

Григор'єв Ю.І.

(ДП «ДПІ «Кривбаспроект»)

**АНАЛІЗ ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ І МЕТОДОЛОГІЇ ОЦІНКИ СУМІСНОЇ
КОМПЛЕКСНОЇ РОЗРОБКИ ТЕХНОГЕННИХ І ГЕОГЕННИХ РОДОВИЩ**

Григорьев Ю.И.

(ГП «ГПИ «Кривбаспроект»)

**АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ
СОВМЕСТНОЙ КОМПЛЕКСНОЙ РАЗРБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ И
ГЕОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Grygoriev Yu.I.

(SE «SPI «Krivbassproekt»)

**ANALYSIS OF THEORY AND METHODOLOGY FOR EVALUATING
COMBINED MAN-MADE AND NATURAL DEPOSITS MINING**

Анотація. Розглянуто стан комплексного освоєння родовищ Криворізького залізорудного басейну. Виділено можливі джерела формування техногенних родовищ залізо-переробної гірничо-металургійної галузі та основні напрями комплексного освоєння родовищ. Виконано ґрунтовний аналіз основних критеріїв оцінки проектних рішень для умов сумісної розробки техногенних і природних родовищ, зокрема мінімальний промисловий вміст корисного компоненту, коефіцієнт кондиційності, коефіцієнт витратності і коефіцієнт розкриття, показаний їх аналітичний взаємозв'язок.

Виявлено, що головні параметри відкритих гірничих робіт при сумісній комплексній розробці техногенних і геогенних родовищ пов'язані мінімальним промисловим вмістом корисного компоненту.

Отримані результати є теоретичною базою до вдосконалення методики визначення головних параметрів відкритої розробки при комплексному освоєнні родовищ.

Ключові слова: комплексне освоєння родовищ, техногенне родовище, геогенне родовище, критерій оцінки.

Вступ. Закон України «Про надра» [1] серед основних принципів політики у сфері користування надрами спонукає користувачів надр до «раціонального, комплексного використання надр ... забезпечувати безпеку навколишнього природного середовища». В Законі України «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України до 2030 року» [2] серед шляхів розв'язання існуючих економічних проблем значиться «впровадження раціональних способів розробки комплексних родовищ і вилучення супутніх компонентів» як одного з основних кроків.

Тенденція до слідування даним принципам обумовлена тим, що виробничі потужності і терміни дії гірничих підприємств прямо залежні від кількості запасів корисних копалин і умов їх залягання.

Ця особливість визначає екстенсивний характер структури капітальних вкладень у розвиток гірничодобувної галузі. Вплинути на цю ситуацію можна шляхом переходу на комплексне освоєння родовищ. Подібний підхід у веденні гірничих робіт забезпечить істотне зниження питомих капітальних витрат і підвищить фондівдачу гірничодобувних підприємств [3].

Для умов Криворізького залізорудного басейну, що є сировинною базою для одного з найпотужніших гірничодобувних комплексів і впевнено входить до четвірки найбільших гірничодобувних регіонів світу, питання комплексного освоєння родовищ набуває все більшої значущості. За різними оцінками, у Криворізькому басейні накопичено близько 8 млрд. т промислових відходів, а щорічний економічний збиток від забруднення навколишнього середовища оцінюється в 300 млн. доларів. При цьому близько 60% обсягів відвалів гірничодобувних підприємств, 20% лежалих хвостів збагачувальних фабрик і в повній кількості відходи металургійної переробки гірничо-металургійного комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг» представляють собою залізорудну сировину з показниками, що висуваються збагачувальними підприємствами [4].

Теоретична частина. Аналіз наукових робіт по даному напрямку і досвід роботи найбільших вітчизняних і зарубіжних кар'єрів свідчать, що на головні параметри відкритої розробки головним чином впливають характер поширення руд за кількістю та якістю в межах кар'єрного поля. Тому на етапі створення проекту освоєння родовища повинна проводитися оптимізація геометричних параметрів кар'єра з метою встановлення оптимальних параметрів відкритих гірничих робіт за обраним критерієм оптимізації з урахуванням реальних умов залягання родовища і якісного складу руд. В основі оптимізації розвитку гірничих робіт повинна лежати умова найбільш повного вилучення корисної копалини в необхідній якості і кількості при мінімальних витратах на розробку.

Принцип оптимізації параметрів відкритих гірничих робіт передусім базується на встановленні кондицій на мінеральну сировину в конкретних географічних, гірничо-геологічних та економіко-екологічних умовах.

Загальновідомо, що кондиції відображають вимоги промисловості до якості мінеральної сировини (бортовий і мінімальний промисловий вміст, вимоги до виділення типів руд тощо), а також вимоги до гірничотехнічних умов розробки родовища (мінімальна промислова потужність рудних тіл, максимальна потужність прошарків пустих порід, мінімальний коефіцієнт рудоносності). Тому очевидно, що кондиції і технологічні показники відкритих гірничих робіт взаємопов'язані [5].

Комплексне освоєння родовищ дозволяє підвищити питому цінність корисної копалини, що вилучається, а отже, знизити межу мінімального промислового вмісту і розширити контури розробки, збільшити глибину кар'єра і тим самим залучити в експлуатацію додаткові запаси корисних копалин. З іншого боку, при незмінному контурі кар'єру можливе зниження експлуатаційного коефіцієнта розкриття і, відповідно, собівартості видобутку.

Комплексне освоєння родовищ передбачає максимально повну переробку гірської маси, що міститься в проектних контурах кар'єра, зокрема і тієї, що ро-

зміщена у техногенних родовищах. На рис. 1 наведені основні джерела формування техногенної сировини залізо-переробної гірничо-металургійної галузі.

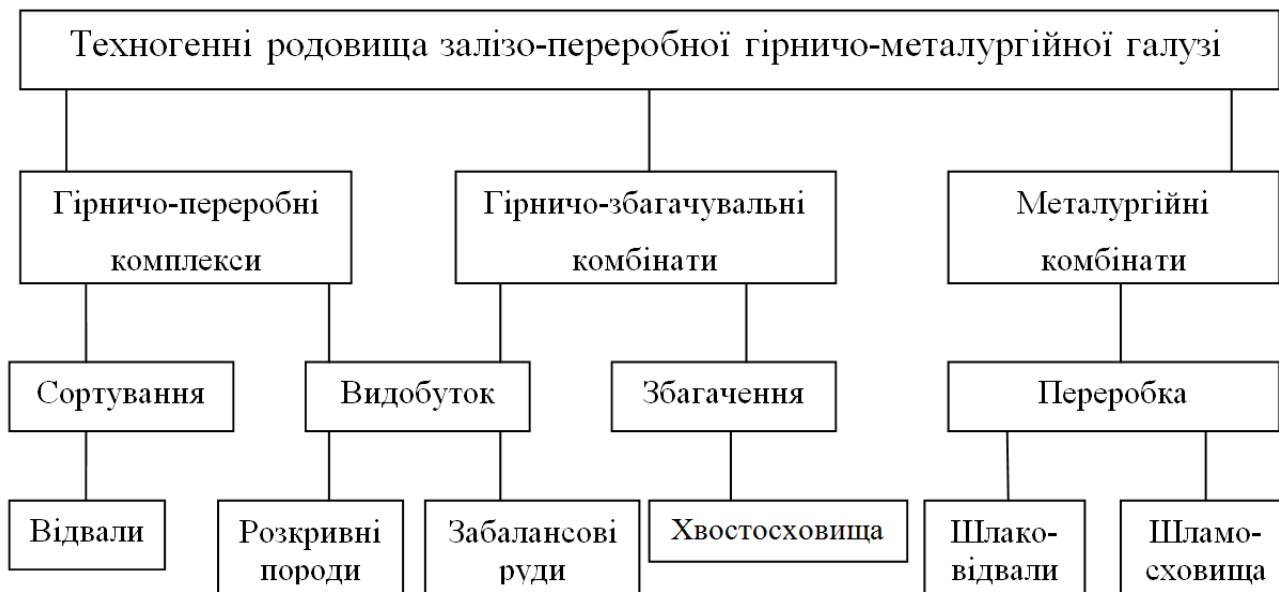


Рис. 1 – Основні джерела формування техногенної сировини

До основних напрямів комплексного освоєння родовищ відносять:

1) переробку побіжних корисних копалин, які вилучаються в процесі ведення видобувних робіт;

2) переробку порід, що розміщені у відвалах і придатних для промислового освоєння;

3) переробку відходів збагачення у хвосто- і шламосховищах з метою більш повного вилучення корисних компонентів.

Таким чином, вихідною сировиною для виробництва товарної продукції можуть служити руда основного видобутку з кар'єру, побіжні корисні копалини з кар'єру, бідні руди відвалів, багаті піски, складовані як відходи процесу збагачення і шлами металургійної переробки.

Технічна можливість вилучення корисних компонентів визначається їх вмістом і технологічними властивостями. Техніко-економічна оцінка доцільності розробки техногенних родовищ і обґрунтування кондицій виконуються з урахуванням попиту і пропозиції на дану сировину на ринку, економіки підприємства, наявності виробничих потужностей і можливості їх реконструкції чи будівництва нових переробних комплексів, збитку навколишньому середовищу тощо.

Внаслідок свого генезису техногенні родовища значно відрізняються від геогенних (природних) за наступними чинниками:

1) всі техногенні родовища, як правило, знаходяться на поверхні;

2) техногенна сировина представлена зруйнованими до різної крупності гірськими породами, бідними рудами та продуктами їх переробки;

3) в більшості випадків вони представлені як нерудними, так і рудними від-

ходами гірничо-збагачувальної і металургійної переробки.

Терміни освоєння техногенних родовищ від розвідки до отримання готового продукту значно менші, ніж для геогенних. При цьому собівартість готових продуктів з техногенної сировини нижча первинної собівартості сировини, що добувається з надр.

Як наслідок, розробка техногенних родовищ характеризується низькими витратами на підготовку порід до виймання, їх екскавацію і транспортування, оскільки корисна копалина у відвалах є достатньо подрібненою, а транспортування відбувається переважно зверху вниз. У випадку розробки хвостосховищ витрати на виймання багатих пісків також значно менші, ніж при розробці геогенних родовищ.

При розробці техногенних родовищ спільно з геогенними (природними), як і при комплексному освоєнні родовищ з вийманням супутніх корисних копалин, частина відходів збагачення і порід розкриття відноситься до корисних копалин, тим самим підвищуючи прибуток від реалізації товарної продукції на одиницю розробленої гірської маси та зменшуючи питомі витрати на виймання корисних копалин, що призводить до зниження мінімального промислового вмісту. Таким чином, комплексне освоєння родовищ підвищує контурний коефіцієнт розкриття і глибину відпрацювання родовища, знижує мінімальний промисловий вміст корисного компонента, що впливає на можливу виробничу потужність, режим гірничих робіт у кар'єрі та інші параметри відкритої розробки.

Аналіз досвіду роботи найбільших гірничодобувних підприємств Криворізького залізорудного басейну дозволяє говорити про низький рівень комплексності освоєння родовищ. Вирішення цієї проблеми не можливе без вдосконалення методології визначення та оптимізації головних параметрів кар'єрів, що забезпечують повноту вилучення та максимальну прибутковість комплексного відпрацювання родовищ корисних копалин, що включає відпрацювання техногенних родовищ спільно з геогенними. Вдосконалення такої методології неможливе без ґрунтового аналізу теоретичних основ сумісної розробки техногенних і геогенних родовищ.

Оцінка економічної ефективності залучення різних сортів корисних копалин на різних ділянках кар'єру в розробку, а також порядок цього залучення можуть бути виконані за допомогою оцінки кондиційності запасів з врахуванням цінності кінцевої продукції, одержуваної при вилученні всіх корисних компонентів, і витрат на виробництво даної продукції. З цією метою досліджуваний кар'єр умовно розділяють на зони (блоки), які характеризуватимуться різним вмістом руди, а також корисними компонентами у породах розкриття, що можуть приносити додатковий дохід. Кожен з таких блоків матиме власний коефіцієнт кондиційності, на основі якого можна зробити висновок про економічну доцільність і обсяг розробки певної зони кар'єру.

Слід зауважити, що поняття «основного компонента» є відносним і мінливим в часі. Для кожного моменту часу основним буде вважатися той вид корисної копалини, що приносить найбільший прибуток. Але під впливом

зовнішніх факторів (попит на кожний вид корисної копалини, наявність в регіоні родовищ тих же корисних копалин, рівень науково-технічного прогресу в галузі переробки сировини, екологічне становище, кліматичні фактори тощо) основна корисна копалина може стати побіжною і навпаки.

За своїм змістом коефіцієнт кондиційності дорівнює відношенню цінності кінцевої продукції Π_i , що вилучається з 1 т корисної копалини при відпрацюванні певного блоку кар'єру, до витрат на видобуток корисної копалини і її переробку Z_i [5]. Значення коефіцієнту кондиційності залежить від багатьох факторів, зокрема від мінімального промислового вмісту корисного компоненту. Регулюючи його значення, можна впливати на коефіцієнт кондиційності. Тому коефіцієнт кондиційності по кар'єру слід розраховувати при попередньо встановленому значенні мінімального промислового вмісту. Так, за умов кризи, нестабільного попиту, низьких цін його доцільно збільшити, а за умов стійкого попиту і високих цін на гірничу продукцію дещо знизити.

Коефіцієнт кондиційності можна визначити за формулою

$$K_{\text{конд}} = \sum_{i=1}^n \Pi_i / \sum_{i=1}^n Z_i \quad (1)$$

Враховуючи залежні величини, цінність, що вилучається з даного блоку, розраховується за виразом

$$\Pi_i = 0,01\alpha_i K_K \varepsilon_{збi} (\Pi_{\text{mmi}} - Z_{\text{mmi}}) \quad (2)$$

де α_i - вміст і-го корисного компоненту, %; K_K – коефіцієнт зміни якості корисної копалини при видобутку, долі од; $\varepsilon_{збi}$ - вилучення при збагаченні і-го корисного компоненту, долі од; Π_{mmi} - ціна 1 т і-ої кінцевої продукції, що вилучається з і-го корисного компоненту; Z_{mmi} - сума витрат на транспортування і-го продукту збагачення і переробку до стадії кінцевої продукції, грн/т.

При цьому формула розрахунку витрат на видобуток корисної копалини з надр буде розраховуватися за принципом суми економічно-однорідних елементів

$$Z_i = a^i_{\text{nid}} + a^i_{\text{екс}} + a^i_{\text{тp}} \quad (3)$$

де a_{nid} – витрати на підготовку порід до виймання, грн/т.; $a_{екс}$ – витрати на екскавацію, грн/т.; a_{mp} – витрати на транспортування корисної копалини, грн/т.

Із врахуванням виразів (2), (3) формула розрахунку коефіцієнту кондиційності прийматиме вигляд

$$K_{конд} = \frac{\sum_{i=1}^n 0,01\alpha_i K_k \varepsilon_{збi} (C_{mmi} - Z_{mmi})}{\sum_{i=1}^n a_{nid}^i + a_{екс}^i + a_{mp}^i} \quad (4)$$

Коефіцієнт кондиційності $K_{конд}$ враховує витрати на видобуток і переробку різних видів сировини, цінність продукції, що отримується і дає можливість оцінити кондиційність будь-якого обсягу корисної копалини - рудного тіла в цілому або його частини, різних типів і сортів руд, різних корисних копалин. Відносними одиницями, які фізично виражають перевищення допустимих витрат на видобуток даного виду корисної копалини над необхідними витратами, дуже зручно користуватися при графоаналітичному методі.

Мінімальний промисловий вміст – це показник, що відображає такий мінімальний вміст корисних компонентів у руді, нижче якого руда стає непридатною для промислової розробки, а її видобуток і переробка стають економічно недоцільними. Зазвичай, мінімальний промисловий вміст менше середнього вмісту компоненту у запасах, а тому він має забезпечити таку економічну цінність руди, яка перевищить повні витрати на її видобуток і переробку. Для однокомпонентних руд мінімальний промисловий вміст визначається, виходячи з рівності значень фінансових витрат і вилученої економічної цінності згідно виразу (5)

$$\alpha_{min} = \frac{B_{en}}{C\varepsilon(1-r)} 100\% \quad (5)$$

де α_{min} - мінімальний промисловий вміст металу у руді, %; B_{en} - витрати на видобуток і переробку 1 т руди, грн/т; C - оптова ціна корисного компонента в товарній продукції, грн/т; r - коефіцієнт засмічення рудної маси, дол.од.; ε - коефіцієнт вилучення руди при видобутку, дол.од.

Для умов комплексного освоєння з вийманням попутних корисних компонентів чи розробки техногенних родовищ при визначенні мінімального промислового вмісту у формулі(5) з експлуатаційних витрат віднімається додатковий

питомий прибуток, що отримується за рахунок промислового використання попутних компонентів

$$\alpha_{min} = \frac{B_{en} - \Pi_{ne}}{Ц\varepsilon(1 - r)} 100\% \quad (6)$$

де Π_{ne} – додатковий прибуток, отриманий з промислового використання супутніх корисних копалин, грн/т.

З цього випливає, що за допомогою мінімального промислового вмісту корисного компонента в сировині можна врахувати взаємний вплив розробки техногенних і геогенних родовищ.

Проте за даною формулою практично неможливо розрахувати мінімальний промисловий вміст за умов випуску і реалізації товарної продукції з руд на різних стадіях переробки [6].

З іншого боку, якщо геолого-економічна оцінка виконується для комплексної сировини і при наявності індивідуальної собівартості кожного продукту і його ціни, вираз набуде вигляду (7)

$$\alpha_{mini} = \alpha_i \frac{Z_i}{C_i} 100\% \quad (7)$$

де α_i – масова доля корисного компонента у вихідній руді, %; Z_i , C_i – відповідно експлуатаційні витрати на виробництво і ціна i -го продукту з комплексної сировини.

Якщо індивідуальну собівартість окремих продуктів виявити не можливо, то застосовуються сумарні (річні чи за весь період оцінки) експлуатаційні витрати на виробництво товарної продукції з руди, що оцінюється, $Z_{сум}$ і сумарна вартість товарних продуктів $\sum C_i A_i$ згідно виразу (8)

$$\alpha_{mini} = \alpha_i \frac{Z_{сум}}{\sum C_i A_i} 100\% \quad (8)$$

де A_i – виробництво товарних продуктів за рік чи весь період експлуатації родовища.

Для випадку, коли мінімальний промисловий вміст визначається для розра-

хунку показників декількох переробок з отриманням декількох видів товарної продукції, формула набуватиме вигляду (9)

$$\alpha_{mini} = \alpha_i \frac{Z_{вид} + Z_{збаг} + Z_{дов} + Z_{агл/обк} + Z_{мет} + Z_{ін}}{Ц_k A_k + Ц_{агл/обк} A_{агл/обк} + \dots + Ц_{мет} A_{мет} + Ц_{ін} A_{ін}} 100\% \quad (9)$$

де $Z_{вид}$, $Z_{збаг}$, $Z_{дов}$, $Z_{агл/обк}$, $Z_{мет}$, $Z_{ін}$ - сумарні експлуатаційні витрати на виробництво товарної продукції з оцінюваної руди, включаючи витрати на видобуток, збагачення, доводочні операції, агломерацію концентратів, виплавку металів та інші операції за розрахунковий рік чи весь період експлуатації родовища; $Ц_k$, $Ц_{агл/обк}$, $Ц_{мет}$, $Ц_{ін}$ - ціни відповідно товарного концентрату, окускованих продуктів, металу та інших продуктів; A_k , $A_{агл/обк}$, $A_{мет}$, $A_{ін}$ - випуск відповідних товарних продуктів з оцінюваної руди за розрахунковий рік чи весь період експлуатації родовищ.

Аналогічним чином мінімальний промисловий вміст корисного компоненту розраховується і для техногенних родовищ. У такому випадку мінімальним промисловим вмістом буде вважатися такий вміст корисних компонентів в техногенному родовищі, при якому їх технологічно можливо і еколого-економічно доцільно вилучати в теперішній час за існуючої чи реконструйованої технологічної схеми. Аналітично мінімальний промисловий вміст корисного компоненту у відходах може бути обчислений за формулою (10)

$$\alpha_{min} = \alpha_{xв-в} \frac{C}{0,01\varepsilon_n \varepsilon_m (Ц(1+K) - C_m)} \left(1 - \frac{\alpha_{xв-в}}{\beta}\right) \quad (10)$$

де $\alpha_{xв-в}$ - вміст умовного корисного компоненту у вторинних відходах (хвостах) після його вилучення в концентрат, %; β - вміст корисного компоненту в концентраті, %; C - витрати на видобуток, транспортування, попереднє збагачення і збагачення 1 т техногенної сировини, грн.; C_m - повна собівартість металургійної переробки 1 т металу, грн.; ε_n , ε_m - вилучення металу при попередньому збагаченні і металургійній переробці, %; $Ц$ - оптова ціна 1 т готової продукції, грн.; K - коефіцієнт, що враховує цінність основного компоненту.

Обидва ці критерії - мінімальний промисловий вміст і коефіцієнт кондиційності - впливають на кількість запасів, що припадають на розробку.

В якості альтернативної оцінки і з метою більш поглибленого аналізу варіантів проектних рішень можуть застосовуватися й інші критерії, зокрема, мінімум значень середнього з початку розробки коефіцієнту розкриття, мінімум витрат на проведення всіх основних і допоміжних виробничих процесів тощо.

В результаті розробки деякого варіанту основних параметрів відкритої роз-

робки отримується певний об'єм видів корисних копалин і розкривних порід. Якщо сумарні витрати, пов'язані з розробкою деякого об'єму гірничої маси, позначити як B , а сумарні доходи через D , то їх співвідношення B/D буде характеризувати ступінь використання вкладених ресурсів. Дане співвідношення прийнято називати коефіцієнтом витратності k_v .

Досягнення мінімуму коефіцієнту витратності при комплексному освоєнні родовища може слугувати критерієм вибору оптимального варіанту проектних рішень.

В умовах розробки комплексних руд, на відміну від однорідних, важливо врахувати якісний склад руд і цінність компонентів, що в неї входять, а також при розрахунку витрат і доходів встановити взаємозв'язок між коефіцієнтом витратності і коефіцієнтом кондиційності. Зрозуміло, що коефіцієнт кондиційності $K_{\text{конд}}$ і коефіцієнт витратності k_v знаходяться у зворотно пропорційному зв'язку. Аналітично цю залежність можна відобразити наступним чином (11)

$$k_v = \frac{B}{D} = \frac{\sum_{s=1}^k P_s (C_{\partial} + C_{o\bar{o}}) + V_{\bar{e}} C_{\bar{e}}}{\sum_{s=1}^k P_s \sum_{i=1}^n 0,01 C_i K_{\kappa} \varepsilon_{3\bar{o}i} (C_{\text{мми}} - Z_{\text{мми}})} \quad (11)$$

Взаємозв'язок коефіцієнтів розкриву, кондиційності і витратності характеризується залежностями (12), (13)

$$k_v = \frac{\sum_{s=1}^k P_s + \frac{V_{\bar{e}} C_{\bar{e}}}{C_{\partial} + C_{o\bar{o}}}}{\sum_{s=1}^k P_s K_{\text{конд}}} \quad (12)$$

$$k_v = \frac{\frac{1}{k_{\bar{e}}} + \frac{C_{\bar{e}}}{C_{\partial} + C_{o\bar{o}}}}{\frac{1}{k_{\bar{e}}} K_{\text{конд}}} \quad (13)$$

Допустиме значення коефіцієнту розкриву при якому видобуток цих руд здійснюється на безприбутково-беззбитковому рівні і при відомій кондиційності комплексних руд, що видобуваються, може бути визначене з виразу (14)

$$k_{\bar{e}_{-\partial}} = \frac{(K_{\text{конд}} - 1)(C_{\partial} + C_{o\bar{o}})}{C_{\bar{e}}} \quad (14)$$

Аналогічним чином необхідний рівень кондиційності видобутих порід при відомому значенні коефіцієнта розкриття може бути розрахований за виразом (15)

$$K_{\text{конд}} = \frac{V_{\text{в}} C_{\text{в}}}{\sum_{s=1}^k P_s (C_{\text{д}} + C_{\text{об}})} + 1 \quad (15)$$

Висновки та напрями подальших досліджень. Таким чином, в роботі виконано ґрунтовний аналіз основних критеріїв оцінки проектних рішень для умов сумісної розробки техногенних і природних родовищ. Розглянуто такі показники, як мінімальний промисловий вміст корисного компоненту, коефіцієнт кондиційності, коефіцієнт витратності і коефіцієнт розкриття, а також виявлено їх взаємну аналітичну залежність.

За допомогою мінімального промислового вмісту виявлено зв'язок між головними параметрами розробки техногенних і геогенних родовищ і закладено теоретичну базу для розробки методології визначення основних параметрів сумісної комплексної розробки.

В подальших дослідженнях планується і далі досліджувати взаємний вплив зовнішніх і внутрішніх факторів, що впливають на комплексне освоєння родовищ, та розробити методику визначення головних параметрів відкритої розробки родовищ, що включає даний підхід.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про надра : Закон України // Відомості Верховної Ради України від 27.07.1994. – № 36, стаття 341.
2. Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року : Закон України // Відомості Верховної Ради України від 17.05.2012. – № 44, стаття 457.
3. Куделя, А.Д. Комплексное использование минеральных ресурсов железорудных горнообогатительных комбинатов СССР / А.Д. Куделя. - К.: «Наукова думка», 1984. – 496 с.
4. Колесников, Д.В. Повышение извлечения железа за счёт переработки сырья техногенных месторождений Кривбасса / Д.В. Колесников, М.К. Короленко, Н.И. Ступник [и др.] .– Кривой Рог: Дионис, 2012. – 236 с.
5. Шитарёв, В.Г. Параметры карьеров при комплексном использовании недр / В.Г. Шитарев, О.Н. Салманов. - М.:Недра, 1990. – 112 с.
6. Уточнённые методы определения параметров кондиций минерального сырья /В .В. Перегудов, А.Е. Грицина, Б.Т. Драгун [и др.] //Вісник Криворізького національного університету. – 2012. – Вып. №31. –С. 289-293.

REFERENCES

1. Ukraine Verkhovna Rada (1994), *Pro nadra : Zakon Ukrainy* [About Depth: The Law of Ukraine], Ukraine Verkhovna Rada, Kiev, Ukraine.
2. Ukraine Verkhovna Rada (2012), *Pro zatverdzhennya Zagalnodержавnoi programi rozvitku mineralno-sirovinnoi bazy Ukraini na period do 2030 roku : Zakon Ukraini* [On Approval of the National Program of mineral resources of Ukraine for 2030 The Law of Ukraine], Ukraine Verkhovna Rada, Kiev, Ukraine.
3. Kudelya, A.D. (1984), *Kompleksnoye ispolzovaniye mineralnykh resursov zhelezorudnykh gorno-obogatitelnykh kombinatov USSR* [Integrated use of mineral resources, iron ore mining and processing enterprises of the USSR], Naukova dumka, Kiev, Ukraine.
4. Kolesnikov, D.V., Korolenko, M.K., Stupnik, N.I., Udod, Ye.G., Protasov, V.P. and Oleynik, T.A. (2012),

Povysheniye izvlecheniya zheleza za schot pererabotki syr'ya tekhnogennykh mestorozhdeniy Krivbassa [Increased extraction of iron through the processing of raw waste deposits Krivbass], Dionis, Krivoy Rog, Ukraine.

5. Shitarov, V.G. and Salmanov, O.N. (1990), *Parametry karerov pri kompleksnom ispolzovanii nedr* [Options pit at the complex use of mineral resources], Nedra, Moscow, Russia.

6. Perehudov, V.V., Gritsina, A.Ye., Dragun, B.T., Nikolenko, Ye.M., Lantsetova, L.I. and Gubina, V.G. (2012), "Refined methods of determining of the parameters of mineral conditions", Visnik Krivorizkogo natsionalnogo universitetu, no. 31, pp. 289-293.

Про авторів

Григор'єв Юліан Ігорович, аспірант, інженер-проектувальник в секторі відкритих гірничих робіт, Державне підприємство «Державний проектний інститут» Кривбаспроект» (ДП« ДПІ «Кривбаспроект»), Кривий Ріг, Україна, juliangrig@gmail.com

About the authors

Grygoriev Iulian Igorevich, Doctoral Student, Engineer in open-pit mining, State Design Institute" Krivbasproject "(SE «SDI «Krivbassproekt»), Kriviy Rig, Ukraine, juliangrig@gmail.com

Аннотация. Рассмотрено состояние комплексного освоения месторождений Криворожского железорудного бассейна. Выделены возможные источники формирования техногенных месторождений железо-перерабатывающей горно-металлургической отрасли и основные направления комплексного освоения месторождений.

Выполнен подробный анализ основных критериев оценки проектных решений для условий совместной разработки техногенных и природных месторождений, в частности минимальное промышленное содержание полезного компонента, коэффициент кондиционности, коэффициент затратности и коэффициент вскрыши, показана их аналитическая взаимосвязь.

Выявлено, что основные параметры открытых горных работ при совместной комплексной разработке техногенных и геогенных месторождений связаны минимальным промышленным содержанием полезного компонента.

Полученные результаты являются теоретической базой для совершенствования методики определения главных параметров открытой разработки при комплексном освоении месторождений.

Ключевые слова: Комплексное освоение месторождений, техногенное месторождение, геогенное месторождение, критерий оценки.

Abstract. State of combined mining of deposits in Krivoy Rog iron ore basin is presented. The author identifies potential sources for man-made deposit formation in the iron-ore mining and processing enterprises and key trends of the deposit combined opening.

Main criteria for evaluating project decisions at combined mining of man-made and natural deposits were studied in full details, including: minimal commercial content of useful component, coefficient of quality, cost coefficient and stripping coefficient, as well as their analytic interdependence.

It was found that basic parameters of surface mining operations at combined mining of man-made and natural deposits are depended on each other by minimal commercial content of the useful component.

The findings present theoretical basis for improving methods of specifying main parameters of surface mining operations at combined mining of deposits.

Keywords: Integrated development of deposits, man-made deposit, natural deposit, the criterion of evaluation.

*Статья поступила в редакцию 17.09.2013
Рекомендовано к публикации д.т.н., проф. М.С. Четвериком*