

УПРАВЛЕНИЕ ВЫЕМКОЙ ПОРОД ВСКРЫШИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ ПОЧВОУСТУПНЫМИ КРУТОНАКЛОННЫМИ СЛОЯМИ

А.Ю. Дриженко, О.А. Анисимов, Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», Украина

Выполнено сравнение объемов выемки вскрышных пород при обычной технологии ведения горных работ в условиях глубоких карьеров и при формировании их бортов почвоуступными крутонаклонными слоями, рассмотрена организация ведения работ.

Месторождения полезных ископаемых в недрах земли имеют различные формы и конфигурации. Запасы месторождений не безграничны и при открытой их разработке обосновываются граничные контуры карьерных полей. В настоящее время на многих глубоких карьерах наряду с выемкой полезного ископаемого наблюдается существенное отставание разработки вскрышных пород от предусмотренного техническим проектом. Сформированные борта глубоких карьеров имеют крутое заложение. Вследствие воздействия сейсмического влияния от промышленных взрывов, динамического воздействия работы горного оборудования и прочих факторов на них практически отсутствуют бермы безопасности. На имеющихся скопилось значительное количество просыпей. Очистка их механическим способом затруднена вследствие уменьшения ширины площадок по сравнению с проектными значениями.

Таким образом, возникает проблема расконсервации и последующей разработки вскрышных пород, слагающих откосы бортов глубоких карьеров. Ведение взрывных работ в таких условиях ведет к тому, что значительный объем развала перемещается на нижележащие уступы и бермы безопасности. Действующие технологические схемы отработки таких участков предусматривают выемку верхних уступов горизонтальными слоями с постепенным вовлечением в разработку последовательно каждого из нижерасположенных горизонтов карьера. Одним из способом решения задачи по разработке таких бортов является переход на новую схему с минимально необходимой выемкой вскрышных пород и максимальной нагрузкой экскаватора, этапной разработки с почвоуступным перемещением забоев от верхней границы вскрышной зоны к нижней [1].

При рассмотрении технологических схем формирования рабочего борта и транспортных коммуникаций в стесненных условиях (формирование крутых откосов) преимущество имеет автомобильный транспорт вследствие его маневренности и подвижности. По мере развития горных работ на горизонтах временные съезды, которые располагают на откосах рабочего борта, переносят в новое положение. При этом временные автомобильные съезды позволяют:

- уменьшить объемы горнокапитальных работ;
- снизить объемы выемки вскрышных пород;
- повысить интенсивность работ;
- обеспечить безопасную работу оборудования в условиях формирования бортов по неустойчивым породам.

Основными факторами, ограничивающими производственную мощность карьера по полезному ископаемому и по вскрышным породам являются: провозная способность транспортных коммуникаций, интенсивность развития горных работ (годовое понижение), количество и эксплуатационная производительность экскаваторов.

Одним из основных элементов рабочего борта карьера является ширина рабочей площадки. Её размеры рассчитываются исходя из применяемого типа выемочно-погрузочного и транспортного оборудования, конструкции и ширины подъездных дорог, развала взорванной горной массы, участков обеспечивающих безопасность ведения горных работ (призма возможного обрушения, вал безопасности) и работу основного оборудования (ЛЭП, приключательные пункты и т.д.). Для условий глубоких карьеров рекомендуется создавать рабочие

площадки шириной в среднем не менее 50-55 м. В зависимости от принятых размеров рабочих площадок, транспортных путей и берм безопасности меняются углы откосов рабочих бортов карьера и годовые объемы выемки вскрышных пород.

Поддержание всех рабочих уступов во вскрышной рабочей зоне карьера в нормативном положении с рабочими площадками соответствует пикообразному графику режима горных работ. Вследствие этого производительность рабочих экскаваторов на каждом из уступов невелика, их число довольно большое, а общий объем разрабатываемых пород вскрыши при выходе на граничные контуры карьера по поверхности максимален. Для улучшения организации выемки пустых пород при возрастающем текущем коэффициенте вскрыши предлагается изменить направление отработки уступов вместо горизонтального на крутонаклонное под углом 38-45° к горизонту [1].

При допустимом темпе углубки для карьерного транспорта, производительность по добыче руды обеспечивается формированием рабочей зоны и развитием ее по простиранию рудной залежи уступами высотой 12-15 м с шириной рабочих площадок на каждом горизонте в пределах 50-60 м. При достижении зоной углубки предельной глубины карьерного поля в выработанном пространстве возможно организовать внутренний отвал, породы вскрыши к которому доставляются из выше расположенных забоев. В этом случае рабочая зона карьера по породам вскрыши формируется из ряда крутонаклонных слоев, расположенных вкрест простирания рудной залежи с горизонтальной шириной каждого B_c не менее 50-60 м, что соответствует минимальным размерам рабочих площадок в глубоких карьерах. Отработка уступа в каждом слое ведется панелями вдоль фронтального борта. После ее завершения выемочные работы перемещаются на нижележащий уступ в этом же слое и так до полной его отработки. В этом случае под **этапом** понимается формирование определенного числа крутонаклонных слоев по породам вскрыши во фронтальных бортах $B_{э.в}$ и $B_{э.л}$ (рис. 1) со стороны висячего и лежачего бортов карьера, отрабатываемых одновременно по одному уступу в каждом из них в соответствии с установленным темпом углубки добычных работ.

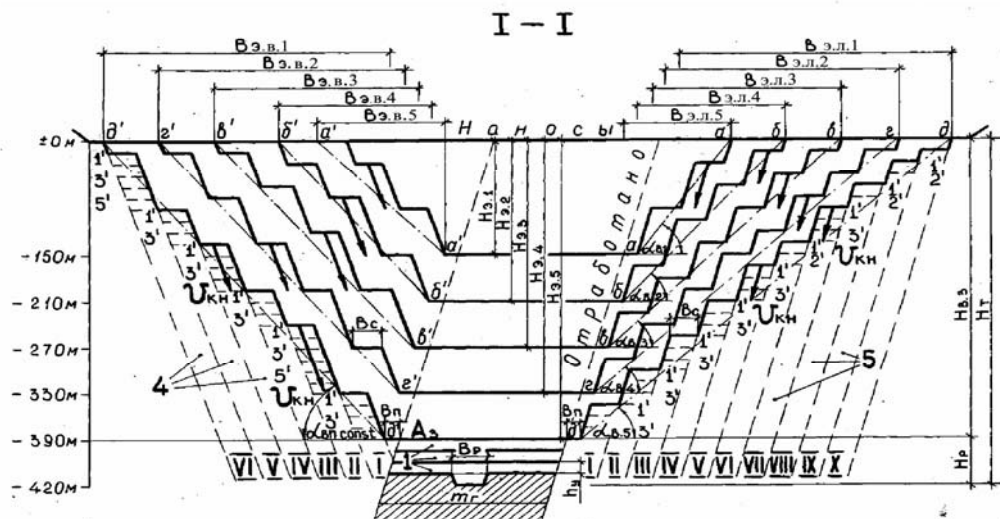


Рисунок 1 – Схема отработки вскрышных пород глубокого карьера крутонаклонными слоями: 1 – добычные уступы;

2 – вскрышные уступы высотой 15 м с рабочими площадками;

3 – вскрышные уступы высотой до 60 м и более;

4,5 – крутонаклонные слои со стороны висячего и лежачего боков рудной залежи;

1', 2', 3', 4'...15' – последовательность отработки уступов высотой 15 м во временно погашенных участках рабочего борта; аа, бб, вв...дд; а'а', б'б', в'в'...д'д' – границы этапов соответственно положениям z и d

Технология формирования крутонаклонных слоев предусматривает проведение всех видов работ по подготовке, выемке и транспортированию горной массы не отличающейся от технологии формирования бортов по обычной схеме.

Выемка горной массы, при которой отработка уступов в крутонаклонном слое ведется последовательно один за другим сверху вниз с опережением вышележащего, называется **почвоуступной** [2]. При этом рабочая площадка в крутонаклонном слое ориентируется вдоль фронтального борта карьера с углом наклона до 20-30° к простиранию и обрабатывается в направлении от торца с капитальными съездами к противоположному. Изменение направления подвигания фронта горных работ на крутонаклонное $\nu_{\text{кн}}$ (м/год) в пределах устойчивого состояния обнаженного горного массива позволяет значительно увеличить угол наклона рабочего борта. При этом горные работы ведутся с применением автомобильного транспорта в забоях на рабочих уступах, а железнодорожного с экскаваторной перегрузкой горной массы – на нерабочих в торцах карьера.

Крутонаклонные слои следует формировать по скальным породам вскрыши на фронтальных бортах, начиная от выхода полезного ископаемого под наносы по лежащему и висячему бокам месторождения в поперечном разрезе. В торцах карьера предусматриваются съезды для вывозки породы на перегрузочные пункты, а ширина по низу дополнительно включает улавливающую площадку, роль которой выполняет часть вскрышной рабочей площадки в нижнем положении этапа. Между рабочими площадками в слое, в соответствии с Правилами безопасности, оставляют временно законсервированные уступы с бермами безопасности. Углубку горных работ производят в области торца карьера с постоянными транспортными коммуникациями. Перегрузочные пункты также рекомендуется размещать в торце карьерного поля на сформированном нерабочем борте карьера. При применении железнодорожного транспорта их коммуникации устраиваются капитальными, торец карьера с их расположением и прилегающие участки карьера отстраиваются в проектное положение в первую очередь. В каждом поперечном сечении карьера угол наклона фронтальных бортов по вскрыше формируется максимально возможным по условиям устойчивости. За счет этого значение текущего коэффициента вскрыши K_t на каждом этапе минимально и постепенно возрастает при понижении дна карьера. При достижении граничной глубины карьерного поля значение K_t сравнивается со значением граничного коэффициента вскрыши $K_{\text{гр}}$. После этого перемещение нижней рабочей площадки в направлении к противоположному торцу карьера характеризуется равенством $K_t = K_{\text{гр}}$.

Исследования показывают, что интенсификация горных работ на карьерах, где временно нерабочие участки достигли критических размеров, возможна только одним путем – поэтапным их перемещением в новые положения крутонаклонными слоями с почвоуступной выемкой пород вскрыши в каждом из них. Так например вскрышные породы Анновского карьера СевГОКа в настоящее время обрабатываются по стандартной технологии горизонтальными слоями с формированием рабочих бортов под углом 12-18°. Рассмотренный способ позволяет вскрышные породы крутонаклонными слоями с углом откосов бортов карьера 27-29°. На рис. 2 приведен график выемки горной массы в условиях этого карьера. Из него видно, что при почвоуступной слоевой выемке вскрышных пород есть возможность постепенного увеличения объемов выемки вскрышных пород по мере углубки дна карьера.

Графики слоевых коэффициентов вскрыши при выемке пород в условиях Анновского карьера Северного ГОКа (рис. 3) показывают, что при применении почвоуступных крутонаклонных слоев для выемки вскрышных пород позволяет планировать постепенное их повышение по мере понижения дна карьера. Вследствие этого график выемки вскрыши изменится от пикообразного на систематически возрастающий, что существенно сказывается на формировании стабильного роста коэффициента вскрыши до выхода на проектную глубину разработки карьерного поля.

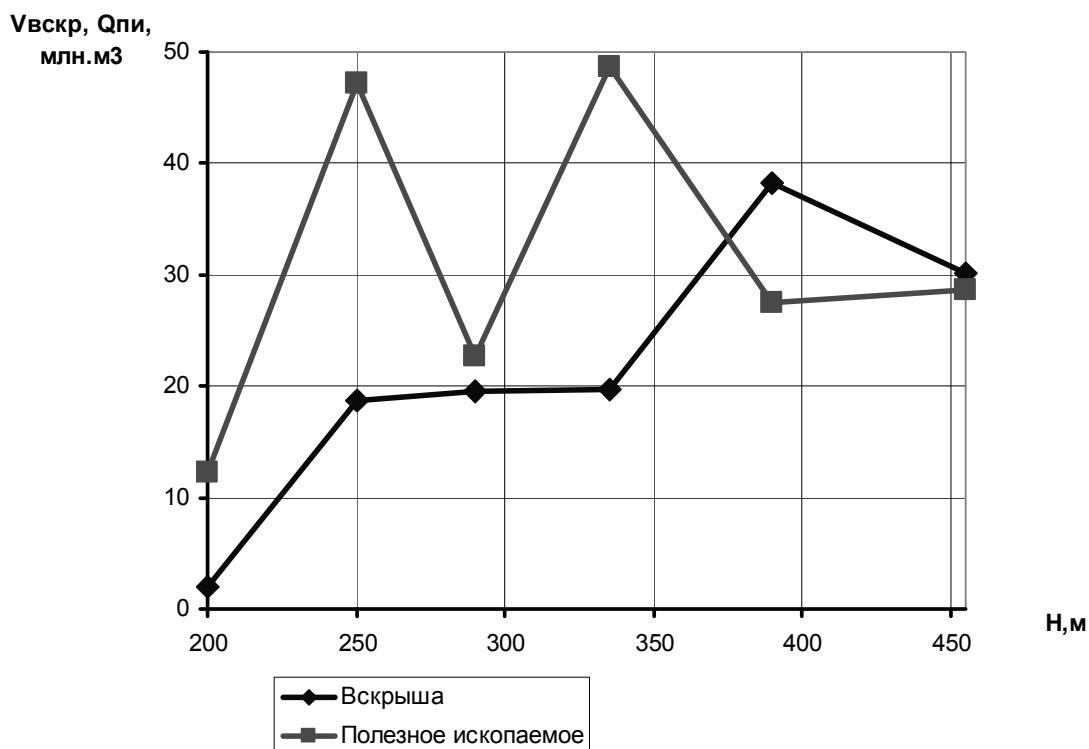


Рисунок 2 – График выемки вскрышных пород и руды по глубине Анновского карьера H(м) при формированию рабочей зоны крутонаклонными слоями

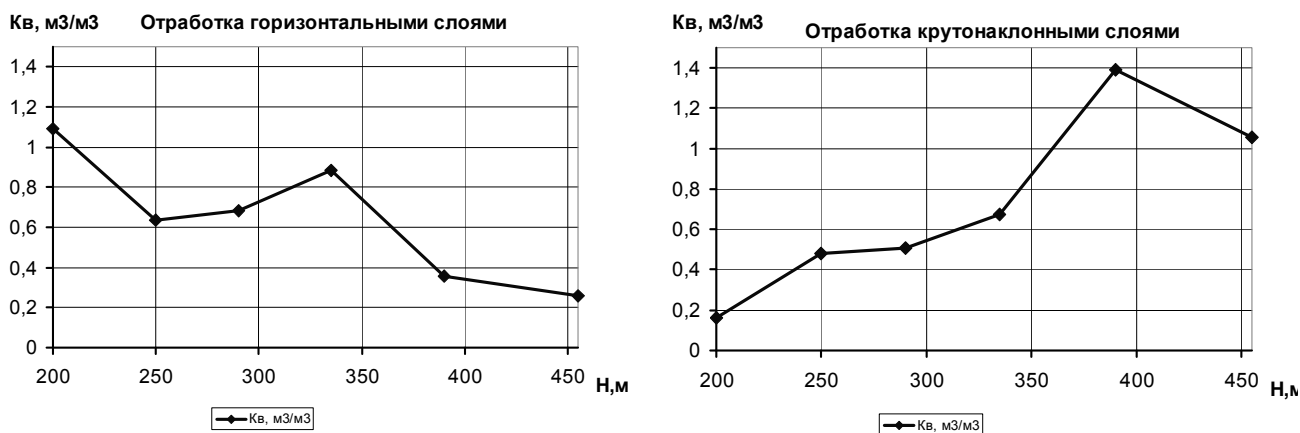


Рисунок 3 – Графики изменения слоевых коэффициентов вскрыши Кв (м³/м³) при отработке Анновского карьера СевГОКа в зависимости от глубины разработки H(м).

Последующее за этим освобождение дна карьера позволяет организовать на нем внутренний отвал вскрыши. Установлено, что планомерную выемку пород вскрыши на карьере следует производить по всяческому боку залежи крутонаклонными слоями с шириной рабочих площадок 55-60 м, по лежащему боку –35 м. Высота вскрышных этапов составляет 60-120 м. Отрабатываются они уступами высотой по 15 м в нисходящем порядке. Исходя из разработанных календарных планов развития горных работ на Анновском карьере (рис. 4) видно, что при отработке карьера крутонаклонными слоями график отработки вскрышных пород имеет возрастающий характер, что позволяет снизить на начальном этапе объемы выемки вскрышных пород на 2-4 млн. м³/год и перенести их разработку на более поздний период.

а



б

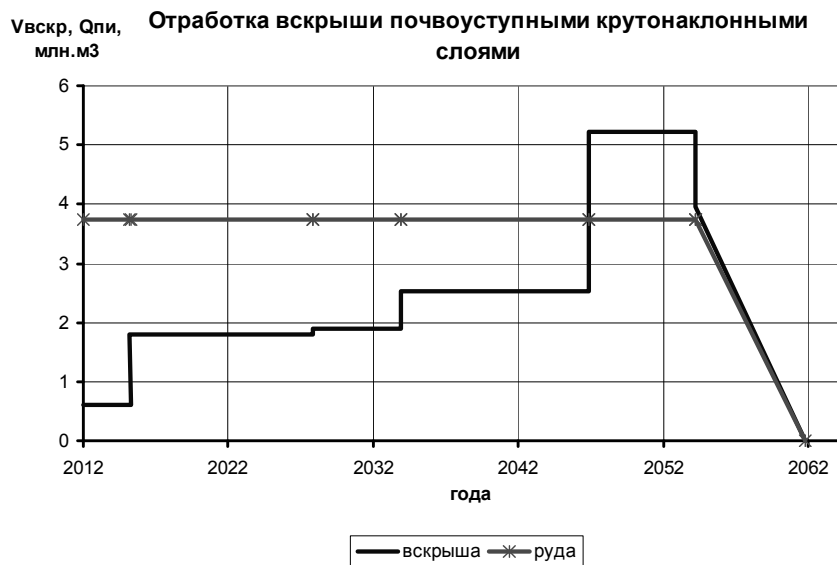


Рисунок 4 – Календарный план развития горных работ на Анновском карьере СевГОКа на 2012-2062гг. при отработке: а – горизонтальными слоями; б – почвоуступными крутонаклонными слоями

Учитывая то, что на многих железорудных карьерах Украины значительная часть бортов по вскрыше имеет временно нерабочее состояние, предложенный способ ведения горных работ позволит нормализовать добычу железной руды в плановых объемах без существенного увеличения средств на вскрышные работы с соблюдением правил безопасности. Технологическая схема ведения работ почвоуступными крутыми слоями является перспективной для многих глубоких карьеров, где сформированы крутые временно законсервированные откосы бортов карьера.

Список литературы

1. Дриженко А.Ю. Этапная разработка пород вскрыши железорудных карьеров крутонаклонными выемочными слоями / Горный журнал –№2– 2011г., с. 25-28.
2. Патент на корисну модель №64128. Україна «Спосіб відкритої розробки крутоспадаючих родовищ корисних копалин» // А.Ю. Дриженко. Опубл. 25.10.2011, бюл.№20.