

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАКОНСЕРВОВАНИХ ТА ПРИРОЩЕНИХ ЗАПАСІВ КОРИСНОЇ КОПАЛИНИ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НЕРУДНИХ КАР'ЄРІВ

В.І. Симоненко, О.В. Черняєв, Л.С. Грищенко, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Україна

Наведена ефективна організація гірничих робіт з відпрацювання мінеральної сировини в бортах та нижче проектного дна кар'єрів твердих нерудних корисних копалин при їх ліквідації.

Розробка нерудної мінеральної сировини на родовищах України здійснюється виключно відкритим способом. З понад 1800 родовищ нерудних корисних копалин, які є базою для металургійної (флюсові матеріали і доломіти), хімічної (содове виробництво), харчової (виробництво цукру), будівельної (в'язучі і вогнетривкі матеріали, щебінь, бутовий камінь, пісок та ін.) галузей, близько 1370 представлени твердими (скельними) породами. Серед них є корисні копалини магматичного та метаморфічного походження (до 52%), а також осадового генезису: карбонатні породи; мергелясті вапняки, вапно та крейда; піщаники, гіпси і ангідритні породи; графіти. Усі зазначені вище родовища твердих нерудних корисних копалин розробляються з застосуванням буропідривних робіт. Це призводить до суттєвих викидів шкідливих речовин (здебільшого пилових частинок та газоподібних компонентів) в атмосферу. Крім цього, пилогазові хмари утворюються також при екскавації, транспортуванні та відвалоутворенні. Тому технологія відкритої розробки нерудних родовищ корисних копалин повинна забезпечувати мінімізацію таких викидів при провадженні всіх виробничих процесів.

При виконанні буропідривних робіт зменшення викидів забруднюючих речовин досягається шляхом використання емульсійних вибухових речовин, ініціювання зарядів неелектричними системами типу NONEL та застосування нових конструкцій зарядів з інертними та водяними набійками [1]. Під час екскавації, транспортуванні та відвалоутворенні захист екологічного середовища від забруднень здійснюють шляхом зрошування вибоїв, доріг, площадок і укосів уступів, а також використанням обладнання з електричним приводом і газоуловлювачами продуктів переробки дизельного пального.

Найбільш перспективними технологічними схемами є ті, що передбачають конвеєрну доставку гірничої маси з кар'єрів та часткову або повну її переробку в межах виробленого простору кар'єрів [2]. В таких схемах родовище розробляють поетапно з веденням гірничих робіт крутими виймальними шарами. Спочатку гірничі роботи зосереджуються в кар'єрі першої черги з інтенсивним пониженням фронту робіт до проектної глибини. Зазвичай ця глибина визначається з урахуванням розповсюдження геологорозвідувальних свердловин за глибиною (для родовищ магматичного походження), або ж до підшви плаstopодібного покладу корисної копалини. Для нерудних родовищ твердих корисних копалин зазначена проектна глибина не перевищує 105 м на магматичних родовищах та досягає 200-220 м на окремих пластових родовищах вапняків і доломітів [3, 4]. На другому та наступних етапах відпрацювання кар'єрного поля проводиться з посунанням фронту гірничих робіт по борту в горизонтальному напрямку. Виймання порід на борту здійснюється в крутих виймальних шарах шириною 36-45 м від верхнього уступу до нижнього. Вибої формуються на 2-3 суміжних за висотою уступах. Породи розкриву з меж кар'єру першої черги (КПЧ) відпрацьовуються і складуються до тимчасового приконтурного відвалу за межами КПЧ, але в межах кар'єрного поля [5].

Після відпрацювання КПЧ в його виробленому просторі формуються внутрішні відвали, де окремо складуються скельний та м'який розкрив і супутні корисні копалини. По боковому борту КПЧ розміщують конвеєрний підймач (рис. 1, а) в напівтраншеї, під якою консервується відповідний об'єм корисної копалини.

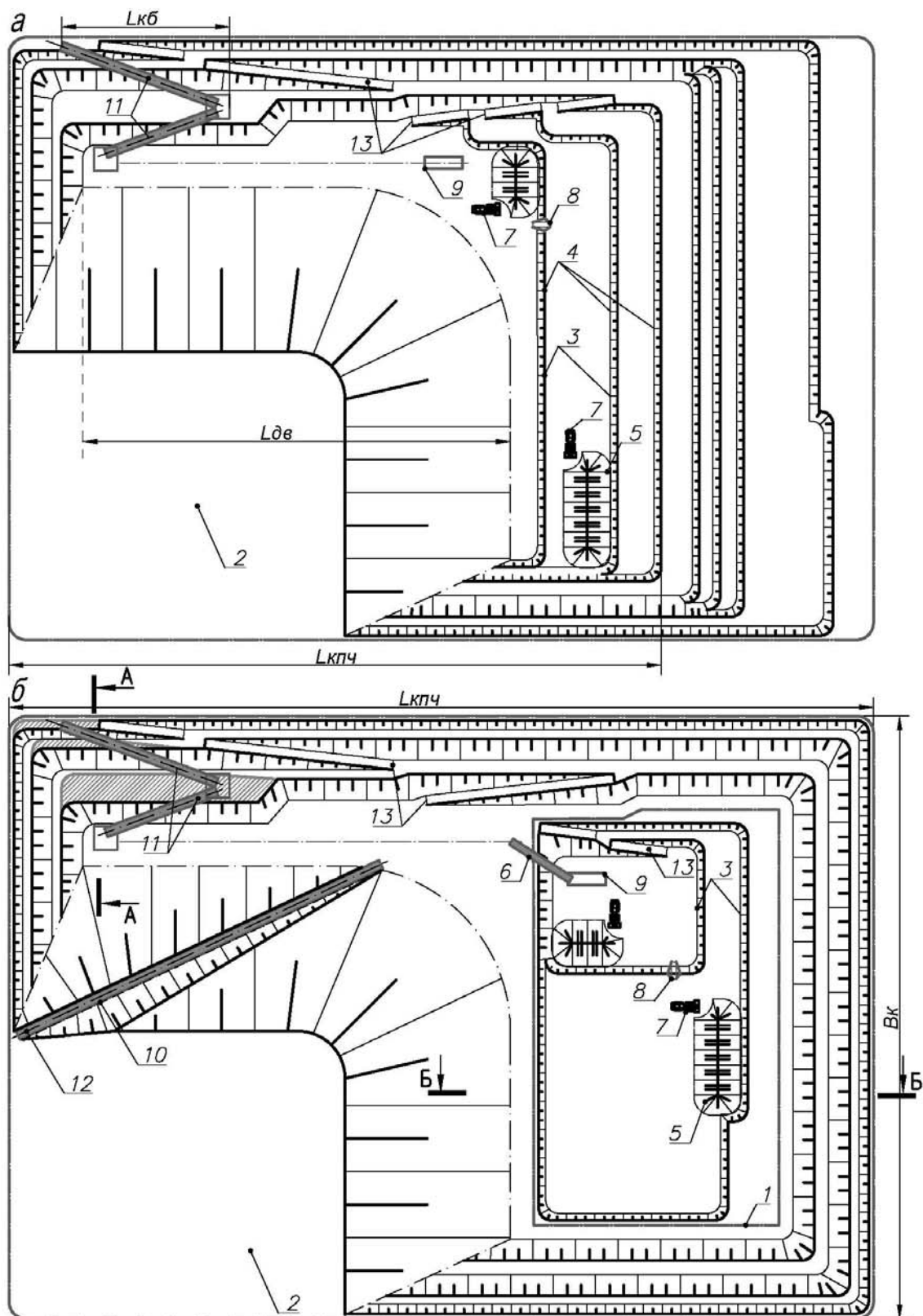


Рис. 1. Схема до пояснення технології поетапної розробки нерудних родовищ та відпрацювання залишкових запасів мінеральної сировини: *а* – на кінець формування кар'єру першої черги; *б* – на початок відпрацювання природжених запасів нижче дна КПЧ; 1 – природжені запаси нижче дна КПЧ; 2 – внутрішній відвал; 3 – добувні горизонти; 4 – суміжні добувні уступи крутого виймального шару; 5 – розвал корисної копалини; 6 – пересувні конвеєрні перевантажувачі; 7 – фронтальний колісний навантажувач; 8 – породоскат; 9 – пересувний дробильний вузол; 10 – площадка конвеєрного підйомача на укосі відвалу; 11 – напівтраншеї конвеєрного підйомача на борту кар'єру; 12 – траса конвеєрного підйомача на відвалу; 13 – автомобільні з'їзди в кар'єр; 14 – свердловинні заряди; 15 – породний розвал при відпрацюванні законсервованих на борту запасів корисної копалини

Підготовку гірничої маси до конвеєрного перевезення необхідно здійснювати на пересувному дробильному вузлі (ПДВ). Від нього підготовлена корисна копалина подається до конвеєрного підймача за допомогою системи міжступних конвеєрних перевантажувачів. Транспортування гірничої маси від вибою до ПДВ виконується фронтальними ковшовими навантажувачами на невелику відстань до 250 м, що забезпечує мінімум викидів шкідливих газів.

Після відпрацювання гірських порід до проектної глибини в межах кар'єрного поля необхідно провести роботи по дорозвідці і прирощенні запасів корисної копалини в межах залишкового дна кар'єра. Ця додаткова глибина може сягати 65-295 м [5]. Прирощені запаси на кар'єрах малої та середньої площі становитимуть 600-6800 тис. м³, а на кар'єрах великої площі – до 80 млн. м³, в залежності від параметрів дна кар'єру.

На момент розробки прирощених запасів мінеральної сировини усі породи розкрити будуть розміщені у внутрішніх відвалах [6]. Тому в подальшому в кар'єрі ведуться добувні роботи та рекультивация поверхні внутрішнього відвалу. На цей період доцільно конвеєрний підймач перенести на боковий укіс внутрішнього відвалу (рис. 1, б). Трасу під конвеєрний підймач можливо підсилити скельними породами розкрити такої ширини, щоб забезпечувалася можливість обслуговування підймача та надійне відведення поверхневих вод.

Одночасно з поглибленням гірничих робіт, для відпрацювання прирощених запасів, розробляються законсервовані запаси корисної копалини під напівтраншеєю конвеєрного підймача на боковому борту КПЧ. Для цього буровими верстатами, які під'їжджають з транспортних берм бокового неробочого борту від системи автоз'їздів на площадку напівтраншеї, вибурюються свердловини глибиною 30-40 м (рис. 2). Виконується заряджання даних свердловин емульсійними вибуховими речовинами і підірвання масиву законсервованого борту в нижній його частині. На дні КПЧ утворюється породний розвал висотою 25-30 м.

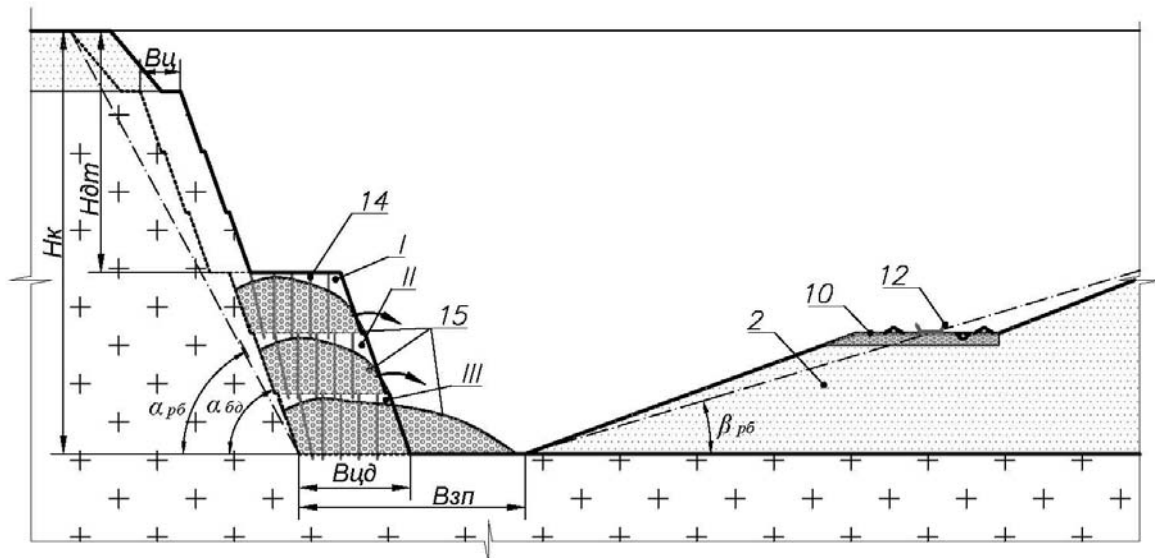


Рис. 2. Схема відпрацювання законсервованих запасів сировини в борту під конвеєрною напівтраншеєю (розріз А-А рис. 1, б): 2, 14, 15 – див. рис. 1; I, II, III – черговість переєкскавації корисних копалин з навалу на нижні горизонти

Розробка породного розвалу здійснюється екскаватором, що раніше був задіяний на розкривних роботах, в такій послідовності. По транспортній бермі верхнього уступу, до якого примикає розвал порід, для переєкскавації порід нижче під'їжджає екскаватор. З частини розвалу I породи скидаються на площадку дна КПЧ та нижчерозташованого уступу. Аналогічно екскаватор, перемістившись на площадку нижчерозташованого уступу, виконує переєкскавацію порід середньої частини розвалу II. Потім здійснюється переєкскавація розвалу в об'ємі II на дно КПЧ впритул до укосу внутрішнього відвалу. Тут колісний навантажувач доставляє її до ПДВ, який розташовано біля нижньої бровки внутрішнього

відвалу (див. рис. 1, б). Від нього корисна копалина системою стрічкових конвеєрів видається на поверхню для подальшої переробки.

Після відпрацювання законсервованих запасів сировини в нижній частині бокового борту аналогічно здійснюється вибурування свердловин, їх заряджання і підривання та поступна переєксквація порід з утвореного розвалу на дно КПЧ починаючи від верхніх добувних горизонтів до нижніх. Роботи завершуються повним відпрацюванням прибортових законсервованих запасів копалини під напівтраншеєю конвеєрного підймача.

Основні параметри технології відпрацювання зазначених запасів наведені в таблиці 1. Їх розрахунки виконуються за методикою:

– довжина ділянки дна КПЧ, зайнята під внутрішні відвали $L_{\partial в}$, м

$$L_{\partial в} = \frac{\Sigma V_{\partial в} + (0,5 \times H_{\kappa} \times (\operatorname{ctg} \alpha_{p\partial в} - \operatorname{ctg} \alpha_{p\partial б})) \times (0,5 \times B_{\partial в} - B_{\partial м} + 0,5 \times H_{\kappa} - H_{\kappa} \times (\operatorname{ctg} \alpha_{p\partial в} - \operatorname{ctg} \alpha_{p\partial б})) \times H_{\kappa}}{H_{\kappa} \times (0,5 \times H_{\kappa} \times B_{\partial в} - H_{\kappa} \times B_{\partial м} + 0,5 \times H_{\kappa} \times B) - H_{\kappa}^2 \times (\operatorname{ctg} \alpha_{p\partial в} - \operatorname{ctg} \alpha_{p\partial б})} \quad (1)$$

$$\Sigma V_{\partial в} = H_{\partial в} \times (L_{\kappa} - H_{\partial в} \times \operatorname{ctg} \alpha_{\partial в}) \times (B_{\kappa} - H_{\partial в} \times \operatorname{ctg} \alpha_{\partial в}) \times K_{p\partial в}; \quad (2)$$

де $H_{\partial в}$ – потужність порід розкриття, м; L_{κ} , B_{κ} – відповідно довжина і ширина кар'єрного поля по поверхні, м; $K_{p\partial в}$ – коефіцієнт розпушення порід розкриття; H_{κ} – проектна глибина КПЧ, м; $B_{\partial в}$ – ширина кар'єру по дну в межах першої черги відпрацювання на глибину H_{κ} , м; $B_{\partial м}$ – ширина технологічної площадки на дні КПЧ між бровками відвалу і борту, м; $\alpha_{p\partial в}$ – кут укосу борту в товщі порід розкриття, град; $\alpha_{\partial в}$ – результуючий кут укосу неробочого бокового борту КПЧ, град;

– ширина ділянки дна кар'єру, яка зайнята внутрішніми відвалами, $B_{\partial в}$, м

$$B_{\partial в} = B_{\partial в} - B_{зп}, \quad (3)$$

де $B_{зп}$ – ширина ділянки дна КПЧ, що не зайнята відвалами – залишкової площадки, м;

– довжина ланки конвеєрного підймача на укосі внутрішнього відвалу $L_{\kappa о}$, м

$$L_{\kappa о} = \frac{H_{\kappa}}{\sin \gamma}, \quad (4)$$

де γ – кут нахилу конвеєрного підймача, град;

– довжина ділянки борту під конвеєрною напівтраншеєю в межах однієї діагональної ланки (ставу), $L_{\kappa б}$, м

$$L_{\kappa б} = \frac{H_{\partial в}}{\sin \gamma} \times \cos \beta, \quad (5)$$

де β – кут між віссю конвеєрної напівтраншеї та верхньою бровкою борту кар'єру, град;

$$\beta = \arcsin \frac{\sin \gamma}{\operatorname{tg} \alpha_{p\partial в}}, \quad (6)$$

$H_{\partial м}$ – висота борту в межах однієї діагональної ланки (ставу) конвеєрного підймача, м;

– об'єм законсервованих запасів корисної копалини під напівтраншеєю підймального конвеєра, $V_{зз}$, м³

$$V_{зз} = (B_{ц} \times H_{\partial м} + B_{ц\partial в} \times (H_{\kappa} - H_{\partial м})) \times L_{\kappa б} \quad (7)$$

де $B_{ц}$, $B_{ц\partial в}$ – ширина ціликів під конвеєрною напівтраншеєю у верхній і нижній частині бокового борту (рис. 2), м;

– довжина КПЧ по поверхні, $L_{\kappa ПЧ}$, м

$$L_{\text{КПЧ}} = L_{\text{дв}} + B_{\text{дт}} + 2 \times H_{\text{к}} \times \text{ctg} \alpha_{\text{рб}}, \quad (8)$$

де $\alpha_{\text{рб}}$ – результуючий кут укосу робочого борта кар'єру, град.

Для базових кар'єрів твердих нерудних корисних копалин [1, 6] за вищенаведеною методикою визначені технологічні параметри (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Параметри технології відпрацювання законсервованих запасів корисних копалин на базових нерудних кар'єрах

№ з/п	Параметри	Тип базових кар'єрів						
		1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Розміри кар'єрного поля, м: - довжина, $L_{\text{к}}$; - ширина, $B_{\text{к}}$; - проектна глибина, $H_{\text{к}}$; - площа, га	460 250 78 11,5	740 435 73 32	840 435 73 32	1800 580 45 104	1660 670 75 142	2240 1250 130 280	2210 930 200 206
2.	Виробнича потужність, тис. м ³ /рік: - корисна копалина; - розкривні породи; у т.ч. скельні	115 51 8	417 135 28	780 310 54	1015 363 10	1226 463 89	1323 1295 663	1764 828 407
3.	Довжина ділянки дна КПЧ з внутрішнім відвалом, $L_{\text{дв}}$, м	146	144	184	136	143	240	225
4.	Довжина КПЧ по поверхні, $L_{\text{КПЧ}}$, м	384	330	558	265	364	795	920
5.	Довжина ділянки борту під напівтраншеєю, $L_{\text{кб}}$, м	138	130	188	160	115	223	338
6.	Висота борту в межах діагональної ланки підймача, $H_{\text{дт}}$, м	39	36,5	53,5	45	32,5	65	100
7.	Ширина ділянки дна КПЧ під внутрішнім відвалом, $B_{\text{дв}}$, м	140	335	430	470	515	940	910
8.	Довжина діагональної ланки конвеєрної напівтраншеї, $L_{\text{ко}}$, м	142	133	194	163	118	236	363
9.	Кут нахилу конвеєрної напівтраншеї до борту, β , град	13,4	13,4	14,9	13,4	13,4	19	21,4
10.	Об'єм законсервованих в борту запасів корисної копалини, $V_{\text{зз}}$, тис. м ³	242,2	211,9	452,6	107,3	168,2	652,3	1521
11.	Довжина ділянки з видобутку прирощених запасів по дну КПЧ, $L_{\text{днз}}$, м	131	375	335	–	1045	–	–
12.	Ширина ділянки з видобутку прирощених запасів по дну КПЧ, $B_{\text{днз}}$, м	154	350	350	–	580	–	–
13.	Глибина ділянки кар'єру з прирощеними запасами сировини, $H_{\text{нз}}$, м	65	156	152	–	295	–	–
14.	Об'єм прирощених запасів корисної копалини до глибини $H_{\text{нз}}$, $V_{\text{нз}}$, тис. м ³	612	8269	6788	–	78090	–	–

Примітка: базові кар'єри 4, 6 і 7 типів з розробки пластових родовищ (флюсодоломітна сировина) нижче глибини $H_{\text{к}}$ не мають запасів корисних копалин.

Список літератури

1. Симоненко В.І. Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон [Текст] / Звіт про НДР (заключний) / Державний ВНЗ «НГУ». – Керівник В.І. Симоненко. - № ДР 011U000532. – Дніпропетровськ, 2011. – 315 с.
2. Симоненко В.І., Гриценко Л.С. Оцінка технології відпрацювання нерудних кар'єрів з підтриманням безпеки в зменшеній санітарно-захисній зоні // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. - № 1. – 2014. – с. 80-85.
3. Семенов Н.П. Перспективы развития минерально-сырьевой базы промышленности строительных материалов УССР; под ред. акад. АН УССР Н.П. Семенов, к.т.н. Г.М. Бакланова. – К.: Наук. Думка, 1976. – 224 с.
4. Ясыркин А.И. Схема развития металлургического комплекса Украины до 2010 г. Флюсодоломитные предприятия. Т. 13, 57, 86, 60 / Укрпироруда: Руководитель: А.И. Ясыркин. – №ГР 99-НИР-4217-ПЗ.З. – Харьков, 1994. – 80 с.
5. Симоненко В.И., Черняев А.В. К установлению зависимости между параметрами системы разработки при отработке нерудных месторождений с внутренним отвалообразованием // *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр./ Ин-т геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины.*– Днепропетровск, 2006.– Вып. 62. – С.93-97.
6. Симоненко В.И. Новая концепция открытой разработки нерудных месторождений скального минерального сырья // *Сб. науч. тр. НГА Украины.*– Днепропетровск: РИК НГА Украины. – 2001. – № 12. – С.155-160.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОНТУРОВ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ КАРЬЕРОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

В.Г. Близнюков, С.А. Луценко, И.В. Баранов. Государственное высшее заведение «Криворожский национальный университет», Украина

Для дальнейшей перспективы открытой разработки месторождений, в условиях когда рабочие борты большинства железорудных карьеров достигли по поверхности проектных отметок, необходимы пересмотр и корректировка глубины отработки этих карьеров и их конечных контуров. В статье, на примере карьера Полтавского ГОКа и Первомайского карьера ПАО «Северный ГОК» показано определение перспективных контуров железорудных карьеров, которые обеспечивают конкурентоспособность товарной продукции горно-обогатительных комбинатов. Выполнены исследования изменения наибольшего текущего коэффициента вскрыши в зависимости от увеличения проектной глубины карьера.

Как показывает практика, глубину и положение конечных контуров большинства крупных карьеров по мере отработки месторождений полезных ископаемых неоднократно пересматривают и корректируют. При этом обязательным является определение перспективных контуров карьера. Необходимость уже сейчас определять перспективные границы карьера обусловлена тем, что после того как горные работы по поверхности достигнут проектных отметок, карьер будет работать в режиме ежегодного снижения (выбытия) производственной мощности, а для подготовки перекрытия такого выбытия потребуются 5-7 лет при любом способе разработки. При этом увеличится глубина разработки месторождения, а большая часть верхних горизонтов рабочей зоны будет погашена, что потребует вовлечения значительно большего объема инвестиций на освоения запасов за утвержденным проектным контуром карьера. С определением перспективных