

УДК 622.271

**Р.Р. Минибаев, А.В. Матвеев, В.Ю. Пушкарев, В.П. Макшеев,  
В.И. Супрун, К.С. Ворошилин**

### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НАСЫПНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕМЫЧЕК ДЛЯ ВСКРЫТИЯ И ОТРАБОТКИ РАБОЧИХ ГОРИЗОНТОВ РАЗРЕЗА ОАО «ЧЕРНИГОВЕЦ»**

Представлен опыт применения насыпных транспортных перемычек для вскрытия и отработки рабочих горизонтов разреза ОАО «Черниговец». Укрупненно оценена целесообразность и эффективность использования насыпных транспортных перемычек.

Ключевые слова: вскрытие, транспортная перемычка, объем вскрыши, горизонт, длина транспортирования, эффективность.

**В** вопросах вскрытия карьерных полей важнейшую роль имеет формирование карьерных грузопотоков.

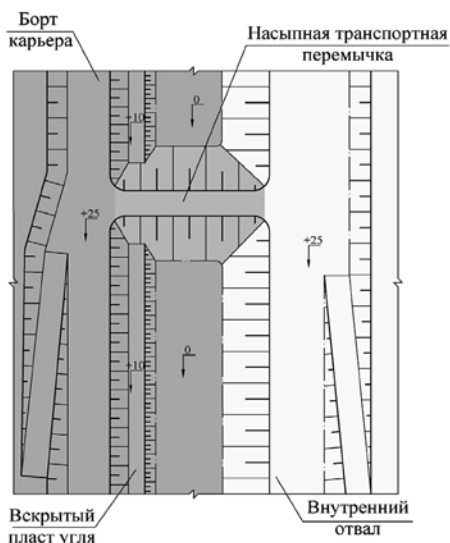
Для создания необходимых условий формирования грузопотоков вскрыши и полезного ископаемого используются разные способы вскрытия, в том числе с помощью земляных сооружений (насыпных перемычек) или временных целиков.

В статье рассматривается один из способов вскрытия с помощью насыпных транспортных перемычек. Особое распространение этот способ получил на месторождениях с большой протяженностью фронта горных работ и перемещением вскрышных пород автотранспортом на внутренние отвалы.

При отсутствии насыпных транспортных перемычек вскрышные породы перевозятся во внутренний отвал по дорогам, расположенным на рабочем борту и в торцах карьера, что существенно увеличивает расстояние транспортирования и угол наклона рабочего борта, и соответственно затраты на вскрышные работы.

Насыпные перемычки соединяют нижнюю и среднюю части рабочей зоны карьера с ярусами внутреннего отвала по кратчайшему расстоянию, что существенно снижает расстояние транспортирования вскрышных пород и транспортные расходы на разработку (рис. 1). Насыпные перемычки являются временными сооружениями.

Время их существования колеблется от нескольких месяцев до нескольких лет. При подвигании фронта горных работ они срабатываются и



**Рис. 1. Схема насыпной транспортной перемычки**

понижаются совместно с блоками (панелями) по рабочему борту.

В поперечном сечении насыпная перемычка имеет, как правило, форму трапеции. Ширина ее верхней площадки рассчитывается, исходя из двухполосного движения автосамосвалов. Параметры насыпных перемычек определяются высотой и интенсивностью развития рабочей зоны карьера, мощностью вскрышных грузопотоков, приемной способностью выработанного пространства и другими факторами.

В настоящее время насыпные перемычки применяются на угольных разрезах: Черниговский, Тугнуйский, Нерюнгринский, Первомайский и ряде рудных карьеров.

Разрез «Черниговский» ведет разработку открытым способом северной и северо-восточной части Кедрово-Крохалевского каменно-угольного месторождения. По оси Новоколбинский антиклинали площадь отработки условно разделена на два участка – Черниговский и Новоколбинский.

Характерной особенностью разреза «Черниговский» является значи-

тельная длина рабочей зоны, составляющая порядка 7 км.

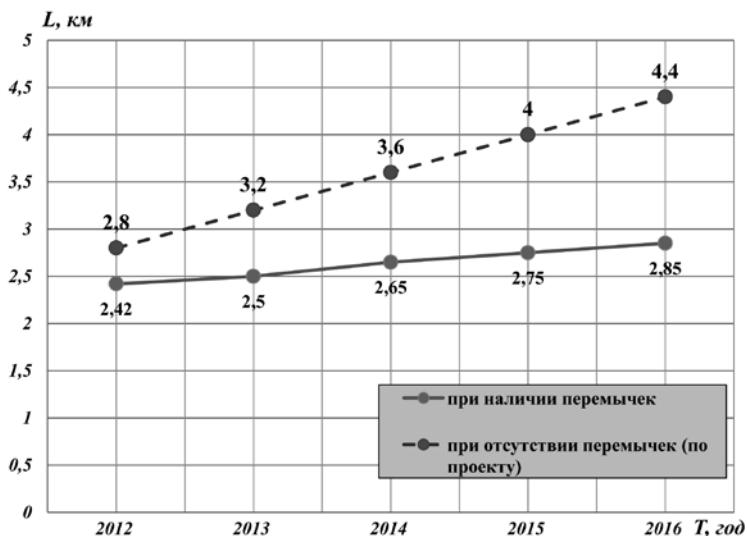
Вскрытие рабочих горизонтов осуществляется внутренними траншеями в торцах карьерной выемки и двумя перемычками.

Горные работы выполняются на трех эксплуатационных участках (два участка – с применением автотранспорта, один – с применением железнодорожного транспорта).

На железнодорожный транспорт отрабатываются вскрышные породы верхних горизонтов. Ж.-д. вскрыша вывозится и складировается во внешние железнодорожные отвалы – Максимовский и Чесноковский.

С применением автомобильного транспорта ведется отработка вскрышных пород средних и нижних горизонтов разреза. Автомобильная вскрыша вывозится и складировается во внутренние и частично во внешние отвалы.

Горно-геологические особенности Кедровско-Крохалевского месторождения позволяют размещать значительную часть вскрышных пород в выработанном карьерном пространстве. Средняя длина перемещения вскрыш-



**Рис. 2. Графики изменения среднего расстояния транспортирования вскрышных пород (для условий ОАО «Черниговец»)**



**Рис. 3. Первый этап строительства насыпной перемычки**



**Рис. 4. Второй этап строительства насыпной перемычки с применением бульдозерно-автомобильной схемы отвалообразования**

ных пород в зонах с применением транспортных перемычек является относительно небольшой и укладывается в интервал 2,5÷2,9 км. В свою очередь при перемещении автовскрыши через торцы разреза расстояние транспортирования достигает значительный 3,2÷4,4 км (рис. 2).

В настоящее время на разрезе «Черниговский» существуют 2 перемычки.

Формирование перемычки выполняется в два этапа. Первый предполагает частичную выемку вскрышных

пород в зоне нижних горизонтов рабочего борта и отсыпку основания перемычки (рис. 3). Вторым этапом, реализуемым посредством применения бульдозерно-автомобильной схемы отвалообразования (рис. 4).

Первая перемычка разреза «Черниговский» расположена на границе Черниговского и Новоколбинского участков (карьерных полей). Она состоит из 2 ярусов: первый ярус часть целика на отметке +130 м; второй ярус насыпной с отметкой +145 и шириной транспортной полосы ~70 м и объемом около 2 млн м<sup>3</sup> (рис. 5, рис. 6).

Перемычка № 2 расположена в центральной части Новоколбинского поля. Она сформирована в 2013 г. и является самой крупной за весь период работы разреза. Ее высота составляет 150 м, а объем ~ 7,5 млн м<sup>3</sup>. Данная перемычка выходит на горизонт +150 м рабочего борта, а со стороны внутреннего отвала на два горизонта +155 и +90 м (рис. 7, 8).

Укрупненно оценить целесообразность использования насыпных транспортных перемычек можно на базе сравнения экономии эксплуатационных затрат за счет сокращения расстояния транспортирования и величины затрат на экскавацию и перемещение объемов вскрышных пород, удаляемых при срабатывании перемычки. При объеме перемычки  $V_{пер}$ , ее использование будет оправдано, если суммарный объем перемещенных через нее вскрышных пород составит  $V_3$  (1):



**Рис. 5.** Положение насыпной транспортной перемычки № 1

$$V_{\text{э}} \geq \frac{V_{\text{пер}} \cdot K_y \cdot C_{\text{в}}}{\Delta l \cdot C_{\text{т-км}}} \quad (1)$$

где:  $V_{\text{пер}}$  – объем вскрышных пород, подлежащих перемещению во внутренний отвал при ликвидации транспортной перемычки, м<sup>3</sup>;

$$V_{\text{пер}} = p \cdot V_{\text{п}}$$

где:  $V_{\text{п}}$  – общий объем вскрышных пород, уложенных в транспортную перемычку, м<sup>3</sup>;  $p$  – поправочный коэффициент, характеризующий долю объемов вскрышных пород, перемещаемых во внутренний отвал, ввод этого коэффициента определяется тем, что часть объемов перемычки может быть оставлена в зонах стационарного борта разреза, засыпаемых в дальнейшем внутренними отвалами;  $K_y$  – коэффициент, характеризующий усложнение производства горных работ при обработке транспортной пе-

ремычки;  $C_{\text{в}}$  – затраты на 1 м<sup>3</sup> удаления вскрышных пород из контуров перемычки, за вычетом издержек на бурение и взрывание, руб/м<sup>3</sup>;  $\Delta l$  – сокращение расстояния транспортирования вскрышных пород, обеспечиваемое при использовании перемычки, км;  $C_{\text{т-км}}$  – себестоимость 1 тонно-километра перемещения вскрышных пород автомобильным транспортом руб/т·км.

Параметр  $C_{\text{т-км}}$  является функцией расстояния транспортирования



**Рис. 6.** Положение первой насыпной транспортной (перемычки № 1) со стороны рабочего борта



**Рис. 7. Положение насыпной транспортной перемычки № 2**

$l$  ( $C_{\text{тк}} = f(l)$ ). Последнее необходимо учитывать при назначении величины Ст.км.

Расчет значения  $V_3$  на базе фактических показателей эксплуатации разреза ОАО «Черниговец» свидетельствует, что величина  $V_3$  должна находиться на уровне 53÷58 млн т (35÷37 млн м<sup>3</sup> – эквивалент объема по целику).

В случае, когда объемы вскрышных пород, фактически перемещенные через насыпную транспортную

перемычку на внутренний отвал  $V_3^\Phi$  выше расчетного значения  $V_3$ , ее применение будет экономически оправданным. При этом величина экономического эффекта ( $\Xi$ ) составит:

$$\Xi = (V_3^\Phi - V_3) C_{\text{т.км}}$$

В случае если  $V_3^\Phi < V_3$  – применение насыпных перемычек будет экономически не целесообразным решением.

Значение параметра  $V_3^\Phi$  может быть определено исходя из параметра

$l_{\text{вл}}$  (рис. 9), величина которого определяется протяженностью рабочей зоны обслуживаемой транспортной перемычкой (зоной «влияния» транспортной перемычки).

Значение  $l_{\text{вл}}$  определяется параметрами  $l_1$  и  $l_2$ , которые равны половине длины участка фронта горных работ, на который может быть обеспечен транспортный доступ с перемычки и с флангового (торцевого)



**Рис. 8. Положение насыпной транспортной перемычки № 2 со стороны рабочего борта**

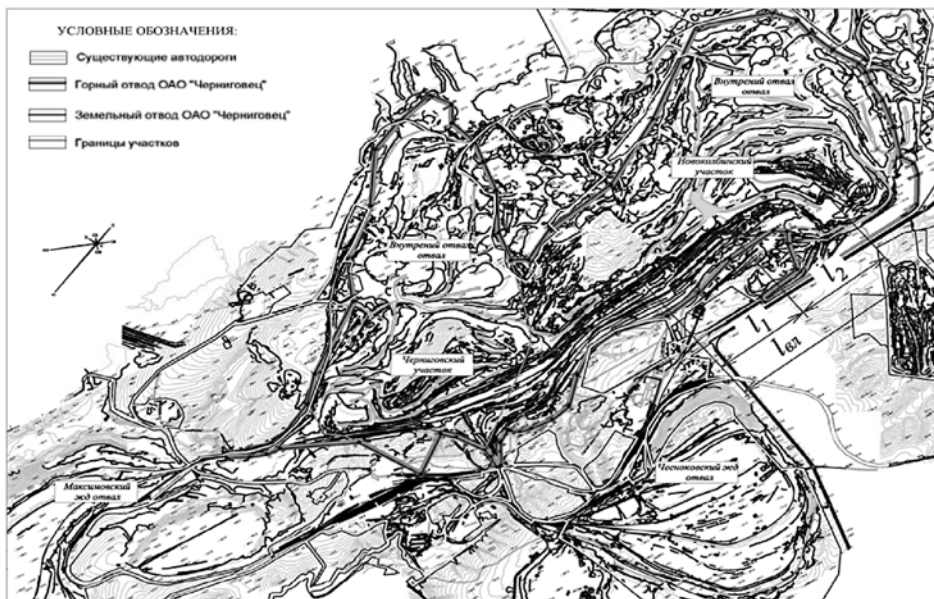


Рис. 9. Определение зоны влияния насыпной транспортной перемычки  $l_{вл}$  ( $l_1 > l_2$ )

участка разреза (или с другой транспортной перемычки). Для условий разреза ОАО «Черниговец» значение параметра  $l_{вл}$  составляет  $\sim 1,7 \div 2,0$  км.

При известном параметре  $l_{вл}$  параметр  $V_э^\Phi$  может быть определен по выражению:

$$V_э^\Phi = l_{вл} \cdot l_{пан} \quad (2)$$

где:  $l_{пан}$  – ширина выемочного блока (панели), перемещаемого из верхней части рабочего борта в его нижнюю часть для вскрытия и отработки запасов угля основных пластов.

Определение и оптимизация параметров  $l_{пан}$  является отдельной и важной темой в вопросах оптимизации систем разработки и режима горных работ.

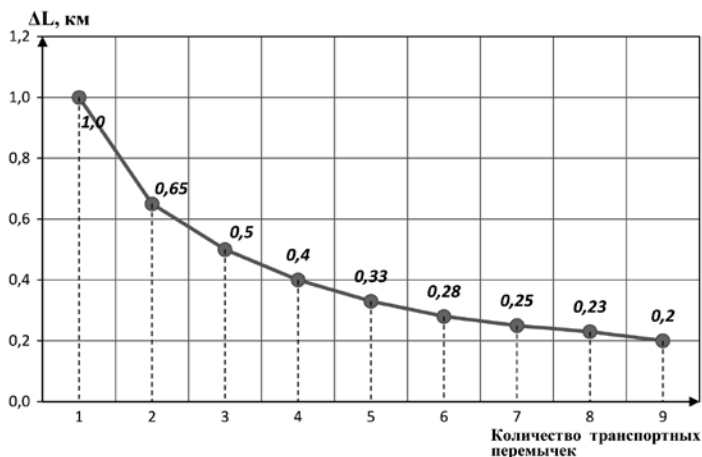


Рис. 10. Снижение расстояние транспортирования ( $\Delta L$ , км) при увеличении количества насыпных транспортных перемычек, формируемых в рабочей зоне карьера (для разреза с общей протяженностью фронта равной 8 км)

Фактически значения  $l_{\text{пан}}$ , принятые в практике ведения горных работ разрезов «Черниговский» и «Тугнуйский» составляют от 140 до 110 м. При вышесказанных параметрах  $l_{\text{пан}}$  значение  $V_3^{\text{ф}}$  составляет  $\sim 45 \div 48$  млн  $\text{м}^3$ , т.е. будет выше уровня  $V_3$  на величину  $\sim 8 \div 10$  млн  $\text{м}^3$ .

Транспортные перемычки разделяют фронт горных работ на выемочные блоки длиной 1,5–1,8 км, что является оптимальным параметром для работы экскаваторно-автомобильного комплекса.

С увеличением числа транспортных перемычек удельная величина сокращения расстояния транспортирования вскрышных пород резко снижается (рис. 10).

Предварительный анализ экономических показателей эффективности использования насыпных транспортных перемычек свидетельствует, что их высота не должна превышать уровня 140–150 м, а их число в рабочей зоне разреза ОАО «Черниговец» не должно быть более двух.

Часть рабочих уступов рабочего борта разреза, расположенных выше предельной высоты насыпной транспортной перемычки должна вскрываться временными автомобильными съездами. В этом случае при предельной высоте перемычки  $\sim 140 \div 150$  м общая высота уступов рабочего борта, обслуживаемая данной вскрывающей выработкой может, составляет  $\sim 195 \div 210$  м. **ГИАБ**

---

#### **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

*Минибаев Руслан Рашидович* – технический директор,  
*Матвеев Андрей Владимирович* – главный маркшейдер,  
*Пушкарев Вадим Юрьевич* – главный технолог,  
ОАО «Черниговец»;  
*Макшеев Вадим Павлович* – кандидат технических наук, профессор,  
*Супрун Валерий Иванович* – доктор технических наук,  
руководитель «Проектно-экспертного центра МГГУ»,  
*Ворошилин Константин Сергеевич* – аспирант,  
Московский государственный горный университет, e-mail: ud@msmu.ru.

---

UDC 622.271

#### **EXPERIENCE OF BULK TRANSPORT JUMPER FOR OPENING AND MINING WORKING LEVELS OF CUT «CHERNIGOVETS»**

*Minibaev R.R.*, Technical Director,  
*Matveev A.V.*, Chief surveyor,  
*Pushkarev V.Yu.*, Chief Technologist,  
JSC «Chernigovets»;  
*Makshееv V.P.*, Candidate of Engineering Sciences, Professor,  
*Suprun V.I.*, Doctor of Technical Sciences,  
Director, Project-and-Expert Center, Moscow State Mining University;  
*Voroshilin K.S.*, Graduate Student,  
Moscow State Mining University, e-mail: ud@msmu.ru.

---

*The article presents the experience of bulk transport jumpers for opening and operating mining horizons cut of «Chernigovets». Enlargement assessed the feasibility and efficiency of bulk transport jumpers.*

*Key words: dissection, transport bridge, volume of stripping, horizon, length transportirovaniya, efficiency.*