>3</sup>.

У США, найбільш індустріальній країні світу, загальна кількість води, що споживається, у 1950 р. становила 275 млрд. м<sup>3</sup> (при кількості населення 200 млн. чоловік), зараз становить приблизно 850 млрд. м<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>.



## 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 ( $P_C$ ) визначається за формулою:

$$P_C = \sum_{i=1}^n (M_{л_i} \cdot H_{б_i} \cdot K_{рб}) + (M_{П_i} \cdot H_{б_i} \cdot K_{рб}).$$

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

| <b>Назва забруднюючої речовини</b>                    | <b>Ставки податку, гривень за 1 тонну</b> |
|---|---|
| Азот амонійний  | 942,38                                    |
| Органічні речовини (за показниками БСК <sub>5</sub> ) | 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)**

| <b>Гранично допустима концентрація забруднюючих речовин або орієнтовнобезпечний рівень впливу, міліграмів на 1 літр</b> | <b>Ставка податку, гривень за 1 тонну</b> |
|---|---|
| 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  $K_{рб}$ , 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:  $M_{\text{Лі}} = 970,3/90 = 10,78$  т;

сульфати:  $M_{\text{Лі}} = 748,6/90 = 8,32$  т;

завислі речовини:  $M_{\text{Лі}} = 10,95/90 = 0,12$  т.

2) понад ліміту:

хлориди:  $M_{\text{Пі}} = 10,78 \cdot 1,5 = 16,17$  т;

сульфати:  $M_{\text{Pi}} = 8,32 \cdot 1,5 = 12,48$  т;

завислі речовини:  $M_{\text{Pi}} = 0,12 \cdot 1,5 = 0,18$  т.

Тривалість роботи джерела в лімітному режимі за рік складає:  
 $90 \cdot 4 - 22 = 338$  днів.

$$\begin{aligned} P_c &= \sum_{i=1}^n (M_{\text{Li}} \cdot H_{\text{bi}} \cdot K_{\text{pb}}) + (M_{\text{Pi}} \cdot H_{\text{bi}} \cdot K_{\text{pb}} \cdot K_{\text{п}}) = \\ &= 2 \cdot \left[ 338 \cdot (10,78 \cdot 27,03 + 8,32 \cdot 27,03 + 0,12 \cdot 27,03 + 0,051 \cdot 9874,138) + \right. \\ &\quad \left. + 22 \cdot (16,17 \cdot 27,03 + 12,48 \cdot 27,03 + 0,18 \cdot 27,03) \right] = \\ &= 2 \cdot [338 \cdot (291,3834 + 224,8896 + 3,2436 + 5035,81038) + 22 \cdot (437,0751 + 337,3344 + 4,8654)] = \\ &= 2 \cdot (5555,32698 + 779,2749) = 12669,2 \text{ (грн)}. \end{aligned}$$

*Відповідь:*  $P_c = 12669,2$  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 очищення води продуктивністю  $40000 \text{ м}^3/\text{д}$ .

### Розв'язання

1. Визначається секундна витрата стічних вод

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

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

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

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

$$F_p = Q_c / V_p = 0,5 / 0,8 = 0,625 \text{ м}^2.$$

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 $K_H$  | 2,5                              | 2,1  | 1,9 | 1,7  | 1,6  | 1,55 | 1,5  | 1,47 | 1,44          |
| Мінімальний $K_H$   | 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

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

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

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

Таблиця 6.6 – Основні параметри механізованих решіток

| Марка  | Номинальні розміри каналу (В×Н), мм | Ширина камери в місці встановлення, мм | Число про-світів | 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-І2Т | 1600 × 2000                         | 1790                                   | 64               | 8                   | 2850                | 1949     |
| РМУ-І  | 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

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

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

$$h_3 = 3h_p = 3 \cdot 0,03 = 0,09 \text{ м.}$$

11. Кількість відходів, які знімаються з решіток, при ширині про-світів 16...20 мм передбачається 8 л/рік (0,008 м<sup>3</sup>/рік) на 1 людину. Прийнявши норму водовідведення q<sub>в</sub> = 0,25 м<sup>3</sup>/д (91,25 м<sup>3</sup>/рік), можна знайти число жителів, яких зможуть обслуговувати ці решітки:

$$N_m = \frac{Q_d}{q_b} = \frac{40000}{0,25} = 160000 \text{ жит.}$$

12. Кількість затриманих забруднень в рік становить

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

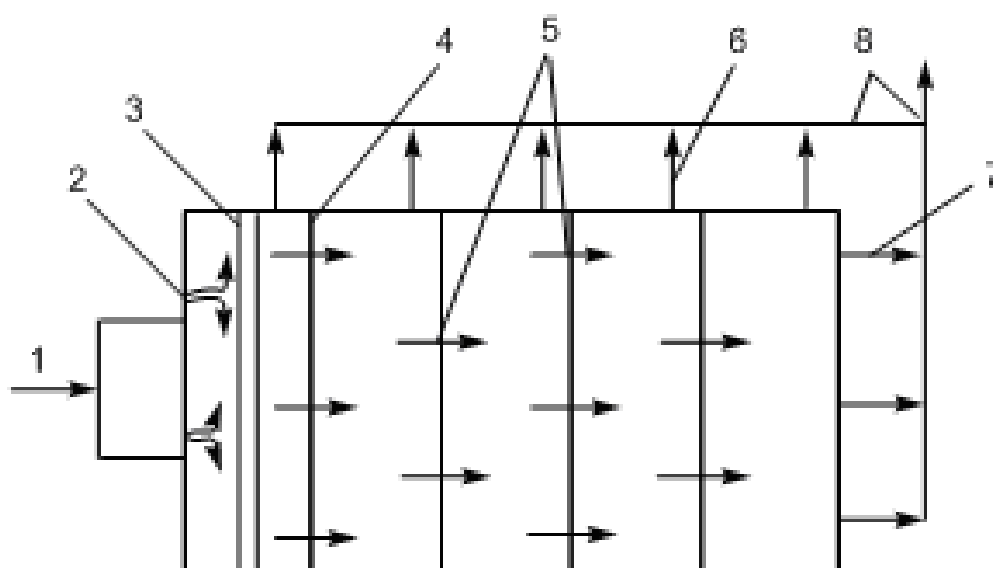
$$\text{або } W_d = \frac{W_p}{365} = \frac{1280}{365} = 3,5 \text{ м}^3/\text{д.}$$

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

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

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  $Q_d = 3900 \text{ м}^3/\text{д}$ ; БСК<sub>повн</sub> води, що надходить  $L_n = 20 \text{ мг/дм}^3$ ; необхідне БСК<sub>повн</sub> очищеної води  $L_b = 6 \text{ мг/дм}^3$ ; середня температура стічних вод влітку  $T_d = 20^\circ\text{C}$ ; взимку  $T_s = 14^\circ\text{C}$ . 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<sub>повн</sub> після першого ступеня  $L_1 = 10$  мг/дм<sup>3</sup>):

в літній період

$$t_1^1 = \frac{1}{\alpha K'_1} \lg \frac{L_n}{L_1} = \frac{1}{0,85 \cdot 0,07} \lg \frac{20}{10} = 5,04 \text{ д;}$$

в зимовий період

$$t_3^1 = \frac{1}{\alpha K'_3} \lg \frac{L_n}{L_1} = \frac{1}{0,85 \cdot 0,053} \lg \frac{20}{10} = 6,66 \text{ д,}$$

де  $K'_1 = 0,07$  і  $K'_3 = 0,053$ ;  $\alpha$  – коефіцієнт об'ємного використання кожного ступеню ставку;  $\alpha'$  – теж, для останнього ступеню;  $\alpha$  і  $\alpha'$  – 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:

$$t_1^2 = \frac{1}{\alpha K} \lg \frac{L_1 - L_3}{L_B - L_3} = \frac{1}{0,85 \cdot 0,06} \lg \frac{10 - 3}{6 - 3} = 7,22 \text{ д;}$$

$$t_3^2 = \frac{1}{0,85 \cdot 0,46} \lg \frac{10 - 2}{6 - 2} = 7,67 \text{ д.}$$

де  $L_3$  – залишкова БСК<sub>повн</sub>, приймається влітку 2...3 мг/дм<sup>3</sup>, взимку – 1...2 мг/дм<sup>3</sup>;  $K$  – константа швидкості споживання кисню, д<sup>-1</sup>, для ставків глибокого очищення при температурі води  $T=20^\circ\text{C}$  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:

$$V_1 = Q_d \cdot t'_3 = 3900 \cdot 6,66 = 25974 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = Q_d \cdot t_3^2 = 3900 \cdot 7,67 = 29913 \text{ м}^3.$$

4. Обчислюється необхідна площа для першого ступеня біологічних ставків:

для літнього періоду

$$F_{л}^1 = \frac{Q_d \cdot C_n (L_n - L_b)}{\alpha (C_n - C_b) z} = \frac{3900 \cdot 9,02 (20 - 10)}{0,85 \cdot (9,02 - 2) \cdot 3,5} = 16844 \text{ м}^2,$$

для зимового періоду

$$F_3^1 = \frac{3900 \cdot 10,26 (20 - 10)}{0,85 \cdot (10,26 - 2) \cdot 3,5} = 16283 \text{ м}^2.$$

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

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

| Температура, °С | $C_n$ , мг/дм <sup>3</sup> | Температура, °С | $C_n$ , мг/дм <sup>3</sup> |
|-----------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| 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<sup>2</sup>.

5. Визначається необхідна площа другого ступеня:

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

$$F_3^2 = \frac{3900 \cdot 10,26 \cdot (10 - 6)}{0,85 \cdot (10,26 - 2) \cdot 3,5} = 6513 \text{ м}^2.$$

6. Обчислюється максимальна глибина біологічних ставків: першого ступеня

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

другого ступеня

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

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  $18 \times 403$  м, другого –  $18 \times 417$  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  $0,0005 \text{ мг/м}^3$  (варіант 1-10); 2,456 т речовини Б з ОБРВ  $0,3 \text{ мг/м}^3$  (варіант 11-20); 0,0705 т речовини В з ОБРВ  $0,0432 \text{ мг/м}^3$  (варіант 21-30), 13,72 т речовини Г з ОБРВ  $10,01 \text{ мг/м}^3$  (варіант 31-40). Режим джерела скиду безперервний; 1 квартал дорівнює 90 днів.

Таблиця 6.8 – Вихідні дані для розрахунку

| Речовина,<br>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 <sub>5</sub> ) | 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     |
| Нафтопродукти  | 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  |
| T, дні         | 6       | 14    | 35     | 28    | 75    | 39    | 45    | 41   | 46    | 58     |
| M, %           | 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 |
| T, дні         | 75      | 17    | 55     | 40    | 55    | 33    | 25    | 44   | 55    | 52     |
| M, %           | 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 |
| T, дні         | 19      | 11    | 35     | 29    | 35    | 37    | 55    | 42   | 55    | 52     |
| M, %           | 35      | 22    | 43     | 37    | 35    | 46    | 54    | 48   | 56    | 67     |

**Задача № 3.2.** Підібрати тип і кількість решіток для станції очистки продуктивністю  $Q_d$ , м<sup>3</sup>/д (таблиця 6.9).

**Таблиця 6.9 – Вихідні дані для розрахунку**

|  |                |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|--|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Продуктивність станції очистки води</b> | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>1</b>       | <b>2</b>  | <b>3</b>  | <b>4</b>  | <b>5</b>  | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>8</b>  | <b>9</b>  | <b>10</b> |
| $Q_d$ , м <sup>3</sup> /д                  | 30000          | 31000     | 32000     | 33000     | 34000     | 35000     | 36000     | 37000     | 38000     | 39000     |
| <b>Продуктивність станції очистки води</b> | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>11</b>      | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>20</b> |
| $Q_d$ , м <sup>3</sup> /д                  | 41000          | 42000     | 43000     | 44000     | 45000     | 46000     | 47000     | 48000     | 49000     | 49500     |
| <b>Продуктивність станції очистки води</b> | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>21</b>      | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> | <b>29</b> | <b>30</b> |
| $Q_d$ , м <sup>3</sup> /д                  | 21000          | 22000     | 23000     | 24000     | 25000     | 26000     | 27000     | 28000     | 29000     | 29500     |
| <b>Продуктивність станції очистки води</b> | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>31</b>      | <b>32</b> | <b>33</b> | <b>34</b> | <b>35</b> | <b>36</b> | <b>37</b> | <b>38</b> | <b>39</b> | <b>40</b> |
| $Q_d$ , м <sup>3</sup> /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  $Q_d = 3900$  м<sup>3</sup>/д; БСК<sub>повн</sub> води, що надхо-

дить  $L_n = 20$  мг/дм<sup>3</sup>; необхідне БСК<sub>повн</sub> очищеної води  $L_B = 6$  мг/дм<sup>3</sup>; середня температура стічних вод влітку  $T_{л} = 20$  °С; взимку  $T_3 = 14$  °С.

**Таблиця 6.10 – Вихідні дані для розрахунку**

| Вихідні дані                 | Варіант |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                              | 1       | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| $Q_d, \text{м}^3/\text{д}$   | 3500    | 3520 | 3540 | 3560 | 3580 | 3600 | 3620 | 3640 | 3660 | 3680 |
| $L_n, \text{мг}/\text{дм}^3$ | 20      | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 22   |
| $T_{л}, \text{°С}$           | 19      | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   |
| $T_3, \text{°С}$             | 10      | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 10   | 11   | 12   | 13   |
| Вихідні дані                 | Варіант |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                              | 11      | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   |
| $Q_d, \text{м}^3/\text{д}$   | 3700    | 3720 | 3740 | 3760 | 3780 | 3800 | 3820 | 3840 | 3860 | 3880 |
| $L_n, \text{мг}/\text{дм}^3$ | 20      | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 22   |
| $T_{л}, \text{°С}$           | 19      | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   |
| $T_3, \text{°С}$             | 10      | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 10   | 11   | 12   | 13   |
| Вихідні дані                 | Варіант |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                              | 21      | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   |
| $Q_d, \text{м}^3/\text{д}$   | 3900    | 3920 | 3940 | 3960 | 3980 | 4000 | 4020 | 4040 | 4060 | 4080 |
| $L_n, \text{мг}/\text{дм}^3$ | 20      | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 22   |
| $T_{л}, \text{°С}$           | 19      | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   |
| $T_3, \text{°С}$             | 10      | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 10   | 11   | 12   | 13   |
| Вихідні дані                 | Варіант |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                              | 31      | 32   | 33   | 34   | 35   | 36   | 37   | 38   | 39   | 40   |
| $Q_d, \text{м}^3/\text{д}$   | 4100    | 4120 | 4140 | 4160 | 4180 | 4200 | 4220 | 4240 | 4260 | 4280 |
| $L_n, \text{мг}/\text{дм}^3$ | 20      | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 22   |
| $T_{л}, \text{°С}$           | 19      | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   |
| $T_3, \text{°С}$             | 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. Характеристика 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 тону |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| 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]:

$$AEC = O_n \times H + (p_{nc} \times C1_{nc} \times V1_{nc} + p_v \times C1_v \times V1_v) + 1/32 \\ (p_{nc} \times C2_{nc} \times V2_{nc} + p_v \times C2_v \times V2_v),$$

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;

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

$H$  – 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);

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

$r_{nc}$  – коригуючий коефіцієнт для середньоактивних та низькоактивних відходів, наведений у таблиці 7.2;

$S_{1nc}$  – 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);

$S_{1v}$  – 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);

$S_{2nc}$  – 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);

$S_{2в}$  – 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);

$V_{1нс}$  – 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);

$V_{1в}$  – 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);

$V_{2нс}$  – 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);

$V_{2в}$  – 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**

| <b>Категорія відходів</b>        | <b>Коефіцієнт</b> |
|----------------------------------|-------------------|
| 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:

$$H_{\sigma_i} = Cб \times дІ,$$

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

$Cб$  – базова ставка податку, гривень за 1 тону (1 куб. метр, 1 куб. сантиметр, 1 кВт·год, одиницю);

$дІ$  – 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:

$$P_{PB} = \sum_{i=1}^n (M_{л_i} \cdot H_{\sigma_i} \cdot K_T \cdot K_O)$$

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

$M_{л_i}$  – обсяг відходів  $i$ -того виду у тоннах (т);

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

$K_O$  – 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 ґрунту.

## **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:

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

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,

$\eta$  – 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:

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

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

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

**Таблиця 7.4 – Еколого-технологічні характеристики верстатів**

| Найменування технологічної операції, вид оброблюваного матеріалу <sup>1</sup> | Найменування верстатного устаткування                        | Потужність головного двигуна, кВт | Питома 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 багатопшпindelні 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 верстати, 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 “обробний 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  |

<sup>1</sup>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:

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

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

$m_i$  – вага одного акумулятора  $i$ -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:

$$M = \sum N_i \times m_i^{be} \times 10^{-3} \text{ т/рік} \quad (7.3)$$

де  $m_i^{be}$  – вага акумуляторної батареї  $i$ -го типу без електроліту (табл. 7.5), кг.

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

$$M = \sum N_i \times m_i^e \times 10^{-3}, \text{ т/рік}, \quad (7.4)$$

де  $m_i^e$  – вага електроліту в акумуляторі  $i$ -ої марки (таблиця 7.5), кг;

$$m_i^e = V_i \times \rho; \text{ або } m_i^e = m_i - m_i^{be};$$

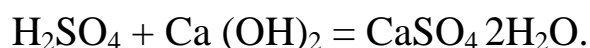
де  $V_i$  – об'єм електроліту в акумуляторі  $i$ -ої марки, кг;

$\rho$  – 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:



Кількість осаду, що утвориться  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  відповідно до рівняння реакції дорівнює:

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

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

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

172 – молекулярна вага кристалогідрату сульфату кальцію;

98 – молекулярна вага сірчаної кислоти.

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

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

де 74 – молекулярна вага гідроксиду кальцію;

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

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

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

Вміст води в осаді розраховується по формулі:

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

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

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

Вологість осаду дорівнює:

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

**Таблиця 7.5 – Акумулятори і акумуляторні батареї (свинцеві)**

| Тип акумуляторів   | Маса, кг                                      |                                | Експлуатаційний термін служби, Т <sub>i</sub> | Кількість зарядно-розрядних циклів, к <sub>i</sub> |
|--|---|--------------------------------|---|--|
|  | Без електроліту, m <sup>бе</sup> <sub>i</sub> | З електролітом, m <sub>i</sub> |   |  |
| 1  | 2   | 3                              | 4   | 5  |
| <i>Акумулятори й акумуляторні батареї для мотоциклів і моторолерів</i> |   |                                |   |  |
| 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  | -  |
| <i>Акумулятори й акумуляторні батареї стартерні</i>                    |   |                                |   |  |
| 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) ЗСТ-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) ЗСТ-60ЭМ   | 12,0 | 14,8 | -      | -   |
| 29) ЗСТ-70ПМС  | 15,0 | 18,2 | -      | -   |
| 30) ЗСТ-84ПМС  | 17,2 | 20,6 | -      | -   |
| 31) ЗСТ-95     | 17,5 | 21,7 | -      | -   |
| 32) ЗСТ-98ПМС  | 19,4 | 23,8 | -      | -   |
| 33) ЗСТ-110    | 19,5 | 24,4 | -      | -   |
| 34) ЗСТ-135ЭМ  | 23,0 | 29,0 | -      | -   |
| 35) ЗСТ-150    | 24,0 | 20,1 | -      | -   |
| 36) ЗСТ-150ЭМ  | 21,1 | 27,2 | -      | -   |
| 37) ЗСТ-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  $i$ -тої марки, шт.

$T_i$  – кількість робочих днів у році;

$t_i$  – середній час роботи однієї лампи  $i$ -тої марки протягом доби, годин;

$k_i$  – експлуатаційний термін служби ламп  $i$ -тої марки лампи (табл.7.6), годин;

$m_i$  – вага однієї лампи  $i$ -тої марки (табл.7.6), грамах.

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 У8Б3   | 7500  | 50  |   |
| 50. | ЛБ У30    | 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 40БЗ   | 7000  | 325 |   |
| 114. | ЛТБ 40БЗ-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:

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

де  $V$  – об’єм оброблюваної деревини в рік,  $\text{м}^3$ ;  
 $\rho$  – щільність деревини (таблиця 7.7),  $\text{т}/\text{м}^3$  (застосовується залежно від виду деревини);

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

Об’єм кускових відходів деревини, що утворюються, визначається по формулі:

$$V_k = M_k / \rho \times k, \text{ м}^3/\text{рік},$$

де  $M_k$  – кількість кускових відходів, що утворюються,  $\text{т}/\text{рік}$ ;  
 $k$  – 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:

$$M_{\text{ст.пил}} = M_{\text{ст}} + M_{\text{пил}} = V \times \rho \times C_{\text{ст}}/100 + V \times \rho \times C_{\text{пил}}/100, \text{ т}/\text{рік} \quad (7.9)$$

де  $M_{\text{ст}}$  – кількість відходів стружки,  $\text{т}/\text{рік}$ ;

$M_{\text{пил}}$  – кількість відходів пилу,  $\text{т}/\text{рік}$ ;

$V$  – об’єм оброблюваної деревини в рік,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – щільність деревини,  $\text{т}/\text{м}^3$  (застосовується залежно від виду деревини);

$C_{\text{ст}}$  – кількість відходів стружок від витрати сировини (таблиця 1.8), % (застосовується залежно від виду продукції);

$C_{\text{пил}}$  – кількість відходів пилу від витрати сировини (таблиця 1.8), % (застосовується залежно від виду продукції).

Об’єм стружки і пилу визначається по формулі:

$$V_{\text{ст.пил}} = M_{\text{ст}} / \rho \times k_{\text{ст}} + M_{\text{пил}} / \rho \times k_{\text{пил}}, \text{ м}^3/\text{рік},$$

де  $k_{ст}$  – коефіцієнт повнодеревності стружки,  $k = 0,11$ ;

$k_{оп}$  – коефіцієнт повнодеревності пилу,  $k = 0,28$ .

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

$$M_{ст.пил} = [V_{ст.пил} \times p \times (C_{ст} + C_{пил}) / 100] \times [(1 - 0,9) \times K_{п} / 100 \times (1 - \eta)], \text{ т/рік}, \quad (7.10)$$

де  $0,9$  – коефіцієнт ефективності місцевих пилосмоків.

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

$\eta$  – коефіцієнт ефективності пиловловлюваного устаткування, у частках 1 (0-1).

**Таблиця 7.7 – Показники щільності деревини**

| № п/п | Вид деревини      | Щільність деревини, $\rho$ , т/м <sup>3</sup> |                       |           |      |
|-------|-------------------|---|-----------------------|-----------|------|
|       |                   | 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 <sub>ст</sub> | пил, С <sub>пил</sub> |
| 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 ящикокових 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 |
| <b>ДОМОБУДІВНИЦТВО</b>  |   |      |      |      |
| 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  |
| <b>МАШИНОБУДУВАННЯ (стругання заготовок для:)</b>                         |   |      |      |      |
| 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  |
| <b>МЕБЛЕВЕ ВИРОБНИЦТВО</b>  |   |      |      |      |
| 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 ПІВ-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 одnobічні 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 ШЛЗЦ-3 і ШЛЗСВ       | 90,0 |
| 27) 316-4                              | 12,5 |
| 28) 316-5                              | 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 круглопиліні верстати     |      |
| 39) 36                                 | 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 утворюються 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:

$$P = \sum Q_i/M_i \times m_i \times 10^{-3}$$

де  $Q_i$  – витрата сировини  $i$ -го виду, кг ;

$M_i$  – вага сировини  $i$ -го виду в упакованні, кг;

$m_i$  – вага порожнього упаковання з під сировини  $i$ -го виду, кг.

#### **1.11.2. Шлам гідро фільтрів (II клас небезпеки)**

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

$$M = m_k \times \delta_a \times (1-f_a) \times \text{кг}/(1-B), \quad (7.11)$$

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

$\delta_a$  – частка фарби, загублена у вигляді аерозолі (таблиця 7.10), %/100;

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

$\text{кг}$  – 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 аерозолі**

| № п/п | Спосіб фарбування      | Частка фарби, загублена у вигляді аерозолі, %/100 ( $\delta_a$ ) |
|-------|------------------------|--|
| 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 лакофарбових 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  $\delta_a = 1,0$



### 1.11.3. Фільтри з лакофарбовими матеріалами (III клас небезпеки)

Кількість фільтрів з лакофарбовими матеріалами визначається по формулі:

$$M = M_{\text{фм}} + [m_{\text{к}} \times \delta_{\text{а}} \times (1 - f_{\text{а}}) \times k_{\text{ф}} / (1 - B)],$$

де  $M_{\text{фм}}$  – витрата фільтрувального матеріалу, т/рік;

$k_{\text{ф}}$  – 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 аерозолі не відбувається.

### 1.12. Методика розрахунку обсягів утворення нафтошлямових відходів

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

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

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

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

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

$k$  – питомих норматив утворення нафтошляму 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:

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

- де  $N_i$  - кількість автомашин  $i$ -ої марки, шт.,  
 $n_i$  – кількість шин, встановлених на автомашині  $i$ -ої марки, шт.;  
 $m_i$  – вага однієї зношеної шини даного виду (таблиця 7.12), кг;  
 $L_i$  – середній річний пробіг автомобіля  $i$ -ої марки, тис. км/рік,  
 $L_{\text{нн}}$  - норма пробігу рухомого складу  $i$ -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 | Маса зношеної шини $m_i$ , кг |
|--|------------------------|-------------------------------|
|  | $L_{\text{нн}}$        |                               |
| 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 бреккером              | 40                     | 12.1                          |
| 6) радіальних з металокордним бреккером            | 44                     | 7.6                           |

### 1.14. Методи розрахунку обсягів утворення відходів моторного і трансмісійного мастила (ІІ клас небезпеки) від автомобілів

Розрахунок кількості відпрацьованого моторного і трансмісійного масла через витрату палива проводиться за формулою:

$$M = \sum N_i \times q_i \times L_i \times n_i \times H \times p_0 \times 0,0001 \text{ (т/рік)}, \quad (7.14)$$

де  $N_i$  – кількість автомашин  $i$ -ої марки, шт.;

$q_i$  – норма витрати палива на 100 км пробігу (таблиця 7.13), л/100 км;

$L_i$  – середній річний пробіг автомобіля  $i$ -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;

$H$  – норма збору відпрацьованих нафтопродуктів, частки від 1;  $H = 0,12 - 0,15$ ;

$p_0$  – густина відпрацьованого масла, кг/л,  $p_0 = 0,9$  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 використуваного палива (Д – дизельне паливо, Б – бензин) |
|---------------------------|----------------------------------|---|--|
| 1                         | 2                                | 3   | 4  |
| <i>Легкові автомобілі</i> |                                  |   |  |
| 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 НР 492 НТА ф. "VM")       | 11,0   | Б |
| <i>Самоскиди</i> |   |        |   |
| 60.              | Avia А-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. | ІФА-W50/А                           | 19,0  | Д |
| 82. | ІФА-W50/К                           | 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 |
| <i>Легкові автомобілі і мікроавтобуси закордонного виробництва</i> |                                    |      |   |
| 105.   | Mercedes-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.   | Mercedes-Benz E200 (5M)            | 9,5  | Б |
| 114.   | Mercedes-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:

$$\Pi_{PB} = \sum_{i=1}^n (M_{L_i} \cdot H_{\sigma_i} \cdot K_T \cdot K_O) + (M_{\Pi_i} \cdot H_{\sigma_i} \cdot K_T \cdot K_O \cdot K_{\Pi}).$$

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):

$H_6^{\text{люм.лампи}} = 8,81$  грн/шт;  $H_6^{\text{Iкл.}} = 822,52$  грн/т;  $H_6^{\text{IIкл.}} = 29,96$  грн/т;

$H_6^{\text{IIIкл.}} = 7,52$  грн/т;  $H_6^{\text{IVкл.}} = 2,93$  грн/т.

За таблицею, наведеною в (ПКУ, Розділ 8, ст. 246.5) знаходимо:

1) коригувальний коефіцієнт  $K_T$ , 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  $K_O$ , який враховує характер обладнання місця розміщення відходів. Для облаштованих полігонів він становить 1.

$$\begin{aligned}
 P_{PB} &= \sum_{i=1}^n (M_{л_i} \cdot H_{\delta_i} \cdot K_T \cdot K_O) + (M_{п_i} \cdot H_{\delta_i} \cdot K_T \cdot K_O \cdot K_{п_i}) = \\
 &= 1 \cdot 1 \cdot \left[ (1905 \cdot 8,81) + 4 \cdot 822,52 + 0,338 \cdot 29,96 + 7,52 \cdot (48,987 + 1,098) + \right. \\
 &\quad \left. + 2,93 \cdot (26,3 + 5,876) + 2,23 \cdot 2,93 \right] = \\
 &= 1678305 + 3290,08 + 30,298 + 376,6392 + 94,27568 + 6,5339 = 2058087678 \approx 2058088 \text{ (грн)}.
 \end{aligned}$$

Відповідь:  $P_{PB} = 20580,88$  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   |
| $\eta$ – 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 <sub>стр</sub> , %     | 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 <sub>i</sub> , 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 <sub>стр</sub> , %     | 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 <sub>i</sub> , 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 <sub>стр</sub> , %     | 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 <sub>i</sub> , 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 <sup>3</sup> | 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   |
| $\eta$ – 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 <sup>3</sup> | 400     | 500 | 600 | 700 | 800 | 400 | 500 | 600 | 700  | 800  |



Продовження таблиці 7.18

|                                       |                |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Вид деревини<br>табл.1.7              | 11             | 12        | 13        | 14        | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         |
| Вид виробн. з<br>табл.1.8             | 12             | 13        | 14        | 15        | 16        | 17        | 18        | 19        | 20        | 21        |
| № верстата з<br>табл.1.9              | 11             | 12        | 13        | 14        | 15        | 16        | 17        | 18        | 19        | 20        |
| $\eta$ – коеф.пиловл.<br>(0-1)        | 0,12           | 0,22      | 0,22      | 0,32      | 0,42      | 0,52      | 0,62      | 0,72      | 0,82      | 0,92      |
| <b>Вихідні дані</b>                   | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                       | <b>21</b>      | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> | <b>29</b> | <b>30</b> |
| V – деревини в<br>рік, м <sup>3</sup> | 800            | 900       | 1000      | 1100      | 800       | 900       | 1000      | 1100      | 800       | 900       |
| Вид деревини<br>табл.1.7              | 7              | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        | 1         | 2         |
| Вид виробн. з<br>табл.1.8             | 22             | 23        | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         |
| № верстата з<br>табл.1.9              | 21             | 22        | 23        | 24        | 25        | 26        | 27        | 28        | 29        | 30        |
| $\eta$ – коеф.пиловл.<br>(0-1)        | 0,13           | 0,23      | 0,23      | 0,33      | 0,43      | 0,53      | 0,63      | 0,73      | 0,83      | 0,93      |
| <b>Вихідні дані</b>                   | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                                       | <b>31</b>      | <b>32</b> | <b>33</b> | <b>34</b> | <b>35</b> | <b>36</b> | <b>37</b> | <b>38</b> | <b>39</b> | <b>40</b> |
| V – деревини в<br>рік, м <sup>3</sup> | 500            | 600       | 700       | 800       | 900       | 1000      | 500       | 600       | 700       | 800       |
| Вид деревини<br>табл.1.7              | 3              | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        |
| Вид виробн. з<br>табл.1.8             | 9              | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        | 15        | 16        | 17        | 18        |
| № верстата з<br>табл.1.9              | 31             | 32        | 33        | 34        | 35        | 36        | 37        | 38        | 39        | 40        |
| $\eta$ – коеф.пиловл.<br>(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   |
| $m_k$ – 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   |
| $k_r$ – очищ. гідрофіл., %/                    | 0,7     | 0,71 | 0,72 | 0,73 | 0,74 | 0,75 | 0,76 | 0,77 | 0,78 | 0,79 |
| $K_f$ 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 |
| $V$ – 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 <sup>3</sup> | 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   |
| $m_k$ – 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       |
| к <sub>г</sub> – очищ. гідрофіл.,%/            | 0,8            | 0,81      | 0,82      | 0,83      | 0,84      | 0,85      | 0,86      | 0,87      | 0,88      | 0,89      |
| К <sub>ф</sub> 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 <sup>3</sup> | 41             | 42        | 43        | 44        | 45        | 46        | 47        | 48        | 49        | 50        |
| <b>Вихідні дані</b>                            | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>21</b>      | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> | <b>29</b> | <b>30</b> |
| m <sub>к</sub> – 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       |
| к <sub>г</sub> – очищ. гідрофіл.,%/            | 0,9            | 0,91      | 0,92      | 0,93      | 0,94      | 0,95      | 0,96      | 0,97      | 0,98      | 0,95      |
| К <sub>ф</sub> 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 <sup>3</sup> | 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   |
| $m_k$ – 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  |
| $k_r$ – очищ. гідрофіл., %/               | 0,81    | 0,82 | 0,83 | 0,84 | 0,85 | 0,81 | 0,82 | 0,83 | 0,84 | 0,85 |
| $K_f$ 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 |
| $V$ – 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, $m^3$     | 43      | 44   | 45   | 46   | 47   | 48   | 49   | 43   | 44   | 45   |

1.6) розрахувати обсяги утворення відходів (кількість нафтошламу, відпрацьованих шин і відпрацьованого мастила) згідно даних, наведених в таблиці (табл. 7.20).

Таблиця 7.20 – Вихідні дані для розрахунку утворення нафтошламу 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 <sub>i</sub> - кількість автомашин і-ої марки, шт. | 4              | 6         | 10        | 12        | 23        | 17        | 13        | 12        | 9         | 11        |
| n <sub>i</sub> – 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 <sub>i</sub> – пробіг авт, тис км/рік              | 173            | 86        | 100       | 47        | 54        | 120       | 69        | 87        | 173       | 86        |
| <b>Вихідні дані</b>                                  | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>11</b>      | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>20</b> |
| 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 $i$ -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        |
| <b>Вихідні дані</b>                              | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>21</b>      | <b>22</b> | <b>23</b> | <b>24</b> | <b>25</b> | <b>26</b> | <b>27</b> | <b>28</b> | <b>29</b> | <b>30</b> |
| $V$ – 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 $i$ -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        |
| <b>Вихідні дані</b>                              | <b>Варіант</b> |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|  | <b>31</b>      | <b>32</b> | <b>33</b> | <b>34</b> | <b>35</b> | <b>36</b> | <b>37</b> | <b>38</b> | <b>39</b> | <b>40</b> |
| 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 автотранспорту 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 радіобрехту 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 рекультивация 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 <sup>3</sup> |         |         |
|-------|--|------------------------|---------|---------|
|       |  | 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 ізомерів)                   | 1,5                    | 1,5     | 15      |
| 15.   | Аміни аліфатичні C15-C20                   | 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 <sup>3</sup> | 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. | Бутиловий 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<br>теплоелектростанцій (у перерахунку 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 $\text{HNO}_3$                     | 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 $\text{H}_2\text{SO}_4$           | 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 марганцю)  | 0,01  | 0,001  | 0,1   |



Продовження додатку А

| 1    | 2   | 3      | 4     | 5     |
|------|---|--------|-------|-------|
| 98.  | 2-Меркаптоетанол<br>(монотіоетиленгліколь)                | 0,07   | 0,07  | 0,7   |
| 99.  | Метальдегід (ацетальдегід тетра-<br>мер)                  | 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 кисло-<br>ти (метилакрилат)      | 0,01   | 0,01  | 0,1   |
| 106. | Метиловий ефір метакрилової<br>кислоти (метилметакрилат)  | 0,1    | 0,01  | 1     |
| 107. | $\alpha$ -Метилстирол                                     | 0,04   | 0,04  | 0,4   |
| 108. | Миш'як, неорганічні сполуки (у<br>перерахунку на миш'як)  | -      | 0,003 | 0,03  |
| 109. | Міді оксид (у перерахунку на<br>мідь)                     | -      | 0,002 | 0,02  |
| 110. | Моноетиламін  | 0,01   | 0,01  | 0,1   |
| 111. | Моноізобутиловий ефір<br>етиленгліколю (бутилцелозольв)   | 1,0    | 0,3   | 10    |
| 112. | Моноізопропіловий ефір<br>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 <sup>3</sup> | 0,05 мкг/м <sup>3</sup> | 1 мкг/м <sup>3</sup> |
| 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 (бромформ)  | -     | 0,05  | 0,5  |
| 159. | Триетиламін  | 0,14  | 0,14  | 1,4  |
| 160. | Трикрезол (суміш ізомерів:<br>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<br>високошвидкісного піролізу<br>бурого вугілля                                | 0,008 | -     | 0,08 |
| 168. | Ферит марганець-цинковий<br>(у перерахунку на марганець)   | -     | 0,002 | 0,02 |
| 169. | Флюс каніфольний активований<br>(ФКТ) /контроль за каніфоллю/  | 0,3   | 0,3   | 3    |
| 170. | Формальдегід   | 0,035 | 0,003 | 0,35 |
| 171. | Формахід   | -     | 0,03  | 0,3  |
| 172. | Фтористі газоподібні сполуки<br>(фтористий водень, чотирифто-<br>ристий кремній) / у перерахунку<br>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 перерахунку 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                       |
| Марганець та 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, що не ввійшли до таблиці Б 1.1, нормативи збору слід застосовувати залежно від устанавленого 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 устанавлених 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 устанавлених орієнтовно-безпечних рівнів впливу (ОБРВ)**

| Орієнтовно-безпечний рівень впливу сполук (мг/м <sup>3</sup> ) | 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**

| <b>Вид пального</b>                                 | <b>Норматив збору, гривень/тонну</b> |
|---|--------------------------------------|
| 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

| х     | F (x)  | X     | F (x)  | х     | 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 | 0,0409 | -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 60x84/16.  
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.