сти внутреннего отвала из крепких пород перпендикулярно линии бровки откоса отвала образуя серию небольших породных навалов, которые затем перемещаются и сваливаются под откос бульдозером.

В бестранспортной зоне организация работ состоит в следуюшем. Первоначально производится отработка верхнего подуступа на ширину экскаваторной заходки гидравлического экскаватора обратная лопата (А = 8-10 м). Для этого по всей длине поперечного фронта работ производится рыхление вмещающих пород с помощью буровзрывных работ со сбросом пород на нижележащие подуступы.

После этого осуществляется выемка оставшихся целиков угля гидравлическим экскаватором обратная лопата на глубину, равную высоте подуступа с погрузкой в автотранспорт. Оставшаяся после этого порода шагающим экскаватором в режиме скрепирования перемещается к нижней бровке нижнего подуступа с последующей экскавацией в нижний отвальный ярус, формируя трассу для своего перемещения.

Технология ведения горных работ осуществляется по четырем этапам.

На первом этапе драглайн устанавливается на верхней площадке нижнего отвального яруса и в режиме скрепирования убирает остатки породных междупластий частично заполняя отвальный ярус 1. Вторым этапом производится разработка подуступа 2. Часть породы с подуступов 1 и 2 (в результате взрывного смещения) ссыпается вниз к первому отвальному ярусу. Заходка подуступа 1 и заходка подуступа 2 образуют временный навал, из которого драглайн формирует первый отвальный ярус. На третьем этапе разрабатывается подуступ 3. Часть развала остается в самой заходке, а остаток смещается взрывом и располагается между заполненной емкостью первого отвального яруса и откосом невзорванной заходки подуступа 4. Драглайн размещает вскрышу с заходки подуступа 3 в нижнюю часть отвального яруса 2. Особенностью разработки придонной породоугольной заходки подуступа 4 является ее расположение в зажатой среде. Последним ходом драглайн разрабатывает заходку и заполняет остаток второго отвального яруса. Следует отметить, что для отработки последующей заходки драглайну необходимо отсыпать трассу, при этом шаг передвижки поперек фронта работ примерно соответствует горизонтальной ширине отвального яруса. Рекультивация осуществляется вслед за подвиганием вскрышного и добычного фронтов работ.

Применение предлагаемой системы разработки полей ликвидированных шахт открытым способом позволяет осуществлять добычу угля до глубины 175 м с обеспечением рентабельности карьера и экологической безопасности окружающей среды.

Примерный расчет эффективности предлагаемой технологии экологической санации шахтных полей показывает, что эффект составляет 50,5 руб/т добытого угля.

Авторы статьи:

Селюков
Алексей Владимирович
- канд.техн.наук., ст.преп. каф.
открытых горных работ
КузГТУ
Тел. (3842) 39-63-68
Email: alex-sav@rambler.ru

Макаров
Владимир Николаевич
- технический директор ЗАО
“Стройсервис”
Тел.8 (3842) 377865

УДК 622.273.

Я. О.Литвин

РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГОРНОЙ МАССЫ КАРЬЕРНЫМИ АВТОСАМОСВАЛАМИ

Затраты на транспортирование вскрыши карьерными автосамосвалами зависят главным образом от дальности ее транспортирования в отвалы. Некоторое влияние оказывает также грузоподъемность автосамосвала.

Фактические данные и теоретические расчеты показывают, что стоимость в расчете на 1 ткм ($C_{ткм}$, руб./ткм) при использовании автомобильного транспорта обратно пропорциональна дальности транспортирования и подчиняется гиперболической зависимости вида

$$C_{ткм} = a + b/L, \quad (1)$$

где L – дальность транспортирования, км; a, b – некоторые постоянные величины размерностью руб./ткм и руб./т.

На рис.1 показана аппроксимация зависимости затрат от среднего расстояния транспортирования, полученная по результатам обработки фактических данных разрезов «Кедровский», «Краснобродский», «Талдинский» и «Ерунаковский» ОАО УК «Кузбассразрезуголь». Характер этой зависимости качественно соответствует (1).

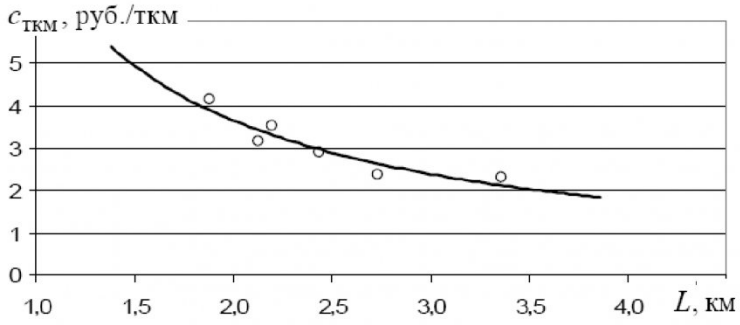

Рис. 1. Аппроксимация фактических данных о себестоимости транспортирования вскрыши карьерными автосамосвалами

Казалось бы, что расчет затрат можно производить на основе аппроксимации рассмотренных фактических данных. Вместе с тем, более детальный анализ показывает, что фактические затраты, которые имеют место при среднем расстоянии транспортирования имеют завышенные значения по сравнению с точным расчетом, выполненным для одного расстояния транспортирования вскрыши, равном среднему значению. Данное утверждение можно доказать чисто математически. На простом примере оно означает, что разрез транспортирующий одинаковые объемы вскрыши из забоев удаленных на 1 и 5 км (среднее расстояние 3 км) будет иметь большие затраты, чем разрез, транспортирующий такие же объемы вскрыши из забоев, удаленных только на 3 км. Это объясняется нелинейностью функциональной зависимости. Превышение будет тем больше, чем больше размах расстояний между забоями и отвалом. Отсюда вытекает что, при оценке срока окупаемости временного отвала фактические данные о затратах на транспортирования, которые имеют место при средних расстояниях, будут давать завышенные результаты, что приведет к завышенным срокам окупаемости.

Более высокая адекватность расчетных формулимеет место в том случае, когда они получены с использованием детальных теоретических соображений и качественно согласуются с имеющими ся фактическими данными.

Поэтому параллельный подход заключался в определении стоимости машиносмены автосамосвалов и их сменной производительности при последующем переходе к стоимости транспортной

Таблица. Годовые затраты на эксплуатацию автосамосвалов

№	Элементы затрат	Ед. изм.	БелАЗ-75306	БелАЗ-75131	БелАЗ-7555Д
1	Основной фонд з/пл				
	Фонд на год	тыс. руб.	1440	1440	1440
	Начисление 38,5%	тыс. руб.	569	569	569
2	Топливо	г/100км	759	490	188
	Грузооборот	тыс. ткм.	8524	5103	2319
	Расход	тонн	642	406	156
	Цена 1 т.	руб.	18000	18000	18000
	Затраты по топливу	тыс. руб.	11558	7306	2805
3	Смазочные % от тонн	%	4	4	4
	Расход	тонн	22	14	5
	Цена 1 т	руб.	200000	200000	200000
	Затраты	тыс. руб.	4495	2841	1091
4	Автошина (GoodYear)				
	Норма пробега	тыс. км	110	110	110
	Цена 1 колеса, тыс	руб.	490	256	120
	Общий пробег	тыс. км	85	83	83
	Кол-во колес		5	5	5
	Затраты	тыс. руб.	2260	1157	542
5	Амортизация				
	Норм. срок службы	лет	9	9	9
	Затраты	тыс. руб.	4023	2429	937
6	Затраты на ТО и ТР	тыс. руб.	1072	631	167
	Всего		25417	16814	8457
	Стоимость машиносмены,	тыс. руб./см.	35	22	10

Примечание: годовой пробег 83–85 тыс. км

работы.

Основные элементы затрат на эксплуатацию автотранспорта включают в себя заработную плату с начислениями, затраты на горючее, смазочные материалы, автошины и амортизацию. Для построения экономико-математической модели технических и экономических показателей экскаваторно-автомобильного комплекса в части транспортного звена использованы данные о фактической заработной плате, существующие нормативы расхода горюче-смазочных материалов, автомобильных шин, запасных частей и норм амортизационных отчислений исходя из стоимости автосамосвала при нормативном сроке эксплуатации.

Годовые затраты по данным на эксплуатацию автосамосвалов 2009 г. и соответствующие стоимости машиносмен различных типоразмеров автосамосвалов на вскрышных работах, представлены в таблице.

Стоимость машиносмены ($C_{мс}$, руб./смену) в зависимости от грузоподъемности автосамосвала (Q_a , т) аппроксимирована параболической функцией вида

$$C_{мс}=0.148\ Q_a+2.555, \quad (K^2=0.998) \qquad (2)$$

Производительность автосамосвалов рассчитывалась по методике и компьютерной программой, которые разработаны кафедрой открытых горных работ КузГТУ в рамках выполненной в 2009 г. научно-исследовательской работы. Расчеты выполнялись при оптимальном качественном и количественном составе экскаваторно-автомобильного комплекса. Зависимость себестоимости грузоперевозки от дальности транспортирования автосамосвалами различной грузоподъемности показана на рис. 2

Коэффициенты a и b в формуле (1) не постоянны во времени, хотя бы по соображениям неустойчивости цен на нефтепродукты. Поэтому в практических условиях их целесообразно определять по фактическим значениям, которые имеют

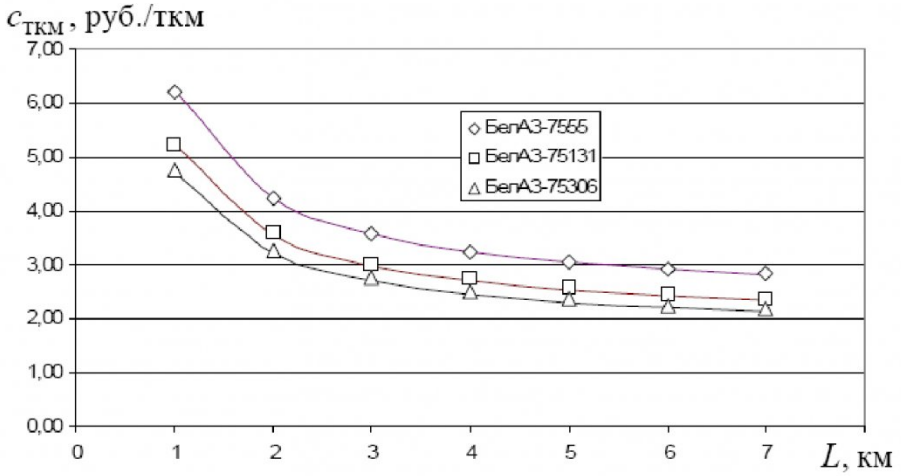

Рис. 2. Зависимость себестоимости грузоперевозки вскрыши от дальности транспортирования автосамосвалами различной грузоподъемности

место на разрезах. Вместе с тем, фактические данные, определенные по средним расстояниям транспортирования, имеют завышенные результаты (об этом уже сказано выше). Для возможности использования фактических данных необходимо ввести поправку, которая бы приводила в соответствие это расхождение. Не останавливаясь на деталях математического обоснования этой поправки, приведем расчетные формулы рассматриваемых коэффициентов в зависимости от средних фактических значений себестоимости ($c_{себ}$, руб./ткм.) и расстояния транспортирования L(км):

$$b = C_{ce}L/(1+1.7L)\cdot(0.002\,Q_a+0.894)\ ;a=1.7b \qquad (3)$$

На основании этих рассуждений стоимость транспортной работы определялась зависимости от расстояния транспортирования и грузоподъемности автосамосвалов в соответствии с (1), (3). В частности, в ценах 2009 г. для самосвалов БелАЗ-75306, БелАЗ-75131 и БелАЗ-7555 при теоретически возможных расстояниях транспортирования 1 – 7 км себестоимость транспортирования соответственно составляет 4,75 – 6,2 руб./ткм. и 2,15 – 2,82 руб./ткм.

□ Автор статьи:

Литвин
Ярослав Олегович
– зам. директора по производству
разреза «Кедровский»
УК «Кузбассразрезуголь»
E-mail: ia_sys@mail.ru