

УДК 622.271

С.А. Радченко, Я.В. Левченко

ФОРМИРОВАНИЕ ВСКРЫШНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ КРУПНЫХ УГОЛЬНЫХ БРАХИСИНКЛИНАЛЕЙ

Рассмотрены особенности формирования вскрышных грузопотоков при отработке крупных угольных брахисинклиналей, заключающиеся в разделении карьера на высотные зоны, каждая из которых характеризуется своими признаками системы разработки, способом и схемой вскрытия.

Ключевые слова: вскрышной грузопоток, брахисинклиналь, угол падения залежи, порядок отработки, уголь, зона разработки.

Под вскрышным грузопотоком понимается поток вскрышных пород, устойчивый в течение продолжительного времени и направляемый из забоев на внешние или внутренние отвалы, через существующую сеть транспортных коммуникаций и вскрывающих горных выработок.

Брахисинклиналь представляет собой синклинальную складку, имеющую в плане овальную форму, часто ассиметричную (одна из осей складки длиннее другой).

Большое количество перспективных угольных месторождений представлено брахисинклиналями. Наиболее крупными из них являются Экибастузское, Кедровско-Крохалевское, Нерюнгринское, Тугнуйское, Назаровское, Талдинское, Бикинское.

Месторождения, представленные брахисинклиналями, с позиции их отработки занимают особое положение, так как содержат в себе признаки, характерные для нескольких типов геологических структур. На различных этапах отработки брахисинклиналей падение залежи меняется от крутого (до 90° на выходах) до прак-

тически горизонтального (0°-5°) в глубинной (шарнирной) части брахисинклинали. Вышесказанные обстоятельства требуют особого подхода к отработке брахисинклиналей [1].

С изменением угла падения залежи (выполаживанием) будет изменяться структура и направления формирования вскрышных грузопотоков. Угольные грузопотоки во всех случаях направляются за пределы карьера (на угольный склад или обогатительную фабрику) [2].

Вскрышные грузопотоки формируются из грузопотоков с рабочих горизонтов, которые определяются текущими горно-геологическими условиями разработки.

В верхней зоне брахисинклинальной складки, где угольные пласты имеют крутое или наклонное падение, нет возможности складировать вскрышные породы в выработанное пространство. Карьер на этом этапе отработки месторождения будет иметь два рабочих борта и разрабатывать полезное ископаемое с разным числом уступов в поперечном направлении со стороны висячего и лежащего боков залежи. Вскрышные грузопото-

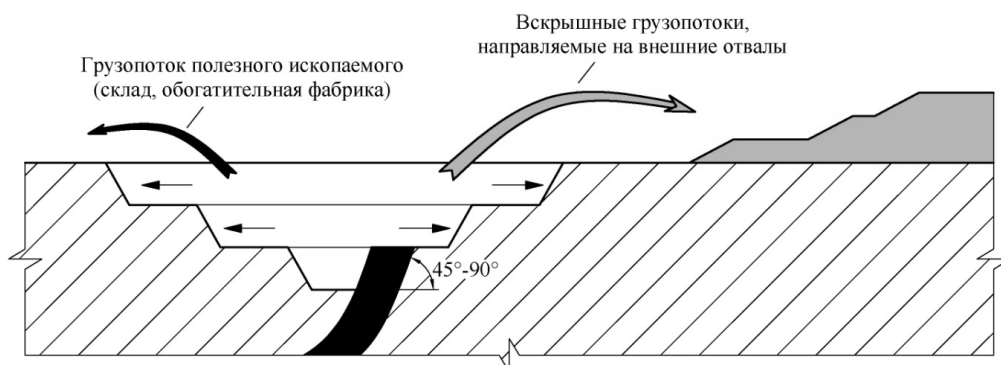


Рис. 1. Отработка верхней (крутопадающей) части брахисинклинали с транспортированием вскрышных пород на внешние отвалы



Рис. 2. Отработка средней зоны брахисинклинали с наклонным падением пластов

ки направляются за пределы карьера на внешние отвалы (рис. 1).

На различных этапах отработки месторождения вскрышные грузопотоки могут обслуживаться одним видом транспорта или различным. Например, забойный участок грузопотока обслуживает автотранспорт, а подъемный и поверхностный – железнодорожный, конвейерный или их комбинации [3].

В процессе отработки крутонаклонного участка залежи, вскрышные породы, как правило, транспортируются автотранспортом или железнодорожным транспортом, если верхние вскрышные уступы представлены мягкими породами, возможна их гидро-

механизированная отработка и перемещение гидротранспортом.

При наличии нескольких видов транспорта происходит разделение грузопотоков по месту приема пород и используемых транспортных коммуникаций.

С понижением горных работ происходит выполаживание угольных пластов. Угольные пласты разрабатывают с подвижкой уступов в поперечном направлении (по падению) со стороны висячего бока залежи, а со стороны лежачего бока, возможно формирование стационарного борта. Вскрышные грузопотоки в этом случае продолжают направляться за пределы карьера во внешние отвалы (см. рис. 2).

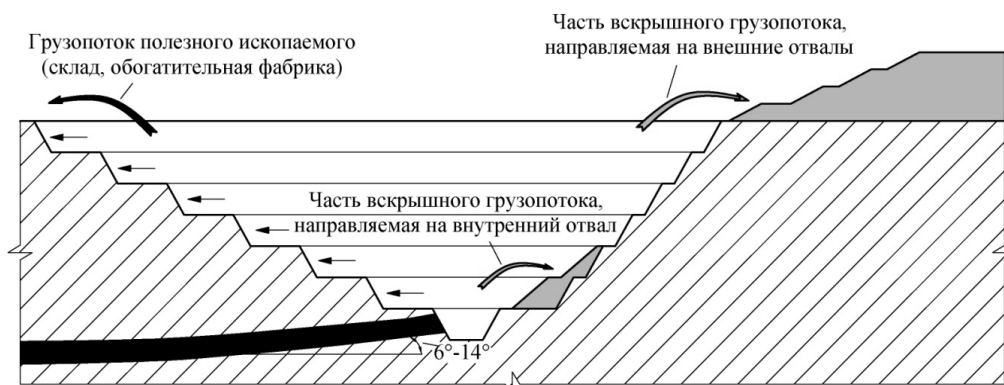


Рис. 3. Разработка шарнирной части брахисинклинали

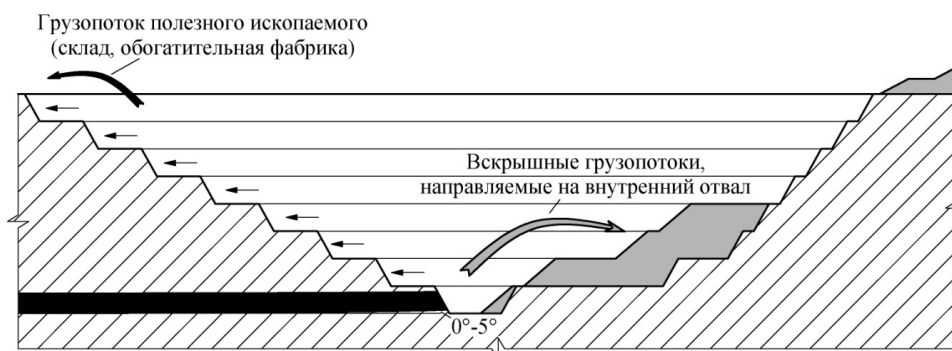


Рис. 4. Разработка горизонтального участка брахисинклинальной складки

С постепенным увеличением глубины карьера железнодорожный транспорт в силу своей специфики становится трудно применимым на нижних горизонтах, а автомобильный, в виду больших расстояний транспортировки, неэкономичным для доставки вскрышных пород на поверхность. Создается перегрузочный пункт, в котором концентрируются вскрышные породы с нижних горизонтов для последующей их погрузки в железнодорожный транспорт и перемещения на внешние отвалы. При необходимости увеличения объемов производства вскрышных работ на этом этапе может быть введен конвейерный транспорт (комплекс ЦПТ).

В период разработки пологопадающей части брахисинклинали (шарнир складки), возможна укладка части вскрышных пород или даже полного их объема в выработанное пространство карьера. Вскрышные грузопотоки будут частично замыкаться на внутренние отвалы, формируемые в выработанном пространстве карьера, частично на внешние отвалы (рис. 3).

При разработке глубинной части складки появляется возможность замкнуть все вскрышные грузопотоки во внутренний отвал, приемной способности которого будет достаточно для того, чтобы разместить необходимый объем вскрышных пород (см. рис. 4). В

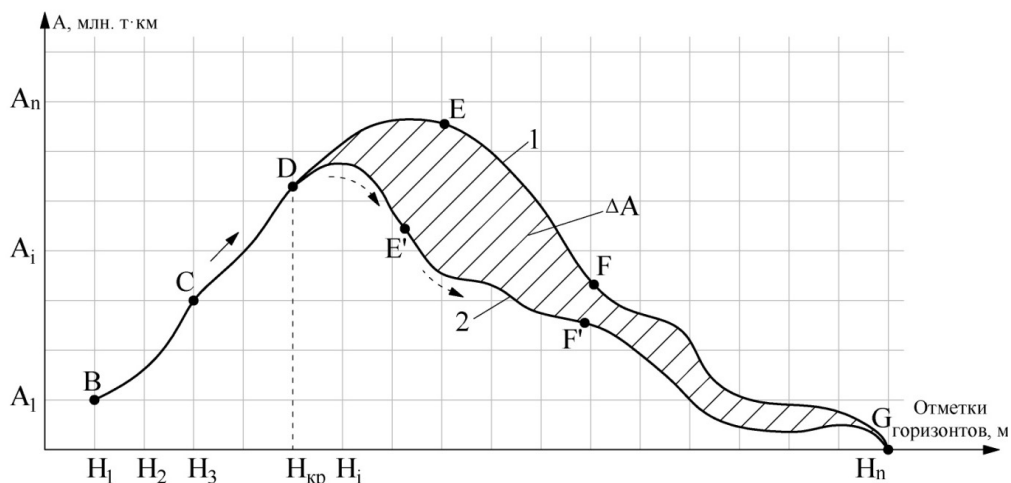


Рис. 5. График изменения транспортной работы по перемещению вскрышных пород для месторождения, обрабатывающего крутопадающую залежь полезного ископаемого (1) и залежь (2), выполаживающуюся с глубиной разработки (брахисинклиналь). $H_{кр}$ – горизонт карьера, при котором возможен переход к складированию вскрышных пород в выработанное пространство

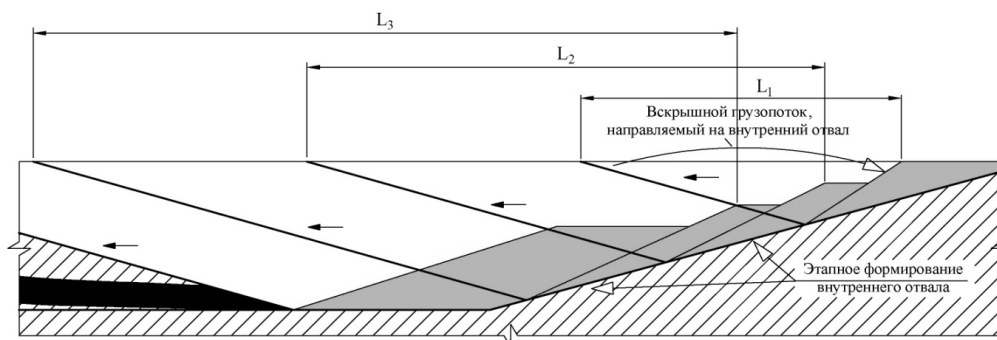


Рис. 6. Схема, иллюстрирующая формирование внутреннего отвала при развитии фронта горных работ на месторождении представленном брахисинклиналью

этом случае, возможно достичь наименьшего расстояния перемещения вскрышных пород колесными видами транспорта и использовать бестранспортные схемы перевалки драглайном в выработанное пространство.

Таким образом, направления вскрышных грузопотоков и параметры схемы вскрытия имеют жесткую зависимость от высотной (глубинной) зоны ведения горных работ на брахисинклинали.

При формировании грузопотоков важным является переходный этап в отработке месторождения, в ходе которого возникает необходимость перераспределения нагрузок на транспортную схему, ввиду изменившихся параметров залегания полезного ископаемого. В некоторых случаях по экономическим соображениям в этот период целесообразно ввести в эксплуатацию новый вид транспорта для перемещения вскрышных пород.

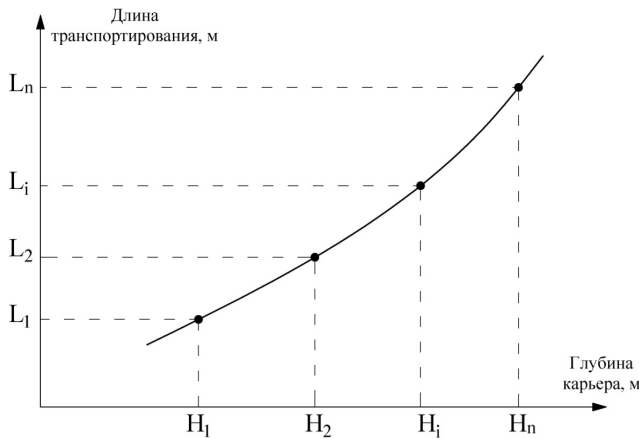


Рис. 7. Изменение расстояния транспортирования с группы верхних горизонтов на внутренний отвал с понижением горных работ

Одним из главных критериев формирования схемы вскрытия для рассматриваемых условий служит минимизация расстояния транспортирования вскрыши из рабочей зоны карьера до отвала, при сохранении проектной производительности предприятия.

В работе [4] предлагается разделять карьер на высотные зоны разработки, каждая из которых будет включать в себя характерный для нее способ вскрытия и свои виды транспорта (комбинации).

Работа по подъему горной массы с отдельного i -го высотного (слоя) горизонта, выделяемого в предельных контурах карьера, может быть определена по выражению:

$$A_i = h_i (S_b \gamma_b + S_n \gamma_n) \frac{(H_d - H_i)}{i_{cp}} k_{тр}, \text{ т} \cdot \text{м},$$

где h_i — высота i -го слоя, м; S_b — площадь вскрышных пород в контурах i -го слоя, м^2 ; S_n — площадь полезного ископаемого в контурах i -го слоя, м^2 ; γ_b — объемная масса вскрышных пород в пределах i -го слоя, $\text{т}/\text{м}^3$; γ_n — объем-

ная масса полезного ископаемого в пределах i -го слоя, $\text{т}/\text{м}^3$; H_d — средняя отметка дневной поверхности, м; H_i — отметка i -го горизонта, м; i_{cp} — средний уклон трассы, ‰; $k_{тр}$ — коэффициент развития трассы (1,1÷1,5).

На рис. 5 показан график изменения транспортной работы при перемещении вскрышных пород для угольного разреза, отрабатывающего крутопадающую залежь и для разреза отрабатывающего брахисинклиналь.

Заштрихованная область (см. рис. 5) показывает величину уменьшения транспортной работы на этапе отработки брахисинклинали, с которого возможно складирование вскрышных пород в выработанное пространство.

С постепенным углублением горных работ увеличивается зона верхних горизонтов карьера, в пределах которой расстояние транспортирования вскрышных пород во внутренний отвал возрастает (см. рис. 6). На первом этапе развития карьера, расстояние транспортирования минимально (L_1), в последующем оно существенно увеличивается, достигая максимума (L_3). Угол откоса внутреннего отвала с развитием фронта горных работ постепенно уменьшается с 30° - 35° до 17° - 19° .

График, отражающий зависимость изменения расстояния транспортирования с группы верхних горизонтов на внутренний отвал от глубины карьера представлен на рис. 7.

Вследствие сказанного возникает необходимость перераспределения гру-

зотранспортной работы по перемещению горной массы. Данное перераспределение заключается в том, что на группе верхних горизонтов карьера необходимо переходить от автомобильного транспорта на менее энергоемкий, к примеру, железнодорожный, конвейерный или их комбинации.

При извлечении свит небольшой мощности, не всегда удается полностью разместить вскрышные породы в выработанном пространстве, что требует перемещения части из них во внешний отвал. Этот объем является удельно наиболее затратным среди всех вскрышных грузопотоков карьера с участием автотранспорта. В таких условиях переход к использованию менее энергоемких (магистральных видов транспорта) должен выполняться ускоренными темпами. Рассчитать величину годового объема вскрышных пород, не размещаемых в выработанном пространстве, можно по следующему выражению:

$$\Delta V_{кр} = V_b(k_p - 1) - (V_y / \gamma_y), \text{ тыс. м}^3,$$

где V_b – общий объем вскрышных пород, удаляемых из карьера за год, тыс. м³; k_p – средний коэффициент разрыхления пород; V_y – годовой объем извлекаемого угля, тыс. т; γ_y – средняя объемная масса угля, т/м³.

Переход к использованию на группе верхних и средних горизонтов карьера менее затратных (в эксплуатационном отношении) видов транспорта, позволяет стабилизировать грузовую транспортную работу на нижних (глубоких) горизонтах карьера.

Вопрос формирования вскрышных грузопотоков на крупных угольных брахисинклиналях требует более полного изучения закономерностей изменения затрат на вскрышные работы по мере углубления карьера и изменения объемов высвобождающегося выработанного пространства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Супрун В.И. Формирование отвальных массивов при открытой разработке крупных угольных брахисинклиналей, автореферат докторской диссертации, Москва, 1996 г.

2. Колесников В.Ф. Развитие и обоснование способов и схем вскрытия рабочих горизонтов угольных карьеров, авто-

реферат докторской диссертации, Кемерово, 1999 г.

3. Анисратов Ю.И. Технологические потоки на карьерах (Энергетическая теория открытых горных работ), М.: «Глобус», 2005 г. – 304 с.

4. Супрун В.И. Проектирование схем вскрытия и транспортных схем для отработки карьеров, М.: МГИ, 1990 г. – 104 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Радченко Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, руководитель отдела проектирования ОГР «Проектно-экспертного центра МГТУ»,

Левченко Ярослав Викторович – аспирант, горный инженер, levchenko.mggu@mail.ru, Московский государственный горный университет.

