

УДК 622.271.35 + 622.272

ВПЛИВ ПРИРОДООХОРОННИХ ВИТРАТ НА КІНЦЕВУ ГЛИБИНУ КАР'ЄРУ

М.І. Просандєєв

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України,
Дніпропетровськ*

З урахуванням витрат на видобуток порід, втрат та разубоження корисної копалини при відкритому і підземному способах розробки, на основі граничного коефіцієнту розкриву встановлено вплив природоохоронних витрат на кінцеву глибину кар'єру.

С учетом расходов на добычу пород, потери и разубоживание полезного ископаемого при открытом и подземном способах разработки, на основе предельного коэффициента вскрыши установлено влияние природоохранных затрат на конечную глубину карьера.

Постановка проблеми. Области застосування відкритого, підземного або відкрито-підземного способів розробки родовищ корисних копалин, в першу чергу, визначаються глибиною виконання гірничих робіт. Глибина виконання гірничих робіт залежить від умов залягання родовища, економічних і екологічних показників розробки, а також дії гірничих робіт на навколишнє природне середовище. При відкритих гірничих роботах глибина їх виробництва є основним чинником, що впливає на стан навколишнього природного середовища. Зазвичай, чим більша глибина розробки порід відкритим способом, тим більша продуктивність кар'єру по гірській масі і термін його експлуатації, і тим більше негативний вплив на оточуюче природне середовище. Окрім того, глибина кар'єру визначає обсяги розкривних порід, які розміщуються у зовнішні відвали, і отже, кількість порушених земельних площ. Глибина кар'єру також значно впливає на гідрологічний режим поверхневих та підземних вод не тільки на площі розробки, але й у зоні, яка попадає в депресійну воронку осушення. Тому обґрунтування глибини розробки має велике науково-практичне значення, а актуальність даного питання підсилюється сучасними вимогами сталого розвитку суспільства.

Аналіз досліджень з вирішення даної проблеми. Визначення глибини кар'єрів базується на дослідженнях таких вчених як М.В. Мельников, В.В. Ржевський, К.М. Трубецький, Ю.І. Аністратов, А.І. Арсен'єв, В.С. Хохряков, М.Г. Новожилов, Г.А. Холо-

дняков, Ф.Г. Грачев, А.Д. Чорних, Н.А. Мадко, М.М. Мельников, А.А. Пешков, С.П. Решетняк, О.Н. Салманов, В.П. Федорко, С.І. Фомін, В.А. Щелканов та ін.

Основні принципи встановлення меж кар'єрів були розроблені ще в 20-х рр. ХХ сторіччя і базувалися на зіставленні економічних показників відкритих і підземних робіт. У 70-х рр. у розрахунках граничної глибини кар'єрів до вказаних показників додався облік якості корисної копалини, в 80-х – комплексне освоєння родовища. У дослідженнях 90-х років, із зростанням проблем екології і раціонального використання сировинних ресурсів при їх видобутку з'являються роботи, що відображають в різному ступені облік деяких окремих екологічних чинників і їх вплив на граничну глибину виробництва відкритих гірничих розробок.

Постановка завдання. В даний час у зв'язку з великою негативною дією відкритих гірничих робіт на навколишнє середовище і значною відходністю даного виробництва, які в першу чергу залежать від глибини розробки, питання її визначення з урахуванням витрат на природоохоронні заходи набувають особливої актуальності.

Основний матеріал. На даний час основним критерієм визначення глибини виробництва відкритих гірничих робіт є зіставлення їх економічних показників з підземними гірничими роботами [1]:

$$C_n = C_g + K_{zp} \cdot C_{p.n.}, \quad (1)$$

де C_n – собівартість видобутку 1 т руди підземним способом, грн.; C_g – собівартість видобутку 1 т руди відкритим способом без

урахування витрат на виробництво розкривних робіт, грн.; $C_{p.n.}$ – собівартість виїмки 1 т або 1 м³ розкривних порід відкритим способом, грн.; K_{ep} – граничний коефіцієнт розкриття, що показує граничну величину кількості порожніх порід, які доводяться на одиницю видобутої корисної копалини, при якій рівняння (1) дотримуватиметься, м³/т або т/т.

Граничний коефіцієнт розкриття визначається за формулою:

$$K_{ep} = \frac{C_n - C_e}{C_{p.n.}} \quad (2)$$

Формули (1) і (2) справедливі для випадку, коли якість корисної копалини, яка вилучається при обох способах, однакова. Якщо вона різна, то витрати необхідно приводити до зіставного вигляду.

Техніко-економічні показники видобутку залізняку підземним і відкритим способами на підприємствах Кривбасу і зміна його якості приведені в таблицях 1-4.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники видобутку залізняку підземним способом на підприємствах Кривбасу

Роки	Підприємства					
	ВАТ «КЖРК»			ВАТ «Суша балка»		
	видобуто товарної руди, тис. т	собівартість товарної руди, грн./т	вміст Fe в товарній руді, %	видобуто товарної руди, тис. т	собівартість товарної руди, грн./т	вміст Fe в товарній руді, %
2000	5534,2	53,03	58,7 / 55,66	3111,8	47,51	57,76 / 55,54
2001	5598,9	65,97	58,9 / 55,87	2902,3	58,51	58,01 / 56,01
2002	6052,0	66,71	58,69 / 56,36	2935,5	51,98	58,21 / 55,67
2003	6311,7	71,25	58,56 / 56,19	3154,7	49,37	57,86 / 55,89
2004	6558,2	97,02	59,0 / 56,26	3070,2	56,44	57,5 / 55,70
2005	6458,0	117,28	58,91 / 56,79	3240,2	81,56	57,63 / 56,03
Роки	Підприємства					
	ВАТ «Міттал Стіл Кривий Ріг»			ЗАТ «ЗЖРК»		
	видобуто товарної руди, тис. т	собівартість товарної руди, грн./т	вміст Fe в товарній руді, %	видобуто товарної руди, тис. т	собівартість видобутку товарної руди, грн./т	вміст Fe в товарній руді, %
2000	-	-	-	3525,0	35,66	60,38 / 60,33
2001	744,6	66,17	53,72 / 53,72	3600	48,87	62,33 / 62,38
2002	1217,0	66,21	53,98 / 53,98	3780	48,9	61,28 / 61,28
2003	1330,4	68,12	55,03 / 55,03	3882	51,96	61,19 / 61,19
2004	1472,9	79,96	54,28 / 54,28	3912	66,22	61,01 / 61,01
2005	1669,2	102,4	54,55 / 54,55	4210	80,67	61,46 / 61,46

Примітки: 1. До ВАТ «КЖРК» входять шахти ім. Леніна, Гвардійська, Жовтнева, Родіна; до ВАТ «Суша балка» входять шахти Ювілейна, ім. Фрунзе; до ЗАТ «ЗЖРК» - шахта Експлуатаційна; до ВАТ «Міттал Стіл Кривий Ріг» - шахти Прохідницька і ім. Артема.

2. У знаменнику наведено вміст заліза в сирій руді.

3. При середньозваженому вмісті заліза 58,83%, середньозважена за об'ємами видобутку собівартість товарної руди 98,357 грн. на підземних роботах (за 2005 рік):

$$\frac{6458 \cdot 117,27 + 3240,2 \cdot 81,56 + 1669,2 \cdot 102,4 + 4210 \cdot 80,67}{6458 + 3240,2 + 1669,2 + 4210} = \frac{1532147,15}{15577,4} = 98,357$$

З таблиці 1 видно, що собівартість товарної руди при підземному видобутку, коливається від 117,28 до 80,67 грн./т при вмісті заліза в ній 54,55-61,46%. Середньозважена

за об'ємами видобутку собівартість товарної руди дорівнює 98,36 грн./т з середньозваженим вмістом заліза 58,83% (див. таблицю 1). Найбільші значення собівартості товарної

руди і втрат корисної копалини, яка вилучається (таблиця 3), характерні для підприємств ВАТ «КЖРК», які добувають сировину за технологіями з обваленням руди і вміщуючих порід з відбоєм руди глибокими свердловинами вертикальними, похилими і горизонтальними шарами на компенсаційний простір – 45,35% загального об'єму видобутку. 51,66% загального об'єму видобутку руди на даних підприємствах проводиться за поверхово-камерною (25%) і підповерхово-камерною технологіями (26,6%) з відбоєм руди глибокими свердловинами. Найменша собівартість товарної руди на підприємстві ЗАО «ЗЖРК» 80,67 грн./т при вмісті заліза 61,46% (див. таблицю 1) для поверхово-камерної технології із закладкою виробленого простору (100%) і відбоєм руди глибокими свердловинами з втратами 6,1-

$$C_n + C_{m.p} \cdot P + P \cdot \left(C_n + \frac{C_{m.p}}{C_{зм}} \right) = C_в + K_{зр} \cdot C_{р.н.} + C_{ох} \quad (3)$$

де $C_{m.p}$ – ціна товарної руди із вмістом заліза $C_{зст}$ підземного видобутку, грн./т; P – різниця у втраті руди при підземних і відкритих гірничих роботах, долі од.; P – різниця в розубоженні руди при підземному і відкритому способах, долі од.; $C_{зм}$ – вміст залізняку в товарній руді при підземному видобутку, долі од.; $C_в$ – собівартість видобутку відкритих гірничих робіт з урахуванням приведення корисної копалини до однакової якості без урахування витрат на розкривні роботи, грн/т; $C_{ох} = K_{oc} \cdot C_в$ – витрати на охорону навколишнього середовища при відкритих гірничих роботах, грн./т;

$$C_n + C_{m.p} \cdot P + P \left(C_n + \frac{C_{m.p}}{C_{зм}} \right) = C_в + C_в K_{oc} + K_{зр} \cdot C_{р.н.},$$

$$C_n + C_{m.p} \cdot P + P \left(C_n + \frac{C_{m.p}}{C_{зм}} \right) = C_в (1 + K_{oc}) + K_{зр} \cdot C_{р.н.},$$

$$K_{зр} = \left[C_n + C_{m.p} \cdot P + P \left(C_n + \frac{C_{m.p}}{C_{зм}} \right) - C_в (1 + K_{oc}) \right] / C_{р.н.} \quad (4)$$

Набуте значення граничного коефіцієнта розкриву дозволяє визначити за формулою

8,5% і засміченням 3,4-9,6%. Кращі економічні показники даного підприємства обумовлені меншою (майже удвічі) глибиною відробітку руди.

На підземних підприємствах ВАТ «Міттал Стіл Кривий Ріг» застосовується технологія з обваленням вміщуючих порід і руд з відбоєм глибокими свердловинами вертикальними і горизонтальними шарами на компенсаційний простір – 100% (таблиці 1 та 3). За даною технологією відпрацьовується 44,2% загального об'єму видобутої руди на ВАТ «Суша балка», 53,8% руд вилучається за підповерхово-камерною технологією.

Ввівши у формулу (1) технологічні показники – величину втрат і розубоження руди при підземному видобутку, а також витрати на природоохоронні заходи при виробництві відкритих гірничих робіт, отримаємо:

K_{oc} – коефіцієнт частки витрат на охорону НС в собівартості відкритого видобутку корисної копалини, $K_{oc} = (0,1-0,5)$.

Другий доданок формули (3) є величиною збитку, утвореного внаслідок втрат руди при підземному видобутку корисної копалини.

Третій доданок має дві складові: перша показує витрати на вилучення додаткового об'єму розубожених порожніх порід і друга характеризує зниження ціни товарної руди в результаті її розубоження на величину P . Замінивши $C_{ох} = K_{oc} \cdot C_в$ отримаємо:

проф. Б.П. Боголюбова кінцеву глибину виробництва відкритих гірничих робіт [1]:

$$H_k = \frac{(1 + K_{ep})M - B_o}{ctg\beta_e + ctg\beta_l}, \text{ м,} \quad (5)$$

де M – горизонтальна потужність відпрацьованого покладу, м; B_o – ширина дна кар'єру, м; β_e, β_l – кути укосів бортів кар'єру у висячому і лежачому боках покладу, град.

Таблиця 2 – Техніко-економічні показники видобутку руди відкритим способом

Підприємство	Роки	Об'єм видобутку, тис.т	Собівартість, грн.					Вміст заліза, %		
			роз-криву 1 м ³	сирої руди 1 т	роз-дробленої руди 1 т	збагаченої руди 1 т	кон-центрату 1 т	у сирій руді	у кон-центраті	в око-тишах
ПівнГЗК	2001	15938,8	10,4	13,84	15,65	66,95	80,76	35	65,17	60,5
	2003	17294,2	9,56	15,36	17,43	69,32	71,01	34,83	65,24	60,62
	2005	23877,4	14,18	24,95	27,35	93,47	102,9	35,18	65,64	61,72
ЦГЗК	2001	11246,7	7,56	14,81	16,53	64,33	76,78	34,08	66,23	63,34
	2003	10787,2	7,21	13,15	15,16	67,95	84,43	32,23	65,63	61,56
	2005	12665,6	11,74	34,19	39,64	143,34	72,02	34,22	67,35	64,68
ПівдГЗК	2001	18082,1	15,12	10,17	13,59	60,9	80,01	35,01	65,0	-
	2003	16865,3	16,25	11,33	15,04	64,27	-	35,06	65,21	-
	2005	17911,0	-	-	-	-	-	35,02	65,36	-
ІнГЗК	2001	25841,0	11,7	10,33	13,22	65,02	67,68	32,4	64,24	-
	2003	34681,4	11,13	9,49	12,53	72,63	73,03	32,12	63,83	-
	2005	33043,6	-	-	-	-	-	32,79	-	-
ВАТ Міттал Стіл Кривий Ріг	2001	15434,1	12,88	12,52	14,42	64,83	67,32	34,27	65,5	-
	2003	16377,5	14,71	15,23	17,62	74,31	-	34,48	65,5	-
	2005	16032,4	-	24,12	-	-	-	34,34	65,52	-
ПГЗК	2001	13040,0	9,35	16,16	18,98	79,12	-	33,5	64,88	61,59
	2003	19783,4	13,35	11,94	14,38	69,15	-	30,02	63,47	62,34
	2005	23462,2	18,49	20,27	23,75	108,88	-	29,16	62,63	62,54

Таблиця 3 – Втрати і засмічення залізняка на підземних підприємствах Кривбасу, %

Роки	Підприємства								
	КЖРК			Суша балка			Міттал Стіл Кривий Ріг		
	зниження вмісту заліза	засмічення руди	втрати руди	зниження вмісту заліза	засмічення руди	втрати руди	зниження вмісту заліза	засмічення руди	втрати руди
2001	2,72	12,3	18,7	1,49	6,7	11,1	1,71	7,2	13,1
2003	2,75	13,7	18,1	2,23	9,9	13,1	1,09	5,2	14,8
2005	2,17	11,4	16,6	2,08	10,45	13,5	0,91	4,0	8,0
Середні значення		12,47	17,8		9,01	12,56		5,46	12,26

Таблиця 4 – Втрати і засмічення руди на відкритих підприємствах Кривбасу, %

Підприємства	Втрати	Засмічення
ПівнГЗК	3,4	3,6
ЦГЗК	3,1	3,1
Міттал Стіл Кривий Ріг	2,2	2,7
ПівдГЗК	1,6	2,3
ІнГЗК	0,5	3,5

Для техніко-економічних показників відкритих і підземних гірничих робіт підприємств Кривбасу в 2005 р. є наступні статистичні дані: собівартість виробництва концентрату для відкритого способу $C_6 = 70-110$ грн./т, відпускна ціна товарного залізняка підземних робіт із вмістом заліза $C_{з.м} = 58\%$, $C_{м.р} = 133,6$ грн/т, різницю у втратах (Π) корисної копалини при підземному і відкритому способах приймаємо $\Pi = P = 8\%$, собівартість підземного видобутку руди $C_n = 117$ грн/т, собівартість виїмки розкриву при відкритих гірничих роботах $C_{р.л.} = 11$ грн/м³. Для вказаних показників розрахунками за формулою (4) встановлено, що без урахування збитку від втрат і розубоження руди, а також витрат на охорону навколишнього середовища

при відкритих гірничих роботах (формула 5), граничний коефіцієнт розкриву змінюється від 4,27 до 0,63 м³/т, відповідно, для собівартості отримання концентрату при відкритих гірничих роботах 70 і 110 грн/т (рисунок 1). Для рудного тіла горизонтальною потужністю $M = 200$ м і кутів укосів бортів кар'єру в граничних контурах 45°, ширині дна кар'єру $B_0 = 50$ м, гранична глибина виробництва відкритих гірничих робіт за формулою проф. Б.П. Боголюбова за максимальним і мінімальним значеннями граничного коефіцієнта розкриву складе 540-138 м. Збільшення горизонтальної потужності відпрацьовуваних руд до $M = 300$ м (у 1,5 рази) веде до підвищення глибини відкритої розробки до 765 -219 м (зростання в 1,4-1,6 рази), що в середньому приблизно відповідає підвищенню потужності.

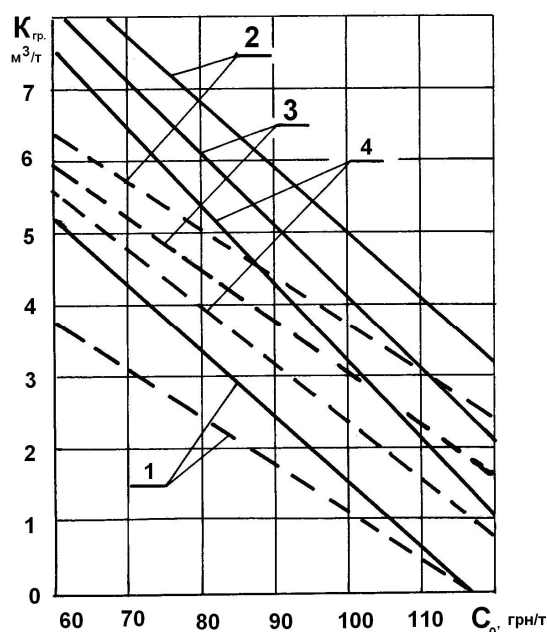


Рисунок 1 - Залежність граничного коефіцієнта розкриву від собівартості відкритого видобутку руди і розкриву для $\Pi = P = 8\%$, $C_{м.р} = 133,6$ грн/т, $C_{з.м} = 58\%$, $C_n = 117$ грн/т,:

1 – без урахування втрат і розубоження, а також $C_{oc} = 0$; 2 – з урахуванням втрат і розубоження при $C_{oc} = 0$; 3 – з урахуванням втрат і розубоження при $C_{oc} = 0,1 C_{oc}$; 4 – з урахуванням втрат і розубоження при $C_{oc} = 0,2 C_{oc}$; ————— $C_{р.л.} = 11$ грн/м³; - - - - - $C_{р.л.} = 15$ грн/м³

При обліку збитку від втрат і розубоження руди для підземного способу розробки, коли вони дорівнюють $\Pi = P = 8\%$ без урахування витрат на природоохоронні

заходи на відкритих гірничих роботах ($C_{oc} = 0$), величина граничного коефіцієнта розкриву змінюється від 7,77 до 4,13 м³/т і

збільшується в 1,82-6,55 рази в порівнянні із значеннями без їх урахування (див. рисунок 1). В даному випадку гранична глибина відробітку відкритих гірничих робіт складає 852-488 м для горизонтальної потужності покладу $M = 200$ м і 1290-744 м – для $M = 300$ м.

Коли витрати на природоохоронні заходи в собівартості відкритого видобутку руди складають 10%, граничний коефіцієнт розкриву зменшується на 8-24% в порівнянні з попередніми значеннями і змінюється від 7,13 до 3,13 м³/т (див. рисунок 1). Глибина кар'єру для приведених значень варіює в межах 788-388 м для $M = 200$ м і 1194-594 для $M = 300$ м, тобто зменшується в 1,08 - 1,26 рази.

Якщо витрати на природоохоронні заходи в собівартості видобутку руди відкритим способом дорівнюють 20%, то граничний коефіцієнт розкриву знижується на 16-48% і дорівнює 6,49-2,13 м³/т (див. рисунок 1), що встановлює глибину кар'єру 724-288 м для горизонтальної потужності покладу $M = 200$ м і 1098-444 для $M = 300$ м. В цьому випадку глибина виробництва відкритих гірничих робіт зменшується в 1,17-1,69 разу в порівнянні з відсутністю їх обліку.

При величині природоохоронних заходів в собівартості видобутку руди відкритим способом до 5% (сучасний стан), вони практично не впливають на значення граничного коефіцієнта розкриву і, отже, на зміну глибини відкритої розробки покладу, і її можна приймати за даними $C_{ox} = 0$.

Якщо собівартість розробки розкривних порід відкритим способом збільшується в 1,36 рази і складає 15 грн/м³ для незмінних решти параметрів, то без урахування збитку від втрат і розубоження руд підземного способу і витрат на природоохоронні заходи відкритого способу, граничний коефіцієнт розкриву також зменшується в 1,36 рази і змінюється від 3,13 до 0,47 м³/т (див. рисунок 1) і дає глибину відробітку 388-122 м для $M = 200$ м і 594-195 м для $M = 300$ м, що в 1,13-1,39 рази менше ніж при $C_{p.n.} = 11,0$ грн/м³.

Облік втрат і розубоження руди при підземному способі видобутку руди, а також відсутність витрат на природоохоронні захо-

ди при відкритому способі видобутку, витратах на розкривні роботи $C_{p.n.} = 15,0$ грн/м³, граничний коефіцієнт розкриву варіює в межах 5,7-3,03 м³/т (див. рисунок 1) і зменшується в 1,36 рази, тобто відповідає збільшенню собівартості розкривних робіт.

Для вказаних даних граничного коефіцієнта розкриву зміна глибини відкритих гірничих робіт складає 645-378 м, для горизонтальної потужності рудного покладу $M = 200$ м і 980-579 м для $M = 300$ м, що в 1,27-1,32 рази менше ніж для $C_{p.n.} = 11,0$ грн/м³.

Коли витрати на природоохоронні заходи в собівартості відкритого видобутку руди дорівнюють $C_{ox} = 20\%$, а на підземних роботах втрати і розубоження дорівнюють $\Pi = P = 8\%$, граничний коефіцієнт розкриву складає 4,76-1,56 м³/т, що також в 1,36 рази менше значення для аналогічних умов розробки при $C_{p.n.} = 11,0$ грн/м³ (див. рисунок 1). Глибина виробництва відкритих гірничих робіт дорівнює 551-231 м для $M = 200$ м і 839-359 м для $M = 300$ м, що в 1,23-1,31 рази менше глибини розробки відкритим способом для $C_{p.n.} = 11,0$ грн/м³.

При збільшенні втрат корисної копалини при підземній розробці (Π) в 1,5; 2,0 і 2,5 рази ($\Pi = 12, 16$ і 20% , розубоження $P = 8\% = \text{const}$) і незмінних решти параметрів, значення граничного коефіцієнта розкриву відповідно збільшуються в 1,05-1,12; 1,11-1,23 і 1,17-1,35 рази в порівнянні з $\Pi = 8\%$ (рисунок 2). У свою чергу вони складають для першого випадку 8,26-4,62 м³/т при витратах на природоохоронні заходи $C_{ox} = 0$; 7,62-3,62 грн/т при $C_{ox} = 0,1 C_e$ та 6,98-2,62 при $C_{ox} = 0,2 C_e$. Глибина відкритих гірничих робіт дорівнює 901-537 м, 837-437 м і 773-337 м, $M = 200$ м і зростає відносно $\Pi = 8\%$ в 1,10-1,16; 1,12-1,19 і 1,17-1,22 рази. Приведені значення справедливі також при втратах $\Pi = \text{const} = 8\%$ і збільшенні в 1,5-2,5 рази відпускної ціни на товарну руду, оскільки в цьому випадку значення другого додатку формули (4.3) не змінюється і величина збитку від втрат руди залишається постійною. Напри-

клад, при $P = 20\%$, $C_{mn} = 133,6$ грн/т, $Y_n = 334$ грн/т, $P = 8\%$, $Y_n = C_{mn} \cdot P = 133,6 \cdot 0,08 = 10,688$ грн. Для $C_{mn} = 334 \cdot 0,08 = 26,72$ грн.

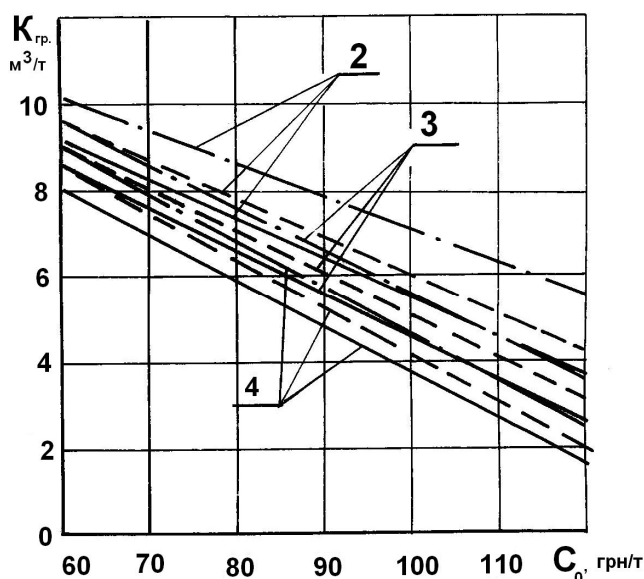


Рисунок 2 - Залежність граничного коефіцієнта розкриття від собівартості відкритих гірничих робіт і втрат корисної копалини при підземному способі видобутку:

$$C_n = 117 \text{ грн/т}; C_{mn} = 133,6 \text{ грн/т}; C_{ж.м} = 58\%, P = 8\% = \text{const}$$

————— $P = 12\%$; - - - - - $P = 16\%$; - . - . - $P = 20\%$

Зростання розубоження корисної копалини при підземній розробці в 1,5-2,0 рази ($P = 12-16\%$) для $P = 8\% = \text{const}$ і змінених решті техніко-економічних показників видобутку, викликає збільшення граничного коефіцієнта розкриття в 1,14-1,60 рази для значення $P = 12\%$ і в зіставленні з $P = 8\%$ (рисунок 3). Причому, як і для попередніх розрахунків, менше збільшення властиво максимальним значенням граничного коефіцієнта розкриття, а більше – мінімальним. Величини граничного коефіцієнта розкриття для приведених умов відповідно складають: при витратах на природоохоронні заходи відкритих гірничих робіт $C_{ox} = 0$; $K_{cp} = 9,03-5,39 \text{ м}^3/\text{т}$; $C_{ox} = 0,1 C_e$, $K_{cp} = 8,39-4,39 \text{ м}^3/\text{т}$; $C_{ox} = 0,2 C_e$, $K_{cp} = 7,76-3,40 \text{ м}^3/\text{т}$. Для даних значень граничного коефіцієнта розкриття глибина відкритої розробки родовищ відповідно дорівнює: 978-614 м; 914-514 м і 851-415 м при $M = 200$ м, що збільшує її в 1,15-1,44 рази в порівнянні з $P = 8\%$.

Для горизонтальної потужності покладу $M = 300$ м глибина відкритих гірничих ро-

біт варіює в межах 1479-933 м, 1383-783 м і 1289-635 м і зростає пропорційно зростанню її потужності в 1,5 рази.

Коли розубоження руд досягає $P = 16\%$ (зростає в 2 рази), граничний коефіцієнт розкриття збільшується в 1,32-2,19 рази в порівнянні з $P = 8\%$ і змінюється в межах $K_{cp} = 10,3-6,66 \text{ м}^3/\text{т}$, $C_{ox} = 0$; $K_{cp} = 9,66-5,66 \text{ м}^3/\text{т}$; для $C_{ox} = 0,1 C_e$ і $K_{cp} = 9,02-4,66 \text{ м}^3/\text{т}$ для $C_{ox} = 0,2 C_e$ (рисунок 3). Глибина відкритих гірничих робіт дорівнює: 1105-741 м; 1041-641 м і 977-541 м для горизонтальної потужності покладу $M = 200$ м, а також 1670-1124 м; 1574-974 м і 1478-824 м для горизонтальної потужності покладу $M = 300$ м.

Висновки. Аналіз виконаних розрахунків показав, що в розглянутих умовах розубоження руд надає більшого впливу на граничний коефіцієнт розкриття і глибину розробки родовища, аніж величина їх втрат. У свою чергу зростання витрат на природоохоронні заходи в собівартості видобутку руди відкритим способом на 10% викликає зменшення глибини відробітку на 100 м. Облік збитку від величини втрат і розубо-

ження руди при підземному способі відробітку веде до збільшення граничного коефіцієнта розкриття в 1,8-6,4 рази, що істотно збільшує

глибину розробки руди відкритим способом і свідчить про їх обов'язковий облік у вирішенні аналогічних завдань.

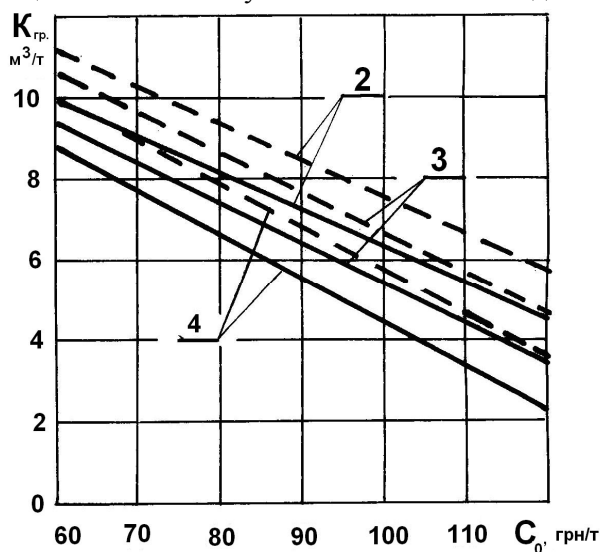


Рисунок 3 - Залежність граничного коефіцієнта розкриття від собівартості відкритих гірничих робіт і розубоження порід при підземному способі виїмки руди:

$$C_n = 117 \text{ грн/т}; C_{m.n} = 133,6 \text{ грн/т}; C_{z.m} = 58\%, P = 8\% = \text{const}$$

————— $P = 12\%$; - - - - - $P = 16\%$

Крім того формування кар'єрів глибиною понад 600-700 м є проблематичним, оскільки при цьому поряд з наведеними чинниками значну вагу набувають чинники стійкості бортів та провітрювання виробленого прос-

тору, тому вказана глибина відкритої розробки має бути уточнена, а методика визначення кінцевої глибини кар'єру потребує подальшого розвитку і удосконалення.

Перелік посилань

1. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам. - М.: Недра, 1982. - 414 с.
2. Щелканов В.А. Комбинированная разработка рудных месторождений. - Москва: Недра, 1974. - 231 с.
3. Ржевский В.В. Проектирование контуров карьеров. - Москва: Metallurgizdat, 1956. - 340 с.
4. Параметры комплексной разработки месторождений / А.Д. Черных, И.А. Калишевский, А.М. Маевский, Д.В. Гордин - Днепропетровск: Січ, 1993. - 318 с.
5. Куликов В.В. Совместная и повторная разработка рудных месторождений. - Москва: Недра, 1972. - 286 с.

N.I. Prosandeev

INFLUENCE OF NATURE PROTECTION EXPENSES ON THE EVENTUAL DEPTH OF QUARRY

*Institute of Nature Management Problems and Ecology
of National Academy of Sciences of Ukraine, Dnipropetrovsk*

Taking into account charges on the booty of breeds, losses of useful minerals at the opened and underground methods of development, on the basis of maximum coefficient of stripping influence of nature protection expenses is set on the eventual depth of quarry.

*Надійшла до редколегії 02 квітня 2010 р.
Рекомендовано членом редколегії канд. техн. наук П.І. Копачем*