

21. Пятов М.Л. Активы организации: трактовка МСФО / М.Л. Пятов, С.А. Смирнова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.buh.ru/document-1160>.
22. Соколов В.Я. Теоретические начала двойной записи: автореф. дис. на соискание науч. степени д-ра экон. наук: спец. 08.00.12 / В.Я. Соколов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2007. – 52 с.
23. Ткачук Н.В. Методологические основы формирования информации о собственном капитале / Н.В. Ткачук. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – 176 с.
24. Федеральный закон “О бухгалтерском учете” от 21.11.1996 № 129-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/popular/buch/53_2.html#p132.

Рукопис подано до редакції 05.04.12

УДК 622.27: 658.5

О.А. ТЕМЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., О.О. ВУСИК, студент
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ПЕРЕХОДУ ВІД ВІДКРИТОГО ДО ПІДЗЕМНОГО СПОСОБУ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Розглянуто необхідність використання комбінованих технологій для подальшої розробки залізорудних родовищ. Наведено зарубіжний досвід застосування відкрито-підземного способу на окремих кар'єрах світу.

Проблема і її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Сучасний стан вітчизняної гірничодобувної галузі промисловості характеризується значними обсягами видобутку корисної копалини відкритим способом. Разом з тим, існують об'єктивні підстави прогнозувати в першій половині поточного століття більш широке використання комбінованих технологій для подальшої розробки залізорудних родовищ України, у тому числі Криворізького басейну. Приводом переходу на відкрито-підземний спосіб розробки покладів являються не тільки запаси під дном кар'єру, а і значні прикар'єрні запаси, розміщені близько до проектних границь відкритих робіт.

Добре відомо, що при збільшенні глибини кар'єрів суттєво зростають обсяги виймання розкритих порід, у зв'язку з чим регулювання гірничих робіт лише зміною напрямку розвитку робіт виявляється малоефективним. За таких обставин обґрунтування раціонального в часі та просторі переходу від відкритого способу розвитку рудних родовищ до підземного дозволить в подальшому підвищити економічну ефективність гірничих робіт. У цьому аспекті представляє велику цікавість відпрацювання і проектування технологічних схем виїмки запасів підземним способом, розміщених за кінцевими границями кар'єрів. Зі збільшенням глибини видобування корисних копалин актуальною і складною проблемою являється розкриття і розробка родовищ на значно більших глибинах, ніж за раніше розробленими проектами, що підтверджується стабільним збільшенням в останній час поточних витрат гірничого виробництва, в першу чергу за рахунок підвищення вартості енергоресурсів, залучених у технологічний процес видобутку і переробки залізорудної сировини. В теперішній час гірничодобувні підприємства Кривбасу представлені великою кількістю залізорудних кар'єрів та шахт, у тому числі 9 - з відкритим та 8 - з підземним способом видобутку корисних копалин, (табл. 1) [1]. При майже рівнозначній кількості підприємств з відкритим та підземним видобутком загальна річна продуктивність на відкритих гірничих роботах більша в декілька разів. Однак, згідно з раніше затвердженими проектами розробки родовищ, максимальна глибина кар'єрів Криворізького регіону складає 500-600 м. Порівнюючи дані, наведені в табл. 1, з проектними, кар'єрам залишилося відпрацювати в середньому 20-30 років за умови річного пониження гірничих робіт 10-15 м.

Аналіз досліджень і публікацій. Характерною особливістю схем розкриття при розробці прикар'єрних запасів являється використання відпрацьованого простору кар'єру, що дозволяє не тільки скоротити термін їх розкриття, але і зменшити об'єми гірничо-підготовчих робіт. При цьому для наступної масштабної розробки залізорудних родовищ характерно поєднання похилих (чи горизонтальних) допоміжних виробок, пройдених з бортів чи дна кар'єру, і вертикальних стволів, які проходять з поверхні. В цьому випадку вертикальні стволи виконують основну функцію - підйому руди, а похилі виробки, пройдені із кар'єру, використовуються для спускання своїм ходом крупного самохідного обладнання, доставки матеріалів та інших цілей.

Таблиця 1

Глибина гірничих робіт залізородних підприємств Криворізького басейну

Назва власників підприємства	Видобувний комплекс	Глибина гірничих робіт, м
Холдінг «Метінвест»	ПАТ «Північний ГЗК»	
	Ганнівський кар'єр	275
	Першотравневий кар'єр	400
	ПАТ «Центральний ГЗК»	
	Кар'єр №1	395
	Кар'єр №3	305
	Кар'єр №4	185
	Шахта «Орджонікідзе»	527
ПАТ «Укррудпром»	ПАТ «Інгулецький ГЗК»	
	Інгулецький кар'єр	440
ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	ВАТ «Південний ГЗК»	
	Південний кар'єр	350
ПАТ «Евраз Суха Балка»	Кар'єр № 2-біс	225
	Кар'єр № 3	300
	Шахта ім. Артем-1	1135
ПАТ «Кривбасзалізрудком»	Шахта «Ювілейна»	1260
	Шахта ім. Фрунзе	1135
ПАТ «Кривбасзалізрудком»	Шахта «Батьківщина»	1315
	Шахта «Жовтнева»	1190
	Шахта ім. Леніна	1275
	Шахта «Гвардійська»	1270

З табл. 2 [1] видно, що відпрацювання позаконтурних запасів кар'єрів комбінованим відкрито-підземним способом дає можливість подовжити роботу ГЗК ще на 25-50 років при визначеній річній продуктивності гірничого підприємства.

Таблиця 2

Прогнозні показники позаконтурних запасів кар'єрів

Видобувний комплекс (кар'єр)	Орієнтовні запаси руди за контурами кар'єру, млн. т	Орієнтовна річна продуктивність відкрито-підземного руднику, млн. т
ПАТ «Північний ГЗК»		
Ганнівський кар'єр	340	5
Першотравневий кар'єр	480	10
ПАТ «Центральний ГЗК»		
Кар'єр №1	350	5
ПАТ «Інгулецький ГЗК»		
Інгулецький кар'єр	139	6
ВАТ «Південний ГЗК»		
Південний кар'єр	600	10

При необхідності річна продуктивність може бути збільшена в 2-3 рази із застосуванням нових, менш енергоємних систем розробки і раціональних схем розкриття та підготовки родовищ, а також шляхом впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій. Враховуючи закордонний досвід необхідно зазначити, що для родовищ, які досягли глибин понад 500-600 м, характерне розкриття комплексом вертикальних стволів (3-5 і більше) в поєднанні з похилими чи спіральними з'їздами. З'їзди проходять як із дна кар'єру, так і з одного транспортного горизонту на інший з метою забезпечення доступу самохідного обладнання в привибійний простір своїм ходом на кожний робочий горизонт. В якості прикладу можна навести кар'єри, які відпрацьовують родовища корисних копалин за допомогою комбінованих технологій - Фінш, Кофіфонтейн (ПАР), Кідд Крік (Канада), Камото (Заїр). При цьому глибина кар'єру змінюється від 300-400 до 500 м. Крім того, характерною особливістю розробки окремих родовищ є широке використання рудоспусків для перепуску і акумулювання руди на основних транспортних гори-

зонтах, де руда перезавантажується на залізничний транспорт для доставки до стволів - Кіруна (Швеція), Кофіфонтейн (ПАР) та ін. [2].

У деяких випадках, при розробці потужних крутопадаючих родовищ, в комплексі з вертикальними використовуються похилі стволи, пройдені з поверхні (Фінш) чи з дна кар'єру (Чамбіші) і обладнані конвейерним підйомом. Тим не менше більш глибокі горизонти все одно розкриваються вертикальними стволами. Застосування конвейерного стволу на руднику Фінш було викликано тим, що з його допомогою першочергово транспортується руда глибоких кар'єрів (при відпрацюванні кар'єром ділянки з глибини 188 м до глибини 388 м). Похилий ствол пройдений з поверхні до глибини 290 м. При завершенні робіт в кар'єрі ствол використовується для транспортування руди [2].

Постановка задачі. Необхідно зазначити, що ефективність переходу на відкрито-підземний спосіб розробки уточнюється переважно за граничним коефіцієнтом розкриття. Цей спосіб дає можливість обумовити подальший розвиток гірничодобувних виробництв і дозволяє обґрунтувати раціональні способи розкриття та системи розробки, що забезпечують стабільні умови діяльності вітчизняних підприємств без значних капітальних та експлуатаційних витрат.

Викладення матеріалу та результати. Відомо, що економічні показники відкритих робіт залежать від капітальних витрат (витрати на підготовчі роботи, придбання і монтаж обладнання та ін.), експлуатаційних витрат (поточні витрати) і прибутку від реалізації (продажу) корисної копалини, що видобувається. Експлуатаційні витрати включають витрати на амортизацію, електроенергію, матеріали тощо. Одними з ключових показників є також кількісна оцінка переміщених об'ємів розкривних порід та досягнутий рівень коефіцієнту розкриву.

Повна собівартість видобутої 1 т корисної копалини при відкритих роботах складається із собівартості власне корисної копалини і собівартості виймання пустих порід, що видаляють для видобування одиниці корисної копалини. Отже, повну собівартість видобування корисної копалини можна представити у вигляді формули, грн/м³ [3]

$$C = C_d + kC_p, \quad (1)$$

де C_d - собівартість видобування корисної копалини без врахування розкривних робіт, грн/м³; C_p - собівартість розкриву, грн./м³; k - коефіцієнт розкриву, м³/м³.

Із збільшенням глибини кар'єру об'єми пустих порід, що підлягає переміщенню, збільшуються скоріше, ніж об'єми виймання корисної копалини. У зв'язку з цим, збільшуються витрати на розкривні роботи, а виходячи з цього і повна собівартість видобування корисної копалини. Настає момент, коли повна собівартість видобування корисної копалини зростає до допустимого значення $C_{пр}$ за умов економічності відкритих робіт. При цьому коефіцієнт розкриву також зростає до максимально допустимої, граничної величини, грн./м³

$$C_{пр} = C_d + k_{гр}C_p. \quad (2)$$

Граничний (чи економічно доцільний) коефіцієнт розкриття - це максимально допустимий коефіцієнт розкриття, при якому в даних умовах відкрита розробка родовища є економічно доцільною. Його визначають за формулою, м³/м³

$$k_{гр} = (C_{пр} - C_d) / C_p, \quad (3)$$

де $C_{пр}$ - гранично допустима величина повної (з урахуванням розкриву) собівартості видобування корисної копалини, грн/м³; C_d - собівартість видобування корисної копалини без врахування розкривних робіт, грн./м³; C_p - собівартість розкриву, грн/м³.

Як видно із формули (3), величина граничного коефіцієнту розкриву залежить від собівартості видобування корисної копалини і собівартості виймання пустих порід. При проектуванні (реконструкції) гірничодобувного підприємства величину цих показників приймають по фактичним даним діючих кар'єрів, гірничотехнічні умови яких аналогічні умовам кар'єру, який проектується.

Визначення $k_{гр}$ здійснюється на основі порівняння відкритого і підземного способів розробки родовищ. В основу визначення граничного коефіцієнту розкриття приймається умова, що допустима повна (з урахуванням розкривних робіт) собівартість видобування корисної копалини відкритим способом $C_{пр}$ не перевищує собівартість видобування цієї ж корисної копалини підземним способом $C_{п.}$

$$C_{пр} = C_{п.} \quad (4)$$

Тоді граничний коефіцієнт, м³/м³

$$k_{гр} = (C_{п.} - C_d) / C_p. \quad (5)$$

Цей вираз широко використовується при проектуванні, однак він використовується лише за умови, що при підземному і відкритому способах розробки видобувається корисна копалина однакової якості. В іншому випадку граничний коефіцієнт визначають по собівартості концентрату, а не по собівартості руди.

Величина собівартості концентрату із руд, видобутих підземним способом, є допустимою для собівартості концентрату із залізних руд, видобутих відкритим способом.

$$C_{к.в} = C_{к.п} \quad (6)$$

або

$$1/i_v (C_{пер.в} + C_d + k_{гр} C_p) = 1/i_p (C_{пер.п} + C_p), \quad (7)$$

де i_v , i_p - вихід концентрату із руд, видобутих відкритим і підземним способами, частки одиниць; $C_{пер.в}$, $C_{пер.п}$ - собівартість переробки в концентрат руд, видобутих відкритим і підземним способами, грн/м³.

З урахуванням зазначеного граничний коефіцієнт розкриття може бути розраховано, м³/м³ [3]

$$k_{гр} = i_v/i_p (C_{пер.п} + C_p) - (C_{пер.в} + C_d) / C_v. \quad (8)$$

Отже, ефективність підземно-відкритого способу розробки і різноманітних його варіантів при різній послідовності відпрацювання кар'єрних і рудничних покладів при різному ступені одночасної і спільної роботи кар'єру і руднику може бути визначена на основі методичного підходу, який враховує всі позитивні та негативні наслідки їх роботи. На основі аналізу загальної моделі відпрацювання всього родовища необхідно порівняти всі можливі варіанти співвідношення запасів для відкритого і підземного способів, продуктивних потужностей кар'єру та руднику при різних варіантах послідовності розробки кар'єрного і рудничного полів, а також при різних системах підземної і відкритої розробки.

Висновки. Отже, планування вчасного переходу від відкритого до підземного видобутку руд дозволить ефективно продовжити розробку залізрудних родовищ, що особливо актуально для глибоких кар'єрів Кривбасу, та повинно забезпечити підвищення кінцевих результатів виробничо-господарської діяльності гірничодобувних підприємств. Для вирішення проблеми перспективного розвитку гірничих робіт на сучасних кар'єрах необхідно, насамперед, обґрунтувати раціональні способи розкриття та системи розробки, які дозволять успішно працювати вітчизняним підприємствам без значних капітальних та експлуатаційних витрат, враховуючи стійкі тенденції їх обмежених фінансових можливостей. При цьому вимагають першочергового розгляду ряд важливих питань для визначення доцільності подальшого видобутку корисних копалин в кар'єрі на значних глибинах (понад 500 м), а саме обґрунтування оптимальних границь відкритих та підземних гірничих робіт, розроблення малоопераційної технології видобутку корисних копалин, зменшення втрат та засмічення руди за рахунок удосконалення систем розробки окремих родовищ у відповідності до сучасних вимог, що висувуються до організації і планування гірничого виробництва в умовах невизначеності попиту на кінцеву залізрудну сировину.

Список літератури

1. Ступнік М.І., Письменний С.В. Комбіновані способи подальшої розробки залізрудних родовищ криворізького басейну / М.І. Ступнік, С.В. Письменний // Гірничий вісник ДВНЗ "Криворізький національний університет". - Вип. 95(1), 2012. - С. 3-7.
2. Каплунов Д.Р., Юков В.А. Геотехнология перехода от открытых к подземным горным работам: Учебное пособие. - М.: Издательство «Горная книга», 2007. - 267 с.
3. Горное дело / Ю.П. Астафьев, В.Г. Близинов, О.Г. Шекун и др. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1980. - 367 с.
4. Чалюк П.В. Бухгалтерський облік / П.В. Чалюк, Л.Я. Швейкіна, Л.В. Чаплигіна [Електронний ресурс]. - Режим доступа: http://posibnyky.vntu.edu.ua/buh_ob/buhg_1/31.htm.

Рукопис подано до редакції 20.03.12