

Пашков А. П., доктор філософії, доцент кафедри екології Національний інститут «Києво-Могилянська академія», академік Міжнародної академії культури, безпеки екології та здоров'я
Єсипенко А. С., завідувач лабораторії Національний НДІ промислової безпеки та охорони праці

УДК 504.064.2:658.382.3

ПРОБЛЕМА, її стан та зв'язок з науковими і практичними завданнями. Протягом багатьох десятиліть природа, зокрема гідросфера, атмосфера та літосфера, витримує значні техногенні навантаження, спричинені негативним впливом на довкілля «господарської» діяльності підприємств. Особливо це характерно під час експлуатації гірничодобувних комплексів України, які розташовані переважно в Дніпропетровській області. За даними екологічного моніторингу і багатьох наукових досліджень стану гідроекосистеми регіону [1, 2], виявлено значне її погіршення, особливо за останні 10–15 років внаслідок безвідповідальної й безконтрольної діяльності промисловців. Згідно з даними Криворізької геологорозвідувальної експедиції у Кривому Розі площа кар'єрів становить понад 3,3 тис. га, відвалів – 5,8 тис. га, хвостосховищ – до 7,6 тис. га.

Під час експлуатації гірничодобувних комплексів України сформувався односторонній підхід до вивчення та видобутку мінеральної сировини. Наприклад, корисними копалинами Криворізького залізничного басейну є лише багаті залізні руди та залізисті кварцити, Донецького басейну – вугілля, Нікопольського басейну – марганцеві руди, Західноукраїнського сіркового регіону – сірка та ін. При цьому від 30 до 70% мінеральної маси, яка при цьому видобувається з надр і містить промислові концентрації рудогенних елементів та неметалеві корисні копалини, складаються у відвалах та хвостосховищах, створюючи надмірне техногенне навантаження на довкілля.

Разом з тим, у надрах більшості гірничодобувних регіонів зосереджено поклади багатьох видів мінеральної сировини, яка може бути корисною копалиною для інших галузей промисловості, але сьогодні її завозять у регіони з інших місць і навіть з-за кордону.

Це значно підвищує витрати підприємств, що позначається на вартості продукції і, як наслідок, на її конкурентоспроможності. Ще одна проблема сьогодення гірничодобувних регіонів полягає в тому, що більшість з них не в змозі реалізувати свою продукцію через надлишок її на внутрішньому ринку і низьку конкурентоспроможність – на зовнішньому.

Яскравим прикладом нераціонального використання мінеральних ресурсів є Криворізький залізничний басейн, який перетворено в неймовірно спотворений техногенною регіон степової України з характерним рельєфом і критичним екологічним станом довкілля. Досить промовистим є той факт, що річні обсяги вилучення з надр гірської маси тут досягли 410–480 млн т. У відвалах гірничодобувних підприємств басейну закладено понад 73 млрд т скельних розкривних порід і некондиційних залізних руд. У хвостосховищах накопичено близько 3,8 млрд т відходів збагачувальних фабрик, і щороку ця цифра збільшується на 50–70 млн т.

Хвостосховища є потужним чинником, який негативно впливає на всі елементи ландшафту: ґрунтові й підземні води, ґрунти та рослинність. Це створює умови для значного забруднення довкілля. Так, запиленість повітря на відстані 500 м від хвостосховищ становить 1,5–3,3 мг/м³ у разі швидкості повітря 4–6 м/хв та 11,7–32,4 мг/м³, якщо швидкість повітря становить 6–8 м/хв. Лише на три міста Дніпропетровщини припадає 16,5% викидів усієї країни, в тому числі на Кривий Ріг – 10,7, Дніпропетровськ і Дніпродзержинськ – по 2,9%.

Сумарне навантаження на одного мешканця Кривого Рогу – 810 кг забруднюючих речовин, що втричі перевищує показник по Дніпропетровській області та в 5,8 разів більше, ніж в цілому по Україні. До хвостосховищ щороку відкачують із шахт і кар'єрів

майже 30 млн м³ засолених вод. Таке накопичення води призвело до підтоплення території на площі до 500 км² з істотним ускладненням стану житлових і промислових комплексів. Досить сказати, що фільтраційні води хвостосховища Центрального ГЗК значно забруднюють оксидами заліза та іншими важкими металами (10–12 молей/м³) Карачунське водосховища, яке є основним джерелом водозабезпечення (до 10–15 млн м³) Кривого Рогу.

Постійно зростає забруднення довкілля спричинило погіршення стану здоров'я населення Кривого Рогу, насамперед дитячого. На кожну тисячу дітей дошкільного віку міста реєструють 1600–1700 захворювань.

Виходом з такого складного екологічного, економічного і соціального становища є комплексне і бережливе освоєння родовищ корисних копалин та поліпшення стану довкілля шляхом значного зменшення твердих відходів видобувної та переробної промисловості. Для успішної реалізації такої програми необхідно розробити науково-методичні принципи впровадження організаційних, економічних та правових заходів щодо запобігання утворенню відходів або зменшення їх обсягів шляхом утилізації чи захоронення з метою відвернення негативного впливу на довкілля та здоров'я населення.

Аналіз вивченості проблеми. Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є пріоритетний захист довкілля та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення оцілювального використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства з метою забезпечення сталого розвитку [3].

Скорочення обсягів твердих промислових відходів і, як на-

слідок, мінімізації негативного впливу їх на природне, техногенне та соціальне середовище можна досягти за рахунок впровадження основних екологічних заходів під час проєктування підприємств гірничорудного комплексу [4]. До них слід віднести, в першу чергу, такі:

- проведення підземних гірничих робіт із закладанням відпрацьованого простору, що забезпечить відсутність чи мінімізацію відчуження земель;
- селективне виїмання гірничих порід з надр та роздільне складування їх з метою подальшого застосування; особливо це стосується некондиційних руд;
- використання твердих промислових відходів для виготовлення будівельних матеріалів;
- використання хвостів гірничо-збагачувальних комплексів для одержання промислового концентрату;
- використання відпрацьованого простору кар'єрів і шахт для розміщення в ньому твердих промислових відходів.

На Інгульцькому ГЗК проведено дослідження щодо можливості використання твердих промислових відходів, зокрема «хвостів» збагачування, як будівельних матеріалів. Зразки відібрано з глибини від 0 до 20 см. Макромофолігнічні описи розрізів та відбір зразків виконано за загальноприйнятими методиками [5]. Встановлено, що на осущених ділянках хвостосховищ спонтанно формується досить своєрідний рослинний покрив, утворюються специфічні зооценози, ґрунти дуже засолені, тип засолення хлоридний або сульфатно-хлоридний. Катіонний та аніонний склад водної витяжки ґрунтів свідчить про ймовірність наявності в них таких розчинних матеріалів, як гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), галіт (NaCl), сілвін (KCl), мірабіліт ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), нахколіт (NaHCO_3), трона ($\text{Na}_2\text{HSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), карналіт ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Це означає, що на розподіл солей впливає склад порід, які використовували для утворення дамб хвостосховищ, та просторова диференціація «хвостів» збагачування. Доведено, що відходи збагачування можна використовувати як будівельний матеріал, наприклад, під час реконструкції дамб хвостосховищ.

Метою статті є підвищення якості будівництва гідротехнічних споруд першого класу за рахунок належного ущільнення «хвостів» у дамбах шляхом використання завантажених 40-тонних автосамосвалів БелАЗ 7548-А і одночасного збільшення обсягів утилізації твердих відходів збагачування залізистих кварцитів.

Виклад матеріалів дослідження. Нова ресурсозберігаюча технологія з використанням відходів виробництва за участю авторів була вперше розроблена і запроваджена під час реконструкції Мироліувського хвостосховища гірничо-збагачувального комбінату ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг», яке є гідротехнічною спорудою першого класу. Реконструкцію здійснювали до позначки +125,1 м із загальною площею «пляжу» 250 га. Для будівництва дамби обвалування, конструкцію якої наведено на рис. 1, було застосовано такі відходи виробництва:

- для упорної дамби – скельні розкривні породи;
 - для тіла дамби – відходи збагачування залізистих кварцитів.
- Основні параметри будівництва дамби обвалування наведено в таблиці 1, порядок і безпеку транспортування та укладання твердих відходів відповідно на рис. 2 і 3.

Дальність транспортування твердих скельних відходів становила 1,2–4,5 км, а відходів збагачування – до 1 км. Відходи збагачування у тіло дамби укладала за допомогою автосамосвалів КрАЗ-256 та скреперів ємністю 8 м³. Кожний укладений шарок зволювали з подальшою укладкою відповідно до будівельних норм і правил.

Оскільки під час транспортування гірничої маси утворюється до 7000 мг/с (10 кг на добу) пилу від доріг та близько 100 кг шкідливих газів в перерахунок на оксид вуглецю, то виникали

певні екологічні проблеми. Щоб забезпечити прибирання пилу на дорогах, здійснювали попередні розрахунки необхідної кількості водовозок та оптимальної відстані між пунктами їх заправлення водою за вихідними даними, наведеними в таблиці 2.

На основі цих даних розраховано, що:

1. Ймовірна площа шляхів, яку можна поливати за 1 рейс: $P_1 = L_1 \cdot L_2 = 0,01 \text{ км}^2$.
2. Площа шляхів, яку слід поливати водою: $P_2 = L_1 \cdot L_2 = 0,03 \text{ км}^2$.
3. Необхідна кількість рейсів для поливання доріг:

$$N_1 = \frac{P_2}{P_1} = 3 \text{ рейси.}$$

4. Потрібна кількість рейсів при 5-ти кратному поливанні доріг: $N_{2.1} = 5 \cdot N_1 = 15 \text{ рейсів}$
5. Витрати часу на один рейс водовозки:

$$t_1 = \frac{2L_1 \cdot 60}{15} + \frac{2L_2 \cdot 60}{25} + t = 56,9 \text{ хвилин.}$$

6. Ймовірна кількість рейсів водовозки за 11-годинну зміну:

$$N_2 = \frac{11 \cdot 60}{56,9} = 11 \text{ рейсів.}$$

7. Потрібна кількість водовозок прибирання пилу під час запровадження нової ресурсозберігаючої технології будівництва дамб з твердих відходів:

$$n = \frac{N_2}{N_1} = 1,2 \text{ машин} = 2 \text{ машини.}$$

Впровадження запропонованої технології будівництва дамби обвалування завдовжки 7,5 км з використанням промислових відходів дало можливість скоротити на 3 роки термін будівництва і забезпечило утилізацію 1,4 млн м³ скельних розкривних порід кар'єру та 1,5 млн м³ відходів збагачування безпосередньо з хвостосховища. Особливістю є те, що використання відходів збагачування безпосередньо з хвостосховища зменшило на 1,5 млн м³ його обсяг для складування нових відходів збагачування протягом більше ніж 2 років.

Наступним важливим науковометодичним принципом зниження надмірного техногенного навантаження на довкілля є впровадження технологій, пов'язаних зі складуванням розкривних порід кар'єрів в їх відпрацьований простір, тобто відбувається захоронення відходів таким чином, щоб вони не впливали шкідливо на навколишнє природне середовище

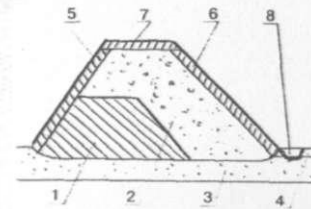


Рис. 1. Конструкція дамби Мироліувського хвостосховища до позначки +125,1 м.

1 – упорна призма дамби з відходів розкривних порід; 2 – тіло дамби з відходів збагачування; 3 – фундамент з відходів збагачування; 4 – під'їзний шлях з відходів скельних розкривних порід; 5, 6, 7 – нижній відкос, верхній відкос та поверхня дамби із відходів скельних розкривних порід; 8 – дренажний канал

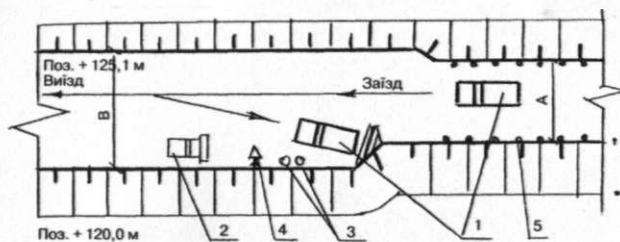


Рис. 2. Формування відкосу дамби з відходів скельних розкривних порід за допомогою автомобіля БелАЗ:

1 – автомобіль БелАЗ-7548-А; 2 – бульдозер; 3 – особи технагляду; 4 – зона розвантаження автомобіля; 5 – огорожування знаків

Таблиця 1

№ п/п	Показники	Позначення	Величина
1	Висота дамби	H	5,0 м
2	Ширина проїзної частини дамби по відходах збагачування	A	6,0 м
3	Ширина проїзної частини дамби по скельних відходах розкривних робіт	B	16,0 м
4	Мінімальний радіус розвороту автосамосвалу за слідом переднього колеса	R	10,2 м
5	Ширина охоронного валу	C	2,5 м
6	Висота охоронного валу	h	1,0 м
7	Довжина похилої частини розвантаженого майданчика	I	не менше ніж 10,7 м
8	Уклон похилої частини розвантаженого майданчика	γ	не менше ніж 3°
9	Швидкість під'їзду автосамосвалу для розвантаження твердих скельних відходів	V	5 км/год

Таблиця 2

№ п/п	Основні параметри	Позначення	Величина
1	Оптимальна відстань від пункту заправки до місця поливання	L ₁	1,9 км
2	Час заправки водозовни	t ₁	15 хв
3	Швидкість водозовни під час доставки води	V ₁	25 км/год
4	Довжина шляху, який треба поливати водою	L ₂	4,1 км
5	Оптимальна швидкість водозовни під час поливання	V ₂	15 км/год
6	Ширина смуги обробки під час поливання	L ₃	7 м
7	Довжина ділянки шляху, яку поливають за 1 рейс	L ₄	1,5 км

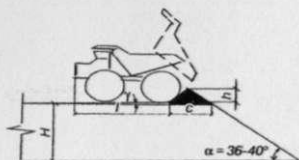


Рис. 3. Укладання відходів скельних розкривних порід під час реконструкції Мирнолітського хвостоскопця

користують для захоронення розкривних порід з кар'єру №2-біс. Глибина відпрацьованого простору досягає 300 м. Розміщують породи за допомогою екскаваторів ЕКГ-4У та ЕШ-6/45. Ширина відвальної заходки для ЕКГ-4У становить 36 м. З одного місця у межах радіуса розвантаження 22 м екскаватор складає 335 тис. м³ відходів. Для підвищення безпеки роботи ЕКГ-4У екскаватор ЕШ-6/45 з радіусом розміщення відходів 43 м розміщують попереду нього на верхньому майданчику. За такою технологією у відпрацьований простір кар'єру №1 вже розміщено близько 20 млн м³ відходів, що робить – понад 2 млн м³. Питомі витрати на складування 1 м³ таких відходів зменшено на 2,3 грн. Це дало можливість уникнути порушення майже 44 га земельних угідь. Більше того, складування відходів створює після його закінчення тери-

торію площею 17 га для дачного селища [6].

Є такий досвід і на Центральному ГЗК, де у відпрацьований простір кар'єру №2 розмістити понад 10 млн м³ твердих розкривних порід.

Як свідчать виконані дослідження та вимагають того законодавчі акти України, до основних напрямів державної політики у сфері поводження з відходами відносять такі науково-методичні принципи:

– забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів та зведення до мінімуму утворення відходів і їх небезпеки;

– обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації; забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів;

– сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного чи альтернативного використання ресурсно цінних відходів [7];

– організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на довкілля та здоров'я людини.

Для впровадження в життя зазначених принципів суб'єкти господарської діяльності у сфері поводження з відходами, які створюють небезпеку для довкілля і здоров'я людини, зобов'язані:

– мати ліцензії на здійснення такої діяльності;

– мати дозволи на будівництво та експлуатацію об'єкта поводження з небезпечними відходами;

– вести поточний облік кількості, типу, складу і властивостей відходів як утворених, так і тих, які утилізують і закорюють;

– визначати ступінь небезпеки відходів для довкілля і людей;

– подавати у встановленому порядку звітність про відходи виробництва;

– своєчасно вносити в установленому порядку плату за розміщення відходів, відшкодовувати заподіяну шкоду довкіллю, здоров'ю та майну громадян і постійно зменшувати обсяги утворення відходів.

Висновки та пропозиції

Криворіжжя, в минулому степовий регіон країни, перетворився в меймовірний спотворену техногенезом територію з характерним рельєфом і критичним екологічним станом довкілля, на якій природні ландшафти і екосистеми на 70% перетворені на

природно-техногенні та здебільшого техногенні.

Очевидно, що докорінне зменшення забруднення навколишнього середовища потребує комплексного розв'язання проблеми екологічної безпеки, зокрема шляхом:

– обов'язкового застосування черги під час розробки близько розташованих родовищ з можливістю використання відпрацьованого простору кар'єрів і шахт для захоронення твердих промислових відходів;

– посилення державного контролю за природокористуванням, додержанням вимог законодавства щодо охорони земель, підземних вод тощо.

Через 30–40 років ресурси гірничорудного басейну будуть вичерпані, і це місце може стати другим Чорнобилем.

Наведений авторами позитивний досвід поводження з промисловими відходами гірничодобувних підприємств Кривбасу підтверджує широкі можливості їх практичного використання, в тому числі для будівництва дамб хвостоскопців, доріг, рекреації відпрацьованих ділянок кар'єрів та зон, порушених підземними гірничими роботами тощо.

Література:

1. Лисий А. Ю., Місюра В. А., Риженов С. А. та ін. Комплексна еколого-гігієнічна оцінка стану навколишнього середовища та здоров'я населення Кривбасу і розроблення оздоровчих заходів // Вісник Криворізького технічного університету. – 2008. – Вип. 20. – С. 204–208.
2. Темченко А. Г., Паранько І. С. До питання про законодавче забезпечення розвитку гірничодобувних регіонів України (на прикладі Криворізького технічного університету). – 2008. – Вип. 21. – С. 3–7.
3. Закон України «Про відходи» №187/98-ВР від 5 березня 1998 р. – К., 2009. – 30 с.
4. Абрамчук В. В., Терещенко В. А. Екологічні аспекти проектування гірничорудних об'єктів на прикладі металургійних підприємств // Металургійська і гірничодобувна промисловість. – 2008. – №7. – С. 46–52.
5. Воробей Л. А. Хімічний аналіз почв. – М.: МГУ, 1998. – 271 с.
6. Риженов С. А., Ю. Козенко Г. В. Совершенствование технологии выемки и отвалобразования пород вскрыши при разработке группы железорудных карьеров // Вісник КТУ. – 2007. – Вип. 18. – С. 3–6.
7. Пашков А. П. Ресурсооберігаючі технології в гірництві: підручник з курсу лекцій. – К.: НТУУ «КПІ». – 2008. – 102 с.

Куцузова Т. Я., кандидат геологічних наук, начальник управління безпеки поводження з радіоактивними відходами та зняття з експлуатації Державний комітет ядерного регулювання України

ІЛЬКІСТЬ накопичених в Україні радіоактивних відходів (РАВ), технології поводження з ними є предметом занепокоєння громадськості, темою гострих сюжетів у ЗМІ і навіть фоном для піару політиків. Все розмаїття цих специфічних техногенних утворень можна поділити за способом утворення на такі основні групи:

- технологічні РАВ АЕС;
- РАВ від медичної, наукової й промислової діяльності (крім АЕС);
- історичні РАВ, що утворилися внаслідок реалізації колишніх військових програм;
- аварійні РАВ як наслідки Чорнобильської катастрофи.

Процес радіоактивного розпаду, як суто природне явище супроводжується випромінювання певних типів енергії (фізичні властивості), має хімічні властивості, що змінюються у часі, і токсикологічну складову стосовно живих істот. На перший погляд, захистом від його шкідливого впливу є час та відстань, а також система штучних інженерних бар'єрів, яку створює і підтримує людина, на шляху поширення радіонуклідів у навколишньому середовищі.

Позбавитися водночас всієї кількості та типів РАВ неможливо. Отже, слід забезпечити поводження з ними на всіх стадіях – від утворення до захоронення у безпечний для людини і навколишнього середовища спосіб.

На міжнародному рівні створено і підтримуються режими безпеки щодо радіоактивних відходів. Україна є однією з перших країн, що підписала й ратифікувала у 2000 р. Об'єднану конвенцію про безпеку поводження з відпрацьованим ядер-

ним паливом та безпеку поводження з радіоактивними відходами. Згідно з її положеннями кожна договірна сторона один раз на три роки подає національний звіт про стан виконання і додержання вимог Об'єднаної конвенції. Третю національну доповідь України було підготовлено та розміщено для неупередженого розгляду іншими сторонами конвенції на спеціальному сайті МАГАТЕ 10 жовтня 2008 р. На сайті Держатомрегулювання www.snrg.gov.ua можна ознайомитися з попередніми двома доповідями. Відпрацьоване ядерне паливо в Україні не визнано радіоактивними відходами і розглядається як цінна сировина для майбутніх енергетичних технологій.

Щодо існуючих сховищ РАВ, то сьогодні регулюючий орган вимагає від ліцензіатів переглянути оцінки з безпеки наявних сховищ РАВ, щоб визначити їхню відповідність сучасній нормативній базі, рекомендаціям МАГАТЕ та Міжнародної комісії з радіаційного захисту.

Технології й методології оцінки безпеки розвиваються і вдосконалюються таким чином, щоб враховувати й оцінювати вплив усіх факторів небезпеки у просторовому і часовому вимірах.

Рішення щодо закриття сховищ, перезахоронення РАВ, способів реабілітації територій, створення додаткових бар'єрів або інших компенсаційних заходів слід приймати на основі результатів переоцінки безпеки. Перебільшення загроз і розпорошення обмежених ресурсів є таким же фактором небезпеки, як і нехтування даними системних моніторингових спостережень навколо таких об'єктів.