

УДК 553.045

doi <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.26-30>

О. В. ПЛОТНИКОВ, д-р геол. наук, професор (Криворізький національний університет), magnetit@meta.ua,
М. М. КУРИЛО, канд. геол. наук, доцент (Київський національний університет ім. Тараса Шевченка), kurilo@mail.univ.kiev.ua,
С. К. КОШАРНА, аспірантка (Київський національний університет ім. Тараса Шевченка), sofia.kosharna@ukr.net

O. V. PLOTNIKOV, D. Sc. in geology, professor (National university of Kryvyi Rih), magnetit@meta.ua,
M. M. KURYLO, Ph. D. in geology, assistant professor (Taras Shevchenko national university of Kyiv), kurilo@mail.univ.kiev.ua,
S. K. KOSHARNA, Ph. D. student (Taras Shevchenko national university of Kyiv), sofia.kosharna@ukr.net

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ВИСНАЖЕНОСТІ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОСТЛІКВІДАЦІЙНИХ РОБІТ

DEPLETION EXTENT ESTIMATION OF IRON ORE DEPOSITS WITH THE AIM OF FORECASTING POST-LIQUIDATION WORKS

Висвітлено проблеми процесів виснаження надр на прикладі залізрудних родовищ Кривбасу. Запропоновано методіку прогнозування витрат на постліквідаційне освоєння ліцензійних ділянок, що ґрунтується на досвіді європейських країн. Об'єктами вивчення обрано родовища Кривбасу різних промислових типів, для яких максимально проявляються ознаки окремих стадій освоєння та виснаження надр. Валявкінське родовище магнетитових залізистих кварцитів характеризується інтенсифікацією обсягів видобутку й небезпечних змін геологічного середовища. Кар'єр Південний із запасами раніше втрачених багатих руд має більшість ознак етапу виснаження з пролонгацією видобутку в ускладнених гірничотехнічних умовах. Зіставлено еколого-геологічні та геолого-економічні показники інтенсивної експлуатації родовищ корисних копалин і наведено формули обчислення екологічних витрат на об'єктах.

Ключові слова: родовища залізних руд, виснаження запасів, етапи освоєння надр, постліквідаційні роботи.

The problems of underground exhaustion processes on the example of iron ore deposits of Kryvbas are studied. As objects Kryvbas deposits of different geological and mining types were selected. The methodology for forecasting of the costs for post-liquidation development of licensed areas, which is based on the experience of European countries has been proposed. These ones are with the most evident signs of intensive development and exhaustion of mineral resources. Valiavkinske Banded Iron Formation deposit is characterized by extraction intensification and dangerous changes of geological environment. The Pivdennyi Quarry with reserves of previously lost rich ores has most of exhaustion phase signs with prolongation of extraction in complicated mining conditions. The ecological-geological and geological-economic indicators of intensive exploitation of mineral deposits are compared and formulas for environmental costs calculations on objects are given.

Keywords: iron ore deposits, depletion of reserves, stages of mineral resources development, post-liquidation works.

Вступ. Гірничодобувні регіони України внаслідок тривалого використання мінерально-сировинної бази нині є об'єктами прояву процесів виснаження надр, що полягають у погіршенні якості корисних копалин, ускладненні гірничо-геологічних умов експлуатації, техногенних змінах геологічного середовища та суттєвому порушенні стану навколишнього середовища (НС). У праці [4] автори визначили етапи освоєння надр і характерні зміни економічних та екологічних показників стану мінерально-сировинної бази. Визначати ступінь освоєння й виснаження для окремих регіонів пропонуємо за комплексом показників: співвідношення прогнозних і перспективних ресурсів до запасів, підготовлених до освоєння; витрати на охорону НС; стійкість геологічного середовища; показники техногенних змін геологічного середовища та асиміляційного потенціалу. За співвідношенням запропонованих показників виділяють: I – етап геологічного вивчення надр; II – етап інтенсивного використання; III – етап виснаження.

Аналіз останніх досліджень та виділення не вирішених раніше проблем. Геолого-екологічні та геолого-економічні проблеми інтенсивного освоєння надр гірничодобувних регіонів є досить актуальними. Свого часу їх досліджували Г. І. Рудько, Є. О. Яковлев, М. М. Коржнев, але зазвичай розглядали окремо екологічний та економічний складники.

У монографіях [1, 6] розглянуто ресурсний потенціал геологічного середовища та екологічну безпеку техноприродних геосистем, викладено методологічні аспекти впливу інтенсивного використання надр на геологічне й суміжне середовища гірничодобувних районів. У праці [5] викладено концептуальні засади реструктуризації мінерально-сировинної бази України та її інформаційного забезпечення на рівні організації системи моніторингу мінерально-сировинних ресурсів і стану НС. В усіх згаданих дослідженнях об'єктом вивчення є великі промислові регіони з тривалою історією розвитку гірничодобувного комплексу, а отже має бути передбачено чималі обсяги постліквідаційних робіт, призначені для нівелювання наслідків негативного впливу на НС.

Об'єктом цього дослідження вибрано Валявкінське родовище залізистих кварцитів та кар'єр Південний із запасами багатих руд, які є прикладами інтенсивного розвитку небезпечних змін геологічного середовища та потреби завчасного прогнозування подальшого освоєння ліцензійних ділянок.

Метою статті є визначення етапів використання надр на прикладі залізрудних родовищ Кривбасу з огляду на геолого-економічні та екологічні показники й внесення пропозиції щодо методики економічного прогнозування компенсаційної діяльності по завершенні робіт на родовищі з його подальшою консервацією чи ліквідацією.

Виклад основного матеріалу. Об'єктами вивчення вибрано родовища Кривбасу різних промислових типів, для яких максимально проявляються ознаки окремих стадій освоєння та виснаження надр:

1) Валявкінське родовище магнетитових залізистих кварцитів характеризується інтенсифікацією обсягів видобутку й небезпечних змін геологічного середовища;

2) Кар'єр Південний, із запасами раніше втрачених багатих руд, має більшість ознак етапу виснаження з пролонгацією видобутку в ускладнених гірничотехнічних умовах.

Валявкінське родовище розробляють з 1972 року, нині – ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” кар'єром № 3. Означений об'єкт розміщений у південній частині Криворізького залізорудного басейну на відстані 8–10 км на південь від центру м. Кривий Ріг. У геолого-структурному сенсі родовище залягає в південній частині Криворізько-Кременчуцької шовної зони УЩ і приурочене до західного крила Західноінгулецької синкліналі. У геологічній будові родовища бере участь стратифікований комплекс метаосадових порід криворізької серії і осадових відкладів кайнозою. Нестратифіковані утворення на родовищі представлені діабазовою дайкою неопротерозойського дайкового комплексу габро-діабазів (βPR₃) [2].

Перший комплекс оцінювальних показників для визначення етапів виснаження надр – геолого-економічний (ресурсний). Простеживши статистичні особливості змін параметрів досліджуваних родовищ із плином часу (з моменту початку їхнього розроблення й донині), було окреслено низку закономірностей, характерних для описаних раніше етапів інтенсивного використання та виснаження надр.

Ресурсну базу Валявкінського родовища утворюють магнетитові й окиснені кварцити. За темпами відпрацювання перших у межах кар'єрного поля помітне досить різке зменшення кількості запасів за перші 30 років експлуатації, що змінилося планомірними темпами розроблення, яке проте щорічно зменшує обсяги підрахованих балансових запасів на кілька десятків мільйонів тонн. За умови продовження робіт такими темпами, без суттєвих перевищень середнього показника – 14,2 млн т/рік, обсяги корисної копалини будуть вичерпані за 24 роки.

Це прогнозування також ґрунтується на від'ємній динаміці коефіцієнта можливих приростів запасів корисної копалини (рис. 1), яка фіксується, починаючи з 2012 року. Планомірний же приріст, що відбувався до цього, зумовлений дорозвідкою, яка мала місце на ліцензійній площі, але поза проектним контуром кар'єру.

Означений прогностичний часовий проміжок можливої експлуатації може бути подовжений завдяки обсягам окиснених кварцитів, запаси яких на 2016 рік оцінено в 727,2 млн т, але промислове значення яких дуже залежить від технологічних і кон'юнктурних чинників.

Наступним параметром, який яскраво ілюструє етапну належність родовища, є зміни в стійкості його геологічного середовища. Відомо, що ще на етапах геологічного вивчення встановлено характерну сильну тріщинуватість гірського масиву родовища (особливо 4-ого й 5-ого горизонтів), тобто геологічне середовище вже не було призначене для потужного й довготривалого впливу без суттєвих наслідків. Нинішня ситуація це повністю засвідчує, оскільки внаслідок інтенсивного видобування масив став вирізатися високим рівнем порушеності порід. На родовищі відбувається повне поглинання промивальних рідин і регулярне обвалення стінок свердловин, що не може не позначитися на робочому процесі.

Зважаючи на окреслене, а також складність геологічної будови та наявність рудних покладів з мінливими потужностями, але порівняно витриманої якості, родовище доцільно зарахувати до 2-ої групи. Аналіз змін розмірів та глибин родовища за весь час розроблення й експлуатації також зазнав деяких змін (табл. 1).

Кар'єр Південний є специфічним об'єктом прояву процесів виснаження надр, який детально вивчали та розробляли тривалий період. Підземну розробку покладів багатих залізних руд проводили в 1950 роках ХХ століття. Відкритим способом на кар'єрі Південний видобували раніше втрачені багаті залізні руди, які першочергово були відпрацьовані підземним способом. З 2001 року кар'єр передано до складу шахтоуправління з підземного видобутку руди КДГМК “Криворіжсталь”, нині ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг”.

Видобуток мартизових і гематит-мартизових руд у межах родовища здійснювало шахтоуправління з підземного видобутку руди. Гірничі роботи проводили на глибині горизонтів 955–1045 м. Проектна річна потужність з видобутку

Таблиця 1. Зміни розмірів і глибин родовища за весь час розроблення та експлуатації

Рік	Глибина, м	По поверхні		По дну кар'єру	
		Довжина	Ширина	Довжина	Ширина
1969	291–505,4	2350	1800–2000	2000	200–700
1999		2200	1800	600–650	100–1300
2016		2200	1450	800–1000	350–300



Рис. 1. Зміна коефіцієнта можливого приросту запасів корисної копалини за період експлуатації Валявкінського родовища

руди становить 250 тис. тонн. Протяжність наявного кар'єру – 1300 м, ширина – 700 м, глибина – 150 м (горизонт-84). Після видобутку частини втрачених руд у 2015–2016 рр. було прийняте рішення щодо зарахування решти об'ємів корисної копалини до позабалансових через недоцільність її подальшого розроблення. У теперішній час інший надкористувач (ТОВ “Рудомайн”) планує і далі видобувати цей різновид руди з вмістом $Fe_{\text{зар}} = 54\%$ [3].

Корисна копалина в межах кар'єру представлена раніше втраченими або залишеними у надрах під час підземного способу розроблення родовища багатими залізними рудами п'ятого залізного горизонту саксаганської світи з мінімальним вмістом заліза 48%. Поширення багатих залізними руд має край неоднорідний характер. Добувні підземні гірничі роботи проводили методом поверхового обвалення виробленого простору, унаслідок чого в зоні зрушення розвинуті процеси просідання та зсуву порід, що локалізовані як у місцях безпосереднього видобутку корисної копалини, так і у всьому боці рудних покладів. Характерним є суттєве “просідання” глибини залягання верхнього контакту залізного горизонту, що відрізняється від глибини залягання під час первинного розроблення. Унаслідок у всьому боці рудних покладів розвинуті смуги воронок обвалювання, тераси просідання й тріщини заввишки до 5–10 м, а в лежачому боці утворилася зона зсувів по напластуванню, в якій приконтрактова сланцева товща зсунута в напрямку падіння рудних покладів. Великий об'єм глинистого матеріалу призводить до неабиякого зменшення вмісту заліза в сировині. За складністю геологічної будови й витриманістю якісних показників корисної копалини ділянка запасів п'ятого залізного горизонту була зарахована до родовищ надскладної геологічної будови 4-ої групи відповідно до Класифікації запасів і ресурсів.

Специфікою цього об'єкта є безпосередня робота з наслідками системних валових обвалень породного масиву, які мали місце впродовж періоду розроблення родовища підземним способом, що призвело до збільшення експлуатаційних витрат до 40%. І як наслідок – вагомий відсоток багатих руд не був добутий, оскільки технічно це було неможливим.

Попри те, що Південний кар'єр становить інтерес не лише можливістю видобутку раніше втрачених руд, але й наявністю бідних залізними руд, можливість отримання якісної агло-руди суттєво збільшує стимул розробляти саме перші. Так, за 40 років з моменту введення кар'єру в експлуатацію обсяги багатих руд зменшилися в кілька десятків разів, що свідчить про тривалі інтенсивні роботи в цьому напрямі впродовж усього часу. За останні роки ставлення підприємств до можливості безпосереднього видобутку цієї руди було дещо неоднозначним. Проте за умови втілення в життя бізнес-плану можливого розроблення, який представило ТОВ “Рудомайн”, робота з видобутку цих руд попри їхню найменшу залишкову кількість триватиме ще найближчі 14 років.

Неможливість пролонгації цього часового проміжку пов'язується з фактично нульовими значеннями коефіцієнта можливого приросту запасів, який зафіксовано на родовищі. Цей факт пояснюється чітким прив'язуванням до колишніх підземних виробок, що нівелює можливість збільшення визначених коефіцієнтів та відповідно життєвого циклу об'єкта.

На досліджуваному родовищі також зафіксовано зміни в стійкості геологічного середовища. Скельні вмісні породи ще до початку розроблення характеризувалися достатньо інтенсивною тріщинуватістю, у подальшому з кожним роком у процесі розроблення родовища в них утворювалося все більше техногенних тріщин. Такі зміни

були спровоковані раніше проведенням підземним розробленням, а нині це спричинює дуже швидку інфільтрацію атмосферних опадів по всій площі кар'єру, що також впливає на процес гірничих робіт.

Стан асиміляційного потенціалу територій досліджуваних родовищ також зазнав суттєвих змін. Так, техногенні ландшафти навколо Валявкінського родовища, основними елементами якого є зона обвалення шахти ім. Валявко-Північна, брак ґрунтового покриву, сильне забруднення “збережених ділянок” скельними породами та іншими техногенними відходами, активне запилювання повітряного середовища, – уже не підпорядковуються тим об'ємам порушеності НС, які здатні самовідновитися природним чином. Так само як і зміни рельєфу земної поверхні зумовлені розробленням кар'єру Південний та пов'язаним із цим відвалоутвореннями, воронкоутвореннями та іншими явищами.

З огляду на порівняно невеликі прогностичні терміни дальшого освоєння (24 та 14 років) обох досліджуваних криворізьких об'єктів доцільним є прогнозування подальшого освоєння ліцензійних ділянок, зокрема по завершенні всіх гірничих робіт. Невід'ємною частиною цього процесу є усунення наслідків гірничодобувної діяльності стосовно НС, що супроводжується низкою рекультиваційних заходів, спрямованих на відновлення всіх його складників.

Попри те, що надкористувачі досліджуваних криворізьких об'єктів демонструють украй раціональний підхід до цієї проблеми через утілення більшої частини екологічно спрямованих заходів паралельно з гірничодобувними роботами (табл. 2), питання щодо компенсаційної діяльності по їхньому завершенні та консервації чи ліквідації родовища потребує завчасного економічного прогнозування.

Практична нерозвиненість алгоритму дій для вирішення цього завдання в Україні нарівні з визначеними в Стратегії національної безпеки пріоритетами гарантування екологічної безпеки [7] потребує дослідження способів свого вдосконалення та ймовірно часткового використання європейського досвіду, зважаючи на українські реалії гірничодобувної промисловості.

Найвпливовіші підходи до розв'язання означеного питання на сьогоднішній день діють в Австрії, Німеччині та Швейцарії, хоча за останні роки робота в цьому напрямі стала жвавішою і в інших країнах Європейського Союзу. Орієнтуючись на країни, що вступили до ЄС порівняно недавно (2004), зокрема на сусідню Словацьку Республіку, її досвід з постліквідаційного освоєння ліцензійних ділянок, на яких відбувався видобуток корисних копалин, вбачаємо доцільним для використання.

Під час вивчення особливостей проведення гірничодобувних робіт у Словаччині було встановлено, що завершення добувної діяльності супроводжується жорстким контролем, а саме 5-річним моніторингом площ, що зазнали впливу внаслідок гірничих робіт. Цей метод визнано найефективнішим щодо територій, на яких проводили(ять) роботи з видобутку корисної копалини і які розміщені безпосередньо поруч із населеними пунктами. Останнє потребує можливості миттєвого втручання в процес відновлення складників довкілля та використання відповідних методів реабілітації території для захисту населення, що також узгоджується з умовами досліджуваних криворізьких об'єктів.

До переліку заходів, передбачених моніторингом, уходять такі: відбирання зразків зондами у свердловинах і поверхневих ґрунтових покривах, проб підземних і поверхневих вод,

Таблиця 2. Поточні рекультиваційні заходи, передбачені на Валявкінському родовищі (к-р № 3) і Південному кар’єрі

Об’єкт	Геологічне середовище та ґрунтовий покрив		Водне середовище		Повітряне середовище	
	2001	2015	2001	2015–2016	2001	2015
Валявкінське родовище	<ul style="list-style-type: none"> – Здійснення рекультиваційних робіт на відсипних відвалах і наповнених хвостосховищах. – Укладання потенційно родючих ґрунтів потужністю до 1м на поверхні берм кожного ярусу з досягненням їхнього проектного положення. – Перекриття наповнених частин хвостосховищ суглинками й чорноземом потужністю 1м. – Запобігання розвитку ерозійних процесів на відновлених гірничотехнічною й біологічною рекультивацією землях. Швидке створення на рекультиваційних поверхнях лісових насаджень і сівба травосумішей з багаторічних трав 	<ul style="list-style-type: none"> – На території кар’єру ґрунтовий покрив знято й зарезервовано у бортах для подальшого використання під час рекультивації порушених земель та для підвищення якості малопродуктивних земель. – Скельні розкритві породи використовують для будівництва дамб обвалоутворення хвостосховищ. – Нанесення під час рекультивації на розкритві та вмщувальні породи шару потенційно родючих порід 	<ul style="list-style-type: none"> – Використання пристрою оборотного водопостачання кар’єру з максимальним використанням кар’єрних вод для зрошення гірської маси й поливу доріг у суху пору року. – Механічне очищення виробничих, дощових і талих стічних вод, що спрямовуються в ставок-накопичувач 	<ul style="list-style-type: none"> – Використання кар’єрних вод для виробничих потреб кар’єру, що дає змогу уникнути споживання води з річки Інгулець на виробничі потреби. – Передання кар’єрних вод у хвостосховища для використання у зворотних циклах збагачувальних фабрик 	<ul style="list-style-type: none"> – Зрошення (двічі на добу) водою гірської маси під час проведення робіт з добування, навантаження й перевантаження породи та будівництва внутрішньокар’єрних доріг. – Утримання хвостосховищ покритими водою, засадження очеретом та іншими рослинами, що швидко розростаються, для зменшення обсягів перенесення пилу від сухого шламу 	<ul style="list-style-type: none"> – Зрошення гірської маси в екскаваторних забоях, автошляхів за допомогою поливо-зрошувальних машин, неробочих уступів кар’єру та прилеглих площ, блока перед вибухом, а також поверхні відвалів зв’язувальними пилемульсіями. – Використання повітряно-водної суміші під час буріння свердловин. – Дегазація зруйнованого блока за допомогою поливо-зрошувальних машин. – Облаштування машин і механізмів з двигунами внутрішнього згорання приладами для очищення вихлопних газів
Південний кар’єр	<p>2013–2016</p> <ul style="list-style-type: none"> – Перед бурінням свердловин з майданчиків під циркуляційну систему знімається шар ґрунту і складається окремо. – Організація збирання та інших операцій з утилізації промислових і побутових відходів. – У міру накопичення тверді побутові відходи (ТПВ) передають спеціалізованому підприємству для захоронення на міському полігоні ТПВ. – Усі розкритві породи використовують для рекультивації відвалів і зони провалів від підземних гірничих робіт. – До гл. 130 м передбачено біологічну рекультивацію. – Після завершення буріння свердловин ділянку робіт розчищають від брухту, виробничого й побутового сміття, ґрунтовий шар відновлюють 		<p>2013–2016</p> <ul style="list-style-type: none"> – Оброблення промивальної рідини реагентами на глинозаводі, де є надійна гідроізоляція відстійників. – Транспортування промивальної рідини, реагентів, генно-модифікованих мікроорганізмів для запобігання розлиттю здійснюється в закритих ємностях 		<p>2013–2016</p> <ul style="list-style-type: none"> – Передбачений комплекс заходів зі зниження рівня викидів пилу під час технологічних процесів, які охоплюють зрошення водою екскаваторних забойів, відкосів уступів відвалів та проїзної частини технологічних автодоріг, зменшення пилу під час буріння вибухових свердловин, забезпечення гідрозабивання вибухових свердловин 	

моніторинг свердловинами стану підземних вод, лабораторні роботи з ґрунтами, підземними й поверхневими водами, польові вимірювання основних параметрів водних режимів, геодезичні роботи, а також проектування, керування та оцінювання ризиків для НС.

Потреба оцінки ступеня екологічного навантаження, що становить ризик для території, є одним з пріоритетних напрямів діяльності по завершенні гірничодобувних робіт на родовищі. Зважаючи, що її результати тісно пов’язані з обсягами та напрямками подальшої компенсаційної діяльності, прогнозування витрат на екологічно спрямоване освоєння порушених ліцензійних площ є актуальним. З досвіду Словаччини впливає, що завчасне прогнозування потрібних вливань інвестиційних потоків у такого роду контроль набагато спрощує подальше проведення робіт та збільшує ймовірність запобігання виникненню екологічних небез-

пек. Спрогнозувати витрати на моніторинг площ Валявкінського родовища (кар’єр № 3) та Південного кар’єру по завершенні їхнього фактичного життєвого циклу можна використовуючи середньозважені вартості моніторингу, який проводять інвестори на словацьких об’єктах в аналогічних стадіях освоєння надр.

Висновки. Результатами проведених досліджень стало можливим таке:

1. Зарахування досліджуваних криворізьких об’єктів до різних стадій освоєння надр (рис. 2).

Валявкінське родовище на сьогоднішній день доцільно зарахувати до етапу інтенсивного використання надр, позаяк це засвідчують:

- різке зменшення кількості запасів на родовищі;
- від’ємна динаміка коефіцієнта можливих природствів запасів корисної копалини за останні роки;

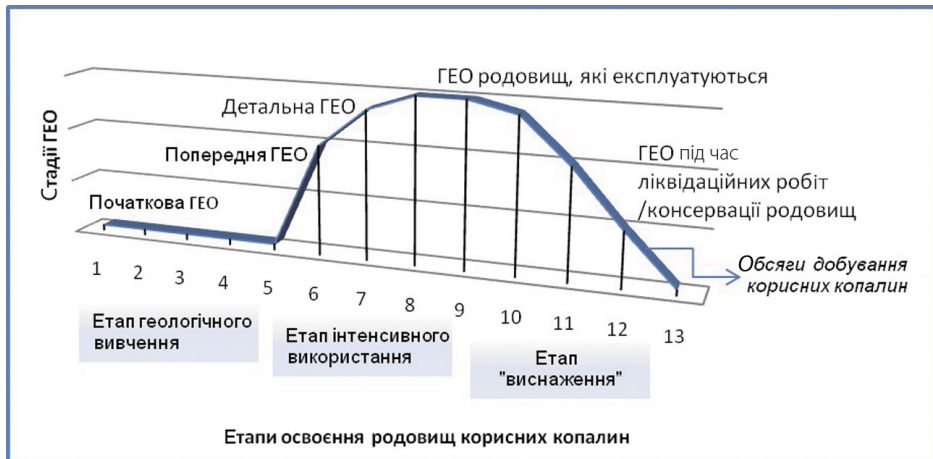


Рис. 2. Належність досліджуваних об'єктів до різних стадій освоєння надр

Цифрами позначено основні етапи освоєння родовища корисних копалин: геолого-знімальні роботи; 2 – пошукові та пошуково-оцінювальні роботи; 3 – розвідка родовищ корисних копалин; 4 – проектування гірничодобувного підприємства; 5 – будівництво підприємства; 6–7 – нарощування обсягів видобування корисних копалин; 8–9 – період стабільного максимального видобутку; 10 – зменшення обсягів видобутку та вичерпання запасів корисних копалин; 11 – припинення добувної діяльності, ліквідаційні роботи або консервація; 12 – освоєння техногенних родовищ; 13 – альтернативне використання техногенних об'єктів

– суттєві зміни в стійкості геологічного середовища родовища та його околиць;
– перевищення об'ємів порушеності НС, які здатні самовідновитися природним чином.

Південний кар'єр також є унікальним за своєю природою, і хоч належить до етапу виснаження надр, він усе ще передбачає подальше розроблення. Належність об'єкта до означеного етапу обґрунтована не лише суттєвим зменшенням багатих руд, але й відчутними змінами в стійкості геологічного середовища на об'єкті, що й без того має підвищений рівень складності, нульовими значеннями коефіцієнтів можливого приросту запасів і так само, як і на Валявкінському родовищі, перевищенням можливостей асиміляційного потенціалу.

Можливість пролонгації промислового розроблення зумовлена двома чинниками, перший з яких пов'язаний з високими якісними характеристиками руди, другий – з можливістю відкритого способу відпрацювання. І оскільки на етапі інтенсивного використання та виснаження саме екологічні показники можуть виступити граничними умовами для скорочення видобутку, спричинити передчасне припинення експлуатації через повну консервацію, ми вважаємо за доцільне проаналізувати стан НС не лише безпосередньо поруч із гірничими об'єктами, але й усього району, частину впливу на який справляють і досліджувані родовища.

2. Підтвердження можливості суттєво зменшувати обсяги капіталовкладень у постліквідаційний період родовищ, коли видобуток уже припинено, але є потреба ліквідації усіх завданих НС збитків. Проведення робіт з початку першої третини етапу інтенсивного використання надр сприяє сповільненню ускладнення гірничотехнічних умов, які формально виражаються в змінах не лише глибини відпрацювання родовищ, але й фізико-механічних властивостей самого масиву. За умови втілення хоча б 65–70 % робіт, вартість яких фіксується в кошторисі екологічних витрат на родовищі, по завершенні гірничодобувної активності потрібні обсяги інвестицій будуть суттєво нижчими за ті, що матимуть місце на родовищах, де активне інвестування в екологічний складник мало місце здебільшого на етапі виснаження надр.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рудько Г.І. Конструктивна геоecologia: наукові основи та практичні втілення/Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Київ: Маклаут, 2008. – 320 с.
2. Геолого-економічна оцінка Валявкінського родовища (кар'єр №3) ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” (станом на 01.01.15); кер. Е. С. Василенко – Кривий Ріг, 2015.

3. Геолого-економічна оцінка запасів залізорудної сировини кар'єру “Південний” ШУ з підземного видобутку руди (на правах шахт) гірничого департаменту ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг”; кер. О. В. Плотніков – Кривий Ріг, 2013.

4. Коржнев М. М., Мищенко В. С., Шестопалов В. М., Яковлев Є. О. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничодобувних регіонів України. – Київ: РВПС України, 2000. – 75 с.

5. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення/за ред. С. О. Довгого. – К., 2007. – 347 с.

6. Рудько Г.І. Ресурси геологічного середовища та екологічна безпека техноприродних систем. – К., 2006. – 480 с.

7. Указ Президента України Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 6 травня 2015 року “Про Стратегію національної безпеки України”. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/287/2015/para7#n7>

REFERENCES

1. Rudko G. I., Adamenko O. M. Constructive geocology: Scientific Fundamentals and Practical Use. – Kyiv: Maklout, 2008. – 320 p. (In Ukrainian).

2. Geological and economic estimation of Valiavkinske deposit (quarry №3) PJSC ArcelorMittal Kryvyi Rih (01.01.15); adm. E. S. Vasylenko – Kryvyi Rih, 2015. (In Ukrainian).

3. Geological and economic estimation of iron ore reserves on the Pivdennyi Quarry from underground ore extraction (on the rights of mines) of the mining department of PJSC ArcelorMittal Kryvyi Rih; adm. O. V. Plotnikov – Kryvyi Rih, 2013. (In Ukrainian).

4. Korzhnev M. M., Mishchenko V. S., Shestopalov V. M., Yakovliev Ye. O. Conceptual bases of the Ukrainian mining regions environment improvement. – Kyiv: RVPS Ukraine, 2000. – 75 p. (In Ukrainian).

5. Restructuring of Ukraine's mineral-raw materials base and its information supply/edited by S. O. Dovhyi. – Kyiv, 2007. – 347 p. (In Ukrainian).

6. Rudko G. I. Resources of the geological environment and ecological safety of techno-natural systems. – Kyiv, 2006. – 480 p. (In Ukrainian).

7. Decree of the President of Ukraine On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated May 6, 2015 “On the Strategy of National Security of Ukraine”. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/287/2015/para7#n7> (In Ukrainian).

Рукопис отримано 27.11.2018.