

УДК 622.33

В.Г.Проноза, В.Ф.Воронков, Т.Н.Гвоздкова

ГРАНИЦЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕВАЛОЧНОЙ ДОСТАВКИ ПОРОДЫ В ОТВАЛ НА РАЗРЕЗАХ ЮЖНОГО КУЗБАССА

На месторождениях южного Кузбасса разрабатываются свиты пологих пластов по комбинированной технологии: нижняя часть карьерного поля на высоту 26-382 м по малозатратной бестранспортной технологии драглайнами типа ЭШ 11.70, ЭШ 15.90А с отсыпкой двух-, трехъярусных отвалов; верхняя – по высокозатратной транспортной с применением мехлопат ЭКГ-10, ЭКГ-12,5 и ЭКГ-20. Среднее значение себестоимости бестранспортной вскрыши – 15,4 руб/м³ при коэффициенте переэкскавации 1,5-1,8; по транспортной технологии – 24,8 руб/м³ при дальности транспортирования вскрыши карьерными самосвалами на внешние отвалы до 2,5-3,0 км. В целом по карьеру снижение затрат на вскрышные работы может быть достигнуто за счет сокращения дальности транспортирования вскрыши (стоимость 1 т·км перевозки составляет 4,72 руб).

В настоящее время на некоторых участках разрезов «Красногорский», «Сибиргинский» поверхность внутреннего двухъярусного отвала используется для складирования транспортной вскрыши. В этом случае перевозка породы от транспортного горизонта на поверхность внутреннего отвала осуществляется по перемычке, располагаемой примерно на середине фронта работ, отсыпаемой между откосом бестранспортного уступа и откосом первого яруса отвала и далее по наклонной траншее, пройденной во втором ярусе на поверхность отвала. Такая схема перевозки уменьшает дальность транспортирования породы от транспортного уступа до отвала с 2,5-3,0 км до 1,5-1,6 км. Длина участ-

ка транспортирования по перемычке и траншее составляет 500-600 м и более в зависимости от места отсыпки бульдозерного отвала.

Уменьшить затраты на транспортирование породы можно за счет исключения участка перевозки по перемычке и траншее. Этого можно достигнуть, применив комбинированный транспортно-перевалочный способ доставки (ТПД) породы в отвал, при котором порода от транспортных уступов перевозится автосамосвалами непосредственно в рабочую трассу драглайна, а затем переэкскавируется им в отвал.

Такой способ иногда применяется на разрезе «Красногорский» для перемещения в отвал небольших объемов породы.

Экономическая эффективность ТПД может быть рассмотрена на примере условий ОАО «Разрез Сибиргинский». Драглайном ЭШ 15.90 разрабатывается бестранспортный уступ высотой $h_t = 17$ м и шириной буровзрывной заходки $A_t = 20$ м.

Рассмотрено перемещение породы от транспортного уступа во внутренний отвал по двум вариантам: первый – автосамосвалами по перемычке на поверхность отвала; второй – подвозка породы автосамосвалами в рабочую трассу драглайна, а затем перевалка в отвал.

Стоимость 1 часа работы драглайна – 746 руб, сменная производительность на переэкскавации породы – 660 м³, стоимость перевозки 1 т·км автосамосвалами – 4,72 руб (III квартал 2003 года).

На рис.1а показаны зависимости затрат на перемещение 1 м³ вскрыши в отвал от длины

транспортного уступа при перевозке породы на поверхность внутреннего отвала C_a и при способе ТПД – $C_{a,b}$. Как видно из графиков, независимо от длины уступа L_y стоимость перевозки вскрыши автосамосвалами на поверхность отвала на 6,5 руб дороже, чем способом ТПД.

Существенная экономическая эффективность способа ТПД требует разработки его теоретического обоснования для более широкого применения в различных горногеологических условиях. Обоснование заключается в установлении величины дополнительно подготавливаемой емкости от условий залегания разрабатываемого угольного пласта.

Для технического осуществления способа ТПД необходим резерв вместимости отвала. Он может образоваться по некоторым причинам.

При отсыпке внутренних отвалов часто недоиспользуются предельная высота первого яруса по условиям устойчивости и глубина черпания драглайна, что в целом снижает вместимость отвала [1]. Далее, в настоящее время отсыпаются преимущественно двухъярусные отвалы и реже трехъярусные. При отсыпке двухъярусного отвала резерв образуется из-за разницы между возможной его максимальной вместимостью, определяемой предельно допустимыми параметрами отвала по устойчивости при максимальном использовании рабочих параметров драглайнов (фиг. 20-19-7-6-17-3-21 на рис.1б), и фактически уложенным объемом породы (фиг. 20-19-7-5-9-3-21).

В рамках применения двухъярусных отвалов, даже

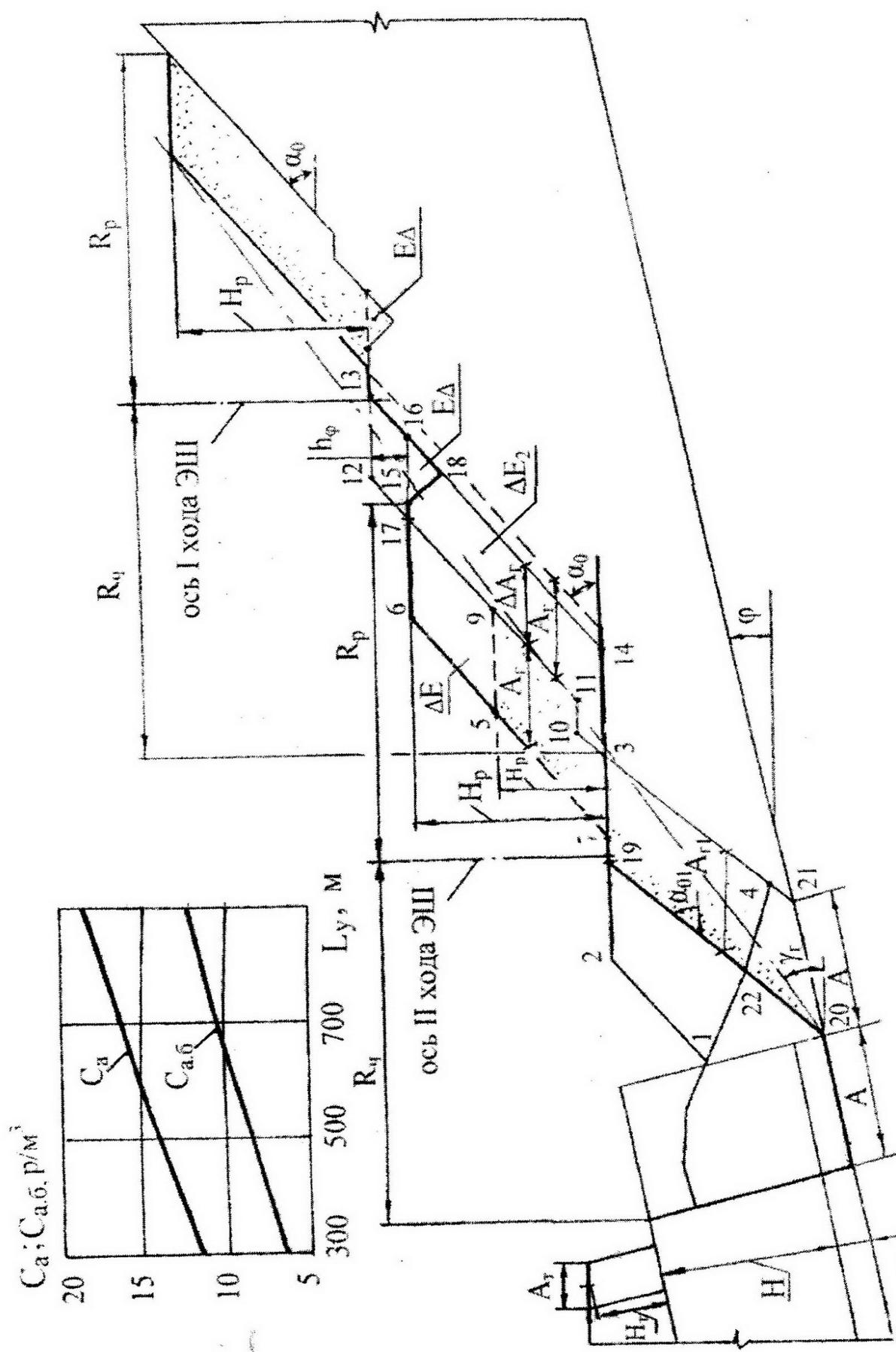


Рис. 1. Зависимость затрат на перемещение в отвал 1 м^3 ескрыши C_a и $C_{a,b}$ от длины фронта (а) и расчетная схема для определения величины дополнительно подготавливаемой емкости ΔE_2 (б)

при достижении максимального использования рабочих параметров отвального драглайна, не достигается существенного увеличения вместимости внутреннего отвала.

Обоснование этого положения осуществлено на основе схемы экскавации, представленной на рис.1б (эта схема использована также для анализа отсыпки трехъярусного отвала).

На схеме приняты следующие обозначения: H , H_t – соответственно высота бестранспортного и транспортного вскрышного уступов, м; A – ширина вскрышной и отвальной бестранспортных заходок, м; A_t – ширина заходки транспортного уступа, м; m – мощность угольного пласта, м; α_{01} – угол откоса первого яруса отвала, градус; α_0 – угол откоса второго и третьего ярусов отвала, градус; A_{r1} , A_r – соответственно горизонтальная ширина отвального слоя первого и второго ярусов, м; ϕ – угол наклона основания отвала равный углу падения пластов, градус; ΔA_r – ширина слоя прирезки в постоянном отвале при подготовке дополнительной емкости, м; γ_r – генеральный угол откоса отва-

ла, градус.

В случае разработки вскрышного уступа с формированием двухъярусного отвала, впереди по ходу экскаватора отсыпается рабочая трасса S_{tp} (фиг. 1-2-3-4 на рис.1б), что приводит к заполнению проектного контура первого (нижнего) яруса отвала (фиг. 19-3-21-20). Часть объема трассы $S_{n, tp}$ (фиг. 1-2-19-22) подлежит переэкскавации. Второй (верхний) ярус может отсыпаться при полном использовании высоты разгрузки H_p (линия 6-17) или неполном H'_p (линия 5-9). В последнем случае в отвале образуется резерв вместимости ΔE (фиг. 5-6-17-9), который может использоваться для приема породы транспортного горизонта.

Полезное использование этого резерва можно оценить по соотношению $\Delta E_2/E_2$ (где E_2 – максимальная вместимость двухъярусного отвала, m^3). На рис.2а показаны зависимости $\Delta E_2/E_2$ (в процентах) для различных значений высоты вскрышного уступа H и углах залегания пластов ϕ (экскаватор ЭШ 20.90, ширина заходки $A = 40$ м). Из графиков видно, что даже в самых благоприятных условиях (высота уступа – 30 м

и угол падения пласта – 8°) резерв вместимости не превышает 30%. На практике преимущественное значение высоты отрабатываемых уступов 34-42 м при углах падения пластов $6-10^\circ$. В этом случае резерв вместимости составляет 20-15%, что и объясняет применение данного способа для перемещения в отвал небольших локальных объемов.

Таким образом, при отсыпке двухъярусных отвалов применение транспортно-перевалочного способа имеет ограниченное применение.

Существенно увеличить вместимость внутреннего отвала для приема породы от транспортных горизонтов можно за счет подготовки во втором ярусе постоянного отвала дополнительной емкости с отсыпкой вынимаемой породы в третий ярус (рис.1б). По этой схеме порода верхних транспортных горизонтов подвозится автосамосвалами в промежуточный навал (фиг. 1-2-3-4), который после планировки используется как трасса рабочего хода вскрышного драглайна.

Для подготовки дополнительной емкости во втором ярусе драглайн осуществляет пер-

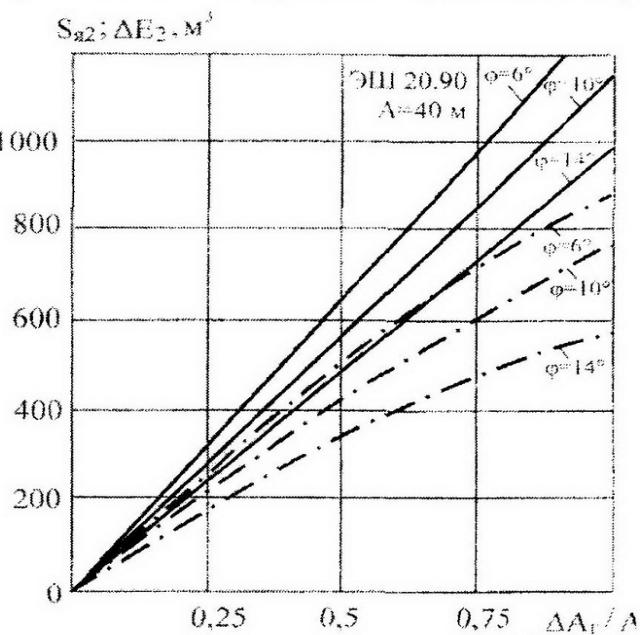
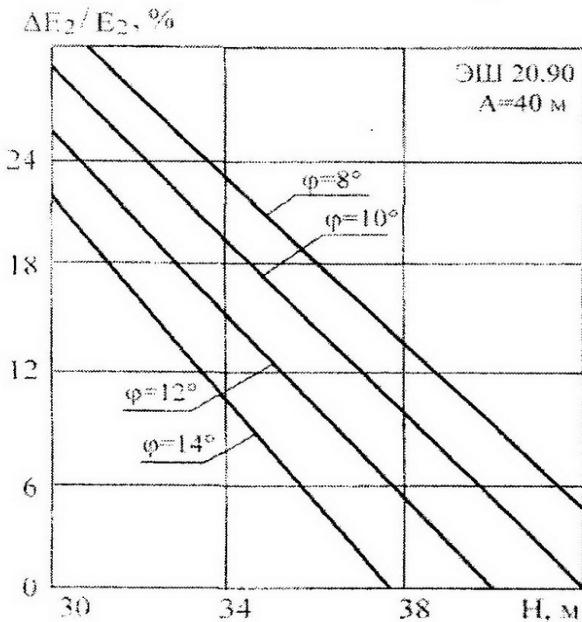


Рис. 2. Зависимость соотношения $\Delta E_2/E_2$ от высоты бестранспортного уступа H : (а) – зависимости S_{y2} и ΔE_2 от соотношения $\Delta A_r/A_r$; (б) – при обозначениях — — — S_{y2} , — · — · — ΔE_2 (зависимости приведены для различных углов падения пластов ϕ)

вый рабочий ход по рабочей площадке второго яруса предшествующей отвальной заходки (линия 12-16) и вырезает в постоянном отвале породу в объеме S_{a_2} (фиг. 3-10-11-12-13-14), которая размещается в третьем ярусе. Однако подготавливаемая емкость используется полезно не полностью, так как отсыпка второго яруса будет производиться при установке драглайна на уровне верхней площадки первого яруса (линия 2-3), а высота разгрузки ковша H_p будет на величину h_ϕ ниже, чем верхняя площадка второго яруса (линия 6-16).

Кроме того, из-за ограниченной величины радиуса разгрузки R_p (даже при работе с рациональной шириной заходки

личению объема вынимаемой породы и, следовательно, к увеличению основного показателя бестранспортной схемы – коэффициента перезахвачивания. Таким образом, необходимо найти такую ширину вынимаемого слоя ΔA_r , при которой полезно используемая емкость будет близка к максимуму.

На рис.2б для драглайна ЭШ 20.90 (при $A = 40$ м) показаны зависимости объема выемки породы S_{a_2} и образуемой полезной емкости ΔE_2 от соотношения $\Delta A_r/A_r$ для различных углов наклона основания отвала ϕ . Из графиков видно, что вынимаемый объем из постоянно отвала линейно возрастает при увеличении ширины слоя прирезки и снижается с увели-

чиванием угла ϕ . При значении $\Delta A_r = 0,5 A_r$ величина подготавливаемой емкости составляет 71-77%, а при $\Delta A_r = 0,75 A_r$ составляет 66-74%. Таким образом, наиболее приемлемый диапазон ширины слоя прирезки ΔA_r может находиться в пределах $0,6-0,75 \cdot A_r$, когда величина полезно подготавливаемой емкости примерно равна трем четвертям от объема вынимаемой породы. В этом случае снижаются объемы вынимаемой породы при подготовке емкости.

Наиболее благоприятные условия для подготовки емкости и, следовательно, для применения способа ТПД соответ-

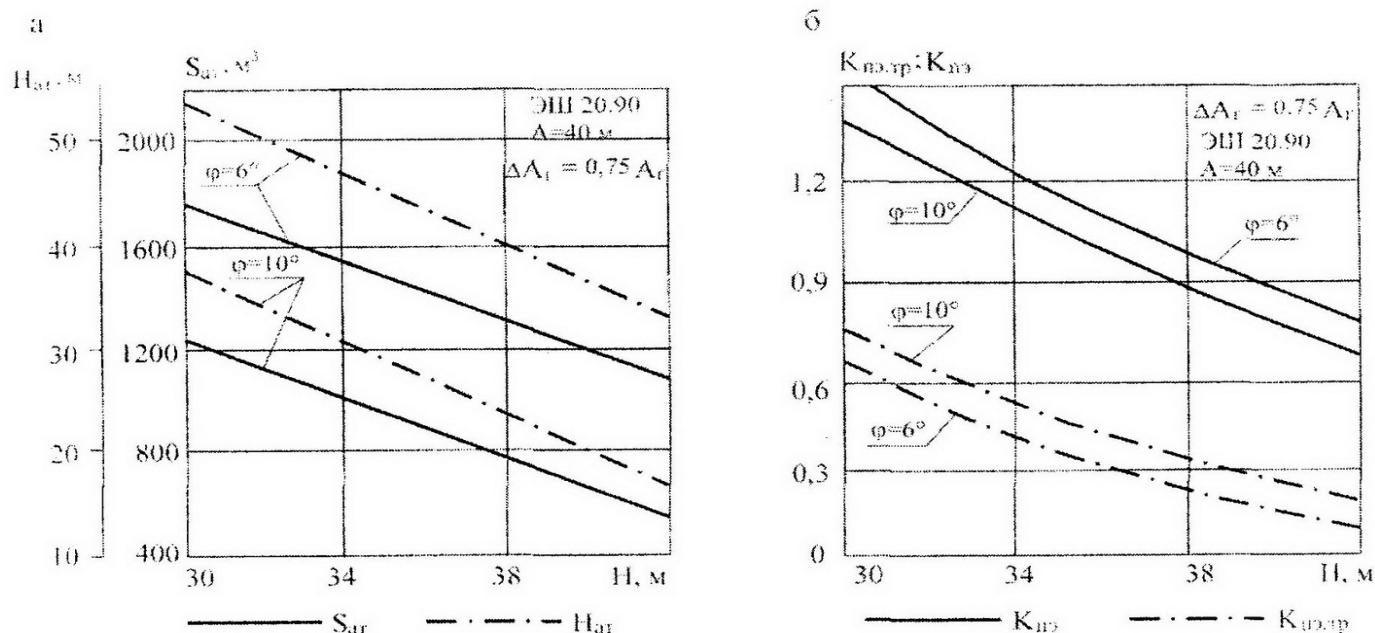


Рис. 3. Зависимость параметров H_{at} и S_{at} (а) и коэффициентов $K_{p\text{z},tr}$, $K_{p\text{z}}$ от высоты бестранспортного уступа H и угла падения пластов ϕ

$A = 0,42 - 0,6 \cdot R_p$, где R_p – радиус разгрузки драглайна, м [2]) не представляется возможным перекрыть два отвальных слоя равной ширины ($2 \cdot A_r$). Поэтому возникает свободная емкость E_Δ (фиг. 15-16-18), которая уменьшает величину подготавливаемой емкости и, следовательно, полезно подготавливаемую ΔE_2 (фиг. 3-10-11-17-15-18-14). Увеличение полезно подготавливаемой емкости приводит к уве-

личением угла наклона основания отвала. Это объясняется сокращением горизонтальной ширины отвального слоя A_r при увеличении угла ϕ .

Полезно подготавливаемая емкость ΔE_2 меньше, чем вынимаемый объем S_{a_2} , но возрастает с увеличением слоя прирезки по параболической зависимости.

При ширине слоя прирезки равной горизонтальной ширине отвального слоя ($\Delta A_r = A_r$) под-

ствуют углу залегания пластов $6-10^\circ$, что соответствует большинству участков месторождений южного Кузбасса.

Для предварительной оценки возможности применения способа ТПД построены зависимости объема транспортной вскрыши S_{at} (в плотном виде), размещаемой во внутреннем отвале, и эквивалентной этому объему высоты вскрышного слоя H_{at} в транспортной зоне

(ширина буровзрывной заходки $A_t = 20$ м) от высоты бестранспортного уступа Н при различных углах φ (рис.3а). Для большинства участков ($H = 26-38$ м, $\phi = 6-10^0$) высота вскрышного слоя, разрабатываемого с применением способа ТПД, может составлять от 20 до 45 м, т.е. от одного до трех уступов при применении мехлопат типа ЭКГ-12,5 и ЭКГ-20А.

Применение способа ТПД приводит к увеличению коэффициента переэкскавации технологической схемы. В профиле горных работ общий коэффициент переэкскавации ($K_{пз}$) учитывает два объема вторичной перевалки: часть объема породы, подвозимый в трассу и отсыпаемый вне проектного контура первого яруса отвала $S_{тр.пз}$ (фиг. 1-2-19-22 на рис.1б); объем породы, вынимаемый при подготовке емкости $S_{я2}$. Коэффициент $K_{пз,тр}$ характеризует перевалку объема $S_{тр.пз}$.

На рис.3б представлены зависимости коэффициентов переэкскавации $K_{пз,тр}$ и $K_{пз}$ от высоты вскрышного уступа Н при

различных значениях угла наклона основания отвала φ. Коэффициент $K_{пз,тр}$ не линейно снижается с увеличением высоты бестранспортного уступа, так как не линейна зависимость объема взрывного сброса породы, составляющей часть трассы, от высоты вскрышного бестранспортного уступа. Для преимущественных условий залегания пластов коэффициент переэкскавации при перевалке трассы составляет 0,2-0,5, а общий коэффициент переэкскавации – 0,7-1,2.

Таким образом, при комбинированном транспортно-бестранспортном способе отработки карьерных полей разрезов южного Кузбасса с применением драглайнов типа ЭШ 15.90Б и ЭШ 20.90 при бестранспортной технологии целесообразно отсыпать трехъярусные отвалы (по схеме с подготовкой дополнительной емкости во втором ярусе), даже при вместимости отвальной заходки больше, чем объем породы заходки по отрабатываемому междуярусью. Дополнительную породу для

размещения в отвале целесобрано подвозить от вышележащих транспортных уступов в промежуточную трассу драглайна с дальнейшей перевалкой ее в отвал.

Объем дополнительно размещаемой породы в отвале определяется шириной слоя прирезки в постоянном отвале, рекомендуемая величина которой равна 0,6-0,75 от горизонтальной ширины отвального слоя.

Границами эффективного применения способа транспортно-перевалочной доставки породы от транспортных горизонтов во внутренние отвалы для применяемых в настоящее время драглайнов типа ЭШ 15.90Б, ЭШ 20.90 являются: высота обрабатываемого бестранспортного уступа до 36-38 м при углах залегания пластов до 10^0 . Рекомендуемая ширина слоя прирезки при подготовке емкости равна 0,6-0,75 от значения горизонтальной ширины отвального слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проноза В.Г., Воронков В.Ф., Вагоровский В.С. К вопросу полного использования параметров внутренних отвалов на разрезах южного Кузбасса // Перспективы развития открытой разработки угольных месторождений: Межвуз.сб.науч.тр. / Кузбас.политехн. ин-т. – Кемерово, 1985. – С. 73-79.
2. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. – М.: Недра, 1982. – 405 с.

□ Авторы статьи:

Проноза

Владимир Григорьевич
-докт.техн.наук, проф. каф. открытых горных работ

Воронков

Владимир Федорович
-канд.техн.наук, доц. каф. открытых горных работ

Гвоздкова

Татьяна Николаевна
- аспирант каф. открытых горных работ

УДК 622.33

Т.Н. Гвоздкова

РАЗРАБОТКА ПО БЕСТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВИТЫ ИЗ ТРЕХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ С ОБЩЕЙ МОЩНОСТЬЮ МЕЖДУПЛАСТИЙ 80 м НА ОАО «РАЗРЕЗ СИБИРГИНСКИЙ»

В настоящее время на ОАО «Разрез Сибиргинский» УК «Южный Кузбасс» по бестранспортной технологии отрабатывается свита из двух пологих пластов IV-V и VI с общей

мощностью вскрыши 52 м (7 м – мощность междуярустя пл. VI и IV-V и 45 м – между пластами IV-V и III).

Разработка вскрыши производится двумя драглайнами ус-

таревших моделей ЭШ 15.90 с отсыпкой трехъярусных внутренних отвалов при среднем значении общего коэффициента 1,51.