

ЧАСТИНА 3. ЕКОЛОГО-ОРІЄНТОВАНІ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

УДК 622.271.4

А.Г. Шапарь, Л.В. Якубенко

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ВНУТРЕННИМ ОТВАЛООБРАЗОВАНИЕМ

Институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, Днепропетровск

Для вирішення проблеми забезпечення максимального збереження земельних ресурсів у процесі експлуатації крутопадаючих родовищ корисних копалини відкритим способом, розроблені технологічні рішення, які дозволяють значно знизити площі гірничого відведення (усунувши необхідність зовнішнього відвалоутворення) і скоротити об'єми виробництва рекультиваційних робіт.

Для решения проблемы обеспечения максимальной сохранности земельных ресурсов в процессе эксплуатации крутопадающих месторождений полезных ископаемых открытым способом, разработаны технологические решения позволяющие значительно снизить площади горного отвода (устранив необходимость внешнего отвалообразования) и сократить объемы производства рекультивационных работ.

В настоящее время эксплуатация глубоких карьеров характеризуется значительными объемами внешнего отвалообразования, что приводит не только к дополнительному отчуждению плодородных земель для строительства и эксплуатации внешних отвалов, но и к вложению непроизводительных затрат, необходимых для рекультивации этих отвалов и выработанного карьерного пространства, образующегося после завершения отработки месторождения.

Научные и практические разработки последних лет, обеспечивающие снижение объемов внешних отвалов и, как следствие, уменьшение площади отчуждения земли путем использования технологических схем с внутренним отвалообразованием, решают эту проблему частично.

Поэтому важным направлением в области обеспечения сохранности земельных ресурсов и снижения дополнительных непроизводительных затрат на производство рекультивационных работ, является разработка новых технологических решений ведения открытых горных работ, обеспечивающих полное устранение необходимости отчуждения плодородных земель для внешнего отвалообразования вне контура карьерного поля.

Эффективность эксплуатации крутопадающих месторождений зависит от выбора способа вскрытия, системы разработки и отвалообразования. При этом, каждому виду системы разработки соответствует определенный способ формирования рабочей зоны карьера, направление развития фронта горных работ, календарного распределения извлечения вмещающих пород, образование выработанного пространства, которое в определенных условиях можно использовать для внутреннего отвалообразования.

Сущность существующих технологических схем, обрабатывающих крутопадающие месторождения и предусматривающих внутреннее отвалообразование, заключается в том, что карьерное поле разделяется на несколько этапов, эксплуатация каждого из них начинается со строительства пионерного карьера первого этапа, вскрышные породы из которого перемещаются в постоянный внешний отвал, а полезное ископаемое – потребителю. После завершения строительства пионерного карьера, фронт горных работ перемещается к противоположному торцу карьерного поля. В этот период эксплуатации карьера вскрышные породы укладываются во временный отвал, располагающийся в выработанном пространстве. При подходе фронта горных работ к противоположному торцу карьерного поля прекращается внут-

реннее отвалообразование и начинается строительство пионерного карьера второго этапа отработки карьерного поля, вскрышные породы которого укладываются в постоянный внешний отвал. Отработка второго этапа освоения месторождения характеризуется развитием фронта горных работ в противоположном направлении, при этом ранее отсыпанные вскрышные породы внутреннего отвала первого этапа переэкскавируются и совместно с породами от разборки карьера укладываются в выработанное пространство второго этапа. Далее цикл работ повторяется [1].

Таким образом при поэтапной отработке карьерного поля, для обеспечения функционирования существующих технологических схем, по сути, необходимо строительство двух пионерных карьеров, на всю глубину карьерного поля и расположенных в его противоположных торцах, вскрышные породы из которых укладываются в постоянный внешний отвал, объем которого достигает 55-65 % общего объема вмещающих пород карьерного поля. Кроме того, вскрышные породы уже уложенные во внутренний отвал, вновь подлежат экскавации, перемещению и складированию при отработке каждого последующего этапа, что снижает экономические показатели работы горного предприятия.

Следует отметить, что поэтапная разработка карьерного поля – вынужденная мера, так как формирование рабочей зоны карьера осуществляется на основе рабочих площадок нормативной ширины, что приводит к низким значениям результирующего угла откоса рабочего борта и, при больших глубинах карьера, к многократному увеличению объема внешнего отвалообразования.

По этой же причине совершенно нецелесообразна одноэтапная отработка карьерного поля со строительством пионерного карьера в одном из его торцов. Кроме того, при существующих способах вскрытия и подготовки рабочих горизонтов к отработке время строительства пионерного карьера составит более 30 лет, на протяжении которого основной объем горной массы карьерного поля уже будет отработан, а вскрышные породы уложены во внешний отвал.

В связи с отсутствием эффективных технологических способов для решения проблемы обеспечения сохранности земельных ресурсов путем полного устранения необходи-

мости отчуждения земель для строительства и эксплуатации постоянных внешних отвалов с одной стороны, а с другой – осуществления в период основного срока службы карьера постоянного внутреннего отвалообразования, позволяющее по мере подвигания фронта горных работ засыпать отрабатываемую часть месторождения до отметок земной поверхности, необходимо:

1) разработать способ вскрытия и подготовки рабочих горизонтов к отработке, обладающий высокими темпами углубки;

2) разработать способ формирования рабочей зоны пионерного карьера, обладающий высокой скоростью подвигания фронта горных работ;

3) разработать технологическую схему строительства пионерного карьера, которая сможет обеспечить:

- значительное сокращение сроков его строительства;

- стабильные объемы добычи полезного ископаемого, соответствующие производственной мощности основного карьера;

- минимальный объем извлечения вмещающих пород в период его строительства;

4) разработать способ формирования рабочей зоны основного карьера и технологическую схему отработки карьерного поля, предусматривающую укладку вскрышных пород в постоянный внутренний отвал.

С целью интенсификации темпов строительства пионерного карьера разработан новый способ вскрытия и подготовки рабочих горизонтов к отработке. Проблема резкого увеличения темпов углубки карьера решается на основе совмещения процессов вскрытия и подготовки рабочих горизонтов к отработке.

Для этого вскрытие и подготовка горизонта к отработке осуществляется одновременным проведением нескольких наклонных траншей серповидной формы в плане. Приконтурная часть каждой серповидной наклонной траншеи проходит по окружности с равным удалением друг от друга. При достижении отметки, равной половине высоты уступа, изменяется направление проходки траншей в сторону центра окружности внешнего контура вскрываемых выработок, радиус которого зависит от количества наклонных траншей и определяется по формуле:

$$R = \frac{n \cdot h \cdot 500}{i_p \cdot \pi}, \text{ м}$$

где n – количество наклонных траншей, шт.; h – высота уступа, м; i_p – руководящий уклон траншей, ‰; π – число равное 3,14.

Проходка радиальной части этих траншей осуществляется в направлении центра окружности внешнего контура вскрывающихся выработок, в котором они сходятся, одновременно образуя для каждого экскаватора активный фронт горных работ, формирующийся при разnose правой стороны радиальной части своей наклонной траншеи и подрезке левой стороны радиальной части смежной наклонной траншеи, формируя правосторонний фронт горных работ экскаватора. При разnose левой стороны радиальной части своей наклонной траншеи и подрезке правой стороны радиальной части смежной наклонной траншеи формируется левосторонний фронт горных работ экскаватора.

Рабочая зона каждого из экскаваторов, завершивших строительство наклонных траншей, располагается с правой или левой стороны оси траншей и оконтурена двумя смежными траншеями и периметром окружности внешнего контура вскрывающихся выработок. Построенные таким образом наклонные

траншеи дают возможность организовать сквозную схему транспортирования в любом направлении, увеличивая производительность горнотранспортного оборудования (рисунок 1).

Такая схема транспортирования позволяет порожнему транспортному средству подъехать к любому экскаваторному забою с любой стороны, не создавая очередей и простоев горно-транспортного оборудования, а загруженному – выехать к месту назначения по кратчайшему пути.

Как показали проведенные исследования, разработанный способ вскрытия и подготовки рабочих горизонтов к отработке обеспечивает снижение сроков строительства пионерного карьера в 4-6 раз, при этом скорость его углубки достигает 90-105 м/год.

Кроме того, для обеспечения строительства карьера с такими темпами углубки рабочая зона пионерного карьера должна быть сформирована диагональными блоками (рисунок 2), т.к. только такое ее формирование обеспечивает необходимую скорость подвигания фронта горных работ для подготовки нижележащих горизонтов к вскрытию.

Таким образом, устранив известные недостатки, присущие существующим способам строительства пионерного карьера, решение проблемы минимизации отчуждения плодородных земель для производственной деятельности горнодобывающих предприятий осуществляется следующим образом.

Вскрытие крутопадающего месторождения и его подготовку к эксплуатации осуществляют путём строительства пионерного карьера на всю глубину карьерного поля, что обеспечивает создание ёмкости для будущего внутреннего отвалообразования, при этом вскрышные породы укладывают в два временных внешних отвала в контуре карьерного поля по поверхности со стороны висячего и лежачего боков залежи вдоль её простираения. Суммарный объём этих отвалов определяется по формуле:

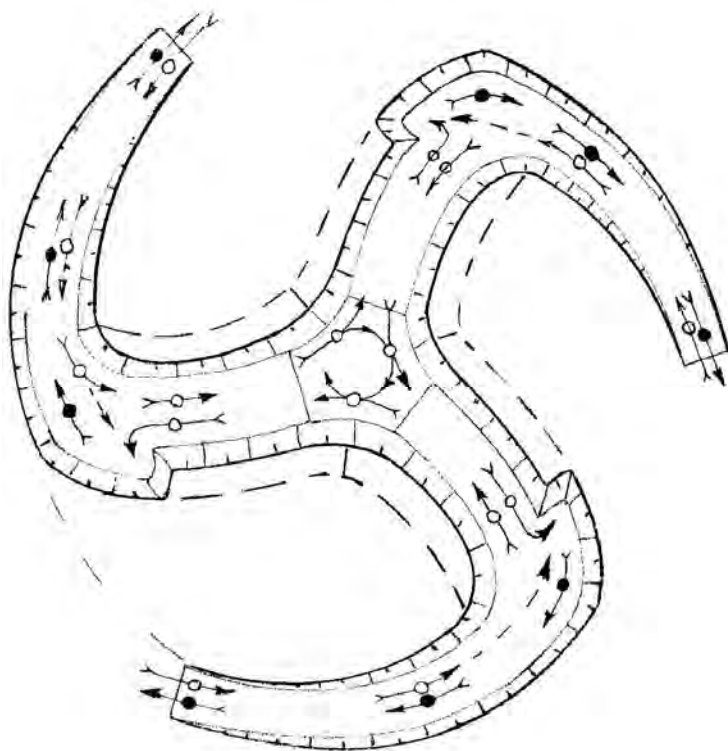


Рисунок 1 - Вскрытие и подготовка рабочих горизонтов к отработке

$$V = k_p [N_e^2 \cdot H_c^2 \cdot \text{ctg}\beta (1,05N_e \cdot H_c \cdot \text{ctg}\beta + 0,6 \cdot C + L_g)] , \text{ м}^3;$$

где N_e – количество одновременно разрабатываемых слоёв, шт.; H_c – высота обрабатываемого слоя, м; C – суммарная ширина горизонтальных площадок между слоями, м;

L_g – длина дна пионерного карьера, м; β – угол погашения бортов карьера, град.; k_p – коэффициент разрыхления вскрышных пород.

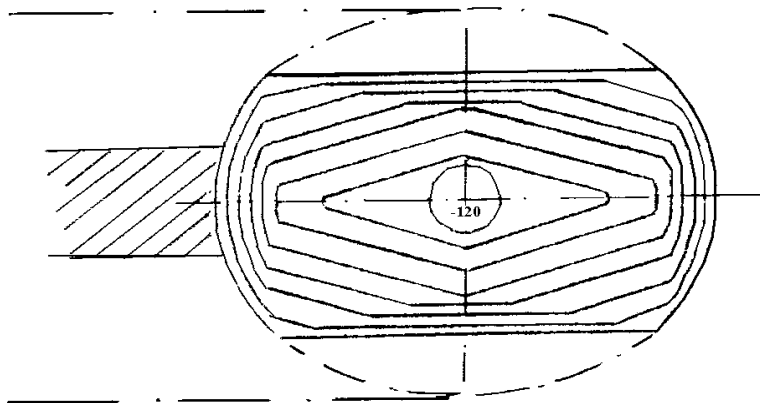


Рисунок 2 - Формирование рабочей зоны пионерного карьера диагональными блоками

В период строительства пионерного карьера на одном из его торцов формируется рабочая зона основного карьера.

Для стабилизации объёмов производства вскрышных работ (одно из необходимых условий осуществления внутреннего отвалообразования) рабочая зона карьера формируется следующим образом. Первоначально высота рабочего борта карьера разбивается на ряд горизонтальных слоёв, каждый из которых состоит из нескольких уступов, разделённых между собой по высоте последовательно чередующимися транспортными и предохранительными бермами. Для одновременной обработки вышеуказанных слоёв между ними предусматривается наличие горизонтальных площадок, ширина которых равна годовому подвиганию фронта горных работ.

С момента окончания строительства пионерного карьера и начала развития горных работ в направлении противоположного торца карьерного поля начинается период основного срока службы карьера с внутренним отвалообразованием. В этот период одновременно обрабатываются не только все горизонтальные слои, но и временные внешние отвалы, сформированные при строительстве пионерного карьера в контурах карьерного поля с ук-

ладкой вскрышных пород в постоянный внутренний отвал.

Обработку каждого горизонтального слоя ведут двумя этапами. На первом этапе, при обработке первой половины годового объёма извлечения горной массы формируют диагональные блоки посредством обуривания, взрывания и обработки первоначальных блоков треугольной формы, основанием которых является часть протяжённости горизонта длиной

$$F = \frac{B}{2} \cdot \text{ctg}\alpha , \text{ м};$$

где B – ширина горизонтальной площадки между смежными слоями, равная величине годового подвигания фронта горных работ, м; α – угол ориентирования диагональных блоков, град.

После обработки первоначальных блоков обуривают, взрывают и обрабатывают блоки в виде параллелограмма (диагональные блоки), ориентированных относительно обрабатываемой стороны горизонта под углом α .

При перемещении диагональных блоков каждого горизонта от торцов карьера к его центру (прямой ход) обрабатывается половина ширины горизонтальной площадки B , обеспечивая на подошве вскрытого горизонта формирование площадки, необходимой для вскрытия и обработки нижележащего горизонта.

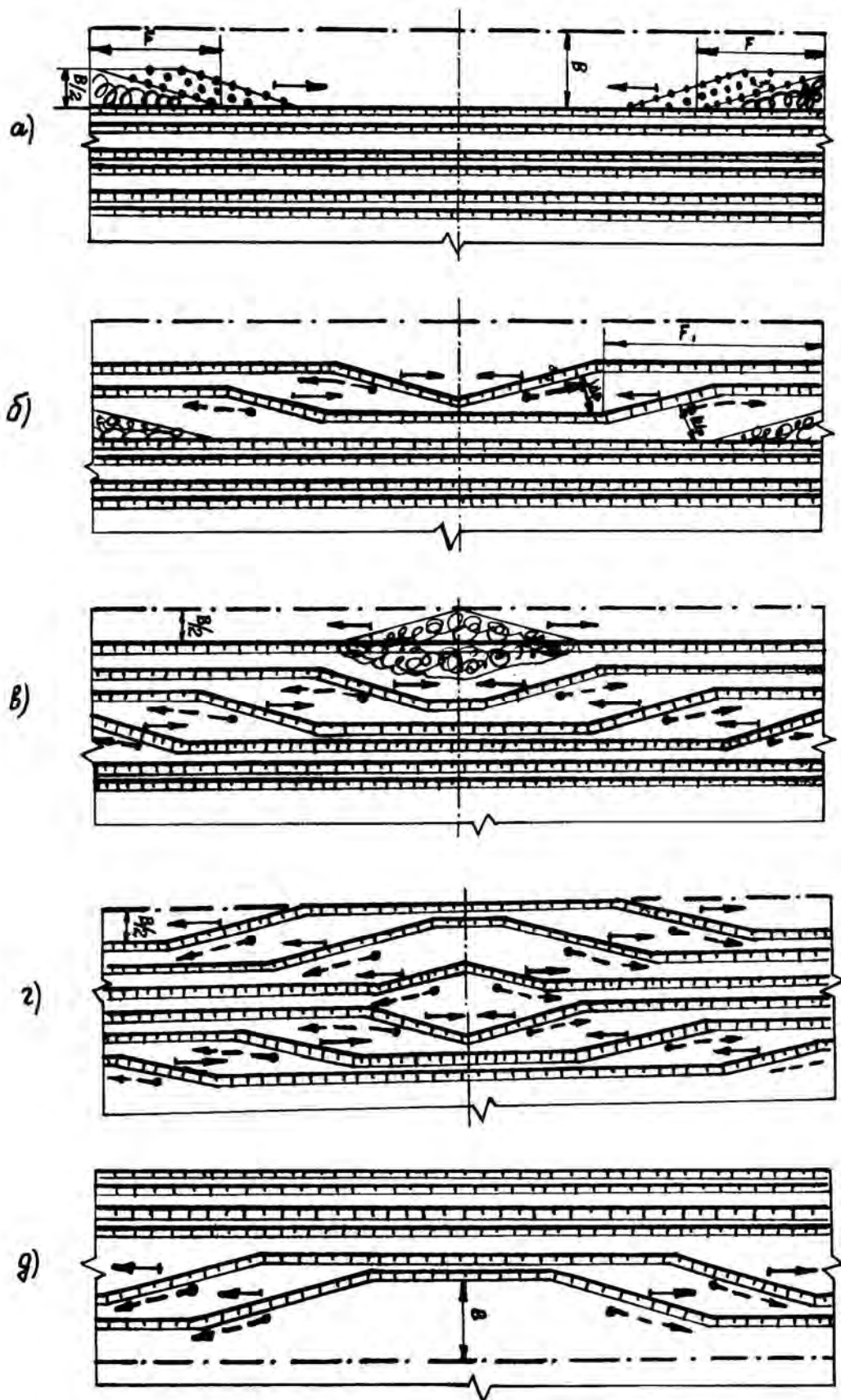


Рисунок 3 - Обработка горизонтальных слоев диагональными блоками

При достижении длины площадки равной F_1 ($F_1 = F + Ш_p / \sin \alpha$, м; где $Ш_p$ – нормативная ширина рабочей площадки, м) на ней обуривается, взрывается и обрабатывается треугольный блок с последующим формированием диагонального блока, который при подвигании нарезает транспортную берму вышележащего горизонта. Цикл работ по отработке нижележащих горизонтов повторяется в выше рассмотренной последовательности.

В месте встречи и взаимной отработки диагональных блоков верхнего горизонта (для врезки и отработки второй половины ширины горизонтальной площадки для обеспечения обратного хода диагональных блоков – второй этап отработки слоя) обуривается и взрывается блок треугольной формы с углами при основании, равными α .

Развал взорванных пород размещается на рабочей площадке трапециевидной формы нижележащего горизонта.

При перемещении диагональных блоков от центра рабочего борта к его торцам (обратный ход) обрабатывается вторая половина ширины горизонтальной площадки. Грузотранспортная связь между экскаваторными забоями и пунктами доставки горной массы осуществляется по ранее нарезанным транспортным бермам, погашаемым по мере подвигания диагональных блоков к торцам горизонтальных слоёв. Этим самым рабочий борт каждого горизонтального слоя приводится в начальное положение, при котором результирующий угол откоса этих слоёв соответствует углу погашения борта карьера. В дальнейшем цикл работ по отработке карьерного поля повторяется (рисунки 3, 4).

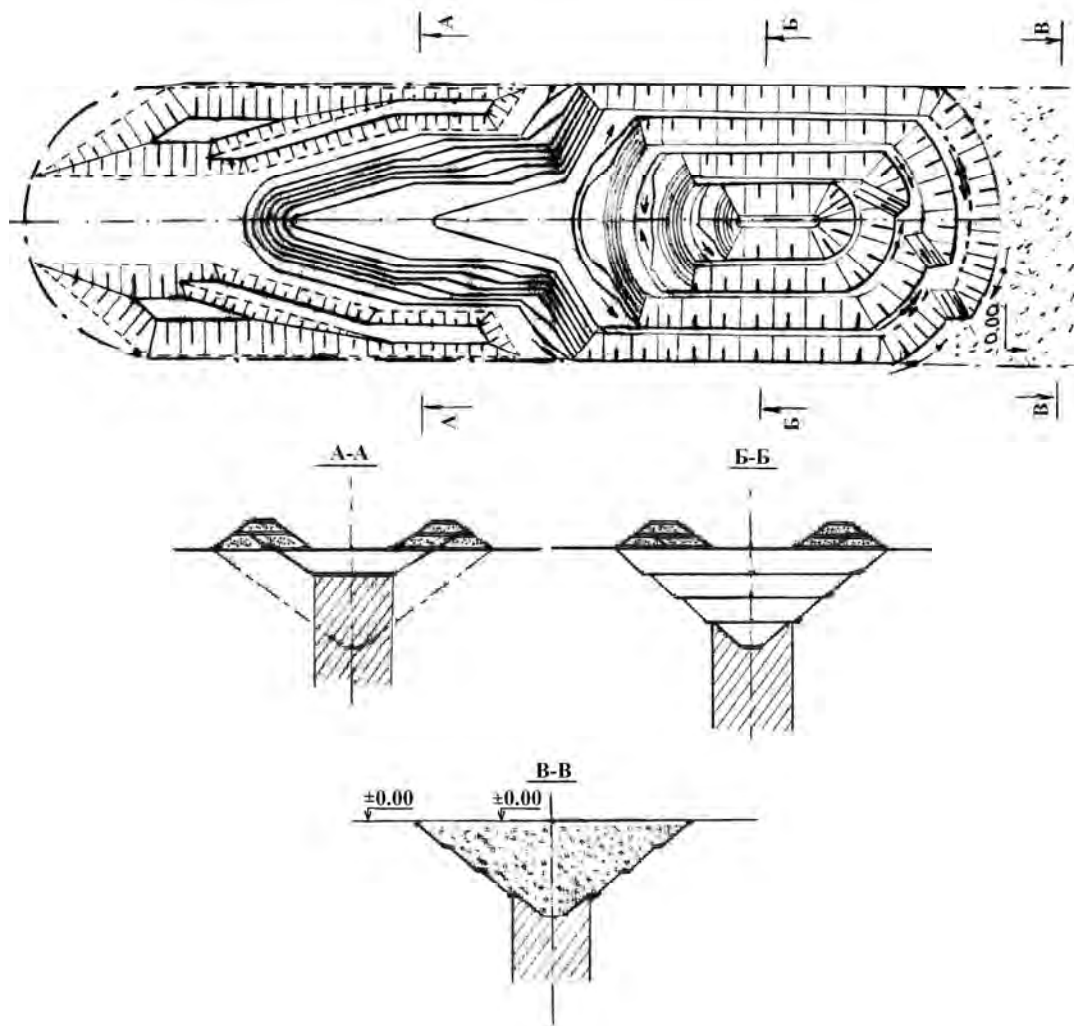


Рисунок 4 - Технологическая схема и разрезы отработки крутопадающего месторождения с внутренним отвалообразованием

Кроме того, для стабилизации объёмов производства добычных работ в рабочей зоне карьера предусматривается наличие демпферного участка, расположенного в пределах верхнего горизонтального слоя на вскрытом и подготовленном к разработке добычном горизонте. Этот демпферный участок имеет в плане вид треугольника, основанием которого является горизонтальная мощность пласта полезного ископаемого, а стороны – диагональ-

ные блоки, обеспечивающие высокую скорость подвигания по простиранию рудного тела и способные компенсировать неритмичность производства добычных работ карьера.

Таким образом, разработанные технологические решения радикально решают проблему минимизации площади горного отвода и объёмов производства рекультивационных работ, а также необходимых средств на их выполнение.

A.G. Shapar, L.V. Yakubenko **PERFECTION OF TECHNOLOGY OF DEVELOPMENT OF SHARP-FALLING DEPOSITS WITH INLYING EDUCATION OF DAMP**

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

For the decision of problem of providing of maximal safety of green resources in the process of exploitation of sharp-falling mineral deposits by the opened method, technological decisions allowing to reduce the areas of the mountain taking considerably (removing the necessity of forming of external dumps) and shorten the volumes of recultivation works are developed.

*Надійшла до редколегії 13 серпня 2009 р.
Рекомендовано членом редколегії канд.техн.наук П.І. Копачем*