

## ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.271.452

### УСТАНОВЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Г. Г. Саканцев<sup>1</sup>, В. И. Ческидов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт горного дела УрО РАН, E-mail: lubk\_igd@mail.ru,  
ул. Мамина-Сибиряка, 58, 620219, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, E-mail: cheskid@misd.nsc.ru,  
Красный проспект, 54, 630091, г. Новосибирск, Россия

Рассмотрены вопросы строительства вторичных вскрывающих выработок без дополнительного разноса бортов при разработке крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием. Приведена расчетная схема и выполнен корреляционный анализ взаимосвязи основных элементов ресурсосберегающей технологии. Установлены регрессионные зависимости длины карьера и удельного веса внутреннего отвалообразования от параметров карьера. Показаны возможности расширения области применения разработанной технологии.

*Глубокий карьер, выработанное пространство, внутренний отвал, вскрывающие выработки*

Одно из перспективных технологических решений, направленных на сбережение ресурсов при открытой добыче минерального сырья, — ведение горных работ с внутренним отвалообразованием. Внутреннее отвалообразование широко применяется в угольной промышленности, особенно в Кузнецком бассейне, где на отдельных пологопадающих месторождениях оно составляет основной объем складированных вскрышных пород [1, 2]. Однако эта технология не нашла должного применения при разработке глубокозалегающих месторождений крутого падения относительно небольшой длины (до 800–1000 м), к каким относится большинство месторождений рудного и нерудного минерального сырья.

Существенным препятствием для использования технологии ведения горных работ с внутренним отвалообразованием на таких карьерах являются большие объемы дополнительного разноса бортов для размещения вторичных (дополнительных) вскрывающих выработок. Так, при сплошных системах разработки необходимость устройства полустационарных съездов и горизонтальных транспортных площадок, обеспечивающих грузотранспортную связь рабочих горизонтов с поверхностью и внутренним отвалом, составляет не менее 30–35 % общих объе-

---

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-Т-5-1021).

мов вскрышных пород в границах карьеров [3]. В случае применения углубочных систем разработки объем вторичных вскрывающих выработок также велик и доходит до 12–15 % общих объемов вскрышных работ. Затраты на дополнительный разнос бортов достигают 12–16 % от общих затрат на разработку месторождения. Исследованиями установлено, что минимальная длина дна карьера, обеспечивающая возможность ведения работ с внутренним отвалообразованием при разработке глубокозалегающих крутопадающих месторождений, превышает тысячу метров и более [4].

Повышение эффективности и расширение области применения внутреннего отвалообразования при крутом падении залежей полезных ископаемых требует изыскания способов уменьшения объемов дополнительного разноса бортов для размещения вскрывающих выработок. Один из таких способов — увеличение руководящего уклона вскрывающих выработок и использование транспортных средств, способных преодолевать крутые уклоны (фронтальные погрузчики, автосамосвалы с шарнирно-сочлененными рамами и т. д.) [5, 6].

Для применения крутых уклонов в настоящее время на карьерах существуют технические и технологические возможности. Это подтверждается уже имеющимся практическим опытом. В частности, на карьерах АК «АЛРОСА» с 1999 г. осуществляется внедрение крутонаклонных съездов с уклоном 20–21.7 %, на которых успешно работают автосамосвалы с шарнирно-сочлененными рамами [7].

Однако данный способ не решает всей проблемы при применении технологии внутреннего отвалообразования. Это связано с необходимостью деления карьерного пространства на карьер первой и второй очереди. Каждая очередь должна быть обеспечена своими вскрывающими выработками, т. е. первоначальными для карьера первой очереди, в котором после отработки должны размещаться вскрышные породы карьера второй очереди, и вторичными для карьера второй очереди. В любом случае при использовании внутреннего отвалообразования необходимо строительство двух систем вскрывающих выработок, что сопряжено с дополнительным разномом бортов. Как показали предыдущие исследования [4], это ведет к ухудшению экономических показателей карьера и ограничению области применения технологии ведения горных работ с внутренним отвалообразованием.

Проблема дополнительного разноса бортов для размещения вскрывающих выработок, как и другие проблемы разработки месторождений полезных ископаемых, должна решаться на основе комплексного подхода с учетом взаимосвязи техники и технологии горных работ как единого целого. Это может быть осуществлено путем целенаправленного формирования карьерного пространства, применения крутых уклонов и автотранспортных средств, способных преодолевать крутые уклоны. Одним из таких решений может быть размещение вскрывающих выработок на специально создаваемых для этой цели временно нерабочих бортах, а также создание насыпных съездов (рис. 1).

Сущность этого подхода состоит в том, что одновременно с отработкой запасов карьера первой очереди в пределах карьера второй очереди строится промежуточный карьер с временно нерабочими бортами, предназначенный для улучшения режима горных работ и размещения на его бортах съездов, обеспечивающих вскрытие верхних горизонтов карьера первой очереди. Вскрытие средних горизонтов карьера первой очереди осуществляется с помощью крутонаклонных съездов, располагаемых на транспортном борту, разделяющем карьеры первой и второй очереди. Вскрытие самых нижних горизонтов производится с помощью продольных крутонаклонных съездов. Для этого дно карьера первой очереди по длине делится на две части. На части, примыкающей к транспортному борту, устраивается продольный крутонаклонный съезд

с уклоном в сторону торцевого борта карьера. В процессе отработки нижних горизонтов в выработанном пространстве создается крутонаклонная продольная насыпь из вскрышных пород с подъемом в сторону торцевого борта взамен обрабатываемого при этом продольного крутонаклонного съезда. Грузотранспортная связь между насыпным съездом и расположенными на транспортном борту крутонаклонными съездами осуществляется по предохранительным бермам продольного борта с организацией движения по кольцевой схеме.

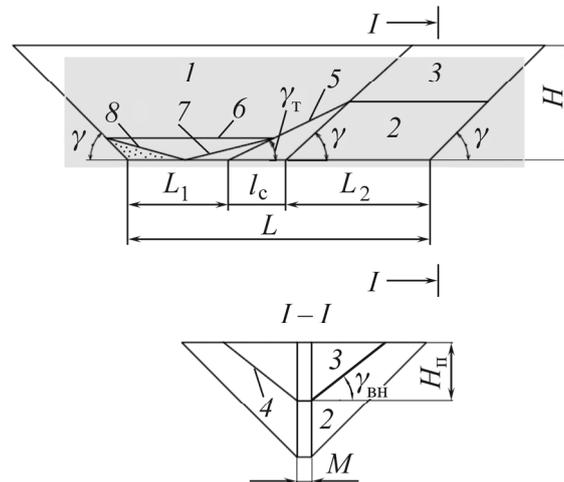


Рис. 1. Схема разработки месторождения с размещением вскрывающих выработок на временно нерабочих бортах: 1 — карьер первой очереди; 2 — карьер второй очереди; 3 — промежуточный карьер; 4 — временно нерабочий борт; 5 — транспортный борт; 6 — крутонаклонный продольный съезд; 7 — насыпной съезд; 8 — предохранительная берма

Длина дна карьера первой очереди должна обеспечивать подъем на высоту  $H_n$  исходя из условия возможности размещения крутонаклонных съездов на транспортном борту и может быть определена из выражения

$$H_n = (h_y / i + 2B_{тр} - Ш) / 2ctg\gamma,$$

где  $h_y$  — высота уступа, м;  $i$  — уклон съезда, доли ед.;  $B_{тр}$  — ширина съезда, м;  $Ш$  — ширина дна карьера, м;  $\gamma$  — угол откоса борта в погашенном состоянии, град.

Тогда длина дна карьера первой очереди определится как

$$L_1 = \frac{2H_n}{i} - H_n(ctg\gamma_T + ctg\gamma),$$

где  $\gamma_T$  — угол откоса транспортного борта, град.

Угол откоса транспортного борта рассчитывается исходя из условия расположения съездов на этом борту. На каждом уступе борта количество располагаемых съездов находится из условия

$$n \leq \frac{2H_T + ctg\gamma + Ш - B_{тр}}{h_y / i + 2B_{тр}},$$

где  $H_T$  — высота транспортного борта, м.

В конечном итоге ширину разноса борта для размещения на нем съездов можно получить из выражения

$$l_c = B_{тр}(1 + n),$$

здесь  $n$  — число петлевых поворотов на транспортном борту, шт.

Одновременно с отработкой нижних горизонтов карьера первой очереди производится разнос временно нерабочих бортов промежуточного карьера и доведение их до рабочих значений. Их разнос должен быть завершен одновременно с отработкой всех запасов полезного ископаемого карьера первой очереди, после чего начинается использование выработанного пространства под внутренние отвалы. Приведенный порядок отработки поля карьера учитывается при установлении зависимости длины карьера от определяющих факторов в качестве основного параметра, определяющего область применения технологии ведения горных работ с внутренним отвалообразованием при разработке крутопадающих месторождений в различных горно-геологических и горнотехнических условиях. При этом минимальная длина карьера будет служить границей области применения внутреннего отвалообразования.

Особенностью технологии ведения горных работ с внутренним отвалообразованием является большое число параметров, которые находятся в сложной взаимозависимости, и их определение при прямолинейном фронте внутреннего отвала и длине дна карьера первой очереди менее величины  $H \operatorname{ctg} \theta$  (здесь  $\theta$  — результирующий угол откоса внутреннего отвала) представляется достаточно сложной задачей с решением уравнений третьей степени. Не снижая достоверность расчетов, задачу можно упростить, взяв за основу длину карьера не по верху, а по дну. При этом определение параметров отдельных частей карьера целесообразно проводить раздельно, начиная с карьера первой очереди, с последующим их совмещением исходя из условия равенства выемочных и отвальных объемов вскрышных пород (с учетом коэффициента разрыхления пород в отвале).

Объем внутреннего отвала при  $L_1 \geq H \operatorname{ctg} \theta$  будет иметь вид

$$V_o = \frac{\pi}{6} H^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma + H^2 (L_1 - H \operatorname{ctg} \theta) \operatorname{ctg} \gamma + 0.33 H^3 \operatorname{ctg} \gamma \operatorname{ctg} \theta + MH [L_1 - 0.5H (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \gamma)]. \quad (1)$$

Объем вскрышных пород в разрыхленном состоянии, который может быть размещен во внутреннем отвале, составит

$$V_v = (H^2 \operatorname{ctg} \gamma - H_{\text{п}}^2 \operatorname{ctg} \gamma_{\text{вн}}) L_2 K_p + 0.33 (H - H_{\text{п}})^2 l_c K_p \operatorname{ctg} \gamma, \quad (2)$$

где  $H$  — конечная глубина карьера, м;  $H_{\text{п}}$  — глубина промежуточного карьера, м;  $L_1, L_2$  — длина дна карьера первой и второй очереди соответственно, м;  $M$  — мощность полезного ископаемого, м;  $K_p$  — остаточный коэффициент разрыхления вскрышных пород в отвале.

Приравняв правые части выражений (1) и (2) и разрешив их относительно  $L_2$ , получим:

$$L_2 = \frac{A + B - C}{(H^2 \operatorname{ctg} \gamma - H_{\text{п}}^2 \operatorname{ctg} \gamma_{\text{вн}}) K_p}, \quad (3)$$

где  $A = \frac{\pi}{6} H^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma + H^2 (L_1 - H \operatorname{ctg} \theta) \operatorname{ctg} \gamma + 0.33 H^3 \operatorname{ctg} \gamma \operatorname{ctg} \theta$ ;  $B = MH (L_1 - 0.5H) (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \gamma)$ ;

$C = 0.33 (H - H_{\text{п}})^2 l_c K_p \operatorname{ctg} \gamma$ .

Тогда длина дна общего карьера  $L = L_1 + l_c + L_2$ , м.

При  $H \operatorname{ctg} \theta > L_1 > H (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \gamma)$  определение объема внутреннего отвала связано с некоторыми трудностями, так как он представляет фигуру, образуемую пересечением двух сложных поверхностей. Этот объем с небольшой погрешностью (не более 2–3 %) может быть вычислен из выражения

$$V_0 = \frac{\pi}{4} H^3 K_c \operatorname{ctg}^2 \gamma + \frac{1}{3} (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \gamma) [H^3 \operatorname{ctg} \gamma - (H - H_{\text{ок}})^2 H (1 - K_B) \operatorname{ctg} \gamma] + MH [L_1 - 0.5H (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \gamma)], \quad (4)$$

где  $K_c$  — коэффициент, учитывающий изменение интегральной площади торцевой части карьера в зависимости от длины отвала по верху;  $K_B$  — коэффициент, учитывающий изменение ширины торцевой части карьера в зависимости от длины отвала по верху;  $H_{\text{ок}}$  — высота пересечения откоса отвала с поверхностью, представляющей собой границу между торцевым и продольными бортами карьера ( $H_{\text{ок}} = L_1 / \operatorname{ctg} \theta$ ).

Коэффициенты  $K_c$  и  $K_B$  можно определить с помощью графика, представленного на рис. 2, в зависимости от удельной длины отвала по верху  $l_0$  как отношение  $L_1 / H \operatorname{ctg} \theta$  [3]. Объем вскрыши, который при этом может быть размещен во внутреннем отвале, находится по выражению (2). Приравняв правые части выражений (2) и (4) и разрешив их относительно  $L_2$ , получим

$$L_2 = \frac{A_1 B_1 - C_1}{(H^2 \operatorname{ctg} \gamma - H_{\text{п}}^2 \operatorname{ctg} \gamma_{\text{вн}}) K_p}, \quad (5)$$

где  $A_1 = \frac{\pi}{4} H^3 K_c \operatorname{ctg}^2 \gamma + \frac{1}{3} (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \gamma) H^3 \operatorname{ctg} \gamma - (H - H_{\text{ок}})^2 H \operatorname{ctg} \gamma (1 - K_B) + HM$ ;

$B_1 = L_1 - 0.5 (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \gamma)$ ;  $C_1 = 0.33 (H - H_{\text{п}})^2 l_c K_p \operatorname{ctg} \gamma$ .

С целью определения области применения технологии разработки крутопадающих месторождений с внутренним отвалообразованием при строительстве вскрывающих выработок без дополнительного разноса бортов проведена статистическая обработка 80 вариантов различных сочетаний исходных данных. Исследовано влияние мощности полезного ископаемого в диапазоне от 50 до 150 м, глубины карьера от 300 до 400 м, глубины промежуточного карьера от 20 до 40 % от конечной глубины общего карьера, уклона вскрывающих выработок от 15 до 25 %, высоты промежуточного борта от 60 до 160 м, высоты торцевого транспортного борта от 200 до 320 м, угла откоса транспортного борта от 32 до 38 град.

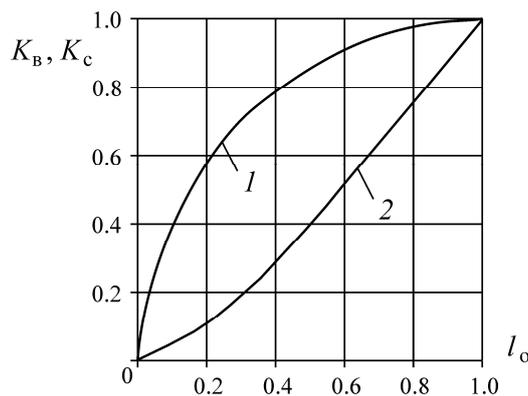


Рис. 2. Зависимость коэффициентов изменения интегральной площади  $K_c$  (1) и ширины торцевой части карьера  $K_B$  (2) от длины отвала  $l_0$

Статистическая обработка осуществлялась в два этапа. На первом определялись характер и теснота связи фактора-функции с факторами-аргументами. В результате исключены из дальнейшего анализа высота транспортного борта и угол его откоса как малозначимые. На втором

этапе, проведенном методом Д. В. Брандоне [8], получена регрессионная модель длины дна карьера и проведена ее статистическая оценка:

$$L = (764 + 2.114M - 0.004M^2)(1.188 - 0.00185H + 0.0000037H^2) \times \\ \times (1.122 - 2.23H_{\text{п}} + 5.67H_{\text{п}}^2)(1.868 - 4.34i), \quad (6) \\ r = 0.905, \quad \sigma = 7.6,$$

где  $r$  — множественное корреляционное отношение;  $\sigma$  — остаточная среднеквадратическая ошибка модели, %.

Кроме того, в результате исследований также получена регрессионная модель удельного веса внутреннего отвалообразования, являющегося одним из главных оценочных показателей технологии:

$$D = (23.35 + 0.0448M - 0.00006M^2)(1.405 - 0.0247H + 0.000005H^2) \times \\ \times (1.136 - 0.118H_{\text{п}} - 1.0448H_{\text{п}}^2)(0.988 + 0.06i), \quad (7) \\ r = 0.884, \quad \sigma = 8.5.$$

В регрессионной модели (7) хорошую корреляцию обеспечивают те же факторы, что и в модели (6).

Из значимых факторов, которые представлены в моделях (6) и (7), только два являются управляющими, с помощью которых можно регулировать значения длины дна карьера и удельного веса внутреннего отвалообразования. Это отношение глубины передового карьера к глубине общего карьера  $H_{\text{п}}/H$  и руководящий уклон вскрывающих выработок  $i$ . Другие значимые факторы — мощность полезного ископаемого, в значительной степени определяющая емкость внутреннего отвала, и глубина карьера — не могут считаться регуляторами величины оценочных показателей, так как первый — природный фактор, а второй в определенной степени — функция параметров и показателей данной технологии. Поэтому в качестве управляющих факторов для регулирования длины карьера (фактически длины дна карьера) и удельного веса внутреннего отвалообразования могут использоваться только глубина промежуточного карьера и руководящий уклон вскрывающих выработок.

Степень их влияния наглядно отражает рис. 3, из которого видно, что увеличение глубины промежуточного карьера ведет к увеличению длины общего карьера. Это обусловлено тем, что при неизменной длине карьера первой очереди емкость внутреннего отвала остается постоянной. Чтобы полностью использовать его вместимость, при увеличении глубины промежуточного карьера необходимо увеличить длину карьера второй очереди и соответственно длину общего карьера. Увеличение уклона вскрывающих выработок ведет к уменьшению длины карьера первой очереди, уменьшению емкости отвала, а также длины карьера второй очереди и общего карьера. Одновременно с уменьшением длины карьера уменьшается емкость внутреннего отвала, так как он в этом случае будет занимать пространство торца карьера, имеющего уменьшенную площадь поперечного сечения.

Степень влияния управляющих факторов на длину карьера достаточно велика, что позволяет изменять область применения технологии ведения горных работ с внутренним отвалообразованием в довольно широких пределах. Минимальная длина карьера, обеспечивающая применение внутреннего отвалообразования, достигается при минимальной глубине промежуточного карьера

и максимальном уклоне вскрывающих выработок  $i$ . В этом случае она будет приближаться к 500 м (см. кривую 3 на рис. 3), обеспечивая при этом удельный вес внутреннего отвалообразования 28–30 % (кривая 3 штриховая). Недостатком такого сочетания управляющих факторов является неблагоприятный режим горных работ. Улучшение режима может быть достигнуто в результате значительного увеличения глубины промежуточного карьера до 0.4–0.5  $H$ . При этом минимальная длина карьера, обеспечивающая технологически возможное применение внутреннего отвалообразования, увеличивается до 700–750 м, а удельный вес внутреннего отвалообразования уменьшается до 24–25 %, что ниже (на 40–50 %) максимально возможного значения. Однако резервы для улучшения параметров и показателей технологии ведения горных работ с внутренним отвалообразованием при разработке крутопадающих месторождений еще не исчерпаны, так как оптимизация режима горных работ одним увеличением глубины промежуточных карьеров не ограничивается.

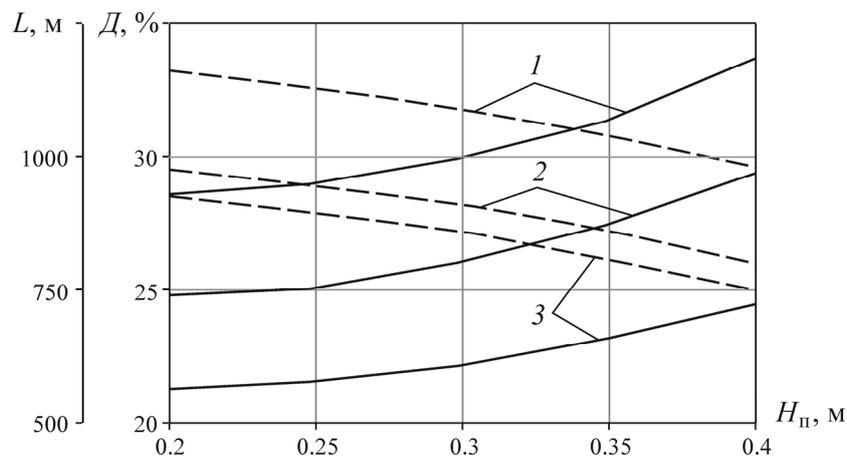


Рис. 3. Зависимость длины дна карьера ( $L$  —) и удельного веса внутрикарьерного отвалообразования ( $D$  —) от относительной глубины промежуточного карьера  $H_{п}$ : 1 —  $i = 0.15$ ; 2 —  $i = 0.20$ ; 3 —  $i = 0.25$

Заслуживают внимания технологии разработки месторождений практически с любыми горно-геологическими условиями, предусматривающие организацию в контурах карьерного поля временных отвалов вскрывных пород с последующим их перемещением в постоянные внутренние или внешние отвалы. Использование подобных решений, при соответствующем технико-экономическом обосновании, обеспечивает возможность оптимизации режима горных работ и затрат на горновскрывные работы в течение длительного периода эксплуатации карьера (разреза), увеличения удельного веса внутреннего отвалообразования и повышения в конечном итоге эффективности горного производства. Целесообразность подобного решения подтверждается научными исследованиями и практическим опытом многих горнодобывающих предприятий.

В качестве примера можно привести разрезы “Талдинский” и “Бачатский” ХК “Кузбассразрезуголь” в Кузбассе. Первый разрез, отрабатывающий одноименное брахисинклинальное месторождение с углами падения рабочих угольных пластов от 0 до 35 град, произвел отработку экскаваторами-драглайнами двух верхних пластов с размещением отвалов вскрывных пород в пределах добычных участков, что позволило в сложных условиях становления предприятия существенно снизить затраты на добычу угля. Перемещение временных отвалов в посто-

янные было начато через 20 с лишним лет наиболее экономичным гидротранспортом, что обеспечило, с учетом фактора времени, разрезу долговременный экономический эффект. На разрезе “Бачатский”, отрабатывающем крутопадающее месторождение, временные отвалы формируются во временно законсервированной зоне на глубине более 300 м. Последующее перемещение их на один из фланговых участков планируется по окончании его эксплуатации. В прошлые годы временное отвалообразование практиковалось также на разрезах “Междуреченский”, “Караганский”, “Кедровский” и др. [9–12].

Следует подчеркнуть, что в условиях постоянного повышения требований к экологической безопасности и конкурентоспособности горного производства вопросы целенаправленного формирования и рационального использования выработанных карьерных пространств требуют все более глубоких научных исследований.

### ВЫВОДЫ

Одной из главных причин ограниченного применения внутреннего отвалообразования при разработке глубокозалегающих месторождений крутого падения, к которым относятся большинство месторождений рудного и нерудного минерального сырья, является необходимость дополнительного разноса бортов для размещения вскрывающих выработок. Объем разноса в зависимости от горнотехнических условий достигает 12–35 % от общих объемов вскрышных работ в границах глубоких карьеров.

Проблема дополнительного разноса бортов для размещения вскрывающих выработок должна решаться на основе комплексного подхода с учетом взаимосвязи техники и технологии горных работ как единого целого. Это может быть осуществлено путем целенаправленного формирования карьерного пространства в сочетании с применением крутонаклонных съездов и автотранспортных средств, способных преодолевать крутые уклоны. Одним из таких решений может быть размещение вскрывающих выработок на создаваемых для этой цели временно нерабочих бортах, а также применение насыпных съездов.

Статистическими исследованиями многочисленных вариантов предлагаемого способа формирования карьерного пространства установлено, что основным критерием для определения области применения внутреннего отвалообразования является длина карьера. Ее значение зависит от мощности полезного ископаемого, глубины основного и промежуточного карьеров, уклона вскрывающих выработок. Последние являются управляющими факторами и могут значительно влиять на искомый показатель.

Возможность и целесообразность применения внутреннего отвалообразования в конкретных горно-геологических условиях может быть установлена в результате технико-экономического обоснования с учетом значимости управляющих факторов.

В определенных условиях может быть оправдано использование технологий с организацией в границах карьерного поля временных отвалов вскрышных пород. Сроки удаления этих отвалов должны определяться с учетом фактора времени на основе долгосрочного плана развития карьера (разреза).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ческидов В. И. К вопросу использования потенциала открытой добычи угля в восточных регионах России // ФТПРПИ. — 2007 — № 4.

2. **Молотилов С. Г., Норри В. К., Ческидов В. И., Маттис А. Р.** Природоохранные технологии открытой добычи угля с использованием выработанного карьерного пространства. Ч.1. Анализ существующих систем разработки месторождений // ФТПРПИ. — 2006. — № 6.
3. **Саканцев Г. Г.** Внутреннее отвалообразование на глубоких рудных карьерах. — Екатеринбург: УрО РАН, 2008.
4. **Саканцев Г. Г.** Геотехнологические основы внутреннего отвалообразования при разработке глубоководных месторождений ограниченной длины: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / УрО РАН. — Екатеринбург, 2012.
5. **Трубецкой К. Н.** Технология применения и параметры карьерных погрузчиков. — М.: Недра, 1985.
6. **Саканцев Г. Г.** Исследование возможностей и условий применения крутых уклонов вскрывающих выработок на глубоких карьерах // Изв. УГГУ. Серия: Горное дело. — 2005. — Вып. 21.
7. **Чаадаев А. С., Акишев А. Н., Бахтин В. А., Бабаскин С. П.** Схемы вскрытия и отработки глубоких горизонтов алмазных карьеров крутонаклонными выработками // Горн. пром-ть. — 2008. — № 2.
8. **Brandon D. V.** Developing mathematical models for computer control. ISA Journal, 1959, No. 7.
9. **Васильев Е. И., Ческидов В. И., Фрейдина Е. В.** Разработка открытым способом свиты пологопадающих угольных пластов с временным внутренним отвалообразованием // ФТПРПИ. — 1999 — № 2.
10. **Литвин Я. О., Голубин К. А.** Поэтапное перемещение вскрыши — одно из средств обеспечения стабильности выполнения текущей производственной программы разреза // Тр. XII Междунар. науч.-практ. конф. “Экономическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности”. — Кемерово, 2010.
11. **Сысоев А. А.** Влияние горнотехнических факторов на срок окупаемости временных автомобильных отвалов // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. “Сибресурс – 2010”. — Кемерово, 2010.
12. **Сысоев А. А., Литвин Я. О.** О планировании объемов автомобильной вскрыши для размещения во временных отвалах // Вестн. КузГТУ. — 2011. — № 4.

*Поступила в редакцию 11/IV 2014*