

**ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ РАСКОНСЕРВАЦИИ ВРЕМЕННО
НЕРАБОЧИХ БОРТОВ КАРЬЕРА ПЛАСТОВОГО
КРУТОПАДАЮЩЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Предложены и рассмотрены возможные схемы отработки крутопадающих глубоких месторождений. Определены схемы, которые позволяют оптимально обрабатывать законсервированные борта карьеров. Получены для указанных схем накопительные графики зависимости объемов вскрыши от добываемого полезного ископаемого.

**RESEARCH OF SCHEMES OF DEMOTHBALLING OF TEMPORARILY
NON-WORKING BOARDS OPEN CAST OF A LAYER ABRUPT FALLING
OF THE DEPOSIT**

Possible schemes of working off of deep deposits are offered and considered. Schemes which inhibited boards open cast are certain allow to fulfil optimum. Memory schedules of dependence of volumes dead rocks from an extracted mineral are received for the specified schemes

При разработке крутопадающих залежей вложения средств на вскрышные работы обычно опережают затраты на добычу полезного ископаемого на несколько лет. Это значительно снижает экономическую эффективность горных работ. Проектирование горных работ при разработке глубокозалегающих вытянутых по простиранию месторождений, при известной проектной глубине карьера, в последние годы осуществляется с использованием временной консервации отдельных вскрышных уступов. Создание временно нерабочих бортов, выделение очередей разработки (этапов), установление промежуточных контуров позволили многим железорудным предприятиям существенно уменьшить затраты на выемку вскрыши на начальном этапе. Подобная практика позволяет снизить в первый период текущий коэффициент вскрыши, уменьшить объем горно-капитальных работ, отнести выемку части пустых пород на более поздний период разработки и, за счет этого, существенно улучшить календарный график выполнения вскрышных работ и получить значительный экономический эффект. Вследствие этого суммарные приведенные затраты на разработку месторождения могут быть уменьшены на 10-20% [1]. Единственным экономическим критерием эффективности является дисконтированная прибыль, а технологическим показателем – коэффициент вскрыши, не противоречащий минимизации при определенных условиях (на каких-то этапах).

Параметры расконсервации временно нерабочего борта карьера возможно представить в виде схемы (рис. 1). При этом контуры карьера представлены временно нерабочими бортами с углами откосов, близкими к углам погашения. Этапы работы карьера должны выбираться такими, при которых объемы извлекаемых вскрышных пород будут находиться в пределах минимально допустимых значений. Изменение же интенсивности и направления развития рабочей зоны осуществляется таким образом, чтобы на протяжении установ-

ленного этапа текущий коэффициент вскрыши был минимальным и при достижении карьером предельной глубины не превышал граничный коэффициент вскрыши.

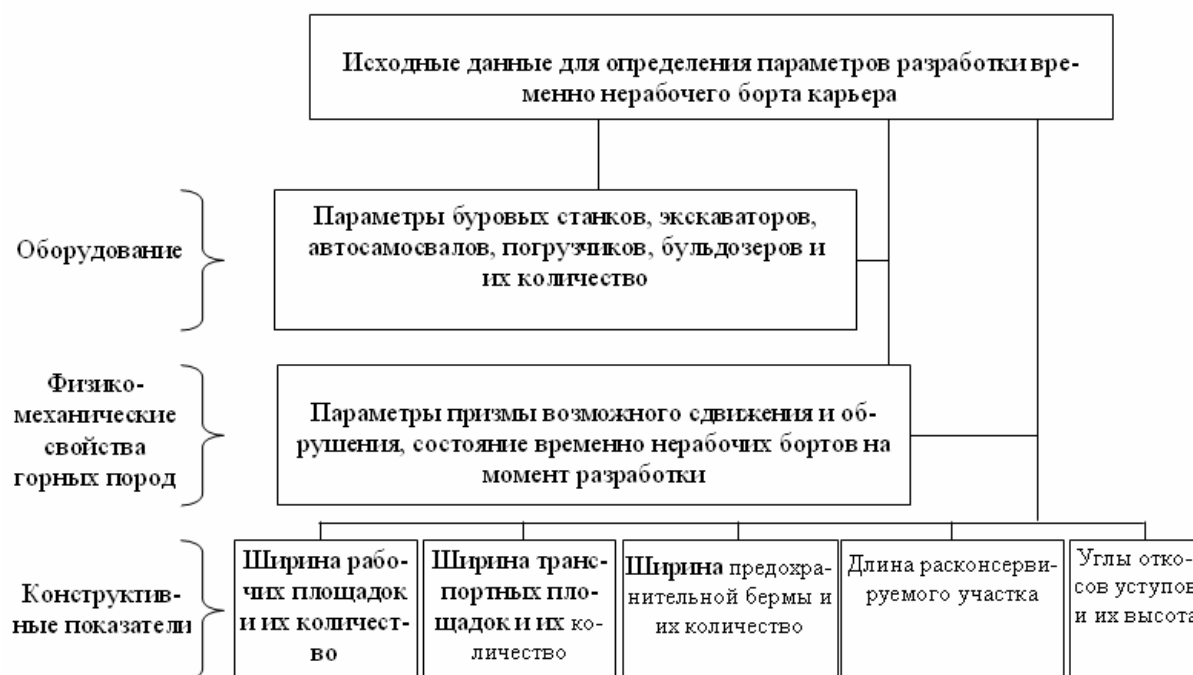


Рис. 1 – Схема исходных данных для определения параметров временно нерабочего борта при его расконсервации

Известные технологии позволяют разрабатывать наклонные и крутые пласты месторождения с формированием углов наклона рабочих бортов до 19...24°. Для того чтобы значительно повысить угол рабочего борта и быстрее начать разработку пластов при открытой разработке месторождений предлагается технологическая схема отработки крутонаклонными слоями.

Систематическое перемещение фронта вскрышных работ в продольном и поперечном направлениях приводит к планомерной отработке объема скальных пород вскрыши. Отработка части вскрышных пород переносится на завершающий период эксплуатации карьера. В определенных условиях, при сложном рельефе поверхности и сложной структуре залежей, необходимо путем сравнения установить требуемый порядок отработки и расстановку оборудования на отдельных горизонтах.

Состояние горных работ на определенный период отработки предопределяет дальнейшее развитие горных работ в глубину и по простиранию. Так, для типовых карьеров (по классификации проф. А.Ю. Дриженко), рассмотрены возможные варианты дальнейшего развития рабочей зоны. Карьеры в разрезе могут иметь различные контуры угла борта в интервале от 24 до 38°. Согласно этому ниже предложены и описаны пять схем сформированных откосов бортов карьера с дальнейшим направлением развития горных работ.

Для выбора наилучшего варианта отработки месторождения следует пред-

варительно рассчитать объемы вскрышных пород и полезного ископаемого по горизонтам и построить кумулятивные графики, которые позволяют выбрать рациональную схему развития горных работ. К рассмотрению в работе принимались два варианта. Первый, назовем его базовым, заключается в разработке месторождения этапами с изменяющимися положениями углов откоса бортов и их постоянным увеличением до положения проектных (вариант по Оводенко Б.К. и Аршинову С.С. [2]). Второй вариант заключается в отработке карьерного поля крутонаклонными слоями этапа с углами откосов борта карьера, близкими к проектным. При этом объем добываемого полезного ископаемого Q_k можно определить, используя функциональную зависимость:

$$Q_k = f(n_p, l_\sigma, h_y, Ш_{фр}), \quad (1)$$

где $Ш_{фр}$ – средняя ширина добычного уступа, м; n_p – количество рабочих уступов, ед.; l_σ – длина экскаваторных блоков, м; h_y – средняя высота уступа, м.

Схема 1 (рис.2, а). Рабочие борта карьера со стороны висячего и лежащего боков месторождения представлены результирующими откосами с максимальными рабочими углами до 24° . Этапы формируются по глубине с шагом H_3 . С увеличением текущей глубины рабочая зона карьера в поперечном разрезе приближается к проектным контурам.

Схемы 2,3 (рис.2, б,в). Контурные рабочих бортов представлены уступами с различными углами откосов. Один из бортов рабочей зоны находится в отработанном состоянии по проектному контуру карьера. Второй борт находится в рабочем состоянии с соответствующим углом откоса. Дальнейшая углубка карьера осуществляется по полезному ископаемому. При этом начальное положение схемы (в) предпочтительнее варианта отработки по схеме (б), так как текущий коэффициент вскрыши по варианту (в) в начальный период отработки значительно меньше. На глубине 350 м при отработке месторождений типовых карьеров крутонаклонными слоями коэффициент вскрыши по схеме (в) составляет $1,1 \text{ м}^3/\text{м}^3$, а по схеме (б) – $1,25 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Схема 4 (рис.2, г). Наиболее распространенная схема отработки крутопадающего месторождения с выделением этапов разработки. Борт карьера со стороны лежащего бока является рабочим, висячий – для уменьшения объема выемки вскрыши – временно законсервирован. Разработка месторождения сопровождается значительными объемами выемки вскрышных пород при расконсервации временно нерабочего борта.

Схема 5 (рис.2, д). Два борта карьера представлены временно нерабочими бортами, развитие фронта горных работ поперечное. Дальнейшая отработка карьерного поля при добыче законсервированной руды возможна только за счет расконсервации временно нерабочих бортов.

Эффективность разработки карьера очередями зависит от объема и срока консервации бортов. Выделение очередей имеет основной недостаток, заключающийся в повышении себестоимости вскрыши при возобновлении и разви-

тии горных работ на временно законсервированном борту в стесненных условиях. При этом увеличение затрат на вскрышные работы вызвано необходимостью применения специальных способов производства буровзрывных работ с целью уменьшения развала породы и сейсмического влияния, тупиковой погрузки, применения автосамосвалов и т.п.

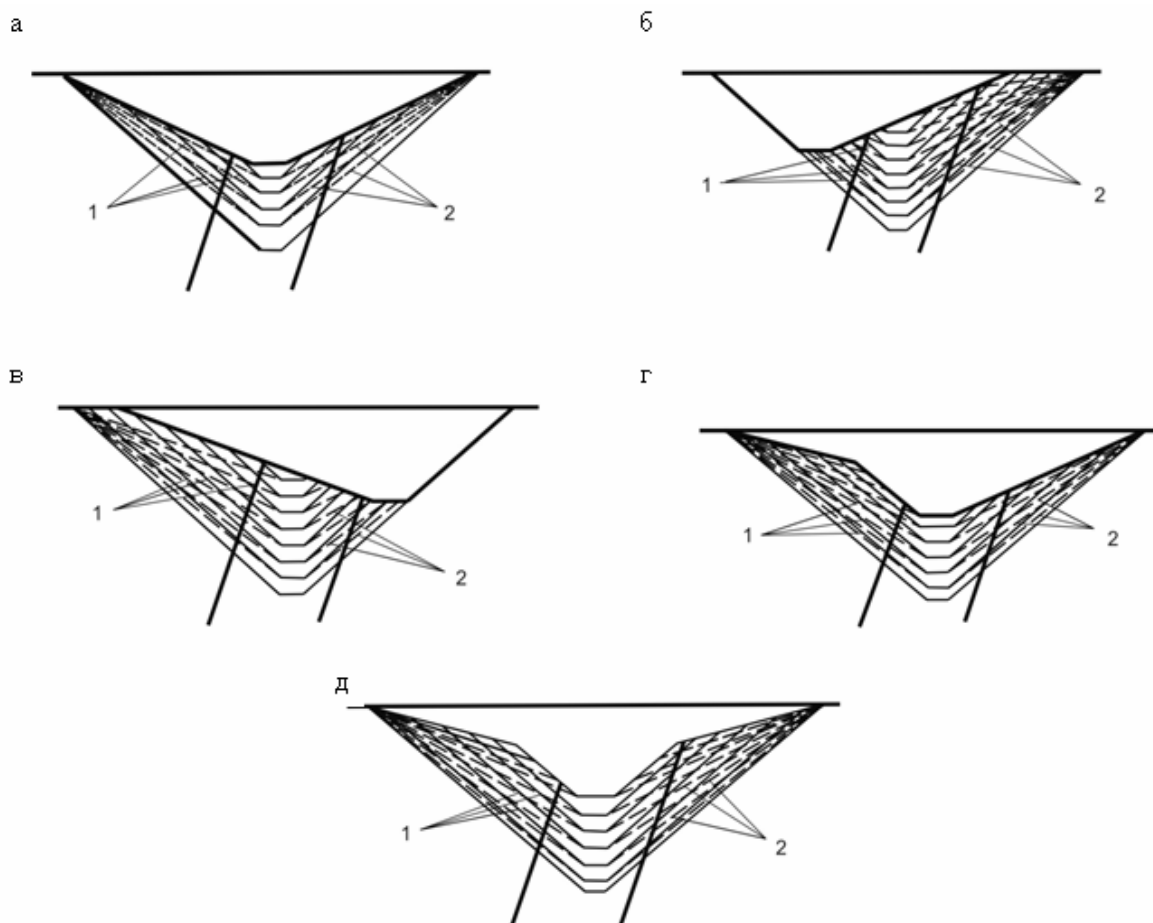


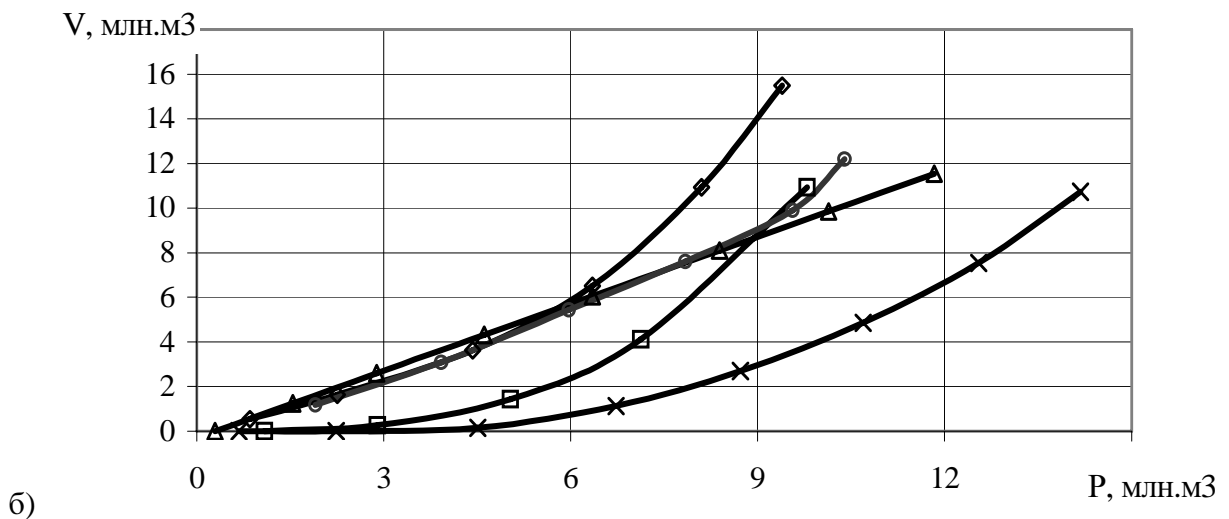
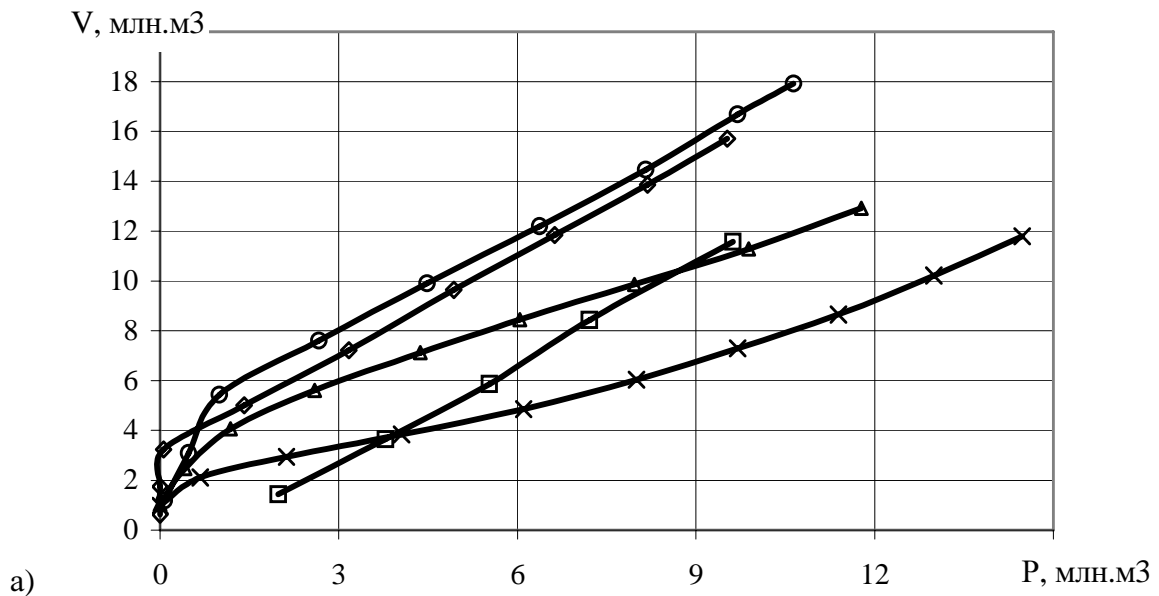
Рис. 2 – Поперечные разрезы предлагаемых откосов бортов карьера и дальнейшим направлением развития горных работ при расконсервации временно нерабочих бортов:

1 – при отработке крутонаклонными слоями этапа;

2 – при отработке по базовому варианту

Для типового карьера 3 (по классификации проф. А.Ю. Дриженко) графоаналитическим методом были получены накопительные графики для схем приведенных на рис. 2. Выбор наилучшей схемы отработки пласта руды (рис.2) принимался на основе сравнения показателей выемки вскрыши и полезного ископаемого по графику зависимости $V=f(P)$ (рис. 3). При углубочной системе отработки с этапами по базовому варианту Оводенко Б.К. и Аршинова С.С. [2] углы откосов с изменяющимися положениями и их постоянным увеличением до положения проектных находятся в пределах от 19 до 38°. При выемке пород вскрыши крутонаклонными слоями этапа угол откоса борта формируется близким к проектному. Приемлемый вариант развития горных работ принимается на основе сравнения графиков $K_m=f(H_m)$ и

$V=f(P)$ и соблюдения условия $K_m \leq K_{zp}$.



—□— а) схема —×— б) схема —△— в) схема —◇— г) схема —○— д) сх_{рис.}

3 – Графики изменения объемов вскрыши V в зависимости от объемов извлекаемого полезного ископаемого P в геологическом профиле для условий карьера 3-го типа:

а – разработка по базовому варианту по Оводенко Б.К.;

б – разработка крутонаклонными слоями этапа:

Анализ графиков (рис.3) позволяет сделать вывод, что наилучшие показатели текущего коэффициента вскрыши соответствуют схемам отработки месторождения крутонаклонными слоями этапа, так как идет постепенное возрастание этого показателя. Исследованная схема разработки сформированного борта (рис. 3, г) по известной схеме консервации и расконсервации ВНБ показывает, что при отработке месторождения этапами по Оводенко Б.К. и Аршинову С.С. [3] коэффициент вскрыши на начальном этапе расконсерва-

ции составляет $10 \text{ м}^3/\text{м}^3$, а при отработке крутонаклонными слоями этапа – $0,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$. В первом случае при дальнейшей углубке происходит снижения данного показателя до $2 \text{ м}^3/\text{м}^3$, а во втором – равномерное увеличение до $3,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Нарастающие объемы вскрыши (рис.3) при формировании карьера (рис. 2, г) с одинаковыми объемами выемки полезного ископаемого в начальный период составят при отработке по базовому варианту 11 млн.м^3 , а при формировании бортов крутонаклонными слоями этапа – 6 млн.м^3 . При отработке месторождения этапами текущий коэффициент вскрыши имеет пикообразную форму [4]. Изменение показателей объемов вскрыши (рис. 3) в зависимости от количества добываемого полезного ископаемого при рассмотрении схем понижения дна карьера показывает, что наиболее рациональны схемы отработки месторождений крутонаклонными слоями этапа, так как объемы вскрыши до глубины $300...400 \text{ м}$ незначительны по сравнению с отработкой месторождений очередями и затем плавно возрастают до граничных значений. При этом значение текущего коэффициента вскрыши в основной период разработки меньше в $2...3$ раза по сравнению с разработкой по базовому варианту. Разработка глубоких месторождений Украины, к которым относятся железорудные, в настоящее время возможна при расконсервации существующих законсервированных бортов. Как способ предлагается отработка с применением крутонаклонных слоев. Развитие работ при данной технологической схеме должна быть выдержана во времени и пространстве для обеспечения нормальной работы карьеров.

Расконсервацию временно нерабочих бортов крутопадающих пластовых месторождений следует осуществлять с применением отработки крутонаклонными слоями, развитием горных работ в плане диагональными блоками, применением технологий заоткоски рабочих бортов для обеспечения нормальной устойчивости формируемых горных выработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агошков М.И. Техничко-экономическая оценка извлечения полезных ископаемых из недр. – М.: Недра, 1974. – 312 с.
2. Оводенко Б.К., Аршинов С.С. Временные нерабочие борта в карьерах. – Л.: Наука, 1977. – 117 с.
3. Рубинштейн С.Б., Линева В.П., Фейгин Л.М. Особенности проектирования карьеров по этапам поддержания мощности // Горный журнал. – 1984. – №3. – С. 18-20.
4. Дриженко А.Ю. Восстановление земель при горных разработках. – М.: Недра, 1985. – 240 с.