

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



**ЕКОЛОГІЯ ГІРНИЦТВА.**  
**МАТЕРІАЛИ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**  
**до практичних робіт**  
**для студентів спеціальності 184 «Гірництво»**

Дніпро  
НГУ  
2018

**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.

Автори:

І.Г. Миронова, канд. техн. наук, доц.

А.А. Юрченко, канд. техн. наук, доц.

Затверджено методичною комісією з спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (протокол №5 від 12.02.2018) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №6 від 31.01.2018).

Подано матеріали методичного забезпечення до практичних робіт з дисципліни «Екологія гірництва» для студентів спеціальності 184 «Гірництво».

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, д-р техн. наук, доц. А.В. Павличенко.

© Миронова І.Г., Юрченко А.А.  
ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2018

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

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. м<sup>3</sup> 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 практичних робіт** полягає у засвоєнні основних теоретичних знань та практичних навичок щодо вивчення наслідків впливу гірничого виробництва на навколишнє середовище та визначення напрямків впровадження природоохоронних технологій, що забезпечують мінімальне забруднення об'єктів довкілля.

Послідовність проведення практичних робіт відповідає темам лекційних занять, що сприяє практичному закріпленню теоретичних знань з даної дисципліни.

***В результаті виконання практичних робіт студенти повинні:***

- ❖ опанувати методику розрахунку параметрів розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері від гірничих підприємств для різних умов викиду;
- ❖ опанувати методику розрахунку максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин при будь-яких метеорологічних умовах, визначити параметри санітарно-захисної зони;
- ❖ ознайомитися з методикою визначення раціональних параметрів відвалів при умовах мінімального порушення земель;
- ❖ отримати навички визначення площі земельної ділянки під відвал, в тому числі під його укосами і на поверхні відвалу під рекультивацію.

Для додаткового вивчення дисципліни «Екологія гірництва» студенти працюють з літературою. Список рекомендованої літератури наведено в методичних вказівках. За рядом питань (не менше трьох згідно *додатку*) студенти готують реферат. Обсяг реферату повинен становити не менше 20 сторінок друкованого або рукописного тексту.

# ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

## РОЗРАХУНОК РОЗСІЮВАННЯ В АТМОСФЕРІ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН, ЩО МІСТЯТЬСЯ У ВИКИДАХ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Мета роботи:** набуття навичок розрахунку параметрів розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері від гірничих підприємств для різних умов викиду.

### 1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

#### 1.1.1. Загальні принципи розсіювання забруднюючих речовин

Розсіювання в атмосфері викидів гірничих підприємств, що викидаються із труб і вентиляційних пристроїв підлягає 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 в вертикальному напрямку.

Основним документом, який регламентує розрахунок розсіювання і визначення приземних концентрацій викидів гірничих 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/м<sup>3</sup>) в приземному шарі атмосфери не повинна перевищувати максимально разової гранично допустимої концентрації (ГДК) даної речовини в атмосферному повітрі:

$$C_m \leq ГДК. \quad (1.1)$$

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 (склади вугілля, породні відвали тощо).

Відповідно до ДОСТ 17.2.104-77 «неорганізований викид» – це промисловий викид, що надходить в атмосферу у вигляді ненаправлених потоків газу в результаті порушення герметичності устаткування, відсутності або незадовільної роботи устаткування з відсмоктування газу в місцях завантаження, вивантаження або зберігання гірської маси, вугілля тощо. У відповідності з цим визначенням за «джерело неорганізованих викидів» приймається джерело надходження в атмосферу забруднюючих речовин, які утворюються в результаті виробничої діяльності, який не має спеціальних приладів для вловлювання та виводу забруднюючих речовин в атмосферу.

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

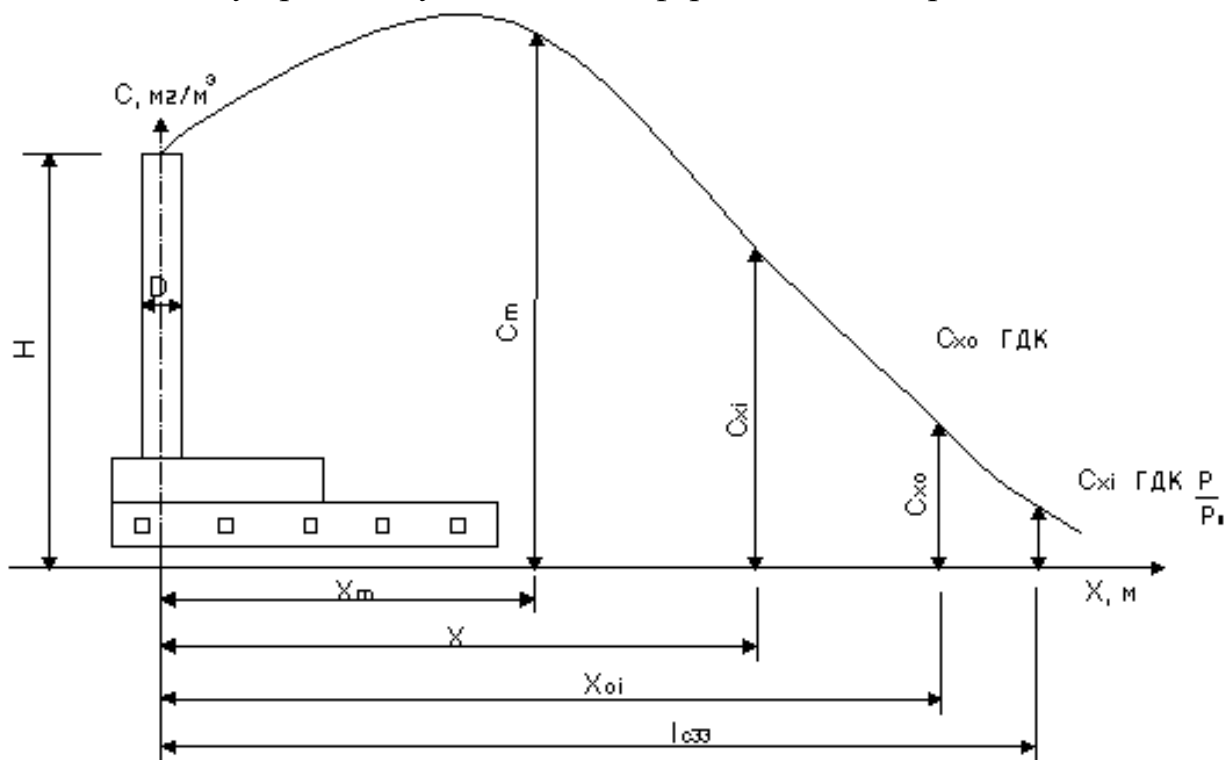


Рис.1.1. Факел викиду і поширення газів в атмосфері

### 1.1.2. Методика розрахунку параметрів розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері, при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела з круглим устям

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 одиночного (точкового) джерела з круглим устям при несприятливих метеорологічних умовах на відстані  $X_m$  (м) від джерела повинна визначатися за формулою:

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

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;  $\Delta T$  – різниця між температурою газоповітряної суміші, яка викидається  $T$ , і температурою оточуючого атмосферного повітря  $T_n$ , °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  $50^\circ$  до  $52^\circ$  пн. ш.  $A=180$  (Чернігівська, Сумська, Київська, Волинська, Рівненська, Житомирська області), а південніше  $50^\circ$  пн. ш.  $A=200$ )).

Величини  $M$  і  $V_1$  розраховуються в технологічній частині або приймаються відповідно з діючим для даного виробництва (процесу) нормативами.

Величину  $\Delta T$  ( $^\circ\text{C}$ ) необхідно визначити, приймаючи температуру оточуючого атмосферного повітря  $T_n$  по середній температурі зовнішнього повітря о 13 год. найбільш спекотного місяця ( $25,2^\circ\text{C}$ ), а температуру газоповітряної суміші, яка викидається в атмосферу  $T_e$  – по діючим для даного виробництва технологічним нормативам.

Значення безрозмірного коефіцієнта  $F$  повинні прийматися:

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

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

- не менше 90% =2;
- від 75 до 90% =2.5;
- менше 75% =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,  $\text{м}/(\text{с}^2 \cdot \text{град})$ , 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).

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

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

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

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

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:

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

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

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

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:

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

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

$$\text{при } V_m > 2 \quad U_m = V_m(1 + 0,12^3 \sqrt{f}) \quad (1.17)$$

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

Максимальна приземна концентрація забруднюючої речовини  $C_{mn}$  (мг/м<sup>3</sup>) 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 якому при швидкості вітру  $u$  і несприятливих метеорологічних умовах приземна концентрація досягає максимального значення  $C_{mn}$  (мг/м<sup>3</sup>), 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:

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

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

при  $x/X_m > 8$  і  $F=1$  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  $x/X_m > 8$  і  $F \geq 2$  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  $s_1$ .

### 7. Визначення санітарно-захисної зони для підприємств.

Значне місце в системі охорони атмосферного повітря займають планувальні заходи, що дозволяють при сталості валових викидів істотно знизити вплив забруднення навколишнього середовища на людину. Особливу увагу варто приділяти вибору майданчику для гірничого підприємства і взаємному розташуванні виробничих будівель і житлових масивів.



Майданчики для будівництва промислових підприємств і житлових масивів повинні обиратися з урахуванням природно-кліматичної характеристики і рельєфу місцевості. Промисловий об'єкт повинен бути розташований на рівному піднятому місці, що добре продувається вітрами. Майданчик житлової забудови не повинен бути вищим, ніж майданчик підприємства, інакше перевага високих труб для розсіювання промислових викидів практично зводиться нанівець.

Взаємне розташування підприємств і населених пунктів визначається по середній розі вітрів теплого періоду року. Для даної місцевості промислові об'єкти, що є джерелами виділення забруднюючих речовин у навколишнє середовище, розташовуються за межею населених пунктів і з вітряної сторони від житлових масивів, щоб викиди неслися убік від житлових кварталів.

Вимогами «Санітарних норм проектування промислових підприємств СН 245-71» передбачено, що об'єкти, які є джерелами виділення в навколишнє середовище забруднюючих речовин і речовин, що неприємно пахнуть, варто відокремити від житлової забудови санітарно-захисними зонами.

Санітарно-захисні зона (СЗЗ) – це ділянки землі навколо підприємства, які створюють з метою зменшення шкідливого впливу цих підприємств на здоров'я людини. В цих зонах можна розміщувати адміністративно-службові приміщення, склади, гаражі, депо тощо.

Розміри цих зон до межі житлової забудови встановлюють у залежності від потужності підприємства, умов здійснення технологічного процесу, характеру і кількості забруднюючих речовин і речовин, що неприємно пахнуть, які виділяються в навколишнє середовище. Відповідно до класифікації промислових підприємств у залежності від шкідливості забруднювачів, що виділяються встановлено п'ять СЗЗ: для підприємств I класу – 1000 м; II класу – 500 м; III класу – 300 м; IV класу – 100 м; V класу – 50 м.

До I класу належать такі виробництва як: хімічні, нафтопереробні, паперово-целюлозні, металургійні комбінати, алюмінієві та мідеплавильні заводи; до II – цементні, акумуляторні, гіпсові, вапнякові та азбестові заводи; до III – керамзитові, скловарні заводи, ТЕС, заводи залізобетонних виробів, асфальтобетонні, кабельні, брикетні; до IV – підприємства металообробної промисловості, машинобудівні заводи, електропромисловість; до V – підприємства легкої промисловості, консервні, електролампово-ліхтарні заводи.

Розмір нормативної санітарно-захисної зони залежить від класу небезпеки підприємства. Кар'єри, на яких ведуться буро-вибухові роботи, належать до першого класу небезпеки, породні відвали – до другого, а шламосховища та промислові площадки де розміщуються збагачувальні фабрики з мокрою технологією збагачення належать до третього класу небезпеки.

Санітарно-захисна зона є обов'язковим елементом будь-якого об'єкта, що може бути джерелом хімічного, біологічного або фізичного впливу на середовище перебування й здоров'я людини.

Територія санітарно-захисної зони призначена для: забезпечення зниження рівня впливу до необхідних гігієнічних нормативів за всіма факторами впливу за її межами; створення санітарно-захисного та естетичного бар'єру між

територією підприємства, або групи підприємств і територією житлової забудови; організації додаткових озелених площ, що забезпечують екранування, асиміляцію й фільтрацію забруднювачів

Розмір санітарно-захисної зони  $L$  повинен уточнюватись як убік збільшення, так і убік зменшення в залежності від рози вітрів району розташування підприємства за формулою:

$$L = L_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \text{ м} \quad (1.30)$$

де  $L_0$  – розрахункова відстань, м, від джерела забруднення до межі СЗЗ;  $P$  – середньорічна повторюваність напрямів вітрів розглядуваного румба, %;  $P_0$  – повторюваність напрямів вітрів одного румба при круговій розі вітрів.

## 1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

В результаті виконання практичної роботи зробити наступні завдання:

1. При заданій і небезпечній швидкостях вітру розрахувати максимальну приземну концентрацію забруднюючої речовини при викиді нагрітої газоповітряної суміші з одиночного джерела з круглим устям і визначити відстань на якій вона досягається (згідно з варіантом в табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Варіанти вихідних даних

№ варіанту	Речовина	$M$ , г/с	$F$	$W_0$ , м/с	$H$ , м	$D$ , м	$u$ , м/с	$\Delta T$ , °C	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	$L_0$ , м	$A$
1	Сажа	0,019	2	6	50	0,8	6,2	180	0,15	500	180
2	CO	0,713	1	6	50	0,6	6,1	185	5,0	500	160
3	SO <sub>2</sub>	2,313	1	6	50	1,0	6,2	190	0,5	500	180
4	NO <sub>2</sub>	0,18	1	7	50	0,8	5,2	175	0,085	100	200
5	Сажа	0,12	3	7	20	0,5	4,7	195	0,15	300	180
6	CO	0,480	1	7	20	0,9	4,4	170	5,0	300	160
7	SO <sub>2</sub>	0,54	1	5	20	1,3	4,2	165	0,5	300	180
8	NO <sub>2</sub>	0,021	1	5	20	0,5	4,6	160	0,085	300	200
9	CO	0,054	1	5	36	0,6	4,2	200	5,0	100	160
10	NO <sub>2</sub>	0,04	1	8	36	0,5	5,6	195	0,085	100	180
11	SO <sub>2</sub>	0,048	1	6	40	0,8	3,5	180	0,5	50	160
12	CO	0,053	1	7	30	0,9	3,0	120	5,0	500	200
13	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,410	1	6	24	0,5	5,4	60	0,3	50	180
14	SiF <sub>4</sub>	0,84	1	6	24	0,8	4,4	80	0,02	50	160
15	Сажа	2016	3	6	150	6,0	6,1	130	0,15	1000	180
16	Сажа	1641	2,5	7	250	5,2	4,2	125	0,15	1000	200
17	Сажа	1512	2	7	250	5,2	4,6	175	0,15	1000	180
18	Сажа	1480	3	7	250	5,4	5,6	135	0,15	1000	200
19	CO	1,513	1	6	80	0,7	6,5	190	5,0	1000	180
20	SO <sub>2</sub>	2,211	1	6	50	1,1	6,6	200	0,5	500	160

2. Визначити значення приземних концентрацій забруднюючої речовини по осі факелу викиду на різноманітних відстанях від джерела (до 10 точок).

3. Розрахувати та побудувати графіки зміни концентрації по осі факелу викиду [ $c=f(x)$ ].

4. Для заданого джерела розрахувати санітарно-захисну зони.

### 1.3. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Вихідні дані наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вихідні дані

Речовина	$M$ , г/с	$W_0$ , м/с	$H$ , м	$D$ , м	$u$ , м/с	$\Delta T$ , °C	$\Gamma ДК_{мр}$ , мг/м <sup>3</sup>	$L_0$ , м	$A$
фенол	6,6	7	40	0,5	3	120	0,01	300	160

1. Визначаємо максимальну приземну концентрацію фенолу 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,  $C_m > \Gamma ДК$  фенолу в 20 разів.

2. Визначимо відстань  $X_m$ , на якому реєструється  $C_m$ .

Для визначення  $X_m$ , необхідно розрахувати коефіцієнт  $d$ .

Так як  $V_m \leq 2$ , то

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

Значення  $X_m$  визначається за формулою:

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

3. Визначимо небезпечну швидкість вітру  $U_m$ .

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

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

Для визначення  $C_{MH}$  необхідно розрахувати коефіцієнт  $r$ .

Безрозмірна величина  $r$  визначається в залежності від відношення  $u/U_m$ .  
 $u/U_m = 3/1,05 = 2,86$ .

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  $C_{MH}$  визначається за формулою:

$$C_{MH} = r \cdot C_m = 0,55 \cdot 0,2 = 0,11.$$

Таким чином,  $C_{MH} > \text{ГДК}$  фенолу в 11 раз.

5. Визначимо відстань  $X_{MH}$  при швидкості вітру  $U = 3$  м/с.

Для визначення  $X_{MH}$  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  $X_{MH}$  визначається за формулою:

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

6. Визначимо приземну концентрацію  $C$ , мг/м<sup>3</sup> 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. 1.3) та розрахуємо коефіцієнт  $s_1$ . Результати представимо в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – 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 <sup>3</sup>	0,04	0,1	0,186	0,14	0,07	0,03	0,02	0,01

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

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

$$\text{при } x/X_m > 8 \text{ и } F=1 \quad s_1 = \frac{\frac{x}{X_m}}{3,58\left(\frac{x}{X_m}\right)^2 - 35,2\left(\frac{x}{X_m}\right) + 120}$$

Визначаємо відношення  $x/X_m$  та розраховуємо безрозмірний коефіцієнт  $s_I$ :

$50/237 = 0,21$	$x/X_m \leq 1$	$s_I=0,2$
$100/237 = 0,42$	$x/X_m \leq 1$	$s_I=0,5$
$300/237 = 1,26$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_I=0,83$
$500/237 = 2,11$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_I=0,71$
$1000/237 = 4,22$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_I=0,34$
$1500/237 = 6,33$	$1 < x/X_m \leq 8$	$s_I=0,18$
$2000/237 = 8,44$	$x/X_m \geq 8, F=1$	$s_I=0,1$
$3000/237 = 12,66$	$x/X_m \geq 8, F=1$	$s_I=0,05$

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

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

Дані розрахунків заносимо в табл. 1.3 і будуємо епюру розсіювання (рис. 1.2).

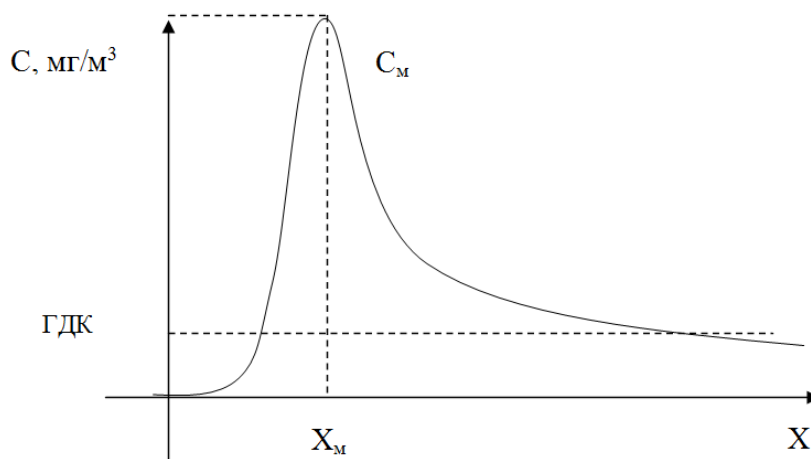


Рис. 1.2. Епюра розсіювання (графік функції  $C_x=f(x)$ )

Протяжність зони по осі факелу викиду становить приблизно 3000 м.

7. *Визначимо санітарно-захисної зони для підприємства.*

Уточнення стандартної СЗЗ проводимо з врахуванням восьми румбової рози вітрів за формулою:

$$L = L_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \text{ м}$$

Згідно варіанту  $L_0=300$  м;  $P$  – середньорічна повторюваність напрямку вітру (%) представлена в табл. 1.4;  $P_0$  – повторюваність напрямку вітрів одного румба при круговій «розі вітрів» (при восьми румбовій «розі»  $P_0=100/8=12,5\%$ ).

$$L(\text{Пн}) = 300 \cdot \frac{8}{12,5} = 192 \text{ м}; \quad L(\text{Пн.Сх}) = 300 \cdot \frac{11}{12,5} = 264 \text{ м};$$

$$L(\text{Сх}) = 300 \cdot \frac{11}{12,5} = 264 \text{ м}; \quad L(\text{Пд.Сх}) = 300 \cdot \frac{16}{12,5} = 384 \text{ м};$$

$$L(\text{Пд}) = 300 \cdot \frac{12}{12,5} = 288 \text{ м}; \quad L(\text{Пд.3х}) = 300 \cdot \frac{12}{12,5} = 288 \text{ м};$$

$$L(Зх) = 300 \cdot \frac{14}{12,5} = 336 \text{ м}; \quad L(Пн.Зх) = 300 \cdot \frac{16}{12,5} = 384 \text{ м}.$$

Результати розрахунків зведені у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Розрахунок уточнення СЗЗ

Напрямки	Пн.	Пн.Сх.	Сх.	Пд.Сх.	Пд.	Пд.Зх.	Зх.	Пн.Зх.
$P$	8	11	11	16	12	12	14	16
$P/P_0$	0,64	0,88	0,88	1,28	0,96	0,96	1,12	1,28
$L$	192	264	264	384	288	288	336	384
СЗЗ	300	300	300	300	300	300	300	300

**Висновок:** від одиночного джерела на відстані 237 м при швидкості вітру 1,05 м/с  $C_m$  фенолу > ГДК в 20 разів; на відстані 380 м при швидкості вітру 3 м/с  $C_{mn}$  > ГДК фенолу в 11 раз.  $C = \text{ГДК} = 0,01$  м/с тільки на відстані 3000 м. Стандартна СЗЗ = 300 м.

#### Заходи щодо поліпшення повітряного стану.

Для покращення повітряного стану в зоні впливу підприємства необхідно ці зони 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 плачуча, 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.

#### 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  $C_{mn}$ ?
4. Як можна охарактеризувати небезпечну швидкість вітру?
5. Які значення має коефіцієнт  $A$  для України?
6. Як побудувати епюр розсіювання забруднюючої речовини?
7. Що таке санітарно-захисна зона?
8. За допомогою яких показників визначають СЗЗ підприємства?

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

### ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДВАЛУ ЗА УМОВИ МІНІМАЛЬНОГО ПОРУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ

**Мета роботи:** набути вміння розраховувати раціональні параметри плоских відвалів за умови мінімального порушення земель.

#### 2.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

##### 2.1.1. Загальна характеристика відвалів та їх параметрів

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.

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;
- плоскі – утворюються при вивезенні відходів (порід) у самоскидах та формуванні штабелів за допомогою бульдозерів.

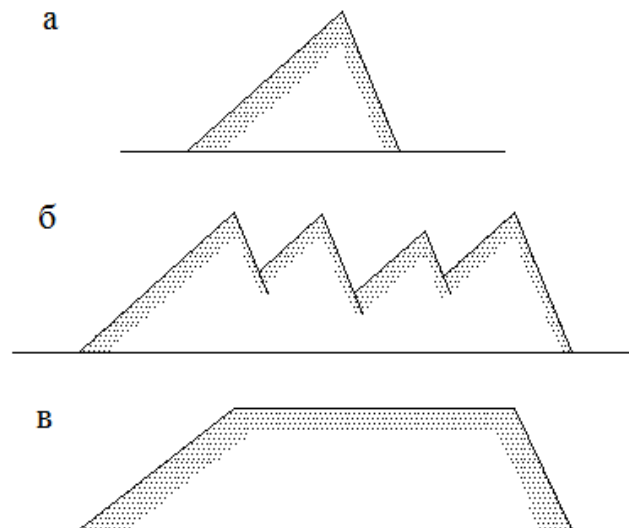


Рис. 2.1. Види відвалів: а – конічні; б – хребтові; в – плоскі

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.

У залежності від механізації відвальних робіт, відвали розподіляють на:

- екскаваторні;
- бульдозерні;
- конвеєрні;
- гідравлічні.

Основними параметрами відвалу є: висота відвалу, довжина й ширина відвалу, площа земельної ділянки, зайнятої відвалом, площа горизонтальних площадок.

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, газу, горять, піддаються розмиву, є джерелами радіоактивності, під їх розміщення відводяться чимало гектарів родючих земель.

Серед усіх видів відвалів конічні відвали найбільш небезпечні. Конічні відвали, що створюються транспортуванням породи до вершини рейковим транспортом, найбільше схильні до самозаймання, тому що їхня будова забезпечує найбільший приток повітря в середину відвалу, що у свою чергу сприяє окисненню горючої частини породи. Ці відвали слід розташовувати таким чином, щоб переважні вітри були спрямовані у хвостову частину відвалу. Основним недоліком конічних відвалів є відсутність можливості одночасного складування породи і виконання профілактичних заходів проти її самозаймання. Негативною стороною терикону є їх деформація. Також конічні відвали займають великі площі родючих земель.

### **2.1.2. Методика визначення раціональних параметрів відвалу за умови мінімального засмічення земель**

Для застосування раціональної технології відвалоутворення, наступної рекультивациі 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  $\beta$ , 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  $H_0$ .

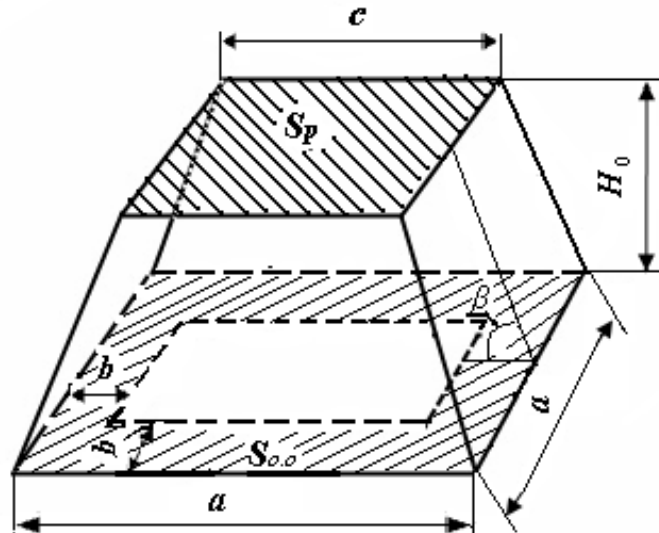


Рис. 2.2. Зовнішній відвал в формі усіченої піраміди

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

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

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

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

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

Величина  $b$  під час закладання укосу відвалу становить:

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

Відвал матиме площу для рекультивації на його поверхні за умови:

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

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

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

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

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

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. м<sup>3</sup>/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.

## 2.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

В результаті виконання практичної роботи зробити наступні завдання:

1. Ознайомитись з загальними положеннями та засвоїти методику визначення раціональних параметрів відвалу за умови мінімального порушення землі.

2. Визначити раціональні параметри відвалу об'ємом  $V_0$ , млн. м<sup>3</sup> згідно прикладу та свого варіанту (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Варіанти вихідних даних

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_0$ , млн. м <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	34	47	36	45	38	48	39	50	40	49

## 2.3. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Приклад визначення раціональних параметрів відвалів при мінімально можливій площі земель під них розглянемо на прикладі відвалу обсягом 30 млн. м<sup>3</sup>.

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. 2.2).

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

В даному випадку мінімальне значення площі землі, що відчувається під відвалом  $S_{0 \min} = 109$  га при висоті  $H_{0 \min} = 48$  м, ( $S_p = 25,6$  га;  $S_{0,0} = 83,4$  га).

Таблиця 2.2 – Параметри відвалу при його об'ємі 30 млн. м<sup>3</sup>

Висота відвалу $H_0$ , м	10	20	30	40	50	60	70	80
Кут укосу відвалу $\beta$ , °	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	-

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:

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

Вказане значення висоти відвалу можна вважати раціональним за умови мінімального порушення землі. Подальше збільшення або зменшення висоти веде до збільшення відчужуваної площі землі під нього.

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

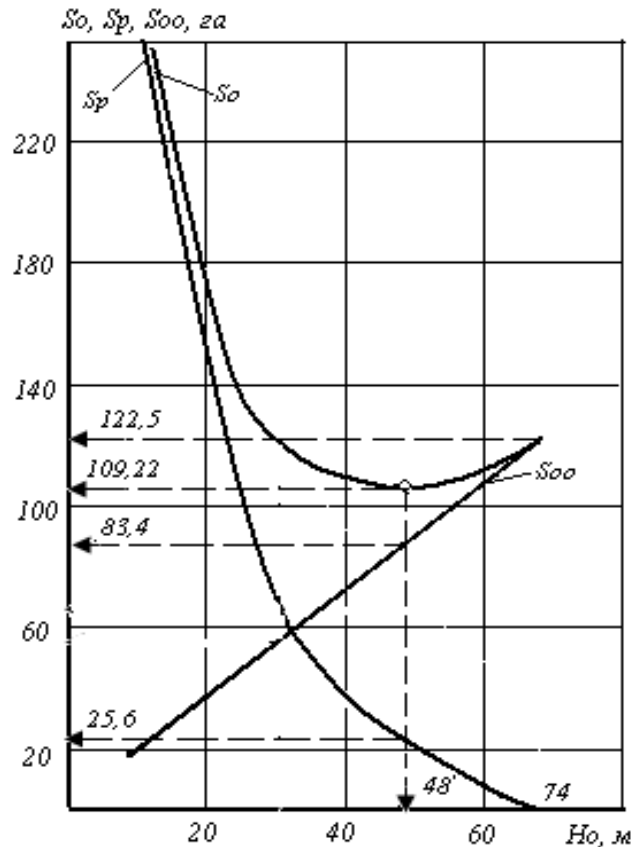


Рис. 2.3. Залежність площі від висоти відвалу

### ***Питання для самоконтролю***

1. Що таке «відвал», «терикон»? В чому різниця цих термінів?
2. Як розрізняють відвали в залежності від способу їх укладання?
3. За якими показниками проводиться класифікація відвалів?
4. Чому відвали є екологічно небезпечним об'єктом?
5. Як ви вважаєте, які відвали краще формувати на поверхні землі – плоскі чи конічні? Чому?
6. Від якого показника, головним чином, змінюються параметри відвалу?
7. Чи можливо поверхню відвалу, яка підлягає рекультивації, якось використовувати?
8. Як визначити площу земельної ділянки під відвал ( $S_0$ ) для умови мінімуму відчуження цих земель?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ТВЕРДИХ ЧАСТОК В АТМОСФЕРУ З ПОВЕРХНІ ВІДВАЛІВ**

**Мета роботи:** набути навичок розраховувати викиди твердих часток в атмосферу з поверхні відвалів.

### **3.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

#### **3.1.1. Характеристика впливу відвалів на довкілля**

В даний час практично всю породу, що видається шахтами, складають у відвали. В результаті газо- і пиловиділення від породного відвалу забруднюється атмосферне повітря, ґрунт і водні джерела, розташовані поблизу породного відвалу. У багатьох відвалах міститься до 20% вуглистої речовини, тому вугілля разом зі зростками породи, вуглистими і сірчистими породами утворює масу, схильну до окислення, в результаті котрого відбувається її самонагрівання і самозаймання у відвалах.

Відвалами, що горять слід вважати такі відвали на поверхні яких є видимі вогнища (ознаки) горіння або ділянки з температурою порід на поверхні, що перевищує на 30°C температуру повітря на висоті 1 м від поверхні відвалу (за температуру порід на поверхні відвалу приймається температура, виміряна на глибині 0,1 м). Горіння породи на діючих відвалах носить досить стійкий характер. При цьому температура в зоні горіння може досягати 800-1200°C.

Породні відвали виділяють в атмосферу велику кількість забруднюючих, отруйних і парникових газів (С, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S та ін.) і пилу, які в десятки разів перевищують допустимі норми. В результаті впливу на поверхню відвалів температури, опадів, вітру, внутрішнього тепла великі шматки породи розсипаються до розмірів пилу, яку в суху погоду здуває вітер і разносить на значні відстані, забруднюючи атмосферу. За 150 м від відвалу концентрація пилу при швидкості вітру 3,5 м/с і вологості повітря 90% може досягати 10-15 мг/м<sup>3</sup>.

Породними відвалами щорічно викидається в атмосферу понад 65000 т забруднюючих речовин.

Величина газовиділень з діючих і недіючих відвалів, що горять різна. Відвали, що інтенсивно горять знижують виділення газу через рік після припинення експлуатації на 96-99%, для відвалів з меншою інтенсивністю горіння обсяг цих викидів за той же час зменшується приблизно на 50%, через 2 роки – на 70%, 3 роки – 99%.

Обсяги забруднень, що надходять в атмосферне повітря від териконів і відвалів, достатні для екологічно небезпечного впливу на флору і фауну. Вдихання забрудненого повітря, що містить різні оксиди і пил, призводять до посилення наявних захворювань, виникнення захворювання легенів (силікоз, захворювання людини, що викликається тривалим вдиханням пилу, що містить вільний двоокис кремнію), впливають на психіку, призводять до отруєння і зниження імунітету і працездатності людини. Наслідком несприятливої екологічної обстановки навколо відвалів, місцеве населення схильне до різного роду захворювань, що відповідно призводить до зменшення тривалість життя.

Отже виникає необхідність поліпшення екологічної обстановки шляхом зниження шкідливого впливу породних відвалів на навколишнє природне середовище та здоров'я людей. Для цього існує ряд технологій:

- закладка виробленого простору шахт породою;
- рекультивація породних відвалів – їх гасіння та озеленення;
- використання породи в якості будівельних матеріалів.

Закладка виробленого простору шахт в даний час практично не ведеться, оскільки ускладнена великими матеріальними та фізичними витратами.

Для відвалів породи, які в даний час не залучаються в процес вторинної переробки (перегорілі, високозольні породи), повинні ставитися питання про їх консервації одночасно з виключенням їх шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Найбільш доцільним і ефективним засобом боротьби з шкідливим впливом породних відвалів є їх озеленення.

**Озеленення відвалів** – один зі способів рекультивації земель, порушених в результаті проведення гірничих робіт. Метою озеленення відвалів є вирощування дерев, кущів, трав'янистих рослин у зонах техногенного порушення ґрунтів.

Озеленення відвалів прискорює відновлення продуктивності порушених земель шляхом використання активних штамів ґрунтових мікроорганізмів, нанесення родючого шару ґрунту, внесення ґрунтополіпшуючих сумішей, мінеральних та органічних добрив у зону порушеної ґрунтової поверхні і висіву насіння рослин. Роботи з озеленення відвалів можуть виконуватися вручну, гідро висівом з включенням до гідросуміші стабілізаторів, добрив, матеріалів або розчинів, що поліпшують водоутримуючу здатність ґрунту та ін.

### **3.1.2. Методика розрахунку викидів твердих часток в атмосферу з поверхні відвалів.**

Викиди твердих часток в атмосферу відвалами визначаються як сума викидів при формуванні відвалів і при здуванні часток із їхньої поверхні, що пилить.

Розглянемо шахту, що має плаский діючий породний відвал, що не горить. Порода доставляється автосамоскидами і планується бульдозером. Пригнічення пилу на даному відвалі не застосовується.

Вихідними даними для розрахунку є:

- кількість породи, яка щорічно видається у відвал –  $V$ ,  $\text{м}^3$ ;
- максимальна кількість породи, що надходить у відвал протягом часу –  $V_{\text{год}}$ ,  $\text{м}^3$ ;
- вологість породи –  $\varphi$ , %;
- площа поверхні відвала, що пилить, –  $F$ ,  $\text{м}^2$ ;
- швидкість вітру –  $u$ ,  $\text{м/с}$ ;
- кількість днів із стійким сніжним покривом –  $n$ .

### Порядок розрахунку.

Визначається коефіцієнт  $k_0$ , що враховує вологість породи (табл. 3.1).

Визначається коефіцієнт  $k_1$ , що враховує швидкість вітру (табл. 3.2).

Таблиця 3.1 – Визначення коефіцієнту  $k_0$

$\varphi$ , %	до 0,5	0,5-1,0	1,0-3,0	3,0-5,0	5,0-7,0	7,0-8,0	8,0-9,0	9,0-10	> 10
$k_0$	2,0	1,5	1,3	1,2	1,0	0,7	0,3	0,2	0,1

Таблиця 3.2 – Визначення коефіцієнту  $k_1$

$u$ , $\text{м/с}$	до 2	2 – 5	5 – 7	7 – 10	$u$ , $\text{м/с}$
$k_1$	1,0	1,2	1,4	1,7	$k_1$

Питоме виділення твердих часток з 1 кг породи, що подається у відвал,  $g$ ,  $\text{г/м}^3$ : для бульдозера – 5,6, для розвантаження автосамоскидом – 10,0.

Ефективність застосовуваних засобів пригнічення пилу  $\Pi=0$ .

Кількість твердих часток, що виділяються при формуванні відвалу:

$$M_0^\varphi = k_0 \cdot k_1 (g_c + g_\sigma) \cdot V \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік} \quad (3.1)$$

Кількість твердих часток, що виділяються при формуванні відвалу:

$$M_0^{\varphi 1} = \frac{k_0 \cdot k_1 (g_c + g_\sigma) \cdot V_z}{3600}, \text{ г/с} \quad (3.2)$$

Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих часток  $k_2$  дорівнює 1,0.

Кількість твердих часток, що здувається з поверхні породного відвала:

$$M_0^c = 86,4 \cdot k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot F \cdot w_0 \cdot r (365 - n), \text{ т/рік} \quad (3.3)$$

де  $r$  – коефіцієнт здрібнювання гірської маси (приймається рівним 0,1);  $w_0$  – питома здуваність твердих часток з поверхні відвала, що пилить, (приймається рівною  $0,1 \cdot 10^{-6}$ ).

Кількість твердих часток, що здувається з поверхні породного відвала:

$$M_0^{c1} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot F \cdot 10^{-5}, \text{ г/с} \quad (3.4)$$

Викид твердих часток із даного відвала:

$$M_0 = M_0^\varphi + M_0^c, \text{ т/рік} \quad (3.5)$$

Викид твердих часток із даного відвала:

$$M_0^1 = M_0^{\varphi 1} + M_0^{c1}, \text{ г/с} \quad (3.6)$$

### 3.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

В результаті виконання практичної роботи зробіть наступні завдання:

1. Ознайомитись з загальними положеннями та засвоїти методику визначення кількості забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферне повітря від породних відвалів.

2. Визначити кількість забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферне повітря від породних відвалів за вихідними даними поданими в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Варіанти вихідних даних

№ варіанту	$V, \text{ м}^3$	$V_z, \text{ м}^3$	$\varphi, \%$	$F, \text{ м}^2$	$u, \text{ м/с}$	$n$
1	62400	7,3	1	13000	4,5	180
2	61200	6,5	3,5	11000	5,5	160
3	62220	7,1	1,5	12500	1,5	170
4	62500	7,4	8,5	13110	7,0	165
5	60000	5,9	10,5	11200	2,5	190
6	62000	7,0	6,0	12900	6,0	155
7	60500	6,2	2,0	11800	7,5	150
8	59300	5,8	4,0	10500	6,5	140
9	58500	5,6	9,5	10000	8,0	130
10	63000	7,6	7,5	13200	3,0	135
11	64000	8,0	11	12000	2,0	145
12	57900	5,3	0,8	9300	9,5	175
13	56500	5,0	6,5	8900	1,0	125
14	64500	8,2	12	11900	10	185
15	61400	6,6	5,0	12100	3,5	120
16	62900	7,5	9,5	8500	8,5	110
17	60100	6,0	3,5	10100	6,0	130
18	54700	4,5	8,5	8500	7,0	115
19	63200	7,2	8,2	11300	3,0	140
20	56700	6,1	6,5	9200	5,0	130

### 3.3. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Вихідні дані наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані

№ варіанту	$V, \text{ м}^3$	$V_z, \text{ м}^3$	$\varphi, \%$	$F, \text{ м}^2$	$u, \text{ м/с}$	$n$
0	55000	7,1	5,1	10000	4,1	130

Згідно табл. 3.1 з урахуванням  $\varphi, \%$  визначимо коефіцієнт  $k_0=1,0$ .

Згідно таблиці 3.2 з урахуванням  $u, \text{ м/с}$  визначимо коефіцієнт  $k_1=1,2$ .

Питоме виділення твердих часток з 1 кг породи, що подається у відвал:

-  $g$  бульдозером  $=5,6 \text{ г/м}^3$ ,

-  $g$  автосамоскидом  $=10,0 \text{ г/м}^3$ .

$$M_0^\varphi = k_0 \cdot k_1 (g_c + g_\sigma) \cdot V \cdot 10^{-6} = 1 \cdot 1,2 (10 + 5,6) \cdot 55000 \cdot 10^{-6} = 1,03 \text{ т/рік}$$

$$M_0^{\varphi_1} = \frac{k_0 \cdot k_1 (g_c + g_\sigma) \cdot V_z}{3600} = \frac{1 \cdot 1,2 (10 + 5,6) \cdot 7,3}{3600} = 0,04 \text{ г/с}$$

При  $k_2=1,0$ ;  $r=0,1$ ;  $w_0=0,1 \cdot 10^{-6}$ .

$$M_0^C = 86,4 \cdot k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot F \cdot w_0 \cdot r(365 - n) =$$

$$= 86,4 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 10000 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1(365 - 130) = 2,44 \text{ т/рік}$$

$$M_0^{C1} = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot F \cdot 10^{-5} = 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 10000 \cdot 10^{-5} = 0,12 \text{ г/с}$$

$$M_0 = M_0^{\phi} + M_0^C = 1,03 + 2,44 = 3,47 \text{ т/рік}$$

$$M_0^1 = M_0^{\phi 1} + M_0^{C1} = 0,04 + 0,12 = 0,16 \text{ г/с}$$

**Висновок:** викид твердих часток з відвала становить 3,5 т/рік, або 0,16 г/с.

### ***Питання для самоконтролю***

1. Який вплив мають породні відвали на навколишнє середовище?
2. Які відвали вважаються палаючими?
3. Які можуть бути наслідки від забруднення навколишнього природного середовища навколо відвалів?
4. Які є шляхи зниження шкідливого впливу породних відвалів на навколишнє природне середовище та здоров'я людей.
5. Що таке «озеленення відвалів»?
6. За допомогою чого може проводитись озеленення відвалів?

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Методичні вказівки по виконанню курсової роботи на тему: «Розрахунок розсіювання у атмосфері забруднюючих речовин, що містяться у викидах підприємств». Одеса ОДПУ, 2008. – 21 с.
2. ОНД – 86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, що утримуються у викидах підприємств. Л.: Гідрометеовидав, 1987. – 96 с.
3. Методические указания к выполнению практической работы «Расчет параметров рассеивания вредных веществ в атмосфере от промышленных предприятий для различных условий выброса» по дисциплине “Нормирование антропогенной нагрузки на окружающую среду” для студентов специальности 7(8).070801 “Экология и охрана окружающей среды” / Составитель А.Г. Рудченко. – Днепропетровск: НГА Украины, 2000. – 21 с.
4. Геоекологія: Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних та індивідуальних завдань / Уклад. Степаненко Г.П. – К.: КНУБА, 2007. – 28 с.
5. Владимиров А.М., Ляхін Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана навколишнього середовища. – Л.: Гідрометеовидав, 1991. – 426 с.
6. Охрана навколишнього середовища. Під ред. Білова С.В. – М.: «Вища школа», 1991. – 320 с.
7. Основи екології: Підручник / Г.О. Білявський, Р.С. Фурдуй, І.Ю. Костіков. – К.: Либідь, 2004. – 408 с.
8. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500 с. та ін.
9. Кононенко В.Г., Головченко Г.Т. Основы экологии: Учебное пособие / Под общей редакцией проф. Кононенко В.Г. – Харьков, ИВМО «ХК», 2001. –



339 с.

10. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. основи екології та охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2000. – 272 с.

11. Певзнер М.Е. Горная экология: Учеб. пособ. для вузов – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. - 395 с.: ил.

12. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології : Підручник / За ред. К.М. Ситника. – 3-тє вид., стер. – К.: Вища шк., 2005. – 382 с.: іл.

13. Бака, М.Т. Екологія гірничого виробництва : навчальний посібник / М.Т. Бака, І.Л. Гуменик, В.С. Редчиць – Житомир: ЖДТУ, 2004. –. 307 с.

14. Охрана окружающей среды в горной промышленности / В.И. Николин, Е.С. Матлак.– К.: Донецк: Выща шк. Головное изд-во, 1987.–192 с.

15. Михайлов А.М. Охрана окружающей среды на карьерах: учеб. пособие. – К.: Выща шк., 1990. –264 с.: ил.

16. Томаков П.И., Коваленко В.С. Рациональное землепользование при открытых горных работах. – М.: Недра, 1984. – 213с.

#### Додаток А

#### 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. Історія розвитку науки «Екологія».
2. Розкрийте значення термінів: ноосфера, природне середовище, антропогенні фактори, антропогенні відкладення.
3. Масштабність втручання діяльності людини в середовище в сучасних умовах.
4. Задачі так цілі науки «Екологія».
5. Моніторинг. Визначення, зміст, шляхи реалізації.
6. Природні ресурси. Класифікація природних ресурсів.
7. Біосфера. Склад біосфери. Роль біосфери на Землі. Фактори, які пригнічують біосферу.
8. Урбанізація та їх наслідки.
9. Кругообіг речовин в природі.
10. Гідросфера. Сучасні зміни гідросфери.
11. Антропогенні чинники, які приводять до негативних змін гідросфери.
12. Головні показники антропогенного впливу на гідросферу.
13. Наслідки від забруднення гідросфери.
14. Екологічні фактори та їх класифікація.
15. Методи захисту поверхневих і підземних вод від забруднення.
16. Методи захисту атмосфери від антропогенного забруднення.
17. Парниковий ефект та його наслідки.
18. Глобальні екологічні проблеми. Зменшення озонового слою.
19. Глобальні екологічні проблеми. Кислотні дощі.
20. Глобальні екологічні проблеми. Смог.
21. Радіаційний фактор в природі.
22. Контроль забруднення атмосфери, показники забрудненості атмосфери.
23. Санітарно-захисні зони (СЗЗ) і інші методи покращення екологічної ситуації за допомогою архітектурно-планувальних рішень.
24. Спостереження і контроль забруднення повітряного середовища і заходи щодо охорони атмосфери.
25. Методи очищення стічних вод з метою захисту поверхневих і підземних вод.
26. Охорона надр в процесі розробки і використання корисних копалин.
27. Методи складування та утилізації розкритих (пустих) порід і відходів переробки і збагачення корисних копалин.
28. Охорона і раціональне використання земель під час розробки корисних копалин.
29. Охорона і раціональне використання родючих ґрунтів. Методи боротьби із ерозією ґрунтів.
30. Міжнародна діяльність в галузі охорони природного середовища.
31. Зміни рельєфу під впливом гірничої діяльності.
32. Антропогенні зміни рельєфу в бік зниження позначок.

33. Розрахунок розсіювання забруднюючих викидів в атмосферу на різних стадіях проектування.
34. Шум. Заходи боротьби із шумом.
35. Рекультивація земель.
36. Вплив атомних електростанцій на навколишнє середовище.
37. Вплив теплоелектростанцій на навколишнє середовище.
38. Вплив гідроелектростанцій на навколишнє середовище.
39. Утилізація і використання відходів.
40. Вплив гірничого виробництва на довкілля.
41. Види та рівні моніторингу.
42. Екологічні наслідки функціонування кар'єрів.
43. Основні закони екології. Охарактеризуйте не менш десяти екологічних законів.
44. Як розрахувати максимальну концентрацію газоподібних викидів в атмосферу, що таке ефект сумації, і як він визначається?
45. Правові аспекти охорони навколишнього середовища.

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....	3
Практична робота №1. Розрахунок розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин, що містяться у викидах гірничих підприємств .....	4
Практична робота №2. Визначення раціональних параметрів відвалу за умови мінімального порушення земель .....	15
Практична робота №3. Розрахунок викидів твердих часток в атмосферу з поверхні відвалів .....	20
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	24
Додаток А. Розподіл питань для складання письмових відповідей (реферату) за варіантами .....	25
Додаток Б. Питання для виконання індивідуального завдання – письмових відповідей у вигляді реферату .....	26

**МИРОНОВА Інна Геннадіївна  
ЮРЧЕНКО Аннета Анатоліївна**

**ЕКОЛОГІЯ ГІРНИЦТВА.**

**МАТЕРІАЛИ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
до практичних робіт**

**для студентів спеціальності 184 «Гірництво»**

Друкується у авторській редакції.

Підписано до друку 15.02.2018. Формат 30x42/4.  
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,6.  
Обл.-вид. арк. 1,6. Тираж 30 прим. Зам. №745

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.