



## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИПИНЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ КАР'ЄРІВ

**Олександр ХОХОТВА, Олена КОВАЛЬОВА**

*Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

пр. Берестейський, 37, м. Київ 03056, Україна

e-mail: [khokhotva@bigmir.net](mailto:khokhotva@bigmir.net)

З року в рік зростає обсяг видобування корисних копалин по всьому світу. За даними Організації об'єднаних націй з 1970 року видобуток ресурсів зріс більш ніж втричі; до 2060 року глобальне використання матеріалів може подвоїтися – з 92 до 190 млрд. тон. Зі зростанням видобування зростає і кількість відпрацьованих закритих шахт та кар'єрів, більшість з яких кинуті та занедбані. Для більшості країн доступних даних немає, в тому числі в Україні така статистика не ведеться [1].

Негативні вплив та наслідки від безвідповідального способу завершення видобувної діяльності будуть відчуватися значно, ніж тривала робота самого видобувного підприємства. Так, кар'єри та шахти, діяльність яких припинена без пом'якшення або ліквідації негативних чинників впливу, залишають після себе ряд екологічних наслідків.

1. Порухені землі – при розробці родовищ корисних копалин вилучаються значні площі продуктивних земель із земель сільськогосподарського та лісового призначення. В подальшому на цих землях спостерігаються незворотні зміни, такі як зниження родючості, дестабілізація ґрунтів, посилення ерозії тощо. Такі землі дуже рідко зможуть бути повернуті в первинний стан та використовуватись в іншій господарській діяльності.

2. Забруднені води. Вода є одним із ресурсів, якому найчастіше завдають шкоди покинуті шахти та кар'єри. З водою важкі метали, завислі речовини, нафтопродукти виносяться за межі власне кар'єрних робіт і знижують якість поверхневих і підземних вод. Крім хімічного забруднення вод, порушуються природні гідрогеологічні режими підземних і поверхневих водотоків, в результаті яких можуть відбуватись зневоднення великих територій, підтоплення значних площ, засолення ґрунтів, погіршення якості питних, ґрунтових і підземних вод.

3. Збільшена кількість забруднюючих речовин і відходів, що викидаються в навколишнє середовище – важких металів, сірки, азоту, вуглеводню, оксидів заліза, кремнію. Це призводить до погіршення якості повітря, води та ґрунту, завдаючи шкоди здоров'ю людей та представникам фауни.

4. Порухення локальних екосистем. Видобування часто знищує не лише рослинність, але й верхній шар ґрунту, необхідний для рекультивациі ділянки після припинення видобутку. Залишена територія є безплідною та непридатною для життя рослин і тварин. Оголений ґрунт продовжує розмиватися і виносяться з ділянки до сусідніх струмків і річок, закупорюючи русла, зменшуючи середовище проживання риби та перешкоджаючи природному потоку.

5. Відходи у вигляді промислового сміття, невіддаленого обладнання та споруд, відвали розкривних та пустих порід. Викиди забруднювачів в атмосферу, зменшення площі родючих

земель для необхідності розміщення відвалів, шламосховищ, зіпсовані ландшафти та краєвиди – це далеко не вичерпний перелік шкідливих наслідків від видобування.

Сьогодні відповідальність за припинення видобувної діяльності та за шахти і кар'єри після їх закриття частково визначається в дозвільних документах на видобування. У минулому це питання часто залишалося невизначеним, а компанії не розраховували витрати на закриття шахт та кар'єрів та на заходи із запобігання негативним екологічним наслідкам. Проте сьогодні на практиці існує кілька механізмів управління припиненням діяльності шахт та кар'єрів, навіть тоді, коли відповідні закони не передбачають чітких обов'язків по припиненню діяльності. Так, концепція сталого розвитку визнає стадію припинення видобування центральною та такою, яка впливає на всі стадії життєвого циклу шахти або кар'єра. При цьому, окрім ліквідації або пом'якшення екологічних наслідків, обов'язково беруться до уваги соціальні аспекти та фізична та хімічна безпека.

Акцент і важливість сталого розвитку у видобувній галузі було визнано Всесвітньою комісією ООН з навколишнього середовища та розвитку ще в 1987. У 2002 році Організація Об'єднаних Націй започаткувала Всесвітній саміт зі сталого розвитку (WSSD), який розглядав концепцію сталої роботи та практик у видобуванні, а також визначив потребу в підвищенні обізнаності всередині видобувної промисловості. Всесвітній саміт зі сталого розвитку визнав важливість внеску видобування корисних копалин у сталий спосіб, а саме необхідність підтримки зусиль для належного розгляду екологічних, економічних, соціальних наслідків та впливу на здоров'я людини у видобуванні корисних копалин, мінералів і металів, протягом усього їх життєвого циклу [2]. Всесвітній саміт зі сталого розвитку визначив необхідність для країн, розвиток яких залежить від видобування корисних копалин, в подальшому розвитку принципів і практики сталого розвитку.

Сталий видобуток корисних копалин означає зменшення негативного впливу процесу видобутку та наслідків видобутку на навколишнє середовище, позитивні соціальні та управлінські наслідки. Сталі видобувні підприємства практикують відповідальне управління природним середовищем, задовольняючи потреби суспільства в ресурсах сьогодні, забезпечуючи також задоволення потреб майбутніх поколінь.

Щоб зробити видобування більш стійким і більше збалансувати попит на мінеральні ресурси з потребами в мінімізації та управлінні негативними соціальним та екологічним впливом, концепція сталого розвитку в гірничодобувній галузі потребує ефективнішого функціонування. Для цього важливо мати визначення принципів сталого розвитку, які є найбільш актуальними для видобутку корисних копалин. Протягом усього строку роботи шахти чи кар'єра та навіть і після скоординовані зусилля повинні бути зосереджені на захисті навколишнього середовища, захисті прав людини та отримання максимальної вигоди від видобування. Це вимагає дотримання таких принципів, як мінімізація виснаження невідновлюваних природних ресурсів, принципу «забруднювач платить», принципу обережності, ресурсоефективності та повної оцінки екологічного впливу, участі зацікавлених сторін, прозорості і підзвітності, а також багатостороннього партнерства в суспільних інтересах.

Цілями сталого видобування має бути [3, 4]:

1. Задоволення поточних потреби соціально-економічного розвитку за умови зберігання стабільного регіонального та глобального середовища.

2. Забезпечення збалансованої соціальної та екологічної спадщини для майбутніх поколінь, розуміючи, що розробка ресурсів може мати і короткочасний вплив на екосистеми, який можна досягти й без істотної довгострокової шкоди. Однак довгостроковою метою завжди має бути мінімальний вплив на навколишнє середовище та відновлення будь-яких

дисбалансів, де це можливо. У видобувній галузі неможливо уникнути певного впливу на довкілля (рельєф поверхні, землекористування, якість води, повітря тощо).

3. Завдяки плануванню та ретельній рекультивації, а також усуненню фізичних і хімічних небезпек можна розвинути різноманітну екосистему та землекористування для сталого використання після припинення гірничих робіт. Як правило, це можна зробити з меншими витратами, якщо робити це з самого початку та одночасно з розробкою родовища.

4. Видобуток корисних копалин приносить соціальну та економічну користь, забезпечуючи робочі місця та процвітання поблизу районів видобутку та, можливо, на значно більшій території. Однак довгострокова стабільність і добробут громади після припинення видобутку вимагають ретельного планування. Суспільство має оцінити чисті переваги розвитку гірничодобувної діяльності для стабільності та процвітання громади.

5. Існують сильні моральні та економічні стимули для гірничодобувної промисловості демонструвати соціально та екологічно стійку практику. Технологічні рішення доступні, а додаткові витрати на впровадження можуть бути невеликими.

Закриття шахти – це процес. Щоб досягти успіху, слід починати з раннього планування, включати поступове планування відновлення довкілля під час видобування і завершувати остаточним виведенням з експлуатації, відновленням та поверненням земельної ділянки. Закриття кар'єрів та шахт і процеси відновлення земельних ділянок в кінцевому підсумку визначають те, що залишиться після припинення діяльності для майбутніх поколінь. Якщо вони не виконуються сплановано та ефективно, протягом усього терміну дії об'єкт може залишатися небезпечним і джерелом забруднення протягом ще багатьох років. Загальна мета закриття кар'єрів в сталій спосіб полягає в тому, щоб запобігти або звести до мінімуму наступні негативні наслідки в довгостроковій перспективі, саме екологічні, фізичні, соціальні та економічні, та створити стабільну форму рельєфу, придатну для альтернативного подальшого використання землі.

Інтегроване закриття кар'єрів/шахт було розроблено у відповідь на раніше залишені, занедбані і кинуті ділянки видобутку надр і було створено для забезпечення кращих практик та процедур при припиненні діяльності кар'єрів/шахт. Комплексний підхід до планування закриття кар'єрів/шахт спрямований на досягнення цілей сталого розвитку, що забезпечує розгляд процесу закриття та кінцеве використання земельної ділянки на початкових етапах планування та розробки родовища. Планування закриття шахт має здійснюватися поступово протягом різних етапів життєвого циклу видобувної діяльності проекту та бути повністю інтегроване у звичайний бізнес компанії і в плануванні і в щоденній діяльності.

Розуміння подальшого використання земель після закриття кар'єру впливатиме не тільки на процес закриття, але і на процес видобутку в цілому: враховується розташування відвалів розкривних порід з метою формування запланованого рельєфу після закриття кар'єру,

Для планування рельєфу традиційно використовують нетоксичні відходи видобувної діяльності – розкривні та порожні породи.

Найбільші обсяги відходів утворюються в результаті видобутку або переробки корисних копалин і включають розкривні породи, гірські відходи та хвости. Ці потоки відходів можуть містити токсичні або шкідливі речовини, такі як небезпечні важкі метали та мінерали: азбест і сурма, миш'як, кадмій, хром, мідь, свинець, марганець, ртуть і талій. Відходи гірничодобувної діяльності можуть забруднювати поверхневі води, ґрунтові води та морську воду, а також джерела харчування. Використання землі для зберігання відходів разом із забрудненням ґрунту призводить до ерозії та втрати продуктивних земель. Закриття кар'єрів передбачає ліквідацію чи депонування всіх відходів, що можуть становити небезпеку для

довкілля, та здійснення гірничо-технічної рекультивації за допомогою інертних відходів видобувної галузі.

До того моменту, коли кар'єр досягає кінця свого продуктивного терміну експлуатації, базовий контекст до видобутку, ймовірно, буде суттєво змінений через фізичні зміни, що відбулись під час експлуатації. Ці зміни можуть включати такі дії, як відведення водотоків, перерозподіл води, скидання або відкачування підземних вод для технологічного використання та/або осушення гірничих ділянок. Порожнечі (такі як котловани) і відходи розкритих та пустих порід (такі як хвостосховища та відвали) можуть суттєво впливати як на схему потоку поверхневих і підземних вод, так і на їх якість як на ділянці видобутку, так і за її межами. Документально оформлена інформація повинна служити орієнтиром для розуміння змін протягом терміну експлуатації родовища для проектування робіт із закриття.

Багато гірничодобувних компаній працюють над стратегіями зменшення впливу ризиків, пов'язаних з водою (доступність, споживання, залежність).

Управління водними ресурсами перейшло від внутрішньо зосередженого оперативного підходу до більш цілісного, який враховує ширші потреби навколишнього водозбірного басейну, його екосистему, залежні громади та інших користувачів. Таким чином, ці питання повинні становити невід'ємну частину комунікації із зацікавленими сторонами та планування заходів щодо закриття.

Управління водними ресурсами зазвичай має фізичний компонент для управління рухом води, а також взаємопов'язаний хімічний компонент для управління якістю води [5].

Закриття діяльності з управління водними ресурсами, які безпосередньо пов'язані з фізичним рухом води, включають:

- будівництво інженерних споруд для спрямування потоку води над ділянкою або її відводу навколо майданчика, включаючи водозливні канали, схили, канави та інші споруди;
- модернізацію експлуатаційних структур;
- розвиток поверхневого дренажу елементи, які контролюють ерозію за допомогою форм, аналогічних природним дренажним елементам;
- відновлення дренажних елементів, що були наявні до видобутку, таких як струмки та водотоки, видалення тимчасових водорегулюючих споруд (водопрпусні труби, придорожні канави, водовідвідні дамби), щоб відновити схеми водного потоку, які існували до видобутку;
- зміни в інфраструктурі нижче за течією з моменту початку видобутку.

Існує багато потенційних забруднювачів:

– Поживні речовини: використання стандартних вибухових речовин може залишити порожню породу із залишками азоту, що може вплинути на якість поверхневих вод. Їх може бути важко кількісно оцінити без даних про здійснення видобувної діяльності.

– Вилуговування неметалів: існує безліч неметалів, які можуть негативно впливати на якість води. Селен, ціанід і сульфати – це приклади неметалів, які можна зустріти у відходах гірничодобувної промисловості і, можливо, потребують вирішення під час управління водними ресурсами.

– Солі: підвищені концентрації солей у воді із забрудненням прісної води солоною водою можуть бути серйозною проблемою управління водними ресурсами. Деякі роботи з глибокого видобутку корисних копалин можуть вивести на поверхню солоні підземні води, і за цією водою може знадобитися контроль як під час роботи, так і під час закриття.

– Вуглеводні: видобуток копалин може призвести до виникнення зон забруднення вуглеводнями, що може вплинути на якість води.

Переважними стратегіями для запобігання проблемам забруднення вод є:

1. Обмеження впливу кисню на матеріал, що може окислюватись, щоб обмежити швидкість утворення кислоти. Це можна зробити шляхом занурення у воду (підводна утилізація) або влаштування покриття, яке обмежує потік кисню та міграцію води через систему.

2. Запобігання утворенню токсичних сполук, уникаючи контакту між реактивними матеріалами та водою.

3. Запобігання транспортуванню від джерела забруднюючих речовин до чутливих реципієнтів.

4. Нейтралізація кислих порід нейтральними або лужними матеріалами.

5. Очистка води:

- системи активного очищення включають механізовані системи та різноманітні процеси для очищення шахтної води, включаючи аерацію, нейтралізацію, осадження вмісту металу, видалення металів, хімічне осадження, мембранні процеси, іонообмін та біологічне видалення сульфатів.

- пасивні системи включають різні системи очищення, які використовують природні процеси для видалення забруднюючих речовин і працюють без живлення чи хімічних джерел. Анаеробні відновлювальні клітини, водно-болотні угіддя та реактивні канали є пасивними системами очищення.

Кінцевою стадією рекультивації порушених земель є біологічний етап рекультивації, або просто біологічна рекультивація, яка виконується після гірничотехнічної і включає заходи щодо відновлення родючості порушених земель (агротехнічні, фітомеліоративні та ін.), спрямовані на відтворення флори і фауни.

Біологічну рекультивацію здійснюють землекористувачі, яким передають землі після гірничотехнічної рекультивації за рахунок коштів підприємств, які проводили на землях гірничі роботи.

Біологічна рекультивація спрямована на повернення місць видобутку корисних копалин до економічно продуктивного використання після експлуатації. Спочатку це зазвичай означало повернення кар'єрів до сільськогосподарського або лісгосподарського використання шляхом заповнення їх відходами та покриття їх родючим верхнім шаром ґрунту. (Озера кар'єрів також можна використовувати для рекреаційних цілей, таких як риболовля, вітрильний спорт і спостереження за птахами, діяльність, яку можна поєднати зі збереженням біорізноманіття.)

Видобуток та первинна переробка корисних копалин супроводжується виділенням в атмосферне повітря значних обсягів забруднюючих речовин, що значно погіршують якість повітря в районі розташування видобувного підприємства.

Утворення пилу, ймовірно, продовжуватиметься під час заходів із закриття, таких як знесення та реабілітація. Завершення закриття майже завжди призводить до різкого зменшення або усунення багатьох потенційних джерел впливу на якість повітря, таких як вибухові роботи, рух вантажівок і переробка. Проблеми щодо якості повітря після закриття зазвичай пов'язані з утворенням пилу з хвостосховищ або інших ділянок дрібнозернистих відкладень, якщо вони не були оброблені відповідно до найкращих практик. Оскільки технології контролю утворення пилу після закриття кар'єру надійні та ефективні, зазвичай можна продемонструвати покращення якості повітря швидко після завершення закриття та обмежити тривалість моніторингу якості повітря після закриття.

Загальна мета закриття видобувної діяльності полягає в тому, щоб запобігти або звести до мінімуму несприятливі довгострокові екологічні, фізичні, соціальні та економічні наслідки, а також створити стабільну форму рельєфу, придатну для певного узгодженого наступного землекористування. Економічне обґрунтування планування завчасного та детального закриття виходить із включення стратегічного планування управління навколишнім середовищем в

процесі припинення у планування діяльності кар'єра. Це дає можливість максимізувати ефективність у розподілі експлуатаційних ресурсів і поводженні з матеріалами, мінімізувати сліди забруднень і використовувати цінні поверхневі та підземні води екологічно ефективним способом.

**Література:**

1. D.H. Garcia. Overview of international mine closure guidelines, URL [https://dxi97tvbmhbca.cloudfront.net/upload/user/image/DGarcia\\_InternationalMineClosureGuidelines\\_200820191128185345790.pdf](https://dxi97tvbmhbca.cloudfront.net/upload/user/image/DGarcia_InternationalMineClosureGuidelines_200820191128185345790.pdf)
2. B. Smith, Mining for Closure. Sustainable Mine Practices, Rehabilitation and Integrated Mine Closure Planning, URL [https://autodocbox.com/68136686-Electric\\_Vehicle/Considerations-and-recommendations-in-mine-closure-policy-in-papua-new-guinea.html](https://autodocbox.com/68136686-Electric_Vehicle/Considerations-and-recommendations-in-mine-closure-policy-in-papua-new-guinea.html) (дата звернення 13.11.2023).
3. J. Dubiński. Sustainable Development of Mining Mineral Resources, J. Sustain. Min., Vol. 12, No 1, pp. 1-6, 2013, doi: 10.7424/jsm130102.
4. Цілі сталого розвитку: Україна. Національна доповідь, Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 174 с., 2017.
5. Integrated Mine Closure: Good Practice Guide, Integrated Mine Closure: Good Practice Guide, 137 p., 2019, URL [https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2019/guidance\\_integrated-mine-closure.pdf?cb=60008](https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/environmental-stewardship/2019/guidance_integrated-mine-closure.pdf?cb=60008)