

УДК 622.271.3.06

**В.А. Берсенеv**

**ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ  
НА ФОРМИРОВАНИЕ КАРЬЕРНОГО  
ПРОСТРАНСТВА**

Семинар № 13

---

**Т**ранспортная система определяет дополнительный объем выемки вскрыши к ее объему в контурах карьера, запроектированных без системы вскрытия. Выполненными в Санкт-Петербургском горном университете исследованиями установлено, что формирование конечного контура карьера со схемой капитального вскрытия приводит к уменьшению углов откосов конечных бортов на 1—18°, что вызывает дополнительное вовлечение в границы до 30—50% пород от объема их первоначального оконтуривания, а увеличение текущих объемов вскрыши достигает 25 %.

Универсальным критерием эффективности разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом является коэффициент вскрыши. Эффективность разработки увеличивается при уменьшении объема выемки вскрыши при неизменном объеме выемки полезного ископаемого. Сокращение объема выемки вскрыши в карьере при формировании транспортных берм и перегрузочных площадок является одним из основных резервов сокращения затрат на разработку месторождения.

Использование в верхней части карьеров, разрабатывающих глубокозалегающие месторождения, железнодорожного транспорта приводит к увеличению объема выемки вскрыши в конечных контурах карьера при

формировании внешних и внутренних траншей для железнодорожных съездов. Разработка глубоких горизонтов этих карьеров с использованием автомобильно-железнодорожного транспорта требует опережающей выемки большого объема вскрыши при формировании площадок под экскаваторные перегрузочные склады. Количество находящихся в одновременной работе экскаваторных перегрузочных складов может быть значительным. Например, на Первомайском карьере Северного ГОКа Украины оно достигало 11, а на Сарбайском карьере Казахстана 8 складов. Для формирования только одного экскаваторного перегрузочного склада на глубине 100 м требуется предварительная выемка 1,2 млн м<sup>3</sup> вскрыши.

Большое количество площадок под экскаваторными перегрузочными складами и железнодорожных заездов на них консервирует большие объемы полезного ископаемого и затрудняет развитие работ в нижней части карьера. Использование в верхней части глубокого карьера автомобильно-железнодорожного транспорта предполагает его замену в нижней части карьера автомобильно-конвейерным транспортом. Размеры площадки под дробильно-перегрузочным пунктом (ДПП) соответствуют размерам площадки под экскаваторным перегрузочным

зочным складом. Производительность ДПП в несколько раз больше производительности экскаваторного склада. При одинаковых объемах перегружаемой горной массы пункты перегрузки горной массы с автомобильного транспорта на конвейерный транспорт занимают в несколько раз меньшую площадь, чем пункты перегрузки с автомобильного транспорта на железнодорожный транспорт. В карьерах, разрабатывающих глубокозалегающие месторождения полезных ископаемых с ограниченными размерами в плане, средние и глубокие горизонты рационально разрабатывать с использованием автомобильно-конвейерного транспорта. При этом верхнюю часть таких карьеров, в которой сосредоточен основной объем вскрышных пород, целесообразно разрабатывать с использованием автосамосвалов большой грузоподъемности.

На глубоких карьерах, верхние горизонты которых уже вскрыты внешними и внутренними железнодорожными траншеями на конечном контуре карьера, железнодорожный транспорт первоначально может быть использован в комбинации с автомобильным, а в дальнейшем с автомобильно-конвейерным транспортом. В последнем случае горная масса из автосамосвалов через дробильно-перегрузочный пункт перегружается на конвейерный подъемник, которым она транспортируется до внутрикарьерной перегрузки на железнодорожный транспорт. Для пункта перегрузки горной массы на железнодорожный транспорт может быть использована одна из площадок, используемых ранее под экскаваторные перегрузочные склады с автомобильного транспорта на железнодорожный транспорт. Если эта площадка по условию залегания полезного ископаемого не консервирует часть его объема, то

перегрузочный пункт на ней может быть использован до конца разработки. Если под этой площадкой формируется целик пород, в котором может быть потеряна часть запланированного к выемке объема полезного ископаемого, то он должен быть разработан, при этом горную массу необходимо выдавать на поверхность дробильно-конвейерным комплексом на новом месте установки.

Из анализа используемых на железорудных карьерах Украины способов вскрытия горизонтов, на которых размещаются дробильно-перегрузочные пункты, следует, что при подземном способе вскрытия типовой является схема вскрытия с размещения ленточного конвейерного подъемника в наклонном стволе и квершлагах, расположенных за конечным контуром карьера. При этой схеме вскрытия дробильно-перегрузочные пункты размещаются на целиках пород — временно нерабочих участках бортов карьера. После удлинения наклонного ствола с подъемником и строительства на нижележащих горизонтах карьера нового ДПП с размещением конвейера от него до стационарного подъемника в квершлагах старый ДПП и конвейер в квершлагах демонтируют, а целик пород под ним разрабатывают. При этом взрывные работы, используемые при разработке целика, не оказывают влияния на стационарный конвейерный подъемник.

При размещении ленточных конвейерных подъемников на конечных бортах карьеров горная масса с дробильно-перегрузочных пунктов подается на подъемник с помощью коротких пластинчатых питателей. Целики пород под этими пунктами примыкают к подъемникам непосредственно. Они не могут быть отработаны, так как их разработка с использованием взрывных работ неизбежно приведет

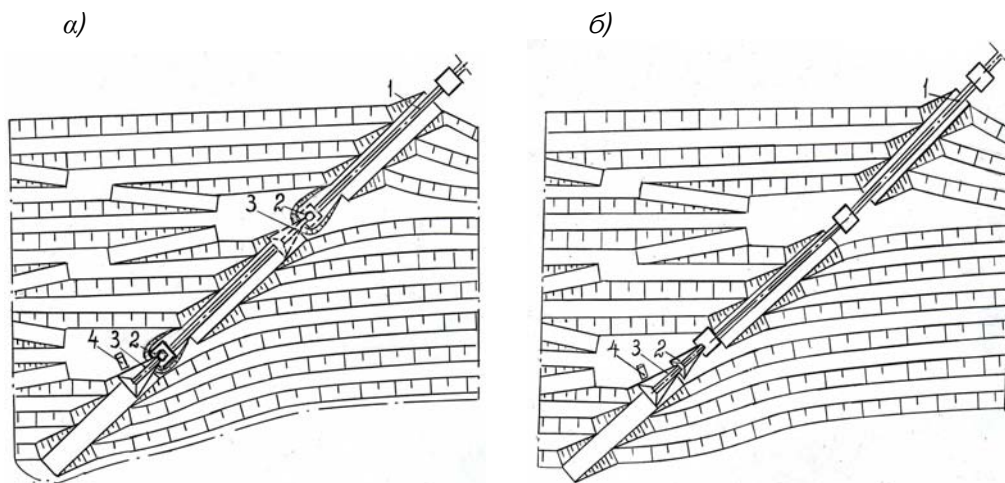
к повреждению подъемника. В целиках теряется часть объема полезного ископаемого, что снижает эффективность разработки с использованием дробильно-конвейерных комплексов.

Графическое моделирование карьеров с дробильно-конвейерными комплексами позволило установить, что технологическая схема дробильно-конвейерного комплекса (ДКК) с размещением ленточного конвейерного подъемника в выработках на конечном борту карьера должна соответствовать схеме комплекса с размещением подъемника в наклонном стволе и квершлагах. Для этого, от ДПП, расположенного на законсервированном участке рабочего борта карьера, до стационарного конвейерного подъемника, расположенного в выработках на конечном борту карьера, горную массу необходимо подавать ленточным конвейером, также расположенным в наклонной выработке на конечном борту карьера. Этот конвейер выполняет ту же функцию, что и конвейер в квершлагах. Его длина должна соответствовать безопасному расстоянию подъемника от места ведения взрывных работ. При использовании таких передаточных конвейеров целики пород под площадками ДПП могут быть разработаны с использованием взрывных работ без повреждения стационарного конвейерного подъемника.

Рассмотренная схема ДКК может быть реализована только при однобортной системе разработки. Вместо стационарных дробильно-перегрузочных пунктов в ней может быть использована передвижная дробильно-перегрузочная установка (ПДПУ), перемещаемая по мере понижения горных работ. Ее перемещают вдоль подъемного ленточного конвейера, который размещают в выработке на временно нерабочем участке по гра-

нице рабочего и конечного бортов карьера. С этого конвейера горная масса перегружается на передаточный конвейер, который транспортирует ее до стационарного конвейерного подъемника. Этот конвейер, как и сам подъемник, расположен на конечном борту карьера. С целью сокращения расстояния транспортирования горной массы внутрикарьерным автотранспортом, вдоль одного такого конвейера могут быть рассредоточены две ПДПУ.

При центральной кольцевой системе разработки дробильно-конвейерный комплекс первоначально может быть расположен на борту карьера, поставленном, с целью обеспечения рационального режима горных работ, на долговременную консервацию. В этом случае целики пород под площадкой размещения ПДПУ примыкают непосредственно к временному ленточному конвейерному подъемнику, а конвейерная вскрывающая выработка включает элементы траншеи и полутраншеи. С ПДПУ на конвейерный подъемник горная масса подается коротким пластинчатым перегружателем. После выхода соседнего, с поставленным на консервацию бортом, борта карьера на конечный контур временный конвейерный подъемник демонтируют, а законсервированный борт разрабатывают и дробильно-конвейерный комплекс формируется при однобортной системе разработки с размещением подъемника на конечном борту, а ПДПУ на временно нерабочих участках расконсервированного борта карьера. Если при этой системе разработки постановка одного из бортов на долговременную консервацию невозможна, то стационарный конвейерный подъемник и ДПП (или ПДПУ) могут быть размещены только на конечном борту карьера. Чтобы исклю-



**Рис. 1. Дробильно-конвейерный комплекс с ленточными конвейерами на конечном борту карьера: а — с ДПП; б — с ПДПУ; 1 — конвейерный подъемник; 2 — ДПП и ПДПУ; 3 — бункер с питателем; 4 — автосамосвал**

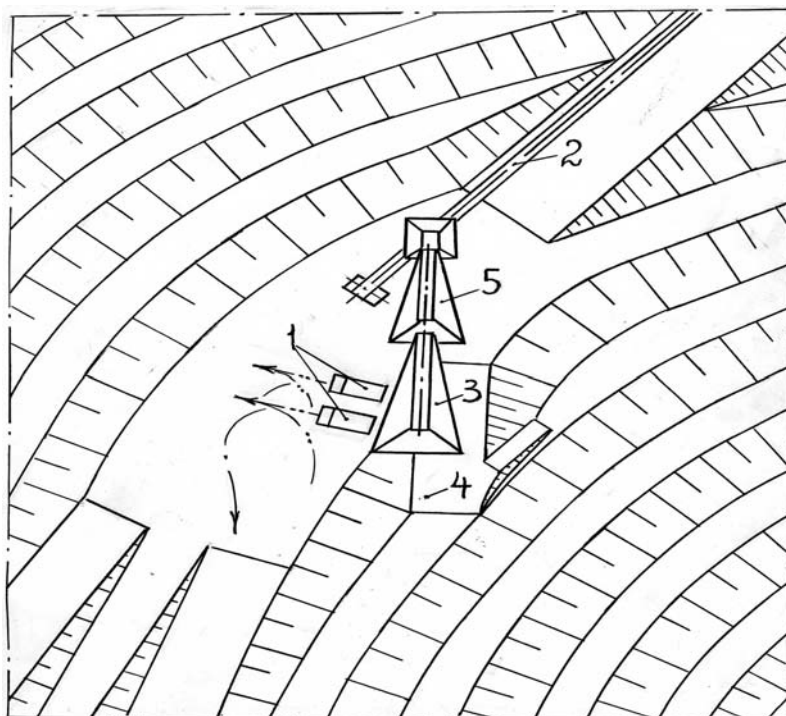
чить выемку дополнительной вскрыши, ДПП должен быть расположен на площадке, сопряженной с разворотной площадкой капитального съезда, с разгрузкой дробленой горной массы на концевую часть стационарного подъемника. При этом загрузка дробилки крупного дробления, которая вместе с концевой частью подъемника размещается в траншее, осуществляется через бункер с пластинчатым питателем. Бункер устанавливают в верхней части вскрывающей выработки, имеющей форму полутраншеи, в которой при удлинении конвейерного подъемника устанавливают конвейерный став (рис. 1, а).

При использовании ПДПУ ее и концевую часть конвейерного подъемника устанавливают на площадке, сопряженной с разворотной площадкой капитального съезда. Из автосамосвалов горную массу с разворотной площадки капитального съезда перегружают в ПДПУ через бункер с пластинчатым питателем, как и при использовании ДПП установленным в верхней части выработки для разме-

шения в ней следующего конвейерного става (рис. 1, б).

При доработке карьера этот бункер устанавливают на основании полутраншеи — наклонной предохранительной берме от горизонта разгрузки до нижележащего горизонта (рис. 2).

Ленточные конвейеры могут быть использованы в конвейерном подъемнике только на прямолинейных участках бортов карьеров. Их использование на бортах округлой формы повлечет выемку больших объемов вскрыши от спрямления участков бортов. На карьерах с округлой формой конечных бортов могут быть использованы крутонаклонные конвейеры, углы наклона которых совпадают с углами откосов бортов. При использовании этих конвейеров дробильно-перегрузочные пункты целесообразно размещать на конечных бортах карьера. Чтобы исключить разнос бортов или оставление целиков пород под площадки их размещения, эти площадки могут быть совмещены с горизонтальными площадками капитального съезда.



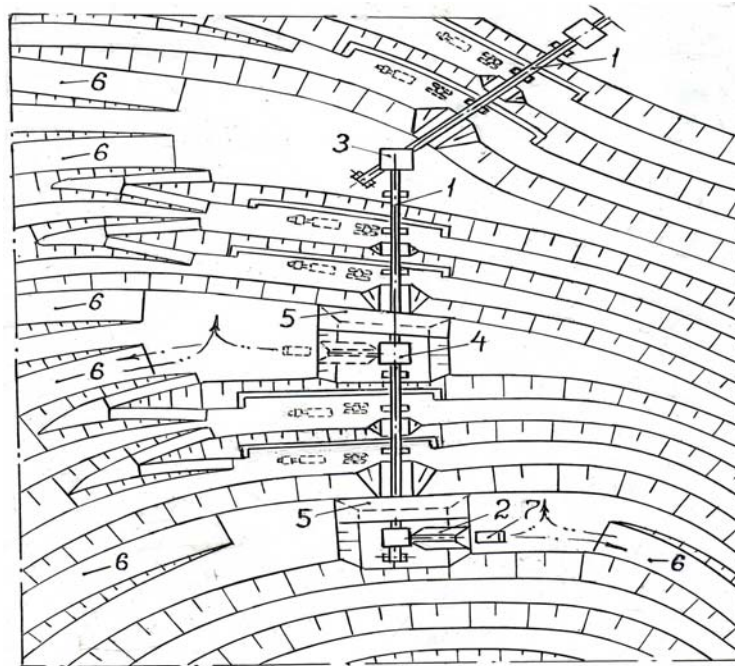
**Рис. 2. Доработка карьера с перегрузкой горной массы из автосамосвалов 1 на конвейерный подъемник 2 через бункер с питателем 3 на основании полутраншеи — наклонной предохранительной берме 4 и ПДПУ 5**

В этом случае дробильно-перегрузочные пункты устраивают в нишах, которые формируют в уступах с горизонтальными площадками капитального съезда или с площадками, сопряженными с разворотными площадками капитального съезда (рис. 3). При размещении ДПП на нижних горизонтах карьера в нише его прежнего размещения устраивают узел перегрузки между конвейерными ставами.

Крутонаклонные конвейеры могут быть использованы для удлинения ленточного конвейерного подъемника, также конвейерный подъемник от поверхности полностью может быть составлен из этих конвейеров. Для монтажа таких конвейеров с использованием строительного крана могут быть использованы площадки, совме-

щенные с предохранительными бермами карьера. От капитального съезда до этих площадок должны быть устроены съезды для доставки грузов на тракторной тележке и строительного крана. Предохранительные бермы, используемые под строительные площадки, могут быть расширены за счет увеличения углов откосов уступов, расположенных выше и ниже строительной площадки. Это достигается укреплением откосов.

Предохранительные бермы карьера и горизонтальные площадки капитального съезда по их ширине должны быть полностью использованы под площадки дробильно-перегрузочных пунктов, узлов перегрузки между конвейерными ставами и для монтажа конвейерного подъемника.



**Рис. 3. Дробильно-конвейерный комплекс с крутонаклонными конвейерами:** 1 — конвейеры; 2 — ДПП; 3, 4 — узлы перегрузки; 5 — мосты; 6 — капитальный съезд; 7 — автосамосвал

Для этого средняя часть каждого конвейерного става должна быть размещена в траншее и на опорах, нижняя часть — в траншее и верхняя часть — на опорах.

Рассмотренные устройства дробильно-конвейерных комплексов с ленточными и крутонаклонными конвейерами позволяют формировать карьерное пространство без выемки вскрыши от разноса конечных бортов карьера и оставления полезного ископаемого в постоянных целиках пород под площадки дробильно-перегрузочных пунктов, площадки узлов перегрузки между конвейерными ставами, строительные площадки и заезды на них.

Технологические схемы автомобильного транспорта, используемого при разработке глубоких карьеров, должны обеспечивать рациональное

формирование карьерного пространства, при котором рабочие и конечные борта в нижней части карьера формируют с более крутыми откосами в сравнении с его верхней частью. Этого можно добиться за счет уменьшения ширины рабочих площадок и уменьшения в два раза ширины бермы автомобильного съезда при использовании в нижней части карьера автосамосвалов грузоподъемностью в несколько раз меньшей грузоподъемности автосамосвалов, используемых в верхней части карьера. Использование в нижней части карьера автосамосвалов относительно малой грузоподъемности вместо большегрузных автосамосвалов позволит в несколько раз сократить объем выемки вскрыши при формировании бермы капитального съезда. Такие автосамосвалы могут быть эффективно использованы

только с внутрикарьерной перегрузкой горной массы в большегрузные автосамосвалы или на конвейерные подъемники.

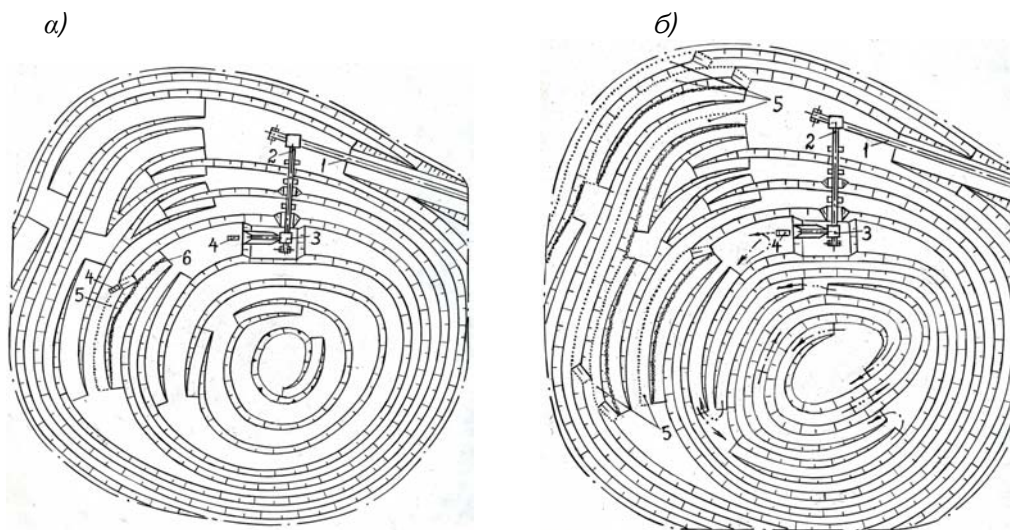
Для перегрузки горной массы из автосамосвалов в автосамосвалы могут использоваться бункерные или экскаваторные перегрузочные пункты. Бункерные перегрузочные пункты оборудуются бункерами с пластинчатыми питателями вместимостью 300–400 т. Экскаваторные перегрузочные пункты при разгрузке автосамосвалов под откос уступа имеют большую вместимость и обеспечивают большую независимость работы автосамосвалов различной грузоподъемности друг от друга. Для размещения известных перегрузочных пунктов требуются дополнительные площадки и заезды на них. В целиках пород под этими площадками теряются значительные проектные объемы добычи полезного ископаемого, что увеличивает средний коэффициент вскрыши. Такие перегрузочные пункты практически исключают эффективность применения автосамосвалов малой грузоподъемности при доработке глубоких карьеров. Разработаны перегрузочные пункты, исключаящие целики пород. В них площадки перегрузочного пункта и заезды на них максимально совмещены с предохранительными бермами и бермой капитального съезда.

Углы откосов конечных бортов в нижней части карьера, где используются автосамосвалы малой грузоподъемности, также могут быть увеличены за счет повышения уклона съездов. Он может быть повышен до 23° при использовании автосамосвалов с гусеничным ходом. Пункты для перегрузки горной массы из этих автосамосвалов в колесные автосамосвалы большой грузоподъемности могут быть сформированы на горизон-

тальных площадках бермы широкого капитального съезда. Для этого на площадке бермы из вскрышных пород формируют насыпь под разгрузочную площадку и заезд на нее для гусеничных автосамосвалов. Из этих автосамосвалов горную массу разгружают под откос насыпи на горизонтальную площадку съезда и экскаватором перегружают в большегрузные колесные автосамосвалы.

Для формирования бермы капитального съезда на глубоких горизонтах требуется выемка больших объемов вскрыши. При использовании в нижней части карьера автосамосвалов грузоподъемностью в несколько раз меньшей грузоподъемности автосамосвалов, используемых в верхней части карьера, и максимальном совмещении узких транспортных берм с наклонными предохранительными бермами карьера можно без дополнительного разноса бортов карьера на высоту нескольких уступов увеличить его проектную глубину или, например, при неизменной проектной глубине на 50,4 млн кубометров уменьшить объем выемки вскрыши в карьере при глубине применения автосамосвалов малой грузоподъемности от 400 до 600 м. Предложенные решения, заложенные в проект разработки карьера, дают экономический эффект уже при его строительстве за счет уменьшения конечных размеров карьера по поверхности и, соответственно, уменьшения объема выемки вскрыши.

При доработке карьера с выдачей всего объема полезного ископаемого из его нижней части на поверхность дробильно-конвейерным комплексом вскрышные породы, доставляемые из этой части карьера автосамосвалами малой грузоподъемности, могут быть складированы на части площади бермы съезда для автосамосвалов боль-



**Рис. 4. Нижняя часть карьера с дробильно-конвейерным комплексом:** а — на начало складирования вскрышных пород; б — на конец разработки; 1 — ленточный конвейерный подъемник; 2 — крутонаклонный конвейер; 3 — ДПП; 4 — автосамосвалы; 5 — отвал пород; 6 — предохранительный вал

шой грузоподъемности по ее ширине (рис. 4). Другая часть площади бермы по ее ширине, отделенная от отвала вскрышных пород предохранительным валом из этих пород, используется под съезд для автосамосвалов малой грузоподъемности. Такой способ внутрикарьерного складирования вскрыши позволит значительно сократить расстояние ее транспортирования из нижней части карьера, в сравнении со складированием в отвал на поверхности, и, соответственно,

уменьшить затраты на транспортирование.

Рассмотренные способы формирования транспортной системы позволяют формировать карьерное пространство с максимально возможными углами откосов рабочих и конечных бортов карьера, что приводит к выемке минимальных объемов вскрыши при неизменном объеме выемки полезного ископаемого и, соответственно, к снижению затрат на разработку. **ТМБ**

#### **Коротко об авторе**

Берснев В.А. – Институт горного дела УрО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 13 симпозиума «Неделя горняка-2008». Рецензент д-р техн. наук, проф. В.В. Мельник.

