

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

І.Г. Миронова, П.К. Ломазов

ЕКОЛОГІЯ ГІРНИЦТВА

**Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми
«Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств»
зі спеціальності 184 Гірництво**

Дніпро
НТУ «ДП»
2025

Миронова І.Г.

Екологія гірництва [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств» зі спеціальності 184 Гірництво / І.Г.Миронова, П.К, Ломазов. – НТУ «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2025. – 73 с.

Автори:

І.Г. Миронова, канд. техн. наук, доц.

П.К. Ломазов, доктор філософії

Затверджено науково-методичною комісією з спеціальності 184 Гірництво (протокол №4 від 16.06.2025) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №13 від 26.05.2025).

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств» зі спеціальності 184 Гірництво та закріплення практичних навичок у засвоєнні дисципліни «Екологія гірництва».

Відповідальний за випуск завідувачка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
Практична робота №1. Розрахунок розсіювання в атмосфері шкідливих речовин.....	6
Практична робота №2. Визначення раціональних параметрів відвалу за умови мінімального порушення земель.....	18
Практична робота №3. Метод визначення рівня техногенної дії гірничодобувних підприємств на ґрунти.....	25
Практична робота №4. Розрахунок основних викидів в атмосферу при веденні відкритих гірничих розробок.....	42
Практична робота №5. Визначення рівня забруднення повітря оксидом вуглецю (СО).....	53
Практична робота №6. Розрахунок кількості фітомеліорантів для озеленення відвалу та привідвальної зони.....	62
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69
Додаток А. Розподіл питань для складання письмових відповідей (реферату) за варіантами	70
Додаток Б. Питання для виконання індивідуального завдання – письмових відповідей у вигляді реферату	71

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Екологія гірництва» – фахова освітня компонента за освітньою програмою «Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Гірничопромисловий комплекс відіграє важливу роль в економіці нашої країни і є постачальником більшої частини мінеральної сировини і палива. Разом з тим функціонування гірничопромислового комплексу чинить значний вплив на навколишнє середовище: в атмосферу викидається близько 50 млн. т забруднюючих речовин, у водойми скидається понад 2 млрд. м³ забруднених стічних вод і розміщується на земній поверхні понад 8 млрд. т відходів.

Наш час характеризується виникненням, розвитком і становленням нових наук і наукових напрямків. До числа прикладних наук відносяться *екологія гірництва* – наука, що вивчає закономірності впливу людини на навколишнє середовище в сфері гірничого виробництва і, в першу чергу, взаємозв'язок фізичних і хімічних процесів, що лежать в основі видобутку і переробки корисних копалин, з кругообігом речовини та енергії в біосфері.

Формування гірничо-екологічного спрямування відповідає сучасним тенденціям розвитку екології взагалі, яка виникла понад 100 років тому як вчення про взаємозв'язок «організм-середовище» і на наших очах стає теоретичною основою поведінки людини в природі. З одного боку, біосфера є операційним базисом людини, де вона споживає природні ресурси, використовує природні процеси і чинить при цьому на біосферу великомасштабний вплив. А з іншого боку, біосфера є місцем існування, і всі антропогенні порушення біосфери, в кінці кінців, відображаються на умовах його життя і діяльності.

Мета дисципліни полягає у засвоєнні основних теоретичних знань та формуванні практичних навичок щодо вивчення наслідків впливу гірничого виробництва на навколишнє середовище, визначення напрямків застосування природоохоронних технологій для підвищення рівня екологічної безпеки гірничих робіт та мінімізації забруднення об'єктів довкілля в гірничопромислових регіонах.

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих студентами в лекційному курсі, а також формування практичних навичок застосування екологічних знань при оцінюванні стану природних середовищ, при вирішенні питань охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування.

В методичних рекомендаціях представлено практичні роботи, текст яких викладено за типовою структурною схемою: тема, мета роботи, сформовані результати навчання, подання теоретичних положень за темою, завдання для самостійного виконання та питання для самоконтролю. Практичні роботи виконуються студентами згідно з поставленими завданнями за допомогою наведених в роботах таблиць, схем.

Результатом виконання практичної роботи є звіт, виконаний в письмовій формі в окремому зошиті або на аркушах формату А4, який підлягає захисту.

Звіт з практичних робіт може виконуватись в письмовому вигляді або в електронній формі та повинен включати:

- титульний аркуш,
- назву та мету роботи,
- завдання на практичну роботу,
- результати виконання завдань на практичну роботу,
- висновки.

В результаті виконання практичних робіт студенти повинні:

❖ опанувати методику розрахунку параметрів розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері від промислових підприємств для різних умов викиду;

❖ опанувати методику розрахунку максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин при будь-яких метеорологічних умовах;

❖ отримати навички розраховувати раціональні параметри плоских відвалів за умови мінімального порушення земель;

❖ ознайомитися з методом визначення рівня техногенної дії гірничодобувних підприємств на ґрунти та навчитися робити оцінку цього рівня; визначати пріоритетні фактори техногенезу, знижуючи дію яких, можна зменшити техногенний вплив підприємства;

❖ набути навичок розрахунку викидів в атмосферу при веденні відкритих гірничих розробок;

❖ опанувати методику розрахунку та оцінки рівня забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів, враховуючи концентрацію окису вуглецю;

❖ опанувати методику розрахунку кількості деревино-чагарникових і трав'янистих рослин, необхідних для озеленення відвалу та привідвальної зони.

Для додаткового вивчення дисципліни «Екологія гірництва» студенти працюють з літературою. Список рекомендованої літератури наведено в методичних вказівках.

За рядом питань (не менше трьох згідно з **додатком А**) студенти готують реферат. Обсяг реферату повинен становити не менше 20 сторінок друкованого або рукописного тексту.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

РОЗРАХУНОК РОЗСІЮВАННЯ В АТМОСФЕРІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН

Мета роботи: набуття навичок розрахунку параметрів розсіювання речовин, що забруднюють атмосферне повітря, від промислових підприємств.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

– знати шляхи вирішення гірничо-екологічних проблем з метою забезпечення безпеки людини та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії на основі чинних міжнародних та національних законодавчих й нормативних документів;

– знати принципи захисту навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії.

1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Розсіювання в атмосферному повітрі викидів промислових підприємств, що викидаються із труб, підпорядковується законам турбулентної дифузії. На процес розсіювання викидів суттєвий вплив має стан атмосфери, місцезнаходження підприємств і джерел викидів, характер місцевості, фізичні і хімічні властивості речовин, що викидаються, висота джерела, діаметр устя і т.п. Горизонтальне переміщення домішок визначається в основному швидкістю вітру, а вертикальне – розподіленням температур у вертикальному напрямку.

Основним документом, який регламентує розрахунок розсіювання і визначення приземних концентрацій викидів промислових підприємств є «Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, які містяться у викидах підприємств ОНД-86». В основу методики покладена умова, при якій найбільша концентрація кожної забруднюючої речовини C_m (мг/м³) в приземному шарі атмосфери не повинна перевищувати максимально разової гранично допустимої концентрації (ГДК) даної речовини в атмосферному повітрі:

$$C_m \leq ГДК. \quad (1.1)$$

ГДК – це показник безпечного рівня вмісту шкідливих речовин у довкіллі. ГДК – це максимальна кількість шкідливої речовини в одиниці об'єму або маси у водному, повітряному чи ґрунтовому середовищах, що майже не впливає на здоров'я людини. ГДК встановлюються: а) у законодавчому порядку, б) як норматив, що рекомендується компетентними організаціями.

Ступінь небезпечності забруднення приземного шару атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин визначається за найбільшим розрахованим значенням приземної концентрації забруднюючих речовин C_m , яке може встановлюватися на певній відстані від місця викиду, що відповідає найбільш несприятливим метеорологічним умовам (коли швидкість вітру

досягає небезпечного значення U_m , спостерігається інтенсивний вертикальний турбулентний обмін та ін.).

Крім організованих джерел, значна частка викидів припадає на неорганізовані джерела забруднення атмосфери. Відповідно до типової методики визначення питомих викидів від основних виробництв за галузями промисловості «неорганізований викид» – промисловий викид, який надходить в атмосферне повітря у вигляді ненаправлених потоків газопилової суміші в результаті порушення герметичності обладнання, відсутності або незадовільної роботи обладнання по відведенню газопилової суміші в місцях перевантаження, вивантаження або зберігання продукту. У відповідності з цим визначенням за «джерело неорганізованих викидів» приймається джерело надходження в атмосферу забруднюючих речовин, які утворюються в результаті виробничої діяльності, яке не має спеціальних приладів для вловлювання та виводу забруднюючих речовин в атмосферу.

Факел викиду і розподілу газів в атмосфері наведено на рис. 1.1.

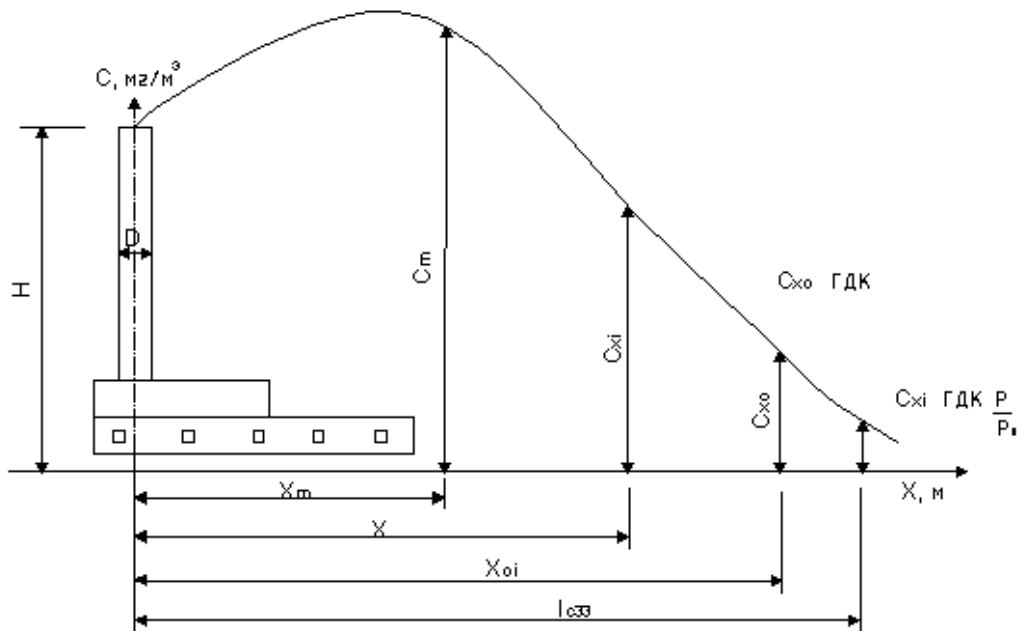


Рис. 1.1. Факел викиду і поширення газів в атмосфері

1.2. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ

1. Розрахунок максимальної приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері при небезпечній швидкості вітру U_m .

Максимальна приземна концентрація забруднюючих речовин для викиду нагрітої газоповітряної суміші із одиничного (точкового) джерела з круглим устям при несприятливих метеорологічних умовах на відстані X_m (м) від джерела повинна визначатися за формулою:

$$C_m = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \text{ мг/м}^3 \quad (1.2)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від температурної стратифікації атмосфери і визначає умови вертикального і горизонтального розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, $\text{с}^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$; M – кількість забруднюючої речовини, що викидається в атмосферу, г/с ; F – безрозмірний коефіцієнт, який враховує швидкість осідання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі; m і n – безрозмірні коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші із устя джерела викиду; H – висота джерела над рівнем землі, м ; ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші, яка викидається T , і температурою оточуючого атмосферного повітря T_n , $^{\circ}\text{C}$; V_1 – об’єм газоповітряної суміші, $\text{м}^3/\text{с}$.

Об’єм газоповітряної суміші визначається за формулою:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_0, \quad (1.3)$$

де D – діаметр устя джерела викиду, м ; W_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші із джерела викиду, м/с .

Коефіцієнт A ($\text{с}^{2/3} \cdot \text{мг} \cdot \text{град}^{1/3} / \text{г}$) повинен прийматися для несприятливих метеорологічних умов, при яких концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі від джерела викиду досягають максимального значення [$A=160$; для розміщених на Україні джерел висотою менше 200 м в зоні від 50° до 52° пн. ш. $A=180$ (Чернігівська, Сумська, Київська, Волинська, Рівненська, Житомирська області), а південніше 50° пн. ш. $A=200$].

Величини M і V_1 розраховуються в технологічній частині або приймаються відповідно до діючих для даного виробництва (процесу) нормативів.

Величину ΔT ($^{\circ}\text{C}$) необхідно визначити, приймаючи температуру оточуючого атмосферного повітря T_n за середньою температурою зовнішнього повітря о 13 год. найбільш спекотного місяця ($25,2^{\circ}\text{C}$), а температуру газоповітряної суміші, яка викидається в атмосферу T_c – за діючими для даного виробництва технологічними нормативами.

Значення безрозмірного коефіцієнта F повинні прийматися:

1). для газоподібних забруднюючих речовин (сірчистого газу, сірковуглецю і т.д.) і дрібнодисперсних аерозолів (пилу, золи і т.п., швидкість упорядкованого осідання яких практично дорівнює нулю) $F=1$;

2). для пилу і золи, якщо середній експлуатаційний коефіцієнт очищення дорівнює:

- не менше 90% $F=2$;
- від 75 до 90% $F=2.5$;
- менше 75% $F=3$.

Безрозмірний коефіцієнт m визначається за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f} + 0,1 \cdot \sqrt{f}} \quad (1.4)$$

в залежності від параметра, м/(с²·град), що обчислюється за формулою:

$$f = \frac{1000 \cdot W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (1.5)$$

Значення безрозмірного коефіцієнта n визначається за формулами (1.6) – (1.8) у залежності від параметра V_m , що обчислюється за формулою (1.9).

$$\text{При } V_m \leq 0,3 \quad n = 3; \quad (1.6)$$

$$\text{при } 0,3 < V_m \leq 2 \quad n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3) \cdot (4,36 - V_m)}; \quad (1.7)$$

$$\text{при } V_m > 2 \quad n = 1; \quad (1.8)$$

$$\text{де} \quad V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}. \quad (1.9)$$

2. Розрахунок відстані X_m від джерела викиду при небезпечній швидкості вітру U_m .

Максимальна приземна концентрація забруднюючих речовин C_m при несприятливих метеорологічних умовах досягається на осі факелу викиду (за напрямом середнього вітру за даний період) на відстані X_m (м) від джерела викиду.

Величина X_m повинна визначатися за формулою:

$$X_m = dH, \text{ м}, \quad (1.10)$$

де d – безрозмірна величина, визначається за формулами:

$$\text{при } V_m \leq 0,5 \quad d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f}); \quad (1.11)$$

$$\text{при } 0,5 < V_m \leq 2 \quad d = 4,95V_m(1 + 0,28\sqrt[3]{f}); \quad (1.12)$$

$$\text{при } V_m > 2 \quad d = 7\sqrt{V_m}(1 + 0,28\sqrt[3]{f}). \quad (1.13)$$

Коли безрозмірний коефіцієнт $F \geq 2$, розмір X_m визначається за формулою:

$$X_m = \frac{5 - F}{4} d, \text{ м}. \quad (1.14)$$

3. Розрахунок небезпечної швидкості вітру U_m .

Небезпечна швидкість вітру U_m (м/с) на рівні флюгера (звичайно 10 м від рівня землі), при якій має місце найбільше значення приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі C_m , повинна прийматися:

$$\text{при } V_m \leq 0,5 \quad U_m = 0,5; \quad (1.15)$$

$$\text{при } 0,5 < V_m \leq 2 \quad U_m = V_m; \quad (1.16)$$

$$\text{при } V_m > 2 \quad U_m = V_m \left(1 + 0,12\sqrt[3]{f}\right). \quad (1.17)$$

4. Розрахунок максимальної приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері при швидкості вітру U .

Максимальна приземна концентрація забруднюючої речовини C_{mn} (мг/м³) при несприятливих метеорологічних умовах і швидкості u (м/с), що відрізняється від небезпечної швидкості вітру U_m , визначається за формулою:

$$C_{mn} = r \cdot C_m, \quad (1.18)$$

де r – безрозмірна величина, що визначається в залежності від відношення u/U_m за формулами:

$$\text{при } u/U_m \leq 1 \quad r = 0,67\left(\frac{u}{U_m}\right) + 1,67\left(\frac{u}{U_m}\right)^2 - 1,34\left(\frac{u}{U_m}\right)^3; \quad (1.19)$$

$$\text{при } u/U_m > 1 \quad r = \frac{3\left(\frac{u}{U_m}\right)}{2\left(\frac{u}{U_m}\right)^2 - \left(\frac{u}{U_m}\right) + 2}. \quad (1.20)$$

5. Розрахунок відстані X_{mn} від джерела викиду при швидкості вітру U .

Відстань від джерела викиду X_{mn} (м), на якій при швидкості вітру u і несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація досягає максимального значення C_{mn} (мг/м³), повинна визначатися:

$$X_{mn} = p \cdot X_m, \quad (1.21)$$

де p – безрозмірна величина, що визначається в залежності від відношення u/U_m за формулами:

$$\text{при } u/U_m \leq 0,25 \quad p = 3; \quad (1.22)$$

$$\text{при } 0,25 < u/U_m \leq 1 \quad p = 8,43\left(1 - \frac{u}{U_m}\right)^5 + 1; \quad (1.23)$$

$$\text{при } u/U_m > 1 \quad p = 0,32\left(\frac{u}{U_m}\right) + 0,68. \quad (1.24)$$

б. Розрахунок приземної концентрації забруднюючих речовин C , $г/м^3$, в атмосфері по осі факелу викиду на різних відстанях X , $м$ від джерела викиду при небезпечній швидкості вітру U_m .

Значення приземних концентрацій забруднюючих речовин C в атмосфері по осі факелу викиду на різноманітних відстанях від джерела викиду повинні визначатися за формулою:

$$C = s_1 C_m, \quad (1.25)$$

де C_m – максимальна приземна концентрація, $мг/м^3$; X_m – максимальна відстань, на якій спостерігається максимальна приземна концентрація, рівна ГДК, $м$; s_1 – безрозмірний коефіцієнт, який визначається в залежності від відношення x/X_m і коефіцієнта F (відстань, на якій проводиться визначення концентрацій забруднюючих речовин) за формулами:

$$\text{при } x/X \leq 1 \quad s_1 = 3\left(\frac{x}{X_m}\right)^4 - 8\left(\frac{x}{X_m}\right)^3 + 6\left(\frac{x}{X_m}\right)^2; \quad (1.26)$$

$$\text{при } 1 < x/X_m \leq 8 \quad s_1 = \frac{1,13}{0,13\left(\frac{x}{X_m}\right)^2 + 1}; \quad (1.27)$$

при $x/X_m > 8$ и $F=1$ величина s_1 визначається за формулою:

$$s_1 = \frac{\frac{x}{X_m}}{3,58\left(\frac{x}{X_m}\right)^2 - 35,2\left(\frac{x}{X_m}\right) + 120}; \quad (1.28)$$

при $x/X_m > 8$ и $F \geq 2$ величина s_1 визначається за формулою:

$$s_1 = \frac{1}{0,1\left(\frac{x}{X_m}\right)^2 + 2,47\left(\frac{x}{X_m}\right) - 17,8}. \quad (1.29)$$

Аналогічно визначається значення концентрації забруднюючих речовин на різноманітних відстанях по осі факелу при інших значеннях швидкостей вітру u і несприятливих метеорологічних умовах. За формулами (1.18) і (1.21) визначаються значення величин C_{mn} і X_{mn} . По відношенню x/X_{mn} знаходиться значення s_1 за формулами (1.26)-(1.29). Відповідна концентрація забруднюючої речовини визначається множенням C_{mn} на s_1 .

1.3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1.3.1. Приклад розрахунку

Вихідні дані наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані

Речовина	M , г/с	F	W_0 , м/с	H , м	D , м	u , м/с	ΔT , °C	$\Gamma ДК_{мр}$, мг/м ³	A
фенол	6,6	1	7	40	0,5	3	120	0,01	160

Хід роботи.

1. Визначаємо максимальну приземну концентрацію фенолу C_m в атмосфері при небезпечній швидкості вітру U_m .

Об'єм газоповітряної суміші визначається за формулою:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_0 = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 7 = 1,37 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для визначення m необхідно розрахувати величину f :

$$f = \frac{1000 \cdot W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = \frac{1000 \cdot 4,9 \cdot 0,5}{1600 \cdot 120} = 0,13.$$

Коефіцієнт m визначається за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f} + 0,1 \cdot \sqrt{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,13} + 0,1 \cdot \sqrt{0,13}} = 1,14.$$

Для визначення n необхідно розрахувати коефіцієнт V_m :

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,4 \cdot 120}{40}} = 1,05.$$

Так як $0,3 < V_m \leq 2$, то n визначається за формулою:

$$n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3) \cdot (4,36 - V_m)} = 3 - \sqrt{(1,05 - 0,3) \cdot (4,36 - 1,05)} = 1,44.$$

Підставимо визначені параметри та параметри з таблиці і отримаємо:

$$C_m = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} = \frac{160 \cdot 6,6 \cdot 1 \cdot 1,14 \cdot 1,44}{1600 \sqrt[3]{1,37 \cdot 120}} = 0,2 \text{ мг/м}^3.$$

Таким чином, максимальна приземна концентрація фенолу перевищує значення гранично допустимої концентрації фенолу в 20 разів.

2. Визначимо відстань від одиночного точкового джерела викиду X_m , на якій реєструється максимальна приземна концентрація C_m .

Для визначення X_m , необхідно розрахувати коефіцієнт d .

Так як $V_m \leq 2$, то:

$$d = 4,95V_m \left(1 + 0,28\sqrt[3]{f}\right) = 4,95 \cdot 1,05 \left(1 + 0,28\sqrt[3]{0,13}\right) = 5,93.$$

Значення X_m визначається за формулою:

$$X_m = dH = 5,93 \cdot 40 = 237 \text{ м.}$$

Таким чином, відстань від джерела викиду, на якій концентрація фенолу досягає максимальної приземної концентрації, дорівнює 237 метрів.

3. Визначимо небезпечну швидкість вітру U_m .

Так як $0,5 < V_m \leq 2$, то $U_m = V_m = 1,05 \text{ м/с}$.

Таким чином, небезпечна швидкість вітру, при якій має місце найбільше значення приземної концентрації забруднювальної речовини в атмосферному повітрі C_m , дорівнює 1,05 м/с.

4. Визначимо максимальну приземну концентрацію фенолу C_{mn} в атмосфері при швидкості вітру $u=3 \text{ м/с}$.

Для визначення C_{mn} необхідно розрахувати коефіцієнт r .

Безрозмірна величина r визначається в залежності від відношення u/U_m . Швидкість вітру може бути різною в залежності від метеорологічних умов місцевості, де розміщено джерело викиду забруднювальної речовини, але для прикладу візьмемо 3 м/с.

$$u/U_m = 3/1,05 = 2,86.$$

При $u/U_m > 1$ безрозмірна величина r визначається за формулою:

$$r = \frac{3 \left(\frac{u}{U_m} \right)}{2 \left(\frac{u}{U_m} \right)^2 - \left(\frac{u}{U_m} \right) + 2} = \frac{3 \cdot 2,86}{2(2,86)^2 - (2,86) + 2} = 0,55.$$

Значення C_{mn} визначається за формулою:

$$C_{mn} = r \cdot C_m = 0,55 \cdot 0,2 = 0,11 \text{ мг/м}^3.$$

Таким чином, максимальна приземна концентрація C_{mn} фенолу при швидкості вітру 3 м/с перевищує значення гранично допустимої концентрації фенолу в 11 разів.

5. Визначимо відстань від джерела викиду X_{mn} , на якій реєструється максимальна приземна концентрація C_m при швидкості вітру $u=3$ м/с.

Для визначення X_{mn} необхідно розрахувати коефіцієнт p .

Безрозмірна величина p визначається в залежності від відношення u/U_m .

$$u/U_m = 3/1,05 = 2,86.$$

При $u/U_m > 1$ безрозмірна величина p визначається за формулою:

$$p = 0,32 \left(\frac{u}{U_m} \right) + 0,68 = 0,32 \cdot 2,86 + 0,68 = 1,6.$$

Значення X_{mn} визначається за формулою:

$$X_{mn} = p \cdot X_m = 1,6 \cdot 237,2 = 379,5 \text{ м.}$$

Таким чином, відстань від джерела викиду, на якій концентрація фенолу досягає максимальної приземної концентрації при швидкості вітру 3 м/с, дорівнює 379,5 метрів.

6. Визначимо приземну концентрацію C , мг/м³ фенолу в атмосфері по осі факелу викиду на різних відстанях X , м від джерела викиду при небезпечній швидкості вітру U_m .

Розрахунок розподілу концентрації C по осі факелу викиду ведеться при небезпечній швидкості вітру, поки концентрація C_x не буде дорівнювати значенню ГДК фенолу.

Для визначення C визначимо відстані по осі факелу викиду X (табл. 1.2) та розрахуємо коефіцієнт s_1 . Результати представимо в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Розрахунок приземної концентрації C по осі факелу викиду

X , м	50	100	300	500	1000	1500	2000	3000
x/X_m	0,21	0,42	1,26	2,11	4,22	6,33	8,44	12,66
s_1	0,2	0,5	0,93	0,71	0,34	0,18	0,1	0,05
C , мг/м ³	0,04	0,1	0,186	0,14	0,07	0,03	0,02	0,01

$$\text{При } x/X_m \leq 1 \quad s_1 = 3 \left(\frac{x}{X_m} \right)^4 - 8 \left(\frac{x}{X_m} \right)^3 + 6 \left(\frac{x}{X_m} \right);$$

$$\text{при } 1 < x/X_m \leq 8 \quad s_1 = \frac{1,13}{0,13 \left(\frac{x}{X_m} \right)^2 + 1};$$

при $x/X_m > 8$ та $F=1$

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

Визначаємо відношення x/X_m та розраховуємо безрозмірний коефіцієнт s_1 :

$50/237 = 0,21$	$x/X_m \leq 1$	$s_1=0,20$;
$100/237 = 0,42$	$x/X_m \leq 1$	$s_1=0,50$;
$300/237 = 1,26$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_1=0,83$;
$500/237 = 2,11$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_1=0,71$;
$1000/237 = 4,22$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_1=0,34$;
$1500/237 = 6,33$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_1=0,18$;
$2000/237 = 8,44$	$x/X_m \geq 8, F=1$	$s_1=0,10$;
$3000/237 = 12,66$	$x/X_m \geq 8, F=1$	$s_1=0,05$.

Приземну концентрацію C фенолу в атмосфері по осі факелу викиду визначимо за формулою:

$$C = s_1 C_m, \text{ при } C_m = 0,2 \text{ мг/м}^3.$$

Дані розрахунків заносимо в табл. 1.2 і будуємо епюру розсіювання (рис. 1.2).

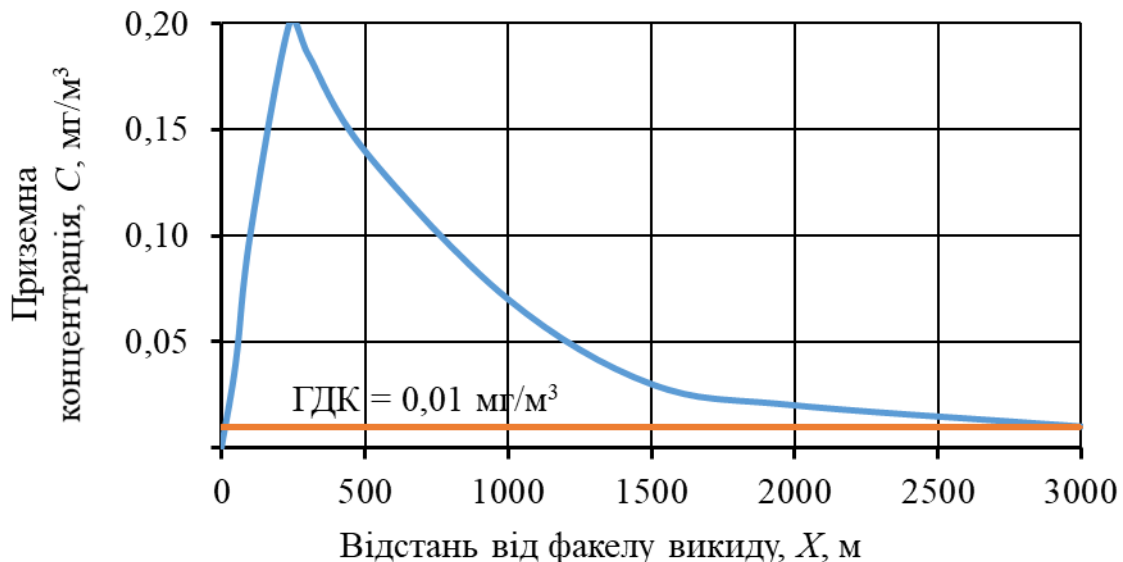


Рис. 1.2. Епюра розсіювання (графік функції $C_x=f(x)$)

Протяжність зони по осі факелу викиду становить приблизно 3000 м.

Таким чином, епюра розсіювання візуально показує розповсюдження фенолу в атмосфері по осі факелу викиду. З графіку залежності можна

побачити, що величина приземної концентрації C фенолу буде дорівнювати значення ГДК фенолу = 0,01 м/с тільки на відстані 3000 м.

Висновок. Величина максимальної приземної концентрації C_m фенолу перевищує значення ГДК фенолу в 20 разів при небезпечній швидкості вітру $U_m=1,05$ м/с на відстані $X_m = 237$ м від точкового джерела викиду.

Величина максимальної приземної концентрації C_{mn} фенолу перевищує значення ГДК фенолу в 11 разів при швидкості вітру $u=3$ м/с на відстані $X_{mn}=380$ м від джерела викиду.

Величина приземної концентрації C фенолу буде дорівнювати значення ГДК фенолу = 0,01 м/с тільки на відстані 3000 м.

Заходи щодо поліпшення повітряного стану.

Для покращення повітряного стану в зоні впливу підприємства необхідно цю зону озеленяти, упорядковувати. Виконуючи захисне озеленення, рекомендується застосовувати такі породи дерев і чагарників:

- для шумозахисту – клен гостролистий, в'яз звичайний, липа дрібнолиста, ялина звичайна, модрина сибірська, акація жовта, глід сибірський;

- для газозахисту – клен пенсільванський, ліщина маньчжурська, тополя, акація біла, шовковиця біла, яловець козацький, бирючина звичайна та ін.;

- для пилозахисту – в'яз, верба біла плакуча, каштан кінський, клен сріблястий, татарський, польовий, гостролистий, тополя канадська, шовковиця біла, ясен звичайний, акація жовта, бирючина звичайна, спірея Ванн-Гута;

- для вітрозахисних посадок і затінення території підбирають рослини з найбільш щільною кроною – каштан кінський, клен гостролистий, ялина звичайна, дуб звичайний, липа дрібнолиста та ін.

Також треба проводити ряд заходів, а саме: технологічні, санітарно-технічні, архітектурно-планувальні та законодавчі.

1.3.2. Завдання на практичну роботу

В результаті виконання практичної роботи зробити наступні завдання:

1. Самостійно вивчити теоретичну частину методичних рекомендацій.

2. Згідно з варіантами вихідних даних (табл. 1.3) розрахувати:

1) максимальну приземну концентрацію забруднювальної речовини C_m при викиді нагрітої газоповітряної суміші з одиночного джерела з круглим устям;

2) відстань від джерела викиду X_m , на якій концентрація забруднювальної речовини досягає максимальної приземної концентрації C_m ;

3) небезпечну швидкості вітру U_m ;

4) максимальну приземну концентрацію забруднювальної речовини C_{mn} в атмосфері при швидкості вітру $u=3$ м/с;

5) відстань від джерела викиду X_{mn} , на якій концентрація забруднювальної речовини досягає максимальної приземної концентрації C_{mn} при швидкості вітру 3 м/с;

6) приземну концентрацію C , $мг/м^3$ забруднювальної речовини в атмосфері по осі факелу викиду на різних відстанях X , $м$ від джерела викиду.

3. Побудувати епюру розсіювання по осі факелу викиду [$c=f(x)$].
4. Оформити результати розрахунків згідно з прикладом розрахунку.

Зміст практичної роботи повинен включати: титульний аркуш, назву та мету роботи, завдання на практичну роботу згідно з варіантом, формули та результати розрахунків завдань 1-6, епюру розсіювання, висновки щодо отриманих результатів та заходи щодо поліпшення повітряного стану, письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Варіант обирається згідно з номером в журналі обліку студентів.

Таблиця 1.3 – Варіанти вихідних даних

№ вар	Речовина	ГДК, мг/м ³	F	ΔT, °C	H, м	D, м	M, г/с	W ₀ , м/с	A
1	сажа	0,1	2	120	20	0,5	20	5	200
2	оксид вуглецю	1	1	130	30	0,6	90	5	200
3	ацетон	0,35	1	140	40	0,8	80	6	120
4	оксид азоту	0,085	1	150	50	1	55	7	160
5	сірчистий газ	0,05	1	160	60	1,2	30	8	200
6	сажа	0,1	3	170	70	1,4	70	9	200
7	оксид вуглецю	1	1	180	80	1,6	240	10	120
8	ацетон	0,35	1	190	90	1,8	180	11	160
9	оксид азоту	0,085	1	200	100	2	80	12	200
10	сірчистий газ	0,05	1	120	20	0,4	10	4	200
11	сажа	0,1	2,5	130	30	0,6	30	5	120
12	оксид вуглецю	1	1	140	40	0,8	120	6	160
13	ацетон	0,35	1	150	50	1	100	7	200
14	оксид азоту	0,085	1	160	60	1,2	60	8	200
15	сірчистий газ	0,05	1	170	70	1,4	35	9	120
16	сажа	0,1	3	180	80	1,6	80	10	160
17	оксид вуглецю	1	1	190	90	1,8	270	11	200
18	ацетон	0,35	1	200	100	2	200	12	200
19	оксид азоту	0,085	1	120	20	0,4	40	4	120
20	сірчистий газ	0,05	1	130	30	0,6	20	5	160

Примітка: Метеорологічні умови – швидкість вітру $u = 3$ м/с.

Питання для самоконтролю

1. Що таке гранично допустима концентрація забруднюючої речовини?
2. Які величини входять до розрахунку максимальної приземної концентрації забруднюючих речовин в атмосфері при небезпечній шкідливості вітру?
3. Яка різниця між концентраціями C_m та $C_{мп}$?
4. Яка швидкість вітру вважається небезпечною?
5. Які значення має коефіцієнт A для України?
6. Як побудувати епюру розсіювання забруднюючої речовини?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДВАЛУ ЗА УМОВИ МІНІМАЛЬНОГО ПОРУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ

Мета роботи: ознайомитись із загальними характеристиками відвалів та їх параметрів; набути вміння розраховувати раціональні параметри плоских відвалів за умови мінімального порушення земель.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- знати шляхи вирішення гірничо-екологічних проблем з метою забезпечення безпеки людини та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії на основі чинних міжнародних та національних законодавчих й нормативних документів;
- знати принципи захисту навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії.

2.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Технологічний процес розміщення пустих порід і некондиційних руд, що видаляються при розробці родовищ і будівництві, називається **відвалування**.

Відвал – це насип на земній поверхні із пустих порід, що утворюються при розробці родовищ корисних копалин, збагаченні мінеральної сировини тощо.

Терикон (*фр. terri* – відвали породи, *фр. conique* – конічний) – конусоподібний штучний насип з пустих порід, вилучених при підземному видобутку вугілля й інших корисних копалин.

У світі обсяг утворених відвалів порід і виробничих відходів становить понад 2000 км³. В Україні утворилось 1063 породних відвалів, з яких біля 15-20 % – ті, що горять, при цьому значна частина з них діючі. Вони займають площу 7188 га, де зберігається близько 1,7 млрд. м³ породи. Основна частина відвалів порід (1009) розташована на Донбасі.

В залежності від способу укладання розрізняють відвали (рис. 2.1):

- **конічні (або терикони)** – найчастіше утворюються при відкатці породи рейковим транспортом (в перекидних вагонетках або скіпах) з поступовим нарощуванням колії;
- **хребтові** – утворюються при вивезенні породи вагонетками підвісної канатної дороги або конвеєрами (стаціонарними чи пересувними), а також відвалоутворювачами розкривних порід;
- **пласкі** – утворюються при вивезенні відходів (порід) у самоскидах та формуванні штабелів за допомогою бульдозерів.

За місцем розташування виділяють відвали:

- внутрішні (у виробленому просторі кар'єрів),
- зовнішні – за межами кар'єру,
- комбіновані.

За стаціонарністю відвали поділяють на:

- постійні (повинні бути безрудними і безвугільними);
- тимчасові.

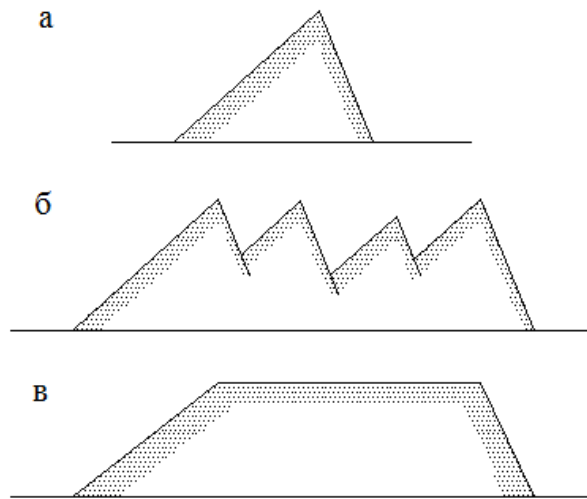


Рис. 2.1. Види відвалів: а – конічні; б – хребтові; в – плоскі

У залежності від механізації відвальних робіт, відвали розподіляють на:

- *екскаваторні* – насип з порожніх порід або некондиційних руд створюється за допомогою екскаваторів при відкритій розробці родовищ корисних копалин;
- *бульдозерні* – бульдозери застосовують для створення відвалів, при розробці розсипів, при рекультивації, як допоміжні машини на кар'єрах;
- *конвеєрні* – конвеєр встановлюється на жорсткій рамі та по мірі росту відвалу просувається вперед на спеціальних напрямних;
- *гідралічні* – природні або штучні басейни-сховища (хвостосховища), де відбувається осадження і укладання твердої фази відходів збагачення корисних копалин або іншої переробки сировини та прояснення води, що направляється в оборот на промислове підприємство (збагачувальну фабрику, шахту тощо).

Конічні відвали створюються транспортуванням породи до вершини рейковим транспортом за допомогою вагонеток місткістю 1–1,5 м³ або скіпів місткістю 2–2,5 м³.

Основними параметрами відвалу є:

- висота відвалу,
- довжина й ширина відвалу,
- площа земельної ділянки, зайнятої відвалом,
- площа горизонтальних площадок.

Відвали може бути висотою 30–100 м і більше, кут відкосу до 40°, площею 2–10 га, 100–300 га і більше.

Висота відвалу залежить від способу механізації відвальних робіт, стійкості заскладованих порід і основи відвалу, рельєфу місцевості та цінності земель, відведених для відвалів, а також від виду транспорту.

Відвали є об'єктами техногенної небезпеки. Вони виділяють пил, гази, горять, піддаються розмиву, є джерелами радіоактивності, під їх розміщення відводяться чимало гектарів родючих земель.

Серед усіх видів відвалів конічні відвали найбільш небезпечні.

По-перше, конічні відвали займають величезні площі родючих земель – часто безпосередньо в населених пунктах.

По-друге, конічні відвали найбільше схильні до самозаймання. Всі породні відвали, які містять вугілля, стають дуже вразливими до самозаймання та самопідтримуваного горіння. Тліючі й палаючі терикони, усередині яких температура може досягати 1200 градусів. Основним недоліком конічних відвалів є відсутність можливості одночасного складування породи і виконання профілактичних заходів проти її самозаймання.

По-третє, є джерелами неконтрольованих викидів парникових газів та небезпечних речовин, насамперед широкого спектру летких компонентів, в яких можуть міститися сірчана кислота, вуглекислота, діоксиди сірки та азоту, сірководень, вуглеводні, аміак, оксид вуглецю. Наприклад, поблизу рукотворних промислових гір концентрація сірководню перевищує норму в середньому вдвічі, а пилу в чотири рази.

По-четверте, водна ерозія призводить до вимивання токсичних компонентів і забруднення ними ґрунту і підґрунтових вод, поширюючись з ними на значні відстані. Вітрова ерозія розносить пил з териконів на сотні кілометрів, забруднюючі атмосферне повітря. Ці відвали слід розташовувати таким чином, щоб переважні вітри були спрямовані у хвостову частину відвалу.

Іншими словами, наявність териконів призводить до деградації природних ландшафтів вугледобувних регіонів, завдає шкоди здоров'ю і життю людей, становить постійну загрозу техногенної катастрофи.

2.2. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДВАЛУ ЗА УМОВИ МІНІМАЛЬНОГО ЗАСМІЧЕННЯ ЗЕМЕЛЬ

Для застосування раціональної технології відвалоутворення, наступної рекультивації поверхні відвалів і зменшення площі відчужуваних земель контур відвала повинен наближатися до геометрично правильної фігури. Переважно відвали з основою у формі квадрата.

Розглянемо відвал у формі правильної зрізаної піраміди, нижньою і верхньою основою якої є квадрати зі сторонами a і c (рис. 2.2).

Величина результуючих кутів укосів зовнішніх відвалів β , складених м'якими породами, залежить від висоти відвалу H_0 . Вона не повинна перевищувати значень, що рекомендуються, і може визначатися за формулою:

$$\beta = \frac{791,6}{H_0 + 29,5}. \quad (2.1)$$

Площа землі, що відчужується безпосередньо під зовнішній відвал S_0 , включає площу під укосами $S_{0,0}$ і площу під горизонтальною частиною поверхні відвалу S_p . Останню можна рекультивувати для сільськогосподарського використання. Співвідношення цих площ при постійному обсязі відвалу ($V_0 = \text{const}$) залежать від його висоти H_0 .

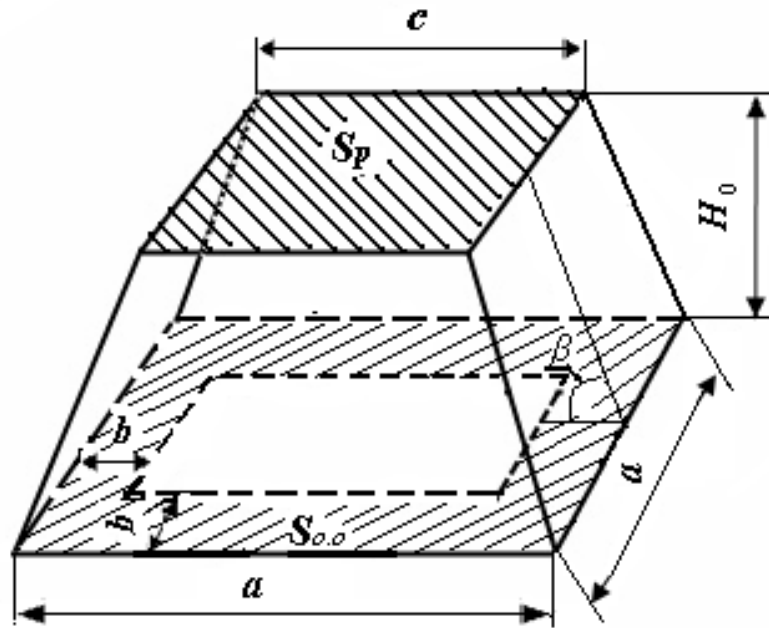


Рис. 2.2. Зовнішній відвал в формі усіченої піраміди

Розглянемо названі площі і їх співвідношення в залежності від висоти і об'єму відвалу:

$$V_0 = \frac{H_0}{3} (a^2 + c^2 + ac); \quad (2.2)$$

$$c = a - 2 H_0 \operatorname{ctg} \beta. \quad (2.3)$$

Підставив формулу (2.3) в формулу (2.2), отримаємо:

$$a = H_0 \operatorname{ctg} \beta + \sqrt{\frac{V_0}{H_0} - \frac{1}{3} (H_0 \operatorname{ctg} \beta)^2}. \quad (2.4)$$

Величина b під час закладання укосу відвалу становить:

$$b = H_0 \operatorname{ctg} \beta. \quad (2.5)$$

Відвал матиме площу для рекультивації на його поверхні за умови:

$$2b < a \quad \text{або} \quad H_0 \operatorname{ctg} \beta < 0,5a. \quad (2.6)$$

Площу земельної ділянки під відвал, в тому числі під його укосами і на поверхні відвалу під рекультивацію складають:

$$S_0 = 10^{-4} \cdot a^2; \quad (2.7)$$

$$S_{0,0} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot (ab - b^2); \quad (2.8)$$

$$S_p = 10^{-4} \cdot c^2 \quad \text{або} \quad S_p = 10^{-4} (a-2b)^2. \quad (2.9)$$

Використання земель під зовнішні відвали та раціональність їх параметрів за умовою мінімуму відчуження цих земель визначаються коефіцієнтом рекультивації $k_{p.o}$ (га/га) та показником його питомого обсягу v (тис. м³/га). Перший визначає площу під рекультивацію, що припадає на 1 га відчужуваної площі, другий – обсяг порід, що укладається на 1 га:

$$k_{p.o} = \frac{S_p}{S_0}; \quad (2.10)$$

$$v = \frac{V_0}{1000 \cdot S_0} \quad (2.11)$$

Певному об'єму відвалу відповідає конкретна його висота, при якій ширина основи відвалу, а, отже, і площа, будуть мінімальними. Зі збільшенням висоти відвалу збільшується площа землі, що знаходиться під його укосами, і зменшується площа горизонтальної (площа під рекультивацію) поверхні відвалу, а при зменшенні висоти відвалу відбувається протилежне. Оскільки $S_0 = S_{0,0} + S_p$, то при певній висоті відвалу для конкретного його обсягу буде мати місце таке співвідношення між $S_{0,0}$ і S_p , при якому площа, яку займає відвал, буде мінімальна.

2.3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.3.1. Приклад розрахунку

Розрахуємо раціональні параметри відвалу за умови мінімального відчуження землі знаючи, що обсяг пустої породи надається об'ємом (V_0) 30 млн. м³.

Розглянемо зміну параметрів відвалу в залежності від його висоти. Для цього за наведеними вище формулами визначимо параметри відвалу для значень висоти в діапазоні від 10 до 70 м. При необхідності задається більший діапазон висот.

Розрахуємо параметри відвалу висотою 10 м:

$$\beta = \frac{791,6}{10 + 29,5} 20,04^\circ;$$

$$b = 10 \operatorname{ctg} 20,04^\circ = 28 \text{ м};$$

$$a = 28 + \sqrt{\frac{30 \cdot 10^6}{10} - \frac{1}{3} 28^2} = 1758 \text{ м};$$

$$c=1758-2\cdot 28=1702 \text{ м};$$

$$S_0=10^{-4}\cdot 1758^2=309 \text{ га};$$

$$S_{0,0}=4\cdot 10^{-4}(1758\cdot 28-28^2)=19 \text{ га};$$

$$S_p=10^{-4}\cdot 1702^2=290 \text{ га}.$$

Аналогічним чином визначимо параметри відвалу висотою 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 і 80 м. Отримані дані зведемо в таблицю (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Параметри відвалу при його об'ємі 30 млн. м³

Висота відвалу H_0 , м	10	20	30	40	50	60	70	80
Кут укосу відвалу β , °	20,04	15,99	13,3	11,39	9,96	8,85	7,96	7,23
$\text{ctg } \beta$	2,74	3,49	4,23	4,96	5,69	6,42	7,15	7,88
Величина b , м	28	70	127	199	285	386	501	630
Ширина основи відвалу a , м	1758	1294	1124	1058	1042	1057	1088	1123
Площа займана відвалом S_0 , га	309	167	126	112	109	112	118	126
Площа під укосами відвалу $S_{0,0}$, га	19	34	51	69	86	104	118	124
Площа відвалу під рекультивацію S_p , га	290	133	76	43	22	8	1	-

На основі отриманих даних побудуємо графічну залежність даних площ від висоти відвалу і визначимо раціональні параметри відвалу (рис. 2.3).

З графіку видно, що мінімальне значення площі землі, що відчужується під відвал $S_{0 \text{ min}}=109$ га при висоті $H_{0 \text{ min}}=48$ м, а площі $S_p=25,6$ га; $S_{0,0}=83,4$ га.

При висоті $H_{0,n}=74$ м відвал набуває форму піраміди (не має площі для рекультивації: $S_p=0$), при цьому $S_0=S_{0,0}=122,5$ га.

При даній висоті відвалу забезпечується максимально питомий його об'єм:

$$v = \frac{V_0}{1000 \cdot S_0} = \frac{30 \cdot 10^6}{1000 \cdot 109} = 275 \text{ тис. м}^3/\text{га}.$$

Коефіцієнт рекультивації в даному випадку дорівнює:

$$k_{p,0} = \frac{S_p}{S_0} = \frac{25,6}{109} = 0,235.$$

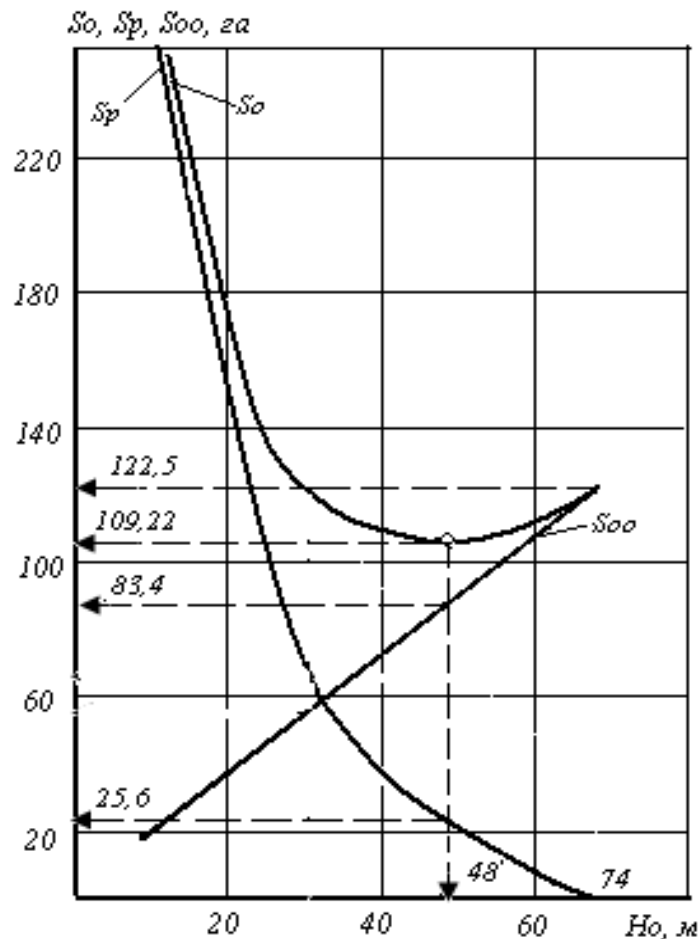


Рис. 2.3. Залежність площі від висоти відвалу

Висновок. Вказане значення висоти відвалу $H_{o \min} = 48$ м можна вважати раціональним за умови мінімального порушення землі. Саме при висоті 48 м площа займання відвалом мінімальна – $S_{o \min} = 109$ га. $S_{0,0} = 83,4$ га, $S_p = 25,6$ га, що дає можливість на поверхні відвалу проводити рекультиваційні роботи. Подальше збільшення або зменшення висоти веде до збільшення відчужуваної площі землі під нього.

При висоті $H_{o,n} = 74$ м відвал набуває форму конічного відвалу без площі под рекультивація ($S_p = 0$), при цьому $S_0 = S_{0,0} = 122,5$ га.

2.3.2. Завдання на практичну роботу

В результаті виконання практичної роботи зробити наступні завдання:

1. Самостійно вивчити теоретичну частину методичних рекомендацій.
2. Згідно з варіантами вихідних даних (табл. 2.2) та прикладу розрахувати та визначити раціональні параметри відвалу об'ємом V_0 , млн. м³.

Зміст практичної роботи повинен включати: титульний аркуш, назву та мету роботи, завдання на практичну роботу згідно з варіантом, формули та результати розрахунків, графік залежності площі від висоти відвалу, висновки щодо отриманих результатів та письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Варіант обирається згідно з номером в журналі обліку студентів.

Таблиця 2.2 – Варіанти вихідних даних

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_0 , млн. м ³	33	42	31	41	32	46	35	37	43	44
№ варіанту	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
V_0 , млн. м ³	34	47	36	45	38	48	39	50	40	49

Питання для самоконтролю

1. Що таке «відвалування»?
2. Що таке «відвал», «терикон»? В чому різниця цих термінів?
3. Як розрізняють відвали в залежності від способу їх укладання?
4. Як розрізняють відвали в залежності від місця розташування?
5. Якими транспортними засобами формують відвали?
6. Навести основні параметри відвалу.
7. Чому відвали є екологічно небезпечними об'єктами?
8. Як ви вважаєте, які відвали краще формувати на поверхні землі – плоскі чи конічні? Чому?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ТЕХНОГЕННОЇ ДІЇ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ҐРУНТИ

Мета роботи: ознайомлення з методом визначення рівня техногенної дії гірничодобувних підприємств на ґрунти та навчитися робити оцінку цього рівня; визначати пріоритетні фактори техногенезу, знижуючи дію яких, можна зменшити техногенний вплив підприємства.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- знати шляхи вирішення гірничо-екологічних проблем з метою забезпечення безпеки людини та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії на основі чинних міжнародних та національних законодавчих й нормативних документів;
- знати принципи захисту навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії;
- виконувати нескладні екологічні узагальнення і розрахунки, що пов'язані з оцінкою екологічної ситуації.

3.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

У відповідності із Земельним кодексом України ґрунти – це національне багатство, що знаходиться під особливою охороною держави, а рекультивация порушених земель та захист їх від забруднення небезпечними речовинами регламентовано статтями (166 та 167 відповідно) розділу по охороні земельних ресурсів. Тому захист ґрунтів в районах розташування гірничо-металургійних комплексів, а також їх відновлення у випадках різного роду порушень є не просто пропонованими, а обов'язковими етапами діяльності цих підприємств.

Крім цього, екологічний стан компонентів навколишнього природного середовища (і ґрунтів в тому числі), що забезпечують умови функціонування господарських об'єктів і життєдіяльності населення регіону, є одним з основних факторів при виборі пріоритетів переходу до стійкого розвитку цієї території.

Узагальнення одержаних результатів про екологічний стан ґрунтів свідчить про те, що ступінь їх трансформації (яку можна визначити через K) залежить, в основному, від вихідного рівня стійкості ґрунтів. Але, безперечно, K має також залежати від дії на них факторів техногенезу, що ініціюють гірничі підприємства. Для того, щоб довести (чи спростувати) це, необхідно визначити рівень техногенної дії підприємств на ґрунти.

Метод визначення рівня техногенної дії гірничодобувних підприємств на ґрунти базується на обліку спектра ініційованих гірничими підприємствами факторів техногенезу, викликаних цими факторами видів деградації ґрунтів, а також специфіці реалізації виявлених видів їх деградації в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах та умовах фонового техногенного навантаження.

До вказаних факторів належать:

1. Вилучення і деформації ґрунтів,
2. Зниження рівня водоносних горизонтів,
3. Порушення технологій водовідведення,
4. Фільтраційне забруднення,
5. Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення,
6. Газовиділення,
7. Пиловиділення,
8. Комплексне пилогазовиділення під час буропідривних робіт,
9. Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів,
10. Вилуговування відвалів,
11. Горіння шахтних відвалів.

Показник рівня техногенної дії (T_k) можна визначити за допомогою рівняння:

$$T_k = \sum_{i=1}^m b_i K_i e_i, \quad (3.1)$$

де m – кількість факторів техногенезу; b_i – наявність ініціації i -го фактору техногенезу цим підприємством; K_i – коефіцієнт техногенної дії i -го фактору техногенезу (табл. 3.1); e_i – поправковий коефіцієнт i -го фактору техногенезу (табл. 3.2).

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти техногенного впливу на ґрунти факторів техногенезу, що ініціюють гірничодобувні комплекси

№ фактору	Фактор техногенезу	Коефіцієнт техногенного впливу, K_i
1	вилучення і деформації ґрунтів	0,55
2	зниження рівня водоносних горизонтів	0,47
3	порушення технологій водовідведення	0,97

№ фактору	Фактор техногенезу	Коефіцієнт техногенного впливу, K_i
4	фільтраційне забруднення	0,82
5	скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	0,53
6	газовиділення	0,47
7	пиловиділення	0,43
8	комплексне пилогазовиділення під час буропідривних робіт	0,59
9	кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	0,62
10	вилуговування відвалів	0,61
11	горіння шахтних відвалів	0,70

Проте характер реалізації видів деградації ґрунтів для різних підприємств має різний характер, тому логічним є відповідне корегування рівня їх техногенезу з урахуванням специфіки їх проявів (табл. 3.4).

Таблиця 3.2 – Визначення поправкового коефіцієнта e_i в залежності від реалізації i -го фактору техногенезу для промислових підприємств

Фактор техногенезу	Параметр фактору техногенезу	Варіант параметру фактору техногенезу	Ваговий коефіцієнт, k	
Вилучення і деформації ґрунтів	площа порушень, км ²	$S_n \leq 100$	0,25	
		$100 < S_n \leq 250$	0,50	
		$250 < S_n \leq 500$	0,75	
		$S_n > 500$	1,00	
	характер порушень земної поверхні	відчуження земель	0,00	
		деформація без порушення	0,10	
		утворення терас	0,20	
		утворення тріщин, воронки та провалів	0,30	
Пиловиділення	кількість пилу, що виділилася, т/добу	$V_n \leq 100$	0,25	
		$100 < V_n \leq 500$	0,50	
		$500 < V_n \leq 1000$	0,75	
		$V_n > 1000$	1,00	
	площа дії пилу, км ²	$S_n \leq 50$	0,00	
		$50 < S_n \leq 100$	0,10	
		$100 < S_n \leq 200$	0,20	
		$S_n > 200$	0,30	
	характер пилу	нетоксична	0,00	
		токсична	0,20	
	Газовиділення	кількість газів, що виділилася, т/добу	$V_r \leq 10$	0,25
			$10 < V_r \leq 50$	0,50
$50 < V_r \leq 100$			0,75	
$V_r > 100$			1,00	
площа поширення газів, км ²		$S \leq 50$	0,00	
		$50 < S \leq 100$	0,10	
		$100 < S \leq 200$	0,20	

Фактор техногенезу	Параметр фактору техногенезу	Варіант параметру фактору техногенезу	Ваговий коефіцієнт, k
		$S > 200$	0,30
Фільтраційне забруднення	швидкість горизонтальної фільтрації, м/рік	$F \leq 100$	0,25
		$100 < F \leq 250$	0,50
		$250 < F \leq 500$	0,75
		$F > 500$	1,00
вид технічного водоймища	пруд-відстійник	0,00	
	хвостово- або шламосховище	0,30	
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	об'єм скидання, тис. м ³ /добу	$V_c \leq 10$	0,25
		$10 < V_c \leq 50$	0,50
		$50 < V_c \leq 100$	0,75
		$V_c > 100$	1,00
	жорсткість скинутих вод, г/л	$G \leq 5$	0,00
		$5 < G \leq 25$	0,10
		$25 < G \leq 50$	0,20
		$G > 50$	0,30
	забруднювачі з ГДК>1	немає	0,00
		є	0,20
Комплексне пилогазовиділення під час буропідричних робіт	кількість пилу у хмарі, т/рік	$V_{\Pi}^{BB} \leq 100$	0,25
		$100 < V_{\Pi}^{BB} \leq 500$	0,50
		$500 < V_{\Pi}^{BB} \leq 1000$	0,75
		$V_{\Pi}^{BB} > 1000$	1,00
	об'єм хмари газу, млн. м ³ /рік	$V_{\Gamma}^{BB} \leq 1$	0,25
		$1 < V_{\Gamma}^{BB} \leq 5$	0,50
		$5 < V_{\Gamma}^{BB} \leq 10$	0,75
		$V_{\Gamma}^{BB} > 10$	1,00
	площа впливу пилогазової хмари, км ²	$S^{BB} \leq 200$	0,00
		$200 < S^{BB} \leq 500$	0,10
		$500 < S^{BB} \leq 1000$	0,20
		$S^{BB} > 1000$	0,30
	Горіння шахтних відвалів	кількість газів, що виділилася, тис. т	$V_{\Gamma}^{\Gamma} \leq 15$
$15 < V_{\Gamma}^{\Gamma} \leq 50$			0,50
$50 < V_{\Gamma}^{\Gamma} \leq 100$			0,75
$V_{\Gamma}^{\Gamma} > 100$			1,00
Горіння шахтних відвалів	активна кислотність ґрунтів навколо відвалів	$pH \geq 7$	0,00
		$7 < pH \leq 5$	0,10
		$5 < pH \leq 3$	0,20
		$pH > 3$	0,30
Зниження рівня водоносних горизонтів	площа зони депресії, км ²	$S_d \leq 100$	0,25
		$100 < S_d \leq 250$	0,50
		$250 < S_d \leq 500$	0,75
		$S_d > 500$	1,00
	глибина депресійної воронки, м	$h \leq 20$	0,00
		$20 < h \leq 100$	0,10
		$100 < h \leq 500$	0,20
		$h > 500$	0,30
Порушення	площа порушень, км ²	$S_{\Pi} \leq 50$	0,25

Фактор техногенезу	Параметр фактору техногенезу	Варіант параметру фактору техногенезу	Ваговий коефіцієнт, k
технологій водовідведення		$50 < S_n \leq 100$	0,50
		$100 < S_n \leq 200$	0,75
		$S_n > 200$	1,00
	періодичність порушень	періодично	0,00
		постійно	0,10
Вилуговування відвалів	концентрація сірки у відвалі, %	$[S] \leq 0,50$	0,25
		$0,50 < [S] \leq 1,00$	0,50
		$1,00 < [S] \leq 2,00$	0,75
		$[S] > 2,00$	1,00
	кількість сульфатів у дренажних водах, мг/л	$[SO_4^{2-}] \leq 10$	0,00
		$10 < [SO_4^{2-}] \leq 50$	0,10
		$50 < [SO_4^{2-}] \leq 100$	0,20
		$[SO_4^{2-}] > 100$	0,30
	площа впливу продуктів вилуговування, км ²	$S \leq 5$	0,00
		$5 < S \leq 10$	0,10
		$10 < S \leq 20$	0,20
		$S > 20$	0,30
	Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	концентрація сірки у відвалі, %	$[S] \leq 0,50$
$0,50 < [S] \leq 1,00$			0,50
$1,00 < [S] \leq 2,00$			0,75
$[S] > 2,00$			1,00
рН дренажних вод		$pH \geq 7$	0,00
		$7 < pH \leq 5$	0,10
		$5 < pH \leq 3$	0,20
		$pH > 3$	0,30
площа впливу дренажних вод, км ²		$S \leq 5$	0,00
		$5 < S \leq 10$	0,10
		$10 < S \leq 20$	0,20
		$S > 20$	0,30

Для цього спочатку встановлюють показники, первинно властиві кожному з видів деградації ґрунтів, а потім визначили діапазон варіації їх значень, в межах якого їм призначали вагові коефіцієнти (k).

Поправочний коефіцієнт (e_i) до коефіцієнту техногенного впливу на ґрунти (K_i) розраховують в залежності від реалізації i -го фактору техногенезу для конкретного підприємства як суму субкоефіцієнтів k .

Рівень техногенної дії підприємства на ґрунти можна охарактеризувати як:

- $T_k \geq 5$ – дуже високий,
- $5 < T_k \leq 4$ – високий,
- $4 < T_k \leq 3$ – середній,
- $3 < T_k \leq 2$ – помірний,
- $T_k < 2$ – низький.

3.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.2.1. Приклад розрахунку

Виконаємо завдання згідно з вихідними даних, наведених в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Порушення з формуванням терас та тріщин сягають 340 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 1324 км ² ; глибина депресійної воронки – 1055 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення періодичне; площа підтоплень перебільшує 320 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з хвосто- та шламосховища менша за 100 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) із жорсткістю біля 62 г/л складає 18 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 875 т газів, що поширюються на площу понад 345 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 850 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу у 185 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідричних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 15 млн. м ³ /вибух сягає 1300 т/вибух, що розповсюджується на площу у 1250 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,25 %; рН дренажних вод дорівнює 3,8, а площа впливу цих вод перебільшує 34 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,25 %; кількість сульфатів у дренажних водах перебільшує 100 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 38 км ² .

Розв'язок.

1. Оцінимо фактори техногенезу, що ініціюються даним підприємством, їх ранжування й внеску в трансформацію ґрунтів.

Коефіцієнт техногенної дії i -го фактору техногенезу (K_i) беремо з табл. 3.1, поправочний коефіцієнт i -го фактору техногенезу (e_i) – з табл. 3.2, вибираючи параметри фактору техногенезу та його варіанти k .

Результати розрахунку вносимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку рівня техногенної дії гірничого підприємства на ґрунти

Фактори техногенезу	$e_i = (\sum k)$	K_i	$e_i * K_i$	Ранг	% від T_k
1	$0,75+0,20+0,30 = 1,25$	0,55	0,69	5	9,52
2	$1,00+0,30 = 1,30$	0,47	0,61	6	8,41
3	$1,00+0,00 = 1,00$	0,97	0,97	2	13,38
4	$0,25+0,30 = 0,55$	0,82	0,45	9	6,21
5	$0,50+0,30+0,20 = 1,00$	0,53	0,53	7	7,31

Фактори техногенезу	$e_i = (\sum k)$	K_i	$e_i * K_i$	Ранг	% від T_k
6	$1,00+0,30 = 1,30$	0,47	0,61	6	8,41
7	$0,75+0,20+0,20 = 1,15$	0,43	0,49	8	6,76
8	$1,00+1,00+0,30 = 2,30$	0,59	1,36	1	18,76
9	$0,75+0,20+0,30 = 1,25$	0,62	0,78	3	10,76
10	$0,75+0,20+0,30 = 1,25$	0,61	0,76	4	10,48
T_k	7,25				

2. Розрахуємо рівень техногенної дії гірничого підприємства на ґрунти.

Рівень техногенної дії гірничого підприємства на ґрунти розрахуємо за формулою 3.1 та результат вносимо в табл. 3.4:

$$T_k = \sum_{i=1}^m b_i K_i e_i = 0,69 + 0,61 + 0,97 + 0,45 + 0,53 + 0,61 + 0,49 + 1,36 + 0,78 + 0,76 = 7,25.$$

3. Визначимо три пріоритетні фактори техногенезу, що є основними чинниками деградації ґрунтів, знижуючи (або усунувши) дію яких, можна суттєво зменшити техногенний вплив аналізованого підприємства на ґрунти. Знайдемо їх загальний відсоток.

Для даного підприємства це: комплексне пилогазовиділення під час буропідривних робіт, порушення технологій водовідведення, кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів, що складає загальний їх відсоток:

$$18,76 + 13,38 + 10,76 = 42,90\%.$$

Висновок. В результаті діяльності підприємства з видобування залізної руди підземним та відкритим способами виявлено **дуже високий** рівень впливу на ґрунти ($T_k = 7,25$). Пріоритетними факторами техногенезу є **комплексне пилогазовиділення під час буропідривних робіт, порушення технологій водовідведення, кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів**. Сукупний відсотковий внесок пріоритетних факторів в порушення ґрунтового покриву в районі розміщення підприємства складає майже **43%**.

3.2.2. Завдання на практичну роботу

Завдання. На гірничому підприємстві з видобування залізної руди розробка родовищ здійснюється підземним та відкритим способами.

Необхідно:

1. Розрахувати рівень техногенної дії гірничого підприємства на ґрунти (T_k) та якісно оцінити цей рівень.

2. Визначити пріоритетні фактори техногенезу, що є основними чинниками деградації ґрунтів, знижуючи (або усунувши) дію яких, можна суттєво зменшити техногенний вплив аналізованого підприємства та кількісно визначити рівень цього зниження.

Завдання виконати відповідно варіанту (за номером в журналі групи).

3. Надати письмові відповіді на контрольні питання.

Зміст практичної роботи повинен включати: титульний аркуш, назву та мету роботи, завдання на практичну роботу, розрахунки, письмові відповіді на питання, висновки.

Варіанти для практичної роботи

Варіант № 1

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення і деформація ґрунтів, а також формування терас та тріщин сягають 340 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 175 км ² ; глибина депресійної воронки – 98 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перевищує 200 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з відстійників менша за 70 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю біля 23 г/л складає 18 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 230 т газів, що поширюються на площу майже 150 км ² .
Пилovidілення	За добу виділяється біля 750 т нетоксичного пилу, що розповсюджується на площу понад 235 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,6 %; рН дренажних вод дорівнює 4,2, а площа впливу цих вод перебільшує 20 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,6 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 65 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 25 км ² .

Варіант № 2

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення ґрунтів, а також їх деформація з формуванням терас та тріщин сягають 340 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 175 км ² ; глибина депресійної воронки – 198 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перевищує 350 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з пруда-відстійника складає 470 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю біля 17 г/л складає 80 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 230 т газів, що поширюються на площу у 150 км ² .
Пилovidілення	За добу виділяється біля 750 т нетоксичного пилу, що розповсюджується на площу понад 235 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,6 %; рН дренажних вод дорівнює 4,2, а площа впливу цих вод перебільшує 20 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,6 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 65 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 25 км ² .

Варіант № 3

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Відчуження земель сягає 400 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій – 830 км ² ; глибина депресійної воронки – 1200 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – 350 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ дорівнює 40м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю 14 г/л складає 15 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 268 т газів, що поширюються на площу у 150 км ² .
Пиловиділення	За добу випадає біля 1850 т токсичного пилу на площу 580 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідричних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 7,5 млн. м ³ /вибух сягає 800 т/вибух, який розповсюджується на площу у 1150 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,85 %; рН дренажних вод дорівнює 5,1, а площа впливу цих вод перебільшує 35 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі – 0,85 %; кількість сульфатів у дренажних становить 27 мг/л, а площа впливу вилуговування сягає 24 км ² .

Варіант № 4

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Відчуження земель сягає 425 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій – 740 км ² ; глибина депресійної воронки – 1158 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – більша за 350 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ дорівнює 135 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю 24 г/л складає 10 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 268 т газів, що поширюються на площу у 150 км ² .
Пиловиділення	За добу випадає біля 1150 т нетоксичного пилу на площу 280 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідричних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 7,5 млн. м ³ /вибух сягає 600 т/вибух, який розповсюджується на площу у 750 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,65 %; рН дренажних вод дорівнює 6,1, а площа впливу цих вод перебільшує 35 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,65 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 47 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 124 км ² .

Варіант № 5

Фактори техногенезу	Параметри факторів техногенезу
Вилучення і деформації ґрунтів	Порушення з обваленням та формуванням терас та тріщин сягають 340 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 724 км ² ; глибина депресійної воронки – 955 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перебільшує 650 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з хвостових та шламосховища менша за 84 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) із жорсткістю біля 25 г/л складає 280 м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 875 т газів, що поширюються на площу понад 345 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 850 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 185 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідричних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом понад 15 млн. м ³ /вибух сягає 1300 т/вибух, що розповсюджується на площу у 1250 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,45 %; рН дренажних вод дорівнює 3,8, а площа впливу цих вод перебільшує 34 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,45%; кількість сульфатів у дренажних водах перебільшує 45 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 28 км ² .

Варіант № 6

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Порушення з формуванням воронки сягають 1290 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 640 км ² ; глибина депресійної воронки – 258 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень сягає 430 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з прудів-відстійників більша за 250 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) із жорсткістю біля 27 г/л складає 17 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 1275 т газів, що поширюються на площу понад 275 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 860 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 390 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,85 %; рН дренажних вод дорівнює 5,8, а площа впливу цих вод перебільшує 25 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,85 %; кількість сульфатів у дренажних водах становить 35 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 26 км ² .

Варіант № 7

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Характеристика факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення земель, а також їх порушення з формуванням воронки та провалів сягають 600 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій - 550 км ² ; глибина депресійної воронки - 1000 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – понад 450 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ сягає 100 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю біля 40 г/л складає 11 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 175 т газів, що поширюються на площу понад 250 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється до 1000 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 200 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідливних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 10 млн. м ³ /вибух сягає 800 т/вибух, що розповсюджується на площу у 900 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1 %; рН дренажних вод дорівнює 5,8, а площа впливу цих вод перебільшує 20 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 30 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 38 км ² .

Варіант № 8

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення і деформація ґрунтів формуванням терас та тріщин сягають 740 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 175 км ² ; глибина депресійної воронки – 98 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перевищує 200 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з відстійників менша за 55 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю біля 23 г/л складає 42 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 1230 т газів, що поширюються на площу понад 250 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 750 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 260 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,06 %; рН дренажних вод дорівнює 4,2, а площа впливу цих вод перебільшує 20 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,06 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 65 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 25 км ² .

Варіант № 9

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Відчуження земель сягає 425 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій – 640 км ² ; глибина депресійної воронки – 758 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – більша за 325 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ дорівнює 19 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю 24 г/л складає 28 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 268 т газів, що поширюються на площу у 150 км ² .
Пиловиділення	За добу випадає біля 1250 т токсичного пилу на площу у 680 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідливних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 7,5 млн. м ³ /вибух сягає 600 т/вибух, який розповсюджується на площу у 750 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,65 %; рН дренажних вод дорівнює 5,1, а площа впливу цих вод перебільшує 35 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,65 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 27 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 24 км ² .

Варіант № 10

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Порушення з формуванням терас та тріщин = 440 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 724 км ² ; глибина депресійної воронки – 955 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перебільшує 650 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з хвосто- та шламосховища дорівнює 84 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) із жорсткістю біля 25 г/л складає 28 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 875 т газів, що поширюються на площу у 345 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 850 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу у 185 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідливних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 15 млн. м ³ /вибух сягає 1300 т/вибух, що розповсюджується на площу у 1250 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,45 %; рН дренажних вод дорівнює 3,8, а площа впливу цих вод перебільшує 34 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,45 %; кількість сульфатів у дренажних - 45 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 28 км ² .

Варіант №11

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Порушення з формуванням терас, а також воронки та провалів сягають 290 км ²
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 440 км ² ; глибина депресійної воронки – 858 м
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень сягає 350 км ²
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з прудів-відстійників більша за 75 м/рік
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) із жорсткістю біля 27 г/л складає 780 м ³ /добу
Газовиділення	За добу виділяється біля 275 т газів, що поширюються на площу понад 275 км ²
Пиловиділення	За добу виділяється біля 860 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 190 км ²
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,85%; рН дренажних вод дорівнює 5,8, а площа впливу цих вод перебільшує 25 км ²
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,85 %; кількість сульфатів у дренажних водах перебільшує 35 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 26 км ²

Варіант № 12

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Відчуження земель сягає 525 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій – 340 км ² ; глибина депресійної воронки – 1008 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – біля 350 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ дорівнює 225 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю 24 г/л складає 27 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 268 т газів, що поширюються на площу у 150 км ² .
Пиловиділення	За добу випадає біля 1250 т токсичного пилу на площу у 280 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідливних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 7,5 млн. м ³ /вибух сягає 600 т/вибух, який розповсюджується на площу у 750 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,65 %; рН дренажних вод дорівнює 6,1, а площа впливу цих вод перебільшує 35 км ² .

Варіант № 13

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Характеристика факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення земель, а також їх порушення з формуванням воронки сягають більше 535 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій понад 511 км ² ; глибина депресійної воронки сягає 985 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – понад 275 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ сягає 156 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю біля 48 г/л складає 23 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 375 т газів, що поширюються на площу понад 195 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 630 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 215 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідривних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом понад 15 млн. м ³ /вибух сягає 850 т/вибух, що розповсюджується на площу у 750 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,2 %; рН дренажних вод дорівнює 3,9, а площа впливу цих вод перебільшує 25 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,2 %; кількість сульфатів у дренажних водах становить 37 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 19 км ² .

Варіант № 14

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення і деформація ґрунтів, а також формування терас та тріщин сягають 450 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 375 км ² ; глибина депресійної воронки – 198 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перевищує 275 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з хвостосховища менша за 85 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (зГДК>1) з жорсткістю біля 35 г/л складає 28 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 630 т газів, що поширюються на площу майже 200 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 570 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 255 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,5 %; рН дренажних вод дорівнює 4,0, а площа впливу цих вод перебільшує 23 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,5 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 55 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 20 км ² .

Варіант № 15

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Відчуження земель сягає 475 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій – 630 км ² ; глибина депресійної воронки – 1050 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – 435 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ дорівнює 140м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю 34 г/л складає 18 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 468 т газів, що поширюються на площу у 250 км ² .
Пиловиділення	За добу випадає біля 850 т нетоксичного пилу на площу 550 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідливних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 5,5 млн. м ³ /вибух сягає 500 т/вибух, який розповсюджується на площу у 750 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,65 %; рН дренажних вод дорівнює 6,1, а площа впливу цих вод перебільшує 30 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі - 0,65 %; кількість сульфатів у дренажних становить 17 мг/л, а площа впливу вилуговування сягає 20 км ² .

Варіант № 16

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Порушення з формуванням терас та тріщин сягають 750 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 524 км ² ; глибина депресійної воронки – 255 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перебільшує 540 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з хвостом- та шламосховища менша за 100 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) із жорсткістю понад 46 г/л складає 18 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 575 т газів, що поширюються на площу понад 245 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 825 т нетоксичного пилу, що розповсюджується на площу понад 485 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідливних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом понад 12 млн. м ³ /вибух сягає 950 т/вибух, що розповсюджується на площу у 750 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,05 %; рН дренажних вод дорівнює 4,8, а площа впливу цих вод перебільшує 24 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,05 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 27 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 21 км ² .

Варіант № 17

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Площа порушень з формуванням воронки та провалів сягає 455 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 530 км ² ; глибина депресійної воронки – 728 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень сягає 250 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з прудів-відстойників - 150 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) із жорсткістю біля 25 г/л складає 12 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 375 т газів, що поширюються на площу понад 255 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 580 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 590 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,95 %; рН дренажних вод дорівнює 5,4, а площа впливу цих вод перебільшує 22 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,95 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 60 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 23 км ² .
Горіння шахтних відвалів	Кількість газів, що виділяється, сягає 25 тис. т, а активна кислотність навколо відвалів дорівнює 3,82 од. рН.

Варіант № 18

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Характеристика факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення земель, а також їх порушення з формуванням воронки сягають 420 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій дорівнює 540 км ² ; глибина депресійної воронки становить 250 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – понад 360 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ сягає 150 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю біля 42 г/л складає 12 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 775 т газів, що поширюються на площу понад 650 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 745 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 450 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідливних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом біля 9 млн. м ³ /вибух сягає 840 т/вибух, що розповсюджується на площу у 750 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,0 %; рН дренажних вод дорівнює 5,8, а площа впливу цих вод перебільшує 25 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,0 %; кількість сульфатів у дренажних водах перебільшує 21 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 19 км ² .

Варіант № 19

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Вилучення ґрунтів, а також їх деформація з формуванням терас та тріщин сягають 240 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресії – 475 км ² ; глибина депресійної воронки – 298 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень перевищує 275 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з пруда-відстійника складає 370 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (зГДК>1) з жорсткістю біля 27 г/л складає 28 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 430 т газів, що поширюються на площу у 275 км ² .
Пиловиділення	За добу виділяється біля 575 т токсичного пилу, що розповсюджується на площу понад 435 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,4 %; рН дренажних вод дорівнює 4,8, а площа впливу цих вод перебільшує 22 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 1,4 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 45 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 22 км ² .

Варіант № 20

<i>Фактори техногенезу</i>	<i>Параметри факторів техногенезу</i>
Вилучення і деформації ґрунтів	Відчуження земель сягає 525 км ² .
Зниження рівня водоносних горизонтів	Площа зони депресій – 570 км ² ; глибина депресійної воронки – 1055 м.
Порушення технологій водовідведення	Порушення постійне; площа затоплень – більша за 475 км ² .
Фільтраційне забруднення	Швидкість горизонтальної фільтрації з шламосховищ дорівнює 115 м/рік.
Скидання високомінералізованих і стічних вод без очищення	Об'єм скидання забруднених вод (з ГДК>1) з жорсткістю 29 г/л складає 13 тис. м ³ /добу.
Газовиділення	За добу виділяється біля 768 т газів, що поширюються на площу у 450 км ² .
Пиловиділення	За добу випадає біля 850 т токсичного пилу на площу 450 км ² .
Комплексне пилогазовиділення під час буропідривних робіт	Кількість пилу в пилогазовій хмарі обсягом у 9 млн. м ³ /вибух сягає 750 т/вибух, який розповсюджується на площу у 650 км ² .
Кислотне стікання з поверхні зовнішніх відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,85 %; рН дренажних вод дорівнює 5,7, а площа впливу цих вод перебільшує 25 км ² .
Вилуговування відвалів	Концентрація сірки у відвалі сягає 0,85 %; кількість сульфатів у дренажних водах - 37 мг/л, а площа впливу вилуговування складає 24 км ² .

Контрольні питання:

1. Який документ захищає ґрунти як багатство?
2. На чому базується метод визначення рівня техногенної дії гірничодобувних підприємств?
3. Які є фактори техногенного впливу гірничодобувних підприємств на ґрунти?
4. Які негативні зміни ґрунтів викликають техногенні фактори?
5. Як розраховується показник рівня техногенної дії гірничодобувних комплексів на ґрунти?
6. Як можна проаналізувати значення рівня техногенного впливу?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 РОЗРАХУНКИ ОСНОВНИХ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ВЕДЕННІ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОЗРОБОК

Мета роботи: набуття навичок розрахунку викидів в атмосферу при веденні відкритих гірничих розробок.

В результаті виконання даної практичної роботи буде сформований наступний **результати навчання:**

– знати шляхи вирішення гірничо-екологічних проблем з метою забезпечення безпеки людини та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії на основі чинних міжнародних та національних законодавчих й нормативних документів.

4.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

4.1.1. Екологічні збитки від відкритих гірничих розробок

В Україні у великих обсягах відкритим способом видобувають залізну руду, будівельні гірські породи, кварцити, руди кольорових металів, буре вугілля, вогнетривкі глини, марганцеві руди, скляні піски, флюси та інші корисні копалини. При відкритій розробці корисних копалин екологічні збитки наносяться в меншій мірі, але все таки у великих масштабах – атмосфері.

Атмосферне повітря забруднюється:

- пилогазовою сумішшю при масових вибухах. Інтенсивність забруднення залежить від потужності вибуху, виду вибухівки, погодно-кліматичних умов та реалізації техногенних заходів зі зменшення забруднення повітря вибухом;
- технологічними, енергетичними та транспортними машин, значна частина яких обладнана двигунами внутрішнього згорання;
- різними технологічними операціями, такі як буріння свердловин, машинне відокремлення породи від масиву, подрібнення породних шматків, навантажувально-розвантажувальні і транспортні операції, які, не дивлячись на цикл спеціальних заходів пилоосадження, супроводжуються виділенням в повітряне середовище великої кількості пилу;
- вітровою ерозією відвалів, бортів кар'єрів, хвостосховищ;
- теплове забруднення повітря.

Масові вибухи – найпотужніші явища, які забруднюють все довкілля. При масових вибухах на кар'єрах утворюється пилогазова хмара об'ємом 15-20 млн м³. Висота підйому викидів визначається від сотень метрів до 1500 м.

В кар'єрах Криворізького залізорудного басейну концентрація пилу в повітрі на відстані 1-1,5 км протягом години складає 6-10 мг/м³, що в 15-20 разів перевищує ГДК для населених пунктів.

В запожежених ділянках кар'єрів і відвалів виділяються гази, які характеризуються високою концентрацією шкідливих отруйних речовин оксидів вуглецю, сірки, азоту та ін. Породні відвали виділяють від 5,3 до 22,6 кг/рік оксиду вуглецю на 1 т породи.

При відкритому способі розробок корисних копалин істотним джерелом забруднення атмосфери є **автотранспорт**: бульдозери, скрепери, навантажувачі, трактори, пересувні компресори, бурові верстати з дизельними енергетичними установками. Основні забруднюючі речовини в вихлопних газах включають *оксиди вуглецю та азоту, вуглеводні, сірчисті гази, альдегіди*.

Відпрацьовані гази двигунів, що працюють на бензині, містять свинець, хлор, бром, іноді фосфор. Від дизельних двигунів в атмосферу надходить значна кількість сажі і кіптяви у вигляді аерозолів.

Досить вагомим екологічним чинником відкритих гірничих розробок є **розсіювання в навколишньому середовищі шкідливих, токсичних і радіоактивних елементів** земної кори, які в більшості випадків містяться в корисній копалині та вміщуючих породах у вигляді акцесорних мінералів, різних жил, скопичень тощо. Таке розсіювання відбувається при видобуванні корисної копалини, її транспортуванні, переробці і збагаченні, при транспортуванні продуктів збагачення тощо.

Враховуючи, що всі гірські породи в більшій або меншій мірі містять такі природні радіонукліди, як радій-226, торій-232, калій-40, уран-238 та інші довгоживучі радіонукліди, досить проблемним в екологічному плані слід вважати **радіоактивне локальне забруднення** навколишнього середовища та постійне підвищення рівня радіаційно-гігієнічного фону.

З ростом технічного прогресу в технологію відкритих гірничих робіт залучається велика кількість різноманітних енергоносіїв, різних джерел іонізуючого випромінювання, а тому в кар'єрах постійно зростає **електромагнітне забруднення навколишнього середовища**. Велика кількість працює в кар'єрі високошумних верстатів та обладнання, транспортних засобів, кар'єрних переробних установок. Усі вони створюють **шумове забруднення**, яке теж належить до екологічно несприятливих для навколишнього середовища і людини чинників.

Таким чином, забруднення атмосферного повітря гірничим виробництвом, як за масштабом, так із інтенсивності впливу має локальний характер, і тільки в великих, освоєних гірничодобувних районах країни, таких, як Донбас і деяких інших, – регіональний. Контроль і управління станом атмосферного повітря в робочих зонах гірничих підприємств і на прилеглих територіях є насущним завданням гірничого виробництва, яка може розв'язатися при виконанні комплексу природоохоронних заходів.

4.1.2. Охорона повітряного басейну від діяльності гірничого виробництва

Найбільш ефективний з екологічних та соціально-економічних позицій комплекс профілактичних заходів, спрямованих на попередження забруднення атмосферного повітря пилогазового викидами гірничого виробництва.

Заходи з охорони повітряного басейну можуть бути розділені на дві групи:

- загального характеру, що сприяють поліпшенню стану повітряного басейну в районі гірського підприємства;
- спеціальні, безпосередньо спрямовані на запобігання забруднення атмосферного повітря.

В першу групу включені:

- територіально-планувальні заходи, що передбачають розміщення об'єктів гірничого виробництва – джерел пилегазовиділень з урахуванням природно-кліматичних умов місцевості, перш за все рози вітру, а також планомірність порушення і відновлення земель;
- заходи щодо зменшення площ еродіруємих техногенних поверхонь за допомогою оптимізації параметрів техногенних утворень: відкритих гірничих виробок, відвалів різного роду, в тому числі териконів, хвостосховищ, складів мінеральної сировини, ін.;
- рекультивація порушених земель;
- утилізація відходів гірничого виробництва, комплексне використання мінеральних ресурсів.

До другої групи віднесені:

- заходи щодо поліпшення якості повітря безпосередньо в зоні гірничих робіт шляхом запобігання або зниження пилегазовиділень різними об'єктами в технологічному ланцюгу виробництва (установка спеціальних очисних пристроїв);
- заходи з уловлювання, відведення і очищення пилогазових виділень і викидів;
- заходи міжгалузевого характеру, наприклад, щодо поліпшення газового балансу відпрацьованих горючевзривчатих речовин і т.д.

4.2. МЕТОДИКА ТА ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ВЕДЕННІ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОЗРОБОК

1. Розкривні роботи.

При веденні розкривних робіт та при навантаженні відокремленої від масиву породи в атмосферу виділяється неорганічний пил. Величину викидів пилу при розкривних роботах визначають за формулами (4.1), (4.2):

$$M_1 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6 / 3600, \text{ г/с}, \quad (4.1)$$

$$M_1 = 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,01 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 51 \cdot 10^6 / 3600 = 0,023 \text{ г/с},$$

де K_1 – вагова частка пилової фракції в матеріалі, 0,04;
 K_2 – частка пилу, що переходить в аерозоль, 0,02;
 K_3 – коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови, 1,0;
 K_4 – коефіцієнт, що враховує захищеність вузла пересипання, 1,0;
 K_5 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, 0,01;
 K_7 – коефіцієнт, що враховує крупність матеріалу, 0,4;
 B – коефіцієнт, що враховує висоту пересипання, 0,5;
 G – продуктивність вузла пересипання, т/година (табл. 4.2);

$$M_2 = M_1 \cdot 3600 \cdot T_2 \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}, \quad (4.2)$$

$$M_2 = 0,023 \cdot 3600 \cdot 528 \cdot 10^{-6} = 0,044 \text{ т/рік},$$

де T_2 – час роботи технологічного обладнання, година/рік (табл. 4.2);
 10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

2. Бурові роботи.

При підготовці проведення підричних робіт при веденні відкритих гірничих розробок на кар'єрі проводяться бурові роботи. Величини викидів пилу розраховують за формулами (4.3), (4.4):

$$M_3 = N_3 \cdot Z \cdot (1-q), \text{ г/с}, \quad (4.3)$$

$$M_3 = 6 \cdot 0,005 \cdot (1-0,04) = 0,029 \text{ г/с},$$

де N_3 – кількість використовуваних бурових молотків (табл. 4.2);
 Z – кількість пилу, що виділяється при бурінні одним пневматичним молотком з гідропилоподавленням, 0,005 г/с;
 q – вагова частка пилової фракції в матеріалі, 0,04.

$$M_4 = M_3 \cdot 3600 \cdot T_4 \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}, \quad (4.4)$$

$$M_4 = 0,029 \cdot 3600 \cdot 1423 \cdot 10^{-6} = 0,147 \text{ т/рік},$$

де T_4 – час роботи технологічного обладнання, година/рік (табл. 4.2);
 10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

3. Підричні роботи.

Викид пилу

Розрахунок одноразових викидів пилу виконують за формулами (4.5 – 4.10):

$$M_5 = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot A_5 \cdot 10^6 / T, \text{ г/с}, \quad (4.5)$$

$$M_5 = 3,5 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 0,032 \cdot 10^6 / 600 = 0,002 \text{ г/с},$$

де a_1 – кількість матеріалу, що піднімається в повітря при вибуху 1 кг вибухової речовини (порох), тонн (табл. 4.2);

a_2 – частка, що переходить в аерозоль летучої частини пилу з розміром часток $0 \div 50$ мкм відносно висадженої гірської маси, $2 \cdot 10^{-5}$;

a_3 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру у зоні вибуху, 1,2;

a_4 – коефіцієнт, що враховує вплив обводнення шпурів та попереднє зволоження, 0,5;

A_5 – величина заряду вибухової речовини, тонн (табл. 4.2);

T – час емісії пилу під час вибуху, 600 с.

$$M_6 = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot A_6, \text{ т/рік}, \quad (4.6)$$

$$M_6 = 3,5 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 1,2 \cdot 0,5 \cdot 3 = 0,000126 \text{ т/рік},$$

де a_1 – кількість матеріалу, що піднімається в повітря при вибуху 1 кг вибухової речовини (порох), тонн (табл. 4.2);

a_2 – частка, що переходить в аерозоль летучої частини пилу з розміром часток $0 \div 50$ мкм відносно висадженої гірської маси, $2 \cdot 10^{-5}$;

a_3 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру у зоні вибуху, 1,2;

a_4 – коефіцієнт, що враховує вплив обводнення шпурів і попереднє зволоження, 0,5;

A_6 – величина заряду вибухової речовини, яку використовують протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викид діоксиду азоту

$$M_7^{NO_2} = g_{NO_2} \cdot A_7 \cdot 10^6 / T, \text{ г/с}, \quad (4.7)$$

$$M_7 = 0,0025 \cdot 0,032 \cdot 10^6 / 600 = 0,133 \text{ г/с},$$

де g_{NO_2} – питомий викид діоксиду азоту, 0,0025 т/т;

A_7 – величина заряду вибухової речовини для проведення одного вибуху, тонн (табл. 4.2);

T – час емісії при вибуху, 600 с;

10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

$$M_8^{NO_2} = g_{NO_2} \cdot A_8, \text{ т/рік}, \quad (4.8)$$

$$M_8 = 0,0025 \cdot 3 = 0,0075 \text{ т/рік},$$

де g_{NO_2} – питомий викид діоксиду азоту, 0,0025 т/т;

A_8 – витрата вибухової речовини протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викид оксиду вуглецю

$$M_9^{CO} = g_{CO} \cdot A_9 \cdot 10^6 / T, \text{ г/с}, \quad (4.9)$$

$$M_9 = 0,037 \cdot 0,032 \cdot 10^6 / 600 = 1,973 \text{ г/с},$$

де g_{CO} – питомий викид оксиду вуглецю, 0,037 т/т;

A_9 – величина заряду вибухової речовини для проведення одного вибуху, тонн (табл. 4.2);

T – час емісії при вибуху, 600 с;

10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

$$M_{10}^{CO} = g_{CO} \cdot A_{10}, \text{ т/рік}, \quad (4.10)$$

$$M_{10} = 0,037 \cdot 3 = 0,111 \text{ т/рік},$$

де g_{CO} – питомий викид оксиду вуглецю, 0,037 т/т;

A_{10} – витрата вибухової речовини протягом року, т/рік (табл. 4.2),

4. Навантаження гірської маси (НГМ).

Викид пилу

Загальну кількість пилу, що виділяється в атмосферу при навантажувально-розвантажувальних роботах в межах кар'єру, визначають за формулами (4.11), (4.12):

$$M_{11} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6 / 3600, \text{ г/с}, \quad (4.11)$$

$$M_{11} = 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,01 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 51 \cdot 10^6 / 3600 = 0,023 \text{ г/с},$$

де K_1 – вагова частка пилової фракції в матеріалі, 0,04;

K_2 – частка пилу, що переходить в аерозоль, 0,02;

K_3 – коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови, 1,0;

K_4 – коефіцієнт, що враховує захищеність вузла пересипання, 1,0;

K_5 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, 0,01;

K_7 – коефіцієнт, що враховує крупність матеріалу, 0,4;

B – коефіцієнт, що враховує висоту пересипання, 0,5;

G – продуктивність вузла пересипання, т/година (табл. 4.2).

$$M_{12} = M_{11} \cdot 3600 \cdot T_{12} \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}, \quad (4.12)$$

$$M_{12} = 0,023 \cdot 3600 \cdot 1878 \cdot 10^{-6} = 0,155 \text{ т/рік},$$

де T_{12} – час роботи технологічного устаткування, година/рік (табл. 4.2);

10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

5. Викиди в атмосферу пилу та газів при автотранспортних роботах.

Викид пилу

Загальну кількість пилу, що виділяється автотранспортом у повітря при роботі в межах кар'єру, визначають за формулами (4.13), (4.14):

$$M_{13} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_6 \cdot C_7 \cdot N \cdot L \cdot g_1 / 3600 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot C_6 \cdot F \cdot n \cdot g_2, \text{ г/с}, \quad (4.13)$$

$$M_{13} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 0,01 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1450 / 3600 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 0,01 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0,002 = 2,098 \text{ г/с}$$

де C_1 – коефіцієнт, що враховує середню вантажопідйомність автотранспорту, 1,0;

C_2 – коефіцієнт, що враховує середню швидкість пересування автотранспорту, 1,0 км/година;

C_3 – коефіцієнт, що враховує стан доріг, 1,0;

C_4 – коефіцієнт, що враховує профіль поверхні матеріалу на платформі та визначається як співвідношення $F_{\text{фак}} / F_0$, де $F_{\text{фак}}$ – фактична поверхня матеріалу платформи. Значення C_4 змінюється в межах 1,3 ÷ 1,6 залежно від крупності матеріалу та ступеня заповнення платформи (табл. 4.2);

C_5 – коефіцієнт, що враховує швидкість обдування матеріалу, 1,2 км/година;

C_6 – коефіцієнт, що враховує вологість поверхневого шару матеріалу, 0,01;

C_7 – коефіцієнт, що враховує частку пилу, яка вноситься в атмосферу, 0,01 г/година;

N_{13} – число ходок всього транспорту за годину (табл. 4.2);

L – середня довжина однієї ходки в межах кар'єру, км (табл. 4.2);

g_1 – пилевиділення в атмосферу на 1 км пробігу при $C_1=C_2=C_3=1$ приймається рівним, 1450,0 г/км;

g_2 – пилевиділення з одиниці фактичної поверхні матеріалу на платформі, 0,002 г/м²;

n – кількість автомашин, які працюють у кар'єрі (табл. 4.2);

F – середня площа платформи, 12,0 м²

$$M_{14} = M_{13} \cdot 3600 \cdot T_{14} \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}, \quad (4.14)$$

$$M_{14} = 2,098 \cdot 3600 \cdot 1890 \cdot 10^{-6} = 14,275 \text{ т/рік},$$

де T_{14} – час роботи автотранспорту на території кар'єру, година/рік (табл. 4.2);

10^{-6} – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

Викид діоксиду азоту

$$M_{15}^{NO_2} = g_{NO_2} \cdot A_{15} \cdot n \cdot 10^6 / 3600, \text{ г/с}, \quad (4.15)$$

$$M_{15} = 0,04 \cdot 0,00367 \cdot 2 \cdot 10^6 / 3600 = 0,081 \text{ г/с},$$

де g_{NO_2} – питомий викид діоксиду азоту, 0,04 т/т;
 A_{15} – витрата дизельного палива, т/година (табл. 4.2);
 n – кількість автомобілів в кар'єрі (табл. 4.2);
 10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

$$M_{16}^{NO_2} = g_{NO_2} \cdot A_{16}, \text{т/рік}, \quad (4.16)$$

$$M_{16} = 0,04 \cdot 0,1967 = 0,0079 \text{ т/рік},$$

де g_{NO_2} – питомий викид діоксиду азоту, 0,04 т/т;
 A_{16} – витрата дизельного палива протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викид сажі

$$M_{17}^{сажі} = g_{сажі} \cdot A_{17} \cdot n \cdot 10^6 / 3600, \text{г/с}, \quad (4.17)$$

$$M_{17} = 0,0155 \cdot 0,00367 \cdot 2 \cdot 10^6 / 3600 = 0,032 \text{ г/с},$$

де $g_{сажі}$ – питомий викид сажі, 0,0155 т/т;
 A_{17} – витрата дизельного палива, т/година (табл. 4.2);
 n – кількість автомобілів в кар'єрі (табл. 4.2);
 10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

$$M_{18}^{сажі} = g_{сажі} \cdot A_{18}, \text{т/рік}, \quad (4.18)$$

$$M_{18} = 0,0155 \cdot 0,1967 = 0,00305 \text{ т/рік},$$

де $g_{сажі}$ – питомий викид сажі, 0,0155 т/т;
 A_{18} – витрата дизельного палива протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викид сірчистого ангідриду

$$M_{19}^{SO_2} = g_{SO_2} \cdot A_{13} \cdot n \cdot 10^6 / 3600, \text{г/с}, \quad (4.19)$$

$$M_{19} = 0,02 \cdot 0,00367 \cdot 2 \cdot 10^6 / 3600 = 0,041 \text{ г/с},$$

де g_{SO_2} – питомий викид сірчистого ангідриду, 0,02 т/т;
 A_{19} – витрата дизельного палива, т/година (табл. 4.2);
 n – кількість автомобілів в кар'єрі (табл. 4.2);
 10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни;

$$M_{20}^{SO_2} = g_{SO_2} \cdot A_{20}, \text{т/рік}, \quad (4.20)$$

$$M_{20} = 0,02 \cdot 0,1967 = 0,00393 \text{ т/рік},$$

де g_{SO_2} – питомий викид сірчистого ангідриду, 0,02 т/т;
 A_{20} – витрата дизельного палива протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викид оксиду вуглецю

$$M_{21}^{CO} = g_{CO} \cdot A_{21} \cdot n \cdot 10^6 / 3600, \text{ Г/с}, \quad (4.21)$$

$$M_{21} = 0,10 \cdot 0,00367 \cdot 2 \cdot 10^6 / 3600 = 0,204 \text{ Г/с},$$

де g_{CO} – питомий викид оксиду вуглецю, 0,10 т/т;
 A_{21} – витрата дизельного палива, т/година (табл. 4.2);
 n – кількість автомобілів в кар'єрі (табл. 4.2);
 10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

$$M_{22}^{CO} = g_{CO} \cdot A_{22}, \text{ т/рік}, \quad (4.22)$$

$$M_{22} = 0,10 \cdot 0,1967 = 0,02 \text{ т/рік},$$

де g_{CO} – питомий викид оксиду вуглецю, 0,10 т/т;
 A_{22} – витрата дизельного палива протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викид бенз(а)пірену

$$M_{23}^{\text{бенз(а)пірену}} = g_{\text{бенз(а)пірену}} \cdot A_{23} \cdot n \cdot 10^6 / 3600, \text{ Г/с}, \quad (4.23)$$

$$M_{23} = 0,00000032 \cdot 0,00367 \cdot 2 \cdot 10^6 / 3600 = 6,5 \cdot 10^{-7} \text{ Г/с},$$

де $g_{\text{бенз(а)пірену}}$ – питомий викид бенз(а)пірену, 0,00000032 т/т;
 A_{23} – витрата дизельного палива, т/година (табл. 4.2);
 n – кількість автомобілів в кар'єрі (табл. 4.2);
 10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

$$M_{24}^{\text{бенз(а)пірену}} = g_{\text{бенз(а)пірену}} \cdot A_{24}, \text{ т/рік}, \quad (4.24)$$

$$M_{24} = 0,00000032 \cdot 0,1967 = 6,3 \cdot 10^{-8} \text{ т/рік},$$

де $g_{\text{бенз(а)пірена}}$ – питомий викид бенз(а)пірену, 0,00000032 т/т;
 A_{24} – витрата дизельного палива протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викид вуглеводнів

$$M_{25}^{C_{12}-C_{19}} = g_{C_{12}-C_{19}} \cdot A_{25} \cdot n \cdot 10^6 / 3600, \text{ Г/с}, \quad (4.25)$$

$$M_{25} = 0,030 \cdot 0,00367 \cdot 2 \cdot 10^6 / 3600 = 0,061 \text{ Г/с},$$

де $g_{C_{12}-C_{19}}$ – питомий викид вуглеводнів, 0,030 т/т;
 A_{25} – витрата дизельного палива, т/година (табл. 4.2);
 n – кількість автомобілів в кар'єрі (табл. 4.2);
 10^6 – коефіцієнт переведення грамів у тонни.

$$M_{C12-C19}^{26} = g_{C12-C19} \cdot A_{26}, \text{ т/рік}, \quad (4.26)$$

$$M_{26} = 0,030 \cdot 0,1967 = 0,006 \text{ т/рік},$$

де $g_{C12-C19}$ – питомий викид вуглеводнів, 0,030 т/т;

A_{26} – витрата дизельного палива протягом року, т/рік (табл. 4.2).

Викиди пилу із зовнішніх відвалів розкривних порід.

Загальну кількість пилу, що виділяється в атмосферу із зовнішніх відвалів розкривних порід визначають за формулою:

$$M_{27} = K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot F_{27} \cdot q, \text{ г/с}, \quad (4.27)$$

$$M_{27} = 1,7 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 0,6 \cdot 25585 \cdot 0,014 = 358,05 \text{ г/с},$$

де K_3 – коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови (за середньорічною швидкістю вітру). При швидкості вітру в районі робіт $V=10$ м/с коефіцієнт дорівнює 1,7;

K_4 – коефіцієнт, який враховує місцеві умови, ступінь захищеності вузла пересипання від зовнішнього впливу (відвал відкритий з чотирьох сторін), 1,0;

K_5 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, що складається, 0,7;

K_6 – коефіцієнт, який враховує профіль поверхні матеріалу, що складається, 1,4;

K_7 – коефіцієнт, який враховує крупність матеріалу (при середньому розмірі куска породи $5 \div 10$ мм), 0,6;

F_{27} – поверхня порошення в плані, м² (табл. 4.2);

q – винесення пилу з одного квадратного метра фактичної поверхні відвалу, 0,014 г/м².

Результати розрахунків заносяться в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні викиди забруднюючих речовин в атмосферу при веденні відкритих гірничих робіт

Вид робіт / Величина забруднення	Розкривні роботи	Бурові роботи	Підривні роботи			НГМ	Автотранспортні роботи						Відвал пил	
			пил	NO ₂	CO		пил	NO ₂	сажа	сірчистий ангідрид	CO	бенз(а) пірен		Вугле- водні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
M, г/с														
M, т/рік														

Вихідні дані для прикладу розрахунку наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Вихідні дані розрахунків викидів забруднюючих речовин в атмосферу при веденні відкритих гірничих робіт

G	T ₂	N ₃	T ₄	a ₁	A ₅ , A ₇ , A ₉	A ₆ , A ₈ , A ₁₀	T ₁₂	C ₄	N ₁₃	n	L	T ₁₄	A ₁₅₋₂₅	A ₁₆ - 26	F ₂₇
6	528	6	1423	3.5	0,032	3,0	1878	1,30	1	2	0,30	1890	0,00367	0,1967	25585

4.3. ЗАВДАННЯ НА ПРАКТИЧНУ РОБОТУ

В результаті виконання практичної роботи зробити наступні завдання:

1. Самостійно вивчити теоретичну частину методичних рекомендацій.
2. Розрахувати основні викиди а атмосферу при веденні відкритих гірничих робіт згідно з варіантами вихідних даних (табл. 4.3) та за прикладом.

Зміст практичної роботи повинен включати: титульний аркуш, назву та мету роботи, завдання на практичну роботу згідно з варіантом, формули та розрахунків завдання, письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Результати розрахунків занести в таблицю 4.1.

Варіант обирається згідно з першою літерою прізвища студента.

Таблиця 4.3 – Варіанти розрахунків викидів забруднюючих речовин в атмосферу при веденні відкритих гірничих робіт

Номер варіанту	А, О	Б, П	В, Р	Г, С	Д, Т	Е, Є, У	Ж, Ф	З, Х	И, І, Ц	К, Й, Ч	Л, Ш	М, Щ	Н, Ъ	Ю, Я
G	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
T_2	528	524	520	516	512	508	504	500	496	492	488	484	480	476
N_3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
T_4	1423	1567	1789	1456	1896	1243	1457	1589	1238	1789	1098	1789	1750	1678
a_1	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,7	4,7	5,1	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4
A_5, A_7, A_9	0,032	0,045	0,056	0,098	0,078	0,057	0,032	0,087	0,053	0,040	0,012	0,037	0,059	0,067
A_6, A_8, A_{10}	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4
T_{12}	1878	1476	1289	1955	1835	1136	1890	1348	1086	1768	1179	1289	1898	1576
S_4	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,58	1,56	1,54	1,52	1,48	1,46	1,44
N_{13}	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1	2	3	4
n	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3
L	0,30	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44
T_{14}	1890	1356	1465	1234	1190	1379	1289	1978	1570	1789	1567	1689	1245	1709
A_{15-25} (непарні)	0,00367	0,00565	0,00678	0,00123	0,00845	0,00234	0,00468	0,00578	0,00586	0,00346	0,00457	0,00987	0,00567	0,00678
A_{16-26} (парні)	0,1967	0,1976	0,1934	0,1945	0,1946	0,1976	0,1932	0,1906	0,1991	0,1956	0,1909	0,1987	0,1923	0,1980
F_{27}	25585	27907	45548	24894	35689	29058	21768	27980	20678	29065	20568	23473	27905	27405

Питання для самоконтролю

1. Які екологічні збитку завдають довкіллю при відкритій розробці корисних копалин?
2. Які природні радіонукліди сприяють прояву радіоактивного локального забруднення?
3. Завдяки чому в кар'єрах зростає електромагнітне та шумове забруднення навколишнього середовища?
4. Перелічити заходи з охорони повітряного басейну загального характеру.
5. Перелічити заходи з охорони повітряного басейну спеціального характеру.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ (CO)

Мета роботи: набування умінь розраховувати та оцінювати рівень забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів, враховуючи концентрацію окису вуглецю.

В результаті виконання даної практичної роботи буде сформований наступний **результати навчання:**

– знати шляхи вирішення гірничо-екологічних проблем з метою забезпечення безпеки людини та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії на основі чинних міжнародних та національних законодавчих й нормативних документів;

– виконувати нескладні екологічні узагальнення і розрахунки, що пов'язані з оцінкою екологічної ситуації.

5.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

5.1.1. Загальні відомості про автомобільний транспорт як забруднювача навколишнього середовища

Сучасне неможливо уявити без транспорту, який забезпечує функціонування та зв'язок окремих територій. Проте транспорт, насамперед автомобільний, парк якого безупинно зростає, є одним із найбільших джерел забруднення повітря.

Специфіка негативного впливу автомобільного транспорту виявляється у високих темпах збільшення кількості автомобілів; їх просторовій поширюваності; безпосередній близькості до житлових районів; високій токсичності викидів порівняно з викидами стаціонарних джерел; складності реалізації заходів щодо захисту від забруднення транспортними засобами; розташуванні джерел забруднення на земній поверхні, внаслідок чого відпрацьовані гази накопичуються в зоні дихання людини і гірше вивітрюються.

Стан або ступінь забруднення атмосферного повітря оцінюється шляхом порівняння концентрації в ньому тих або інших забруднюючих речовин із гігієнічними нормативами. Гігієнічними нормативами допустимої концентрації в атмосфері шкідливих речовин є гранично допустимі концентрації (ГДК). Максимально разова ГДК встановлюється для попередження рефлекторних реакцій людини (відчуття запаху, зміна активності головного мозку, світлової чутливості очей та ін.) при короткочасному впливі (до 20 хвилин), а середньодобова – для попередження їх загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного й ін. стану. ГДК розроблені в припущенні, що на організм людини впливає тільки одна забруднююча речовина.

5.1.2. Вихлопні гази автотранспорту

Вихлопні гази автотранспорту становлять, в даний час, 60-80% від суми викидів токсичних речовин в міських екосистемах. В автомобілі існує три види

викидів забруднюючих речовин: відпрацьовані гази двигунів, картерні гази, паливні випаровування. Найбільш об'ємними з них є відпрацьовані гази.

У вихлопних газах автомобілів виявляють понад 200 шкідливих речовин. Всі їх компоненти діють негативно як на повітряне середовище міста, так і на ґрунтово-рослинний покрив. Багато з них є канцерогенами. Основними елементами цих газів є чадний газ, вуглекислий газ, оксиди азоту, незгорілі вуглеводні, діоксид сірки, сажа, сполуки свинцю, кадмій, поліциклічні ароматичні вуглеводні, бенз(а)пірен.

Найбільша кількість токсичних речовин викидається автотранспортом в повітря на малому ході, на перехрестях, зупинках перед світлофорами. Так, на невеликій швидкості бензиновий двигун викидає в атмосферу 0,05% вуглеводнів (від загального викиду), а на малому ході – 0,098%, окису вуглецю відповідно – 5,1% і 13,8%.

Маса частинок, що утворюється за рахунок стирання шин об асфальтове покриття становить на 1 км в середньому 250 кг/рік. У складі таких частинок, як і в бензині і автомастилі, присутні Pb, Cd, Ni, Zn.

Із загальної кількості пилу, що піднімається в повітря автотранспортом, 4/5 осідає у дороги, а решта – на більш віддаленій відстані. У поверхневому шарі ґрунтів, прилеглих до автострад державного значення, максимальна концентрація токсичних елементів спостерігається на наступному відстані від краю дороги: 20-30 м – Na, Mg, Al, Ti, V, Cr, Mn, Co, Cu, Pb; 50 м – Pb, Ti, Ni; 5-7 м – Zn.

5.1.3. Особливості впливу оксиду вуглецю

Чадний газ (окис вуглецю) CO – це один із стійких і найнебезпечніших забруднювачів атмосферного повітря. Являє собою безбарвний газ, що утворюється при неповному згорянні вуглецевих речовин кам'яного вугілля, природного газу, деревини, нафти, бензину. Входить до складу вихлопних газів автотранспорту.

Гостре отруєння чадним газом спостерігається зазвичай в побуті у зв'язку з передчасним закриттям пічної труби, тривалим користуванням духовими тягами тощо. Випадки хронічного отруєння описані серед робочих котелень, гаражів, мартенівських і ливарних цехів і в інших виробництвах. Чадний газ, проникаючи в кров, вступає в зв'язок з гемоглобіном, витісняючи з нього кисень. Утворений *карбоксигемоглобін* дисоціює в 3600 разів повільніше, ніж оксигемоглобін. Гемоглобін, з'єднаний з чадним газом, втрачає здатність переносити кисень. Внаслідок цього настає кисневе голодування тканин, до якого найбільш чутлива нервова система. Це і визначає клінічну картину отруєння чадним газом.

Гостре отруєння чадним газом може проявлятися в легкому, середньому і тяжкому ступені (табл. 5.1).

Легкий і середній ступінь отруєння проявляються головним боєм меншої або більшої інтенсивності, нудотою, блювотою, загальною слабкістю, порушенням серцевої діяльності, непритомністю.

Таблиця 5.1 – Дія чадного газу на організм людини

Вміст карбоксигемоглобіну, %	Симптоми
0,4 – 2	Погіршення гостроти зору і здатності оцінювати тривалість інтервалів часу
2 - 5	Порушення психомоторних функцій головного мозку
5 - 10	Зміна діяльності серця та легенів
10 - 80	Головні болі, сонливість, спазми, порушення дихання, смертельні випадки

Важкий ступінь характеризується розвитком коматозного стану з порушенням серцевої діяльності і дихання, мимовільним сечовипусканням, зникненням всіх поверхневих і глибоких рефлексів. Може наступити смерть від паралічу дихального або серцево-судинного центру довгастого мозку.

Концентрація понад 750 мг/м³ призводить до смерті. Вміст СО в природних умовах становить від 0,01 до 0,2 мг/м³. Гранично допустима концентрація (ГДК) чадного газу дорівнює 3 мг/м³.

Ступінь впливу СО на організм людини залежить від тривалості впливу і виду діяльності людини. Наприклад, вміст СО в повітрі становить 10-50 мг/м³ на перехрестях вулиць при тривалості впливу – 60 хв. При важкій фізичній роботі отруєння настає в 2-3 рази швидше. Через 3-4 години вміст СО в крові зменшується в 2 рази. Час перебування СО в атмосфері становить 2-4 місяці.

Багато країн, у тому числі і Україна, вживають різні заходи щодо зниження токсичності викидів: очищення бензину, заміна його на більш чисті джерела енергії (газове паливо, етанол, електрику); використання нових технологій щодо більш повного згоряння палива; створення в містах зон з обмеженим рухом автомобілів. Незважаючи на вжиті заходи, з року в рік зростає кількість автомобілів, і забруднення повітря не знижується.

Дана практична робота дає можливість оцінити завантаженість різних районів міста або ділянок вулиці різними видами автотранспорту, порівняти в цьому відношенні отримані результати і запропонувати заходи щодо покращення стану навколишнього середовища.

5.2. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТА ОЦІНКИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

Розрахувати концентрацію окису вуглеводу (K_{CO}) можна за допомогою формули, яка запропонована В.Ф. Сидоренком та Ю.Г. Фельдманом:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot K_m) \cdot K_a \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_n, \quad (5.1)$$

де 0,5 – фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м³; N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській дорозі, автомобіль/годину; K_m – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря окису вуглецю; K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості; K_y – коефіцієнт, що враховує зміну забруднення

атмосферного повітря окисом вуглецю в залежності від величини повздовжнього ухилу; K_c – коефіцієнт, що враховує зміни концентрації окису вуглецю в залежності від швидкості вітру; K_s – те саме в залежності від відносної вологості повітря; K_n – коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю на перехресті.

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначається як середньозважений для потоку автомобілів за формулою:

$$K_m = \sum P_i \cdot K_{mi}, \quad (5.2)$$

де P_i – склад автотранспорту в частках одиниць; K_{mi} – коефіцієнт токсичності з урахуванням типу автомобільного транспорту (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнту K_{mi}

Тип автомобіля	Коефіцієнт K_{mi}
Легкий вантажний	2,3
Середній вантажний	2,9
Важкий вантажний (дизельний)	0,2
Автобус	3,7
Легковий	1,0

Значення коефіцієнта K_a , який враховує аерацію місцевості, визначається згідно табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Значення коефіцієнта K_a

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_a
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці і дороги з багатоповерховою забудовою з двох сторін	1,0
Житлові вулиці з одноповерховою забудовою, вулиці і дороги у виїмці	0,6
Міські вулиці і дороги з одnobічною забудовою, набережні, естакади, віадуки, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Для магістральної вулиці з багатоповерховою забудовою $K_a = 1$.

Значення коефіцієнта K_v , що враховує зміну забруднення повітря окисом вуглецю в залежності від величини повздовжнього ухилу, визначають згідно табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Значення коефіцієнта K_y

Повздовжній ухил, градуси	Коефіцієнт K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коефіцієнт зміни концентрації окису вуглецю в залежності від швидкості вітру K_c визначається згідно табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Коефіцієнт K_c

Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт K_c
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Значення коефіцієнта K_v , що визначає зміну концентрації окису вуглецю в залежності від відносної вологості повітря, приведено в табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Значення коефіцієнта K_v

Відносна вологість повітря, %	Коефіцієнт K_v
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Коефіцієнт збільшення забруднення повітря окисом вуглецю на перехресті наведено в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 – Значення коефіцієнту K_n

Тип перехрестя	Коефіцієнт K_n
Регульоване перехрестя:	
- з світлофорами звичайне	1,8
- зі світлофорами кероване	2,1
- саморегульоване	2,0
Нерегульоване:	
- зі зниженням швидкості	1,9
- кільцеве	2,2
- з обов'язковою зупинкою	3,0

5.3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

5.3.1. Приклад розрахунку

Розрахувати концентрацію окису вуглеводу (K_{CO}) в місті, враховуючи дані: вулиця міста магістральна з багатоповерховою забудовою з двох сторін, саморегульоване перехрестя, повздовжній ухил 2^0 , швидкість вітру 4 м/с, відносна вологість повітря – 70%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках – 500 автомашин на годину (N). Склад руху: 10% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% – із середньою вантажопідйомністю, 5% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 5% – автобусів і 70% легкових автомобілів.

Хід роботи

Для того, щоб розрахувати концентрацію окису вуглеводу (K_{CO}), спочатку встановимо значення необхідних коефіцієнтів.

Коефіцієнт токсичності автомобілів визначається як середньозважений для потоку автомобілів за формулою 5.2 та таблицею 5.2.

Знаючи склад руху, встановимо K_m на кожний вид транспорту:

- вантажний автомобіль з малою вантажопідйомністю $K_m = 2,3$;
- вантажний автомобіль із середньою вантажопідйомністю $K_m = 2,9$;
- вантажний автомобіль з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами $K_m = 0,2$;
- автобус $K_m = 3,7$;
- легковий автомобіль $K_m = 1,0$.

Підставивши значення коефіцієнту токсичності на кожний вид транспорту згідно завдання в формулу 5.2, отримуємо:

$$K_m = 0,1 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,05 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 3,7 + 0,7 \cdot 1,0 = 1,415.$$

Згідно варіанту тип місцевості – магістральна вулиця міста з багатоповерховою забудовою з двох сторін, тому $K_a = 1,0$ (табл. 5.3).

Повздовжній ухил 2^0 , тому значення коефіцієнта $K_y = 1,06$ (табл. 5.4).

Швидкість вітру 4 м/с – коефіцієнт зміни концентрації окису вуглецю в залежності від швидкості вітру $K_c = 1,20$ (табл. 5.5).

Відносна вологість повітря – 70% – значення коефіцієнта $K_g = 1,00$ (табл. 5.6). При саморегульованому руху на перехресті коефіцієнт $K_n = 2,0$ (табл. 5.7).

Знаючи інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках (500 автомашин на годину), підставимо значення коефіцієнтів та розрахуємо рівень забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю (K_{CO}) за формулою 5.1:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 1,4) \cdot 1,0 \cdot 1,06 \cdot 1,20 \cdot 1,0 \cdot 2,0 = 19,08 \text{ мг/м}^3.$$

Оцінити рівень забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю можна з урахуванням середньодобової ГДК_{CO}, яке дорівнює 3 мг/м³. Згідно наших розрахунків, перевищення CO на магістральній вулиці міста становить 6 разів.

Висновки. Рівень забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю, згідно наших розрахунків, дорівнює $19,08 \text{ мг/м}^3$, що перевищує середньодобову гранично допустиму концентрацію окису вуглецю в 6 разів.

Для зниження рівня викиду CO можна запропонувати такі заходи: обмеження інтенсивності руху; заміна карбюраторних вантажних автомобілів на більш чисті джерела енергії; обладнання для автомобілів додатковими системами очищення вихлопних газів, інші заходи.

5.3.2. Завдання на практичну роботу

В результаті виконання практичної роботи зробити наступні завдання:

1. Згідно з встановленим варіантом розрахувати та оцінити рівень забруднення атмосферного повітря окисом вуглецю в населеному пункті.
2. Запропонувати заходи зниження рівня викиду CO.
3. Оформити результати розрахунків згідно прикладу розрахунку.

Зміст практичної роботи повинен включати: титульний аркуш, назву та мету роботи, завдання на практичну роботу згідно варіанту, формули та результати розрахунків оцінки концентрації оксиду вуглецю, висновки щодо отриманих результатів та заходи щодо поліпшення повітряного стану, письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Варіант обирається згідно номеру в журналі обліку студентів.

ВАРІАНТИ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Варіант 1. Транспортний тунель зі зниженням швидкості, з повздовжнім ухилом 0° , швидкість вітру 3 м/с, відносна вологість повітря – 70%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 583 автомашин на годину (N). Склад руху: 15% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 20% – із середньою вантажопідйомністю, 5% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 5% – автобусів і 55% легкових автомобілів.

Варіант 2. Магістральна вулиця міста з багатоповерховою забудовою з двох сторін, регулювання звичайне зі світлофорами, повздовжній ухил 4° , швидкість вітру 2 м/с, відносна вологість повітря – 80%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 460 авто/ годину (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 5% – з середньою вантажопідйомністю, 0% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 5% – автобусів і 85% легкових автомобілів.

Варіант 3. Житлова вулиця з одноповерховою забудовою, саморегульована, повздовжній ухил 0° , швидкість вітру 6 м/с, відносна вологість повітря – 50%, рух автомобілів в обох напрямках 245 авто/год. Склад руху: 15% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 20% – із середньою вантажопідйомністю, 10% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 5% – автобусів і 50% легкових автомобілів.

Варіант 4. Міська вулиця з однібічною забудовою, регулювання керованими світлофорами, повздовжній ухил 2° , швидкість вітру 6 м/с, вологість повітря – 90%, інтенсивність руху автомобілів 765 авто/год. Склад руху: 15% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 20% – із

середньою вантажопідйомністю, 15% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 10% – автобусів і 40% легкових автомобілів.

Варіант 5. Міська набережна, регулювання звичайне зі світлофорами, повздовжній ухил 4° , швидкість вітру 8 м/с, відносна вологість повітря – 100%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 905 авто/год (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% – із середньою вантажопідйомністю, 25% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% – автобусів і 45% легкових автомобілів.

Варіант 6. Транспортна галерея, саморегульоване перехрестя, повздовжній ухил 0° , швидкість вітру 8 м/с, відносна вологість повітря – 50%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 620 авто/год (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 5% – з середньою вантажопідйомністю, 5% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% – автобусів і 70% легкових автомобілів.

Варіант 7. Дорога з одnobічною забудовою, перехрестя регульоване звичайне зі світлофорами, повздовжній ухил 8° , швидкість вітру 2 м/с, вологість повітря – 60%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 340 авто/год. Склад руху: 15% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% – із середньою вантажопідйомністю, 5% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% – автобусів і 55% легкових автомобілів.

Варіант 8. Житлова вулиця з одноповерховою забудовою, з обов'язковою зупинкою, повздовжній ухил 6° , швидкість вітру 2 м/с, відносна вологість повітря – 90%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 235 авто/год (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% – із середньою вантажопідйомністю, 5% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 5% – автобусів і 75% легкових автомобілів.

Варіант 9. Міська набережна, кільцевий рух, повздовжній ухил 2° , швидкість вітру 5 м/с, відносна вологість повітря – 90%, інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 1000 авто/год. (N). Склад руху: 15% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 20% – із середньою вантажопідйомністю, 15% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% – автобусів і 35% легкових автомобілів.

Варіант 10. Дорога з багатопверховою забудовою з двох сторін, регулювання керованими світлофорами, повздовжній ухил 8° , швидкість вітру 6 м/с, вологість повітря – 50%, інтенсивність руху автомобілів 420 авто/год. Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 5% – з середньою вантажопідйомністю, 0% – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% – автобусів і 75% легкових автомобілів.

Варіант 11. Транспортний тунель з саморегулюванням, продольний ухил 6° , швидкість вітру 5 м/сек, відносна вологість повітря - 80%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 740 автомашин на годину (N). Склад руху: 20% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 5% - з середньою вантажопідйомністю, 5% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 0% - автобусів і 70% легкових автомобілів.

Варіант 12. Житлова вулиця з одноповерховою забудовою, зі звичайними світлофорами, продольний ухил 20, швидкість вітру 3 м/сек, відносна вологість повітря - 90%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 500 автомашин на годину (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 0% - з середньою вантажопідйомністю, 5% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 10% - автобусів і 80% легкових автомобілів.

Варіант 13. Магістральна вулиця міста, саморегульована, продольний ухил 00, швидкість вітру 4 м/сек, відносна вологість повітря - 80%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 810 автомашин на годину (N). Склад руху: 10% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% - із середньою вантажопідйомністю, 0% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 25% - автобусів і 55% легкових автомобілів.

Варіант 14. Транспортний тунель зі зниженням швидкості, з продольним ухилом 20, швидкість вітру 5 м/сек, відносна вологість повітря - 50%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 503 автомашин на годину (N). Склад руху: 11% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 22% - із середньою вантажопідйомністю, 7% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 5% - автобусів і 55% легкових автомобілів.

Варіант 15. Магістральна вулиця міста з багатоповерховою забудовою з двох сторін, регулювання звичайне зі світлофорами, продольний ухил 20, швидкість вітру 4 м/сек, відносна вологість повітря - 60%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 543 автомашин на годину (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 5% - з середньою вантажопідйомністю, 0% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% - автобусів і 75% легкових автомобілів.

Варіант 16. Житлова вулиця з одноповерховою забудовою, саморегульована, продольний ухил 30, швидкість вітру 4 м/сек, відносна вологість повітря - 50%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 612 автомашин на годину (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 20% - із середньою вантажопідйомністю, 10% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% - автобусів і 50% легкових автомобілів.

Варіант 17. Міська вулиця з одnobічною забудовою, регулювання керованими світлофорами, продольний ухил 30, швидкість вітру 3 м/сек, відносна вологість повітря - 30%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 965 автомашин на годину (N). Склад руху: 10% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 25% - із середньою вантажопідйомністю, 10% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 10% - автобусів і 45% легкових автомобілів.

Варіант 18. Міська набережна, регулювання звичайне зі світлофорами, продольний ухил 30, швидкість вітру 4 м/сек, відносна вологість повітря - 65%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 745 автомашин

на годину (N). Склад руху: 15% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% - із середньою вантажопідйомністю, 15% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 25% - автобусів і 35% легкових автомобілів.

Варіант 19. Транспортна галерея, саморегульована, продольний ухил 10, швидкість вітру 2 м/сек, відносна вологість повітря - 60%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 698 автомашин на годину (N). Склад руху: 5% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 5% - з середньою вантажопідйомністю, 15% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% - автобусів і 60% легкових автомобілів.

Варіант 20. Дорога з однобічною забудовою, регулювання звичайне зі світлофорами, продольний ухил 50, швидкість вітру 2 м/сек, відносна вологість повітря - 30%. Розрахункова інтенсивність руху автомобілів в обох напрямках 720 автомашин на годину (N). Склад руху: 15% вантажних автомобілів з малою вантажопідйомністю, 10% - із середньою вантажопідйомністю, 15% - з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 15% - автобусів і 45% легкових автомобілів.

Питання для самоконтролю

1. В чому полягає негативний вплив автомобільного транспорту на всі складові довкілля?
2. Перерахуйте основні елементи, які виділяються з вихлопними газами автотранспорту.
3. У яких випадках з автотранспорту викидається найбільша кількість токсичних речовин?
4. Яка особливість впливу оксиду вуглецю на організм людини?
5. Назвіть допустиму концентрацію оксиду вуглецю і його вміст в природних умовах.
6. Які коефіцієнти враховуються для оцінки концентрації оксиду вуглецю?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6 РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ФІТОМЕЛІОРАНТІВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ ВІДВАЛУ ТА ПРИВІДВАЛЬНОЇ ЗОНИ

Мета роботи: навчитися розраховувати кількості деревино-чагарникових і трав'янистих рослин, необхідних для озеленення відвалу та привідвальної зони.

В результаті виконання даної практичної роботи буде сформований наступний **результати навчання:**

– знати шляхи вирішення гірничо-екологічних проблем з метою забезпечення безпеки людини та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері гірничої інженерії на основі чинних міжнародних та національних законодавчих й нормативних документів.

6.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Гірничодобувна промисловість в Україні відноситься до найбільших забруднювачів довкілля. Розміщення відходів видобутку корисних копалин на земній поверхні призводить до виведення з природного обороту земель на десятиліття. Ґрунтові умови породних відвалів є несприятливими для росту рослин внаслідок високої кислотності, вмісту важких металів, високої температури. Природні механізми регуляції розвитку рослинного покриву тут не діють, швидкість відновлення екосистем незначна, а його період затягується на десятиліття і століття. Відновленню перешкоджає і значна просторова протяжність порушених територій і корінна трансформація вихідних біогеоценозів, яка відбулася. Тому вивчення процесів природного відновлення рослинного покриву порушених земель, розробка методів його прискорення вкрай важливі для всіх промислових районів України.

Рекультивация має стати безперервним процесом репарації завданих біосфері техногенних порушень, йти поетапно, відповідно до наявних природних сукцесійних закономірностей.

Фіторекультивация земель – різновид рекультивации, який передбачає оптимізацію антропогенних ландшафтів за рахунок створення на них екологічно стійкого рослинного покриву.

Фіторекультивация передбачає створення: лісових насаджень практичного призначення, деревних насаджень декоративного призначення, квітково-декоративних насаджень декоративного призначення, травостою практичного та декоративного призначення;

Для виконання фіторекультивации потрібно врахувати підготовчий етап рекультивации та розробити заходи з проведення гірничотехнічної рекультивации, а також підібрати відповідний асортимент трав'яної та деревно-чагарникової рослинності із високими показниками газо-, пило-, посухо-, жаростійкості та низьким коефіцієнтом водовіддачі.

Для проведення гірничотехнічної рекультивации щодо приведення техногенного рельєфу до стану, придатного для цільового використання, краще використовувати чорноземи та глинисті породи.

Чорноземами називають ґрунти, у яких найбільш виражені ознаки утворення чорноземів – інтенсивне нагромадження гумусу, азоту та зольних елементів, неглибоке вимивання карбонатів, відсутність різкої диференціації ґрунтового профілю. Фізико-хімічні властивості чорноземів відмінні. Ці ґрунти мають потужний ґрунтово-поглинальний комплекс (ГПК) з великою ЄП (30-70 мг-екв. на 100 г ґрунту), СНО коливається від 93 до 100%, ГПК майже повністю насичений Са та реакція середовища близька до нейтральної, нейтральна або слаболужна, висока буферність.

Поживний режим чорноземів оптимальний: дуже високий вміст валових їх форм, основна частина азоту знаходиться в органічній формі, багато рухомого фосфору.

Фізичні та водно-фізичні властивості чорноземів добрі, консистенція нещільна, висока вологоємність, добра водопроникність. Щільність твердої

фази складає 2,4 г/см³ у Н-горизонті збільшується до 2,7 г/см³ у материнській породі. Щільність ґрунту – 1,0-1,6 г/см³, пористість – 55-60%.

Глинисті породи за своїми властивостями, кількістю, якістю та умовами залягання є економічно доцільними для промислової розробки і використання відповідно до встановлених державних стандартів та технічних вимог споживача.

Глинисті породи – група порід, що складені головним чином глинистими мінералами (каолінит, гідролюди, монтморилоніт, палигорськіт та інші), розмір часток яких не перевищує 0,01 мм у діаметрі, та тонкими уламками інших мінералів. У залежності від ступеня цементації й ущільнення серед глинистих порід слід виділяти: глини, суглинки, супіски, глинисті сланці, аргіліти, алевроліти, лес.

За мінеральним складом (вміст переважаючих мінералів більше 50%) глинисту сировину належить поділяти (ДСТУ Б В. 2.7-60-97) на групи: каолінітові, монтморилонітові, гідролюдисті, гідролюдисто-каолінітові, монтморилоніто-каолінітові, монтморилоніто-гідролюдисті і полімінеральні (містять три і більше глинистих мінералів) глини.

У залежності від вмісту тонкодисперсних фракцій (вміст часток розміром менше 10 мкм (0,01 мм) і 1 мкм (0,001 мм) глинисту сировину слід поділяти (ДСТУ Б В. 2.7-60-97) на групи: грубо-, низько-, середньо- і високодисперсні.

Головними хімічними компонентами глинистих порід є SiO₂, Al₂O₃, H₂O, у підпорядкованих кількостях присутні TiO, FeO, MnO, MgO, CaO, NaO, KO, SO і органічні речовини. Глинисті породи застосовуються практично у всіх галузях народного господарства та мають значну придатність для фіторекультивациі.

Для створення нової, більш стійкої до впливу забруднювальних речовин, екологічної системи зони впливу териконів, потрібно запроваджувати культурфітоценози таких деревно-чагарникових порід: тополя бальзамічна, в'яз дрібнолистий, яблуня сибірська, береза повисла, осика, обліпіха, акація біла та ряд кущів (бирючина, акація жовта) тощо. Ці рослини мають переважати в біоценозі, тому що, окрім високої стійкості до забруднювачів повітря, яке містить фтористі з'єднання та оксиди сірки і азоту, вони володіють властивостями газо- і пилопоглинання, а також посухостійкістю, зимостійкістю, високою трофністю. З хвойних можна використовувати ялівець сибірський. Йому притаманна підвищена газостійкість.

Перспективними деревними рослинами для озеленення залізрудних відвалів, відсипаних скельними породами (кварцити, граніти, мармури, міцні вапняки, пісковики, сланці та ін.), визнані сосна кримська та біла акація. На відвалах, сформованих з потенційно родючих ґрунтів, можливе використання кленів ясенелистого та татарського, черемхи магалебки та пізньої, барбарису звичайного, свидини білої, бирючини звичайної, аморфи кущової.

Серед трав'янистих рослин перспективними для фіторекультивациі залізрудних відвалів визнані: стоколос безостий, пирій повзучий, костриця валіська, перлівка трансільванська, ковили волосиста, Лессінга та українська, буркуни білий та жовтий, еспарцет донський, люцерна посівна, катран понтійський, гісоп лікарський.

Найкраще на терасових схилах кар'єрів, вкритих тонким шаром суглинку, зростають акації біла та клейка, сумах оленерогий, які, завдяки своїм біологічним особливостям, інтенсивно поширюються кореневими паростками.

6.2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ФІТОМЕЛІОРАНТІВ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ ВІДВАЛУ ТА ПРИВІДВАЛЬНОЇ ЗОНИ

Відповідно до затвердженої й апробованої методики, при озелененні відвалів вугільних шахт на їхніх укосах висаджуються деревинно-чагарникові рослини, а на горизонтальних елементах відбувається посів багаторічних трав. Навколо відвала влаштовується декоративно-захисна смуга з дерев і чагарників.

Норми посадок і посівів прийняті наступні:

а) для укосів – від 4800 до 10000 шт. саджанців або сіянців на кожен гектар, оптимальна кількість – 5700 шт/га. Це відповідає щільності посадки 0,7 x 2,5 м, тобто відстань між сіянцями в ряді – 0,7 м, відстань між рядами – 2,5 м;

б) для плато і терас – посів насіння багаторічних трав у кількості 40-45 кг/га;

в) для декоративно-захисної смуги (ДЗС), формованої з трьох рядів (чагарники-дерева-чагарники): з розрахунку один сіянець чагарнику на 0,35 м і один крупномірний саджанець дерева на 5 м. Відстань між рядами – 1 м. Перший ряд розташовується на відстані 1 м від основи відвала.

6.3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

6.3.1 Приклад розрахунку

Розрахувати кількість фітомеліорантів, необхідну для озеленення плоского породного відвала загальною площею 15 га, з яких 4 га складає плато і 11 га – укоси. Площа основи відвала – 10 га (100 000 м²). Розрахувати кількість фітомеліорантів для влаштування декоративно-захисної смуги.

Розв'язок.

1) Кількість деревинно-чагарникових саджанців при стандартній щільності посадки – 5700 шт/га, виходить, для озеленення укосів буде потрібно саджанців:

$$5700 \text{ шт/га} \cdot 11 \text{ га} = 62700 \text{ шт.}$$

2) Насіння для засіву плато при нормі 40 кг/га буде потрібно:

$$40 \text{ кг/га} \cdot 4 \text{ га} = 160 \text{ кг.}$$

3) Декоративно-захисна смуга (ДЗС) являє собою три концентричних близьких до окружності кривих з відстанню між ними по 1 м. Якщо перший ряд (чагарники) висаджується в 1 м від основи відвала, то можна розрахувати довжину утвореної цим рядом окружності; це і буде довжина першої смуги.

Відома площа основи відвала ($S_{осн}$), звідкіля легко обчислити його середній радіус (r_1):

$$r_1 = \sqrt{\frac{S_{\text{осн}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{100000}{3,14}} = 178,5.$$

Радіус кривої, утвореної першим рядом ДЗС, (r_1) буде на 1 м більше радіуса відвала і складе:

$$178,5 + 1 = 179,5 \text{ (м)}.$$

Звідси окружність c_1 (чи довжина першого ряду ДЗС) складе:

$$c_1 = 2\pi r_2 = 2 \cdot 3,14 \cdot 179,5 = 1127,26 \text{ (м)}.$$

Аналогічно розраховуємо довжини другого і третього рядів ДЗС (c_2 і c_3):

$$c_2 = 2\pi r_3 = 2 \cdot 3,14 \cdot 180,5 = 1133,54 \text{ (м)};$$

$$c_3 = 2\pi r_4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 181,5 = 1139,82 \text{ (м)}.$$

Знаючи норму посадок фітомеліорантів на ДЗС (інтервал 0,35 м для 1-го і 3-го ряду, 5 м для середнього ряду) одержуємо:

для 1-го ряду: $1127,26 \text{ м} : 0,35 \text{ м/шт.} = 3220 \text{ шт.};$

для 2-го ряду: $1133,54 \text{ м} : 5 \text{ м/шт.} = 226 \text{ шт.};$

для 3-го ряду: $1139,82 \text{ м} : 0,35 \text{ м/шт.} = 3256 \text{ шт.}$

Всього – 6702 шт.

Висновок. Для озеленення плато відвалу необхідно 160 кг насіння трав, для озеленення укосів – 62700 шт. саджанців і сіянців, для озеленення привідвальної зони – 6702 шт. саджанців і сіянців.

6.3.2. Завдання на практичну роботу

В результаті виконання практичної роботи зробити наступні завдання:

Завдання 1. Розрахувати кількість фітомеліорантів для озеленення відвала і привідвальної зони відповідно варіанту (за номером в журналі групи) (табл. 5.1).

Завдання 2. Надати письмові відповіді на питання для самоконтролю.

Зміст практичної роботи повинен включати: титульний аркуш, назву та мету роботи, завдання на практичну роботу, розрахунки, письмові відповіді на питання, висновки.

Таблиця 6.1 – Варіанти для практичної роботи

№ варіанта	Площа відвала, га	Площа плато, га	Площа укосів, га	Площа основи, га
1	23	6,1	16,8	15,3
2	22	5,8	16,1	14,6
3	21	5,6	15,4	14,0
4	20	5,3	14,6	13,3
5	19	5,0	13,9	12,6
6	18	4,8	13,2	12,0
7	17	4,5	12,5	11,3
8	16	4,2	11,7	10,6
9	24	6,4	17,6	16,0
10	25	6,6	18,3	16,6

Питання для самоконтролю

1. Що розуміють під фіторекультивацією земель?
2. Що передбачає фіторекультивація?
3. Які використовують ґрунти для приведення техногенного рельєфу до стану, придатного для цільового використання?
4. Які фітомеліоранти запроваджують для озеленення териконів?
5. Які фітомеліоранти запроваджують для озеленення відвалів?
6. Які норми посадок і посівів для укосів?
7. Які норми посадок і посівів для плато і терас?
8. Які норми посадок і посівів для декоративно-захисної смуги?

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74 – 89	добре
60 – 73	задовільно
0 – 59	незадовільно

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів складатиме не менше як 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні	
60	40	30	100

Практичні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Оцінювання практичних робіт здійснюється шляхом розрахунку середнього арифметичного балу за складеними практичними роботами.

Критерії оцінювання практичної роботи

За кожну практичну роботу здобувач вищої освіти може отримати наступну кількість балів:

40 балів: виявлено підвищений рівень засвоєння обсягу знань і набуття вмінь; якісно, ретельно, самостійно та в повному обсязі виконано завдання. Матеріал викладено в логічній послідовності, без мовних помилок, а власні висновки студента відповідають темі практичного завдання.

30 балів: показано оволодіння достатнім обсягом знань і вмінь під час виконання завдання; продемонстровано самостійність в отриманні розрахунково-аналітичних даних, але з незначними неточностями; точність і чіткість мови, а власні висновки студента відповідають темі практичного завдання.

20 балів: недостатньо показано оволодіння обсягом знань і вмінь під час виконання завдання; продемонстровано не самостійність в отриманні розрахунково-аналітичних даних, зміст роботи викладений не завжди у логічній послідовності, в роботі зафіксовані не значні помилки, а власні висновки студента не завжди відповідають темі практичного завдання.

10 балів: виявлено змістові й лексичні помилки, зміст роботи викладено не чітко й нелогічно, але продемонстровані знання й уміння в межах навчальної програми.

0 балів: наведено неправильну відповідь, до якої не надано жодних пояснень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Станкевич С. В. Техноекологія: навч. посіб. / С. В. Станкевич, Л.В. Головань; Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2020. – 338 с.
2. Загальна екологія: підручник / Л. І. Соломенко, В. М. Боголюбов, А. М. Волох ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - 2-ге вид., випр. і допов. - Херсон : Олді-Плюс, 2018. - 351 с.
3. Техноекологія : Методичні вказівки до лабораторних робіт / Ольга Анатоліївна Караїм. – Луцьк : Вежа-Друк, 2018. – 80 с.
4. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія : підручник. – Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. – 348 с.
5. Бака, М.Т. Екологія гірничого виробництва [Текст]: Навчальний посібник / М.Т. Бака, І.Л. Гуменик, В.С. Редчиць – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 307 с.
6. ОНД – 86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, що утримуються у викидах підприємств. Л: Гідрометеовидав, 1987. – 96 с.
7. Екологія гірництва. Матеріали методичного забезпечення до практичних робіт для студентів спеціальності 184 «Гірництво» / І. Г. Миронова, А. А. Юрченко. – Д.: Національний гірничий університет, 2018. – 28 с.

**Розподіл питань для складання письмових відповідей (реферату) за
варіантами**

№ варіанта	Номер запитань для письмових відповідей	№ варіанта	Номер запитань для письмових відповідей	№ варіанта	Номер запитань для письмових відповідей
1	1-18-31	24	1-18-32	47	10-20-40
2	2-19-32	25	2-19-35	48	11-21-43
3	3-20-33	26	3-25-38	49	12-24-39
4	4-21-34	27	4-29-39	50	13-24-42
5	5-22-35	28	5-30-43	51	1-20-36
6	6-23-36	29	6-31-43	52	2-12-37
7	7-24-37	30	7-32-42	53	5-24-35
8	8-25-38	31	7-33-41	54	6-19-39
9	9-26-39	32	8-34-42	55	7-25-40
10	10-27-40	33	9-35-43	56	8-26-41
11	11-28-41	34	10-36-41	57	9-27-42
12	12-29-42	35	6-23-40	58	10-29-43
13	13-30-43	36	5-20-39	59	5-30-41
14	14-31-44	37	10-26-37	60	12-17-37
15	15-32-45	38	13-24-29	61	5-23-40
16	16-33-31	39	2-16-42	62	6-24-42
17	17-34-32	40	4-20-31	63	7-25-39
18	18-35-33	41	5-21-33	64	2-16-34
19	19-36-34	42	6-22-34	65	8-21-39
20	20-37-41	43	3-20-38	66	9-22-38
21	21-38-39	44	6-23-39	67	10-23-5
22	22-39-43	45	7-17-40	68	5-27-43
23	23-1-42	46	8-18-41	69	6-28-44

**Питання для виконання індивідуального завдання –
письмових відповідей у вигляді реферату**

1. Методи дослідження в екології. Основні екологічні закони і принципи.
2. Антропогенний фактор в природі. Еволюція взаємовідносин людини і природи.
3. Забруднення навколишнього природного середовища. Масштаби забруднення і наслідки.
4. Екологічна криза і його причини. Шляхи виходу з екологічної кризи.
5. Екологічна ситуація в Україні.
6. Екологічний моніторинг навколишнього природного середовища.
7. Екологічні катастрофи техногенного походження.
8. Екологічні катастрофи природного походження ендегенного (землетрусу, виверження вулканів) і екзогенного характеру (повені, тропічні шторми, посуха, зсуви, обвали, селеві потоки).
9. Проблема накопичення відходів та шляхи її вирішення.
10. Природні ресурси, їх класифікація. Проблема вичерпності природних ресурсів.
11. Альтернативні джерела енергії.
12. Біоенергетичні технологи. Методи отримання і перетворення.
13. Екологія гірничого виробництва – історія розвитку. Напрямки сучасного розвитку гірничодобувної діяльності людини.
14. Мінеральні ресурси гірничих підприємств. Основні напрямки вирішення проблеми поповнення запасів мінеральних ресурсів.
15. Загальна характеристика техногенного впливу гірничого виробництва на природне навколишнє середовище. Принципи екологізації гірничого виробництва та умови їх виконання.
16. Техногенні порушення стану навколишнього середовища при розвідці родовищ корисних копалин.
17. Вплив підземних гірничих робіт на земну поверхню і надра. Основні заходи захисту та охорони надр і земної поверхні при веденні підземних гірничих робіт.
18. Вплив підземних гірничих робіт на поверхневі і підземні води. Основні заходи боротьби із забрудненням гідросфери.
19. Вплив підземних гірничих робіт на атмосферу. Основні заходи оздоровлення повітряного середовища в районах діяльності шахт.
20. Характеристика природних чинників, які впливають на відкриту розробку родовищ корисних копалин.
21. Вплив відкритих гірничих робіт на атмосферу. Заходи по стабілізації техногенного навантаження на атмосферу при веденні відкритих гірничих робіт.
22. Вплив відкритих гірничих робіт на атмосферу. Заходи щодо регулювання викидів забруднюючих речовин при несприятливих метеорологічних умовах.
23. Вплив відкритих гірничих робіт на поверхневі і підземні води. Заходи по стабілізації техногенного навантаження на гідросферу при веденні відкритих гірничих робіт.
24. Ландшафтні порушення земної поверхні при веденні відкритих гірничих

робіт. Заходи по стабілізації техногенного навантаження при веденні відкритих гірничих робіт.

25. Забруднення атмосфери техногенними процесами вугільної промисловості, їх характеристика.

26. Основні напрямки з охорони водних ресурсів, що прийняті у вугільній промисловості.

27. Загальна характеристика гравітаційних процесів в геологічному середовищі. Основні заходи боротьби із гравітаційними процесами.

28. Зміни в літосфері, обумовлені техногенною діяльністю людини.

29. Основні негативні наслідки, спричинені гідроенергетичним та гідромеліоративним будівництвом.

30. Вплив на природне середовище гірничодобувних підприємств будівельної індустрії та основні заходи по поліпшенню екологічної ситуації в промисловості.

31. Загальні характеристики впливу гірничо-металургійних комплексів чорної металургії на природне середовище. Система заходів захисту природного середовища від шкідливого впливу сталеплавильного виробництва.

32. Вплив гірничо-металургійних комплексів кольорової металургії на природне середовище.

33. Захист від шуму на гірничих підприємствах. Заходи по зменшенню негативного впливу шуму.

34. Захист від вібрації на гірничих підприємствах. Заходи по зменшенню негативного впливу вібрації на організм людини.

35. Інженерно-геологічні карти: поняття і класифікація. Методика їх складання.

36. Розсіювання радіоактивних елементів земної кори в процесі видобування корисних копалин та їх вплив на навколишнє середовище.

37. Рекультивація земель, порушених гірничими роботами: поняття, класифікація та характеристика.

38. Оцінка ефективності використання та охорони земель при видобуванні корисних копалин.

39. Безвідходні та маловідходні технології в гірництві.

40. Комплексне використання мінеральних ресурсів.

41. Відходи гірничого виробництва. Використання твердих, рідких та газоподібних відходів гірничого виробництва.

42. Поховання відходів гірничого виробництва та охорона надр.

43. Загальна характеристика надр. Основні аспекти користування надрами.

44. Вплив гірничого виробництва на надра. Раціональне використання та охорона надр.

45. Правові основи охорони природного середовища при розробці родовищ корисних копалин.

Начальне видання

МИРОНОВА Інна Геннадіївна
ЛОМАЗОВ Павло Констянтинович

ЕКОЛОГІЯ ГІРНИЦТВА

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт
для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми
«Енергомеханічні комплекси гірничих підприємств»
зі спеціальності 184 Гірництво

Видано в авторській редакції

Електронний ресурс
Підписано до видання 24.06.2024. Авт. арк. 5,75.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19