

УДК 622.271

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОПЕРЕЧНЫХ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ С БЕСТРАНСПОРТНОЙ И КОМБИНИРОВАННОЙ ТРАНСПОРТНО- БЕСТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Исаев Д.В., студент гр.ГОс-141, V курс  
Научный руководитель: Селюков А.В., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
г.Кемерово

Повышение эффективности разработки сложноструктурных месторождений с наклонным и крутым залеганием угольных пластов возможно при использовании новых ресурсосберегающих систем разработки с поперечным подвиганием фронта горных работ. Известны следующие варианты системы с поперечным подвиганием фронта горных работ: с сооружением карьера первой очереди сразу на проектную глубину разреза; с поэтапным погружением горных работ до проектной глубины разреза; челночно-слоевая отработка карьерного поля; отработки карьерного поля с продольно-поперечным подвиганием фронта работ [1-6].

Каждый из этих вариантов характеризуется определенным объемом вскрыши укладываемой во внутренний отвал и возможностью применения бестранспортной технологии на нижних горизонтах разреза.

Эти важные показатели обеспечивают значительное повышение эффективности открытой угледобычи.

Однако применение поперечных систем разработки в условиях Кузбасса имеет свои специфические особенности, к которым относится, наличие свит угольных пластов сложного залегания с крепкими вмещающими породами, требующими буровзрывной подготовки для их выемки. Принимая во внимание, что длина фронта работ на уступах значительно меньше, чем при традиционной продольной системе разработки, возникает проблема обеспечения безопасности и организации горных работ в ограниченном пространстве рабочей зоны разреза [7,8].

Мощность угленосной свиты наклонных и крутых залежей на месторождениях Кузбасса колеблется в пределах 200-2000 м., что обеспечивает возможность применения бестранспортной технологии на нижних горизонтах разреза.

Эффективная отработка таких свит может осуществляться до глубины, определяемой по выражению

$$H_k = 0,5 \cdot [(K_{gp}/K_{cb}) - 1] \cdot \left[ (M_{cb} \cdot (1 - \frac{1}{K_{cb}})) / \gamma_p \right] + 0,5h_y \quad (1)$$

где  $K_{gp}$  – граничный коэффициент вскрыши,  $\text{m}^3/\text{т}$ ;  $K_{cb}$  – коэффициент вскрыши по свите,  $\text{m}^3/\text{т}$ .

$$K_{cb} = \left( \frac{1}{K_y} \right) - 1, \quad \text{где } K_y - \text{коэффициент угленосности свиты, } K_y = \frac{Sy_i}{Sicb},$$

где  $Sy_i$  – объем угля в  $i$ -том сечении свиты на единицу длины по простиранию,  $m^3$ ,  $Sicb$  – объем породы и угля в  $i$ -том сечении на единицу длины по простиранию,  $m^3$ ;  $\gamma_p$  – угол погашения бортов карьера, град;  $h_y$  – высота уступа, м.

При незначительной длине фронта работ по уступам рабочей зоны карьера возникает необходимость частого перегона экскаватора с уступа на уступ. Поэтому для снижения этого негативного фактора целесообразно использовать маневренное выемочное оборудование. Для реализации бестранспортной технологии в ограниченном пространстве нижнего горизонта разреза возможен вариант, при котором уступ отрабатывается гидравлическим экскаватором, осуществляющим опережающую выемку пластов, а вскрышные породы экскавируются драглайном расположенным в отвальной зоне.

Сравнительная оценка эффективности традиционной и поперечной технологий по критериям ресурсозатрат для усредненных условий Кузбасса показал, что меньшими удельными ресурсозатратами, а, следовательно, и меньшей себестоимостью добычи угля характеризуется система разработки с поперечным развитием фронта работ и внутренним отвалообразованием при глубине разреза 300м.

Выбор эффективного варианта поперечной технологии определяется в зависимости от конкретных горно-геологических условий залегания угольного месторождения, качества угля и цены 1т угля на мировом и внутренних рынках.

Общий эффект за весь срок службы разреза от размещения вскрышных пород в выработанном пространстве определяется долевым участием внутреннего отвалообразования в общем объеме вскрыши, т.е.

$$\mathcal{E}_e = K_e \cdot V_n \cdot (C_{on} - C_{ob}) \quad (2)$$

где  $K_e$  – долевое участие внутреннего отвалообразования в общем объеме вскрыши, д.е.;  $V_n$  – общий объем вскрышных пород в граничных контурах разреза,  $m^3$ ;  $C_{on}$  – стоимость внутреннего транспортного отвалообразования, руб/ $m^3$ ;  $C_{ob}$  – средневзвешенная стоимость отвалообразования при внутреннем расположении отвала, руб/ $m^3$ .

$$C_{ob} = C_{vtr} \cdot V_{tr} + C_{ob} \cdot (K_e \cdot V_n - V_{tr}) / K_e \cdot V_n \quad (3)$$

где  $C_{vtr}$  – стоимость внутреннего транспортного отвалообразования, руб/ $m^3$ ;  $C_{ob}$  – стоимость внутреннего бестранспортного отвалообразования, руб/ $m^3$ ;  $V_{tr}$  – объем внутреннего транспортного отвалообразования,  $m^3$ .

$$V_{tr} = \delta \cdot K_e \cdot V_n$$

где  $\delta$  – долевое участие транспортной внутренней вскрыши в общем объеме внутреннего отвала, д.е.

Тогда

$$\begin{aligned} C_{\text{ов}} &= C_{\text{втр}} \cdot \delta \cdot K_3 \cdot V_{\text{п}} + C_{\text{об}} \\ &\quad \cdot (K_3 \cdot V_{\text{п}} - \delta \cdot K_3 \\ &\quad \cdot V_{\text{п}}) / (K_3 \cdot V_{\text{п}} - \delta \cdot K_3 \cdot V_{\text{п}}) = C_{\text{втр}} \cdot \delta + C_{\text{об}} \cdot (1 - \delta) \\ &= C_{\text{втр}} \cdot \delta + C_{\text{об}} \cdot (1 - \delta), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\delta = V_{\text{тр}} / (V_{\text{тр}} \cdot V_{\text{п}})$ , а  $K_3 = \frac{1}{1 \cdot (V_{\text{внеш}} + V_{\text{внутр}})}$ , д.е.;  $(1 - \delta) = \rho$  – долевое

участие бестранспортного внутреннего отвалообразования, д.е.;  $V_{\text{внеш}}$  – объем внешнего отвалообразования,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{внутр}}$  – объем внутреннего отвалообразования,  $\text{м}^3$ .

После преобразования выражений (1), (2) и (3) получим общий эффект от внутреннего отвалообразования при поперечной сплошной системе разработки

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_B &= K_3 \cdot V_{\text{п}} \cdot [C_{\text{он}} - (C_{\text{втр}} \cdot \delta \cdot K_3 \cdot V_{\text{п}} + C_{\text{об}} \cdot K_3 \cdot V_{\text{п}} - \delta \cdot K_3 \cdot V_{\text{п}}) K_3 \cdot V_{\text{п}}] = \\ &= K_3 \cdot V_{\text{п}} \left\{ \left( C_{\text{он}} - [(C_{\text{втр}} \cdot \delta + C_{\text{втр}} \cdot 1 - \delta)] \right) \right\} = [C_{\text{он}} - C_{\text{втр}} \cdot \delta - C_{\text{об}} \cdot \rho], \end{aligned} \quad (5)$$

где выражение  $C_{\text{он}} - C_{\text{втр}} \cdot \delta - C_{\text{об}} \cdot \rho = \mathcal{E}_B^{\text{уд}}$  представляет собой удельный экономический эффект от размещения 1  $\text{м}^3$  вскрыши во внутренний отвал, формируемой по транспортной и бестранспортной технологиям.

Для определения эффективности поперечных систем разработки с внутренним отвалообразованием выражение (5) трансформировано в график (рис.1), учитывающий взаимосвязь основных стоимостных и объемных показателей горных работ.

Анализ графика и выражения (5) показывает, что эффективность поперечных систем разработки в значительной степени зависит от долевого участия внутреннего отвалообразования в общем объеме вскрыши в граничных контурах разреза, способа внутреннего отвалообразования, параметров карьерного поля и вариантов разработки, определяющих объем внутреннего отвалообразования.

### Список литературы:

1. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. М.: Недра, 1975. - 574 с.
2. Рутковский, Б. Т. Блоковый способ отработки карьерных полей с большим простирианием // Разработка угольных месторождений открытым способом: Межвуз. сб. научн. тр. / Кузбас. политехн. ин-т. Кемерово, 1972. С. 81-87.
3. Селюков А.В. Технологическое развитие блокового способа открытой разработки угольных месторождений / Селюков А. В., Литвин Я. О. / Естественные и технические науки № 3 (81) 2015 г. Москва. с. 94-97.
4. Селюков А.В. Воздействие объектного функционирования внутреннего отвалообразования на закономерность производственной мощности

угольного разреза // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. № 5. 2016. С. 11-16.

5. Селюков А.В. Инструмент корректировки распределения объемов вскрыши по отвалам действующего разреза // Записки горного института. Т. 219. 2016. С. 387-391.

6. Макаров В.Н. Технология ведения открытых горных работ на полях ликвидированных шахт / Макаров В.Н., Корякин А.И., Селюков А.В. / Кузбассвузиздат, Кемерово. 2010. -139с.

7. Корякин, А. И. Определение основных технологических параметров карьера при проектировании / А.И. Корякин, А.В. Селюков // Вестник КузГТУ. – 2010. – №2 –С. 66–68.

8. Герасимов А.В., Жмакина А.А., Бырдин К.А. Определение последовательности разработки карьерных полей угольных разрезов при их делении на блоки / X Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ» [Электр.ресурс].

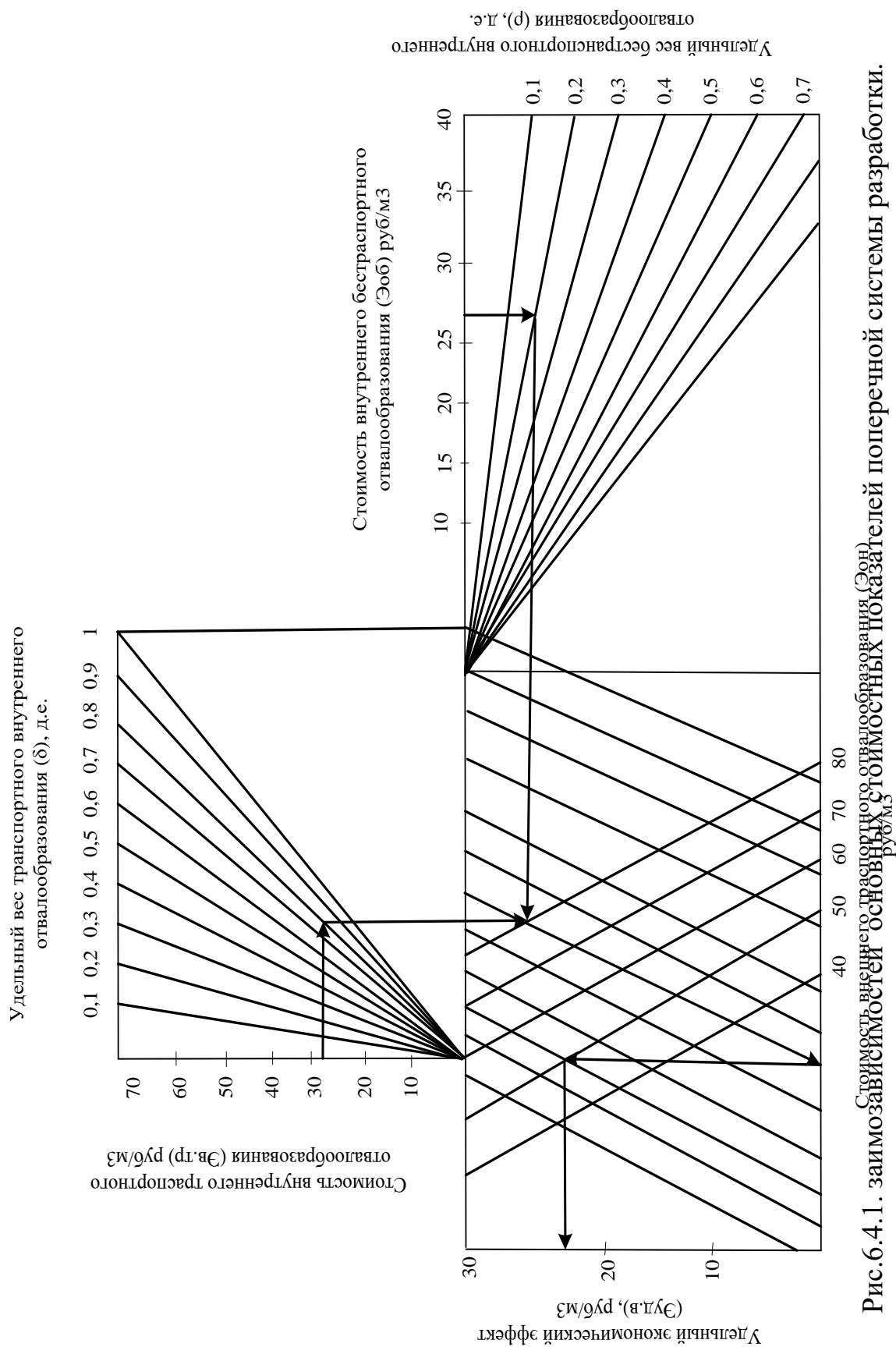


Рис.6.4.1. Замозависимость стоймости внешнего беспортного отвалообразования (Эон) от стоймости внутреннего беспортного отвалообразования (Эоб) и стоймости стоймостных показателей полеречной системы разработки.