

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревнивцев В.И., Сазонов Г.Т., Леонов Б.П. и др. Новые принципы проектирования обогатительных фабрик / Обогащение руд, 1985. - № 3. - С. 30-35.

2. Четверик м.С., Зайцева М.М., Польская И.Э. Технологические схемы горнообогатительных работ при комплексной открытой разработке руд Кривбасса / 1X Всесоюз.науч.конф. "Комплексные исследования физических свойств горных пород и процессов". - М., 1987. - С. 169.

3. Кармазин В.В., Четверик М.С. Разработка Удоканского месторождения при открыто-подземных горнообогатительных работах / Цветная металлургия, Известия вузов, 1988. - № 11.

4. Ефремов Э.И., Четверик М.С., Пригунов А.С. и др. Перспективные технологии добычи руд с применением новых комплексов машин / Металлургическая и горнорудная промышленность, 1990. - № 3. - С. 32-34.

УДК 622.271

В.П. Мартыненко

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ СИНКЛИНАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Наведені дані про умови залягання родовищ залізної руди в Україні. Розроблена методика гірничогеометрического аналізу кар'єрних полів, обґрунтовані параметри тимчасових та постійних відвалів розкривних порід в виробленому просторі залізорудних кар'єрів. Показана екологічна та економічна ефективність відкритої розробки родовищ залізної руди з внутрішнім відвалоутворенням. Іл. 1. Табл. 1. Бібліогр. 1 найм.

Сырьевая база черной металлургии Украины представлена богатейшими месторождениями железных руд, представленных Одесско-Белоцерковской, Криворожско-Кременчугской и Белозерско-Ореховской металлогенными зонами, а также Приднепровской и Приазовской металлогенными областями, в составе которых выделены 26 железорудных районов. В настоящее время в четырех

из них ведется добыча железной руды, остальные - перспективные. Наиболее масштабным является Кривбасс. Месторождения железистых кварцитов разрабатывают открытым способом. В пределах запроектированных карьерных полей с глубиной до 500-700 м находится от 3 до 5 железорудных горизонтов, переслаиваемых одноименными горизонтами вмещающих пород. В зависимости от геологического положения выделяются рудные пласты, находящиеся в замковых частях складчатых структур с длиной по простиранию 2-2,5 км и горизонтальной мощностью 400-1000 м; а также приуроченные к крыльям складчатых структур месторождения с длиной по простиранию до 10-12 км при горизонтальной мощности 30-400 м. Угол погружения шарниров рудных складок изменяется от 15 до 33°. Падение из крыльев - от 5-10° до 80-85° с замыканием на глубине от 30 до 350 м.

Железорудные месторождения залегают на территориях с высокоразвитым земледелием. С целью минимального нарушения земель их разработку следует производить с размещением вскрышных пород в выработанном пространстве. Поскольку карьерные поля, как правило, имеют значительную протяженность, производственная мощность предприятия по добыче руды определяется по экономическим соображениям с учетом функционирования наиболее прогрессивных видов транспорта и методов ведения отвальных работ [1].

Длительный опыт эксплуатации железорудных карьеров в Кривбассе показывает, что целесообразно было бы их разрабатывать поочередно друг за другом и использовать выработанное пространство ранее отработанного для складирования вскрыши из действующего. Относительно близкое расположение карьерных полей друг от друга и развитая сеть железнодорожных коммуникаций позволила бы при этом достичь высокой экономичности открытой разработки за счет исключения нарушения земель внешними отвалами. Полная засыпка отработанных карьеров и создание почвенного профиля на уровне ненарушенных земель дали бы возможность восстановить плодородие значительной территории, которая в настоящее время представлена поверхностью, расчленен-

ной глубокими выемками, высокими отвалами с хвостохранилищами. В то же время этот опыт возможно плодотворно использовать при разработке перспективных месторождений, из которых, в первую очередь, следует ориентироваться на синклинальные с выходом шарниров непосредственно под наносы небольшой мощности, однотипные со Скелеватским магнетитовым, Ингулецким, Петровским, Артемовским, Зеленореченским и другими месторождениями.

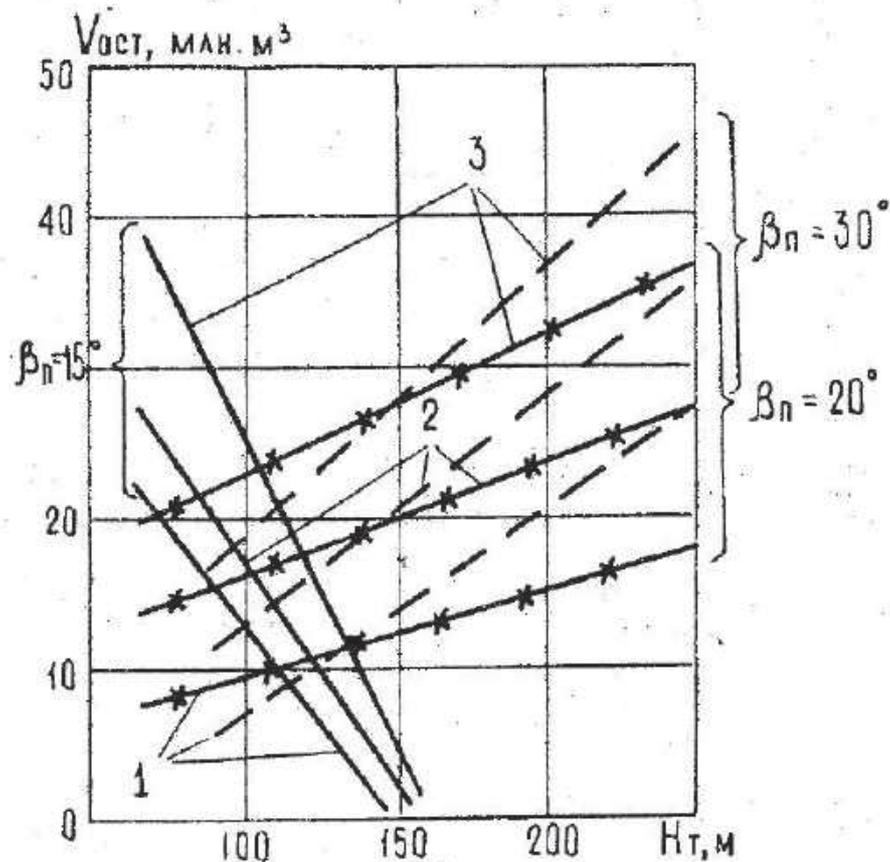


Рис. 1. Графики зависимости остаточного объема вскрыши $V_{ост}$ (млн. м³), размещаемого на промежуточном горизонте в зоне подвижки, от угла погружения шарнира β_n (град.):
1, 2 и 3 - мощность свиты пластов 400, 800 и 1200 м.

Интенсивное формирование выработанного пространства для обеспечения минимального текущего коэффициента вскрыши достигается при поперечной подготовке рабочих горизонтов и первоочередной отработке шарнира с подвижкой передовых уступов по крыльям синклинальной складки в направлении к противополож-

ному торцу карьера (рис. 1). Основным критерием определения параметров разработки является полное складирование вскрышных пород в выработанном пространстве и подготовка его к сельскохозяйственной рекультивации. Наибольшая прибыль достигается предприятием за счет рационального применения железнодорожного, автомобильного и конвейерного видов транспорта, а также минимального объема перезкавки вскрышных пород, ведения горнотехнической рекультивации в процессе отвалообразования.

Объем горной массы в зоне углубки карьера V_{yy} (m^3) определяется по формуле

$$V_{yy} = 0,34K_{\phi}H_i(m_r + 2H_r \operatorname{ctg}\beta) \left[h_{rp} + H_r (\operatorname{ctg}\beta_n + \operatorname{ctg}\alpha_r) \right]$$

где H_r - текущая глубина карьера, м; K_{ϕ} - коэффициент формы залежи в плане; h_{rp} - ширина разрезной траншеи, м; m_r - горизонтальная мощность залежи, м; β , β_n - углы откосов нерабочих бортов в торце карьера и по простиранию, град.; α_r - угол откоса рабочего борта, град.

Выработанное пространство в торце карьера возможно использовать для размещения постоянного отвала на уровне земной поверхности объемом V_{on} (m^3), определяемом из выражения

$$V_{on} = \frac{K_p(H_r - H_{rp})^2}{K_p} \left[m_r + \operatorname{ctg}\beta(H_r - H_{rp}) - a \left[\operatorname{ctg}\beta_n - \operatorname{ctg}(90 - \varphi) \right] + H_{rp} \left\{ 2 \left[\operatorname{ctg}\beta - \operatorname{ctg}(90 - \varphi) \right] - \operatorname{ctg}\varphi \right\} \right]$$

где K_p - коэффициент разрыхления горной массы в отвале; H_{rp} , a - глубина и ширина по дну остаточной траншеи по периметру внутреннего отвала, м; φ - угол откоса внутреннего отвала, град.

На верхней площадке постоянного внутреннего отвала выше уровня земной поверхности возможно также возведение поверхностного отвала, объем которого V_{os} рассчитывается по формуле

$$V_{os} = V_{on} = \frac{K_{\phi}h_0}{2K_p} \left[H_r (\operatorname{ctg}\beta_n - \operatorname{ctg}\varphi) - H_{rp} (\operatorname{ctg}\beta_n + \operatorname{ctg}\varphi) - h_0 \operatorname{ctg}\varphi \right] \times \\ \times \left[m + 2H_r \operatorname{ctg}\beta_0 - 2H_{rp} \operatorname{ctg}\beta - a - h_0 \operatorname{ctg}\varphi \right]$$

где h_0 - высота поверхностного отвала, м.

Исследованиями установлено, что при понижении глубины карьера в зоне углубки до 100 м выработанное пространство с наклонным основанием в торце карьера не в состоянии вместить весь объем вскрышных пород даже при возведении поверхностного отвала высотой 60 м. При погружении шарнира под углом 15° дальнейшее понижение дна карьера на глубину более 150 м дает возможность полностью размещать вскрышные породы в выработанном пространстве [1]. Для $\beta_n = 20-30^\circ$ такой возможности нет (рис. 1), что вызывает необходимость размещения части вскрыши, в основном, рыхлой, в пределах карьерного поля (см. рис. 1, поз. 11-13). Объемы этих пород составляют 10-36 млн.м³ и в последующем бу-

Таблица. Параметры разработки синклинальных железорудных месторождений до глубины 500 м с внутренним отвалообразованием

Показатели	Мощность свиты пластов, м		
	400	800	1200
Годовая производительность по руде, млн.т.	17,6	23,1	42
Средний коэффициент вскрыши, м ³ /т	0,57	0,27	0,22
Годовое понижение горных работ, м	7,6	4,3	2,5
Ширина карьера поверху, м	1600	2000	2400
Длина зоны углубки при $\alpha_p=19^\circ$ и $b_p=40$ м, $\beta_n=15^\circ$	3040	3040	3040
	$\beta_n=20^\circ$	2540	2540
	$\beta_n=30^\circ$	2040	2040
Объем вскрыши в зоне углубки при $H_T=500$ м, $\beta_n=15^\circ$	180,6	226	271
	$\beta_n=20^\circ$	150,5	188,3
	$\beta_n=30^\circ$	119,8	149,8
Вместимость внутреннего отвала в зоне углубки, млн.м ³ $\beta_n=15^\circ$	202,2	287,1	369,7
	$\beta_n=20^\circ$	129,8	181,7
	$\beta_n=30^\circ$	67,4	94,4

дут переэкскавированы в выработанное пространство при горно-технической рекультивации нарушенной поверхности.

При угле погружения шарнира 20° для всего диапазона рассматриваемых мощностей разрабатываемой свиты пластов выработанное пространство в предельных контурах зоны углубки способно вместить вскрышные породы полностью. При угле погружения шарнира 30° вскрышные породы в объеме 52-58 млн.м³ следует временно размещать на промежуточном горизонте в зоне подвижки.

Поскольку дальнейшее развитие горных работ при достижении предельного положения дна карьера характеризуется только перемещением в горизонтальном направлении, длина площадки временного отвалообразования в зоне подвижки l_n (м) определяется из условия размещения текущего объема вскрыши в постоянном отвале с учетом переэкскавации туда же ранее заскладированных вскрышных пород, т.е.

$$l_n = \frac{V_{\text{вск}} - V_{\text{осв}}}{H_0 [\alpha + 0,5 H_0 (\text{ctg} \beta + \text{ctg} \varphi)]}$$

где H_0 - глубина горизонта временного размещения отвала в зоне подвижки, м.

Принимая исходные данные для расчета, приведенные в таблице, можно утверждать, что с увеличением H_0 остаток вскрыши в зоне подвижки, начиная с глубины 100 м, уменьшается на 20-25 % в расчете на каждые последующие 50 м. Длина промежуточного горизонта для временного складирования этого объема находится в пределах 832 м по каждому крылу разрабатываемого месторождения. В случае одностороннего развития карьера длина временного отвала составит не менее 1660 м.

Эффективность данной технологии исследована на примере разработки Горишне-Плавнинского и Лавриковского железорудных месторождений, которые эксплуатируются Полтавским горно-обогатительным комбинатом. В соответствии с техническим проектом института Южгидроруда общая длина карьера установлена 8 км. Железорудные пласты погружаются в недра земли под углом $75-80^{\circ}$ и имеют мощность 150-220 м. Проектная производитель-

ность карьера по добыче железной руды - 34 млн.т/год, вскрыше - 31 млн.м³/год. В настоящее время длина карьера 5 км. Горные работы ведутся на глубине 220 м в основном карьере и уменьшаются до глубины 170 м в дальней его части. Верхние горизонты отрабатываются с применением железнодорожного транспорта, нижние - автомобильного.

В соответствии с выполненными расчетами в средней части карьера на глубине 170-180 м выделена площадка длиной 800 м для временного складирования вмещающих пород, разрабатываемых в зоне углубки на глубине 220-250 м. Вместимость временного отвала 60 млн.м³. Годовой объем внутреннего отвалообразования 4-5 млн.м³.

Промышленное внедрение вышеуказанной технологии внутреннего отвалообразования на карьере ПГОКа ведется с IV кв. 1993 г. На западном борту бедные железистые кварциты с горизонтов -135+-75 м складировались во внутренний отвал с отметкой подошвы - 150 м. В средней части карьера на отметке 105 м уложено 9,6 млн.м³ вскрышных пород. Применение внутреннего отвалообразования позволило снизить расстояние перевозки вскрыши автомобильным транспортом на 1,2-2,5 км, железнодорожным - на 5 км. Сбережено от нарушения внешними отвалами 6 га пахотных земель. Годовой экономический эффект превысил 60 тыс.грн.

На период до 2000 г планируется уложить во внутренний отвал 36,3 млн.м³ вскрышных пород. Кроме значительного экономического эффекта внутреннее отвалообразование позволяет не только существенно сократить расстояние перевозки вскрышных пород автосамосвалами и отказаться от применения для этого внутри-карьерного железнодорожного транспорта, но и полностью предотвратить дальнейшие нарушения земельных площадей внешними отвалами, сократить выбросы в атмосферу огромных объемов пыли и выхлопных газов, создавать благоприятные условия для последующей рекультивации отработанных участков карьерного поля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вскрытие глубоких горизонтов карьеров / А.Ю. Дриженко, В.П. Мартыненко, В.И. Симоненко и др.; под ред. Проф. А.Ю. Дриженко. - М.: Недра, 1994. - 288 с.

УДК 622.7:622.271

Н.А. Головач

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДОВОГАЩЕНИЯ РУДЫ В КАРЬЕРАХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЛЬМЕНитОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ НА ИРШАНСКОМ ГОКЕ

Викладено технологію розробки родовищ ільменіту драгами. Розроблено і застосовано технологію гірничих робіт з передзбагаченням руди у кар'єрах шляхом використання переносних збагачувальних фабрик. Хвости збагачення та розкривні породи розміщуються у виробленому просторі кар'єру.

Россыпные месторождения ильменита - Иршанское, Верхне-Иршанское, Лемненское, Юрское, Междуречное и др. приурочены к мезозойским (верхняя юра - нижний мел) аллювиальным, аллювиально-деллювиальным отложениям, залегающим в древних погребенных долинах на каолиновой коре выветривания или на выветренных коренных породах Украинского кристаллического щита. Находятся в эксплуатации Юго-Восточный участок (карьер № 5), Шершневский карьер, Западная залежь (карьер № 2) и Лемнинский рудник. Наиболее перспективными являются Юрское и Междуречное месторождения.

Технология добычи ильменита и производства черного концентрата на отдельных участках вначале осуществлялось (согласно проектам Гиредмета) по дражной системе разработки с использованием драг. В процессе эксплуатации драг проявились неустраняемые технологические недостатки, обусловленные особенностями разрабатываемого месторождения.

1. В процессе экскавации происходила забивка каолином черпаков, что резко снижало производительность драги.

2. Недостаточная глубина черпания (до 12 м) рабочего органа драги приводила к значительным потерям полезного ископаемого или к усложнению технологического процесса. Глубина черпания