

УДК 622.271

Ю.А. Бахтурин, Г.Д. Кармаев, В.А. Берсенев

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА КАРЬЕРАХ

Показано, что использование крутонаклонного конвейерного подъема прежде всего целесообразно в особых (стесненных) условиях разработки месторождений, когда применение обычных ленточных конвейеров при размещении их в траншеях на борту карьера либо затруднено, либо невозможно.

Ключевые слова: месторождение, горная масса, руда, дробильные установки, крутонаклонные конвейеры.

Известно, что основным фактором, определяющим развитие карьерного транспорта, является постоянно ухудшающиеся горно-технические условия разработки месторождений. Когда в конце 60-х годов прошлого века увеличение глубины карьеров на горнодобывающих предприятиях МЧМ СССР вызвало ухудшение экономических показателей, окончательно сформировалось направление геотехнологии с конвейеризацией транспортирования взорванных скальных горных пород — циклично-поточная технология (ЦПТ). Применение ЦПТ рассматривалось как основное направление при выходе из сложившейся кризисной ситуации, решении транспортной проблемы глубоких карьеров. При этом ориентировались на мировой опыт применения ленточных конвейеров для подъема горной массы из карьеров. По данным зарубежных источников применение конвейерного транспорта обеспечивает снижение затрат на энергоносители на 65—70 % и повышение производительности труда, при котором затраты на рабочую силу уменьшаются на 80-93 % [1]. При этом конвейерный транспорт характеризовался наименьшими среди ос-

новных видов технологического карьерного затратами энергии на подъем горной массы, его удельная энергоемкость составляет 1,7-2,3 г условного топлива на подъем 1 тонны горной массы на один метр, при 4,5-5,2 и 3,4-4,4 г у.т./тм соответственно, для автомобильного и железнодорожного транспорта [2]. Приходится констатировать, что практика применения конвейерного транспорта на карьерах СССР, а затем и в странах СНГ не подтверждает столь значительное улучшение технико-экономических показателей. Более того, начавшееся 70—80-х годах интенсивное внедрение ЦПТ на горно-рудных предприятиях не привело в дальнейшем к ожидаемым масштабам развития конвейерного транспорта.

В таблице приведены данные динамики фактических и прогнозных (на основе составленного ИГД УрО РАН «Свода показателей развития горных предприятий Минчермета СССР до 2010 года» [3]) объемов перевозок горной массы с применением технологического конвейерного транспорта скальной горной массы. В соответствии с ними в 1990 г. предусматривались объемы перевозок горной массы с применением ЦПТ 262,7 млн т,

фактические же объемы составили 177,7 млн т в 1995 г. — 305,5 млн т, фактические объемы — 92,9 млн т, в 2000 г. — 370 млн т, фактические объемы — 112,8 млн т, в 2005 г. — соответственно 165,5 и 375,9 млн т. Столь существенное различие прогнозных и фактических объемов перевозок горной массы с применением конвейерного транспорта свидетельствует о том, что были допущены ошибки при оценке реальных возможностей ЦПТ, либо это обусловлено нерациональным использованием ее преимуществ при внедрении на конкретных предприятиях. Полагаем, что оба фактора имели место. Вместе с тем, есть основания считать, что темпы внедрения ЦПТ на горнорудных предприятиях могли быть значительно выше, когда были бы рационально реализованы преимущества ЦПТ, строго воплощены конкретные рекомендации научно-исследовательских институтов.

Как правило, выделяют следующие основные причины недостаточного использования преимуществ ЦПТ:

1. Отставание от мирового уровня развития геотехники и, как следствие, отсутствие эффективного отечественного оборудования, главным образом, мобильных дробильных и дробильно-перегрузочных комплексов ЦПТ, а также средств конвейерного крутонаклонного подъема горной массы.

2. Необходимость выполнения большого дополнительного объема вскрышных работ по разному нерабочего борта карьера или оставления целиков для размещения дробильно-перегрузочных пунктов внутри карьера, что снижает конкурентоспособность применения схем с конвейерным транспортом горной массы.

3. Нерациональные решения по выбору и сочетанию основного горно-транспортного оборудования.

Остановимся подробнее на каждой из указанных причин.

Действительно, применение лучших образцов передвижных дробильных установок позволяет существенно повысить эффективность применения конвейерного транспорта. Так, использование передвижного дробильного агрегата фирмы «Krupp Fordertechnik» на Полтавском ГОКе позволило снизить высоту подъема горной массы автотранспортом до 107 м и высвободить 9 автосамосвалов по сравнению с ранее применявшейся дробильной установкой с ограниченной мобильностью. При этом весь комплекс располагается на временно нерабочем борту карьера и, что особенно важно, может переноситься по мере развития горных работ. Однако следует иметь в виду, что первые промышленные образцы передвижного дробильного оборудования были изготовлены фирмой «Крупп Индастри унд Стальбау» (ФРГ) лишь в 1980 г. Решения же по развитию ЦПТ на ряде карьеров принимались значительно раньше. Отсутствие надежных, серийно изготавливаемых мобильных дробильных установок привело к принятию компромиссного решения об использовании в схемах с конвейерным транспортом на начальном этапе типовых корпусов крупного дробления горной массы. При этом предусматривалась возможность переноса части оборудования на новое место расположения перегрузочного пункта по мере углубки карьера и развития горных работ. То есть дробильно-перегрузочные пункты в проектах закладывались как полустационарные. Была разработана и соответствующая методическая база для обоснования вопросов переноса и размещения таких пунктов [4], основными положениями которой являются следующие:

№ **Фактические и прогнозные объемы перевозок с применением конвейерного транспорта на железорудных карьерах России, Украины и Казахстана (1990-2010 гг.)**

Объемы перевозок, млн т	1990 г.	1995 г.	1997г.	1998 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.
Горная масса, в том числе:	177,7/262,7*	92,9/305,5	117,7	112,5	112,8/370	165,5/375,9	/377,4
руда	149,3	89,3	101,3	100,8	93,5		
вскрыша	28,4	3,6	16,5	11,7	19,3		
<i>Россия</i> всего	39,2/51,5	26,65/57	32,0	29,4	22,0/79,0	32,0/74,0	/72,2
в том числе:							
руда	35,4	26,05	31,6	29,4			
вскрыша	3,8	0,6	0,4	0,38			
Оленегорский ГОК, (ОАО «ОЛКОН»), всего,	9,1/10,0	4,05/10,5	3, 3/10,5	3,4/10,5	5,9/9,5	3,8/4,0	/1,2
в том числе:							
руда	9,1	4,05	3, 3	3,4	5,9	3,8	
вскрыша							
Ковдорский ГОК всего,	14,2 /26,0	8,9/31,0	8,4/31,0	8,0/31,0	15,4/31,0	28,2/31,0	/32,0
в том числе:							
руда	14,2	8,9	8,4	8,0	9,14	15,1	
вскрыша					6,0	13,1	
Костомукшский ГОК (ОАО «Карельский окатыш»)							
всего,					/19,0	/19,0	/19,0
в том числе:							
руда					/19,0	/19,0	/19,0
вскрыша							
Стойленский ГОК, всего	15,9/15,5	13, 7/15,5	13,1/15,5	18,4/15,5	0,65/19,5	/20,0	/20,0
в том числе:							
руда	12,1	13,1	12,7	18,0	0,43		
вскрыша	3,8	0,6	0,4	0,38	0,22		
Украина, всего	138,6/177,2	66,3/207,5	78,2/	85,7/	91,1/	90,5/257,7	/261
в том числе:							
руда	113,9	63,3	68,1	69,7	78,0	72,2	
вскрыша	24,7	3,0	10,1	16,1	13,1	18,3	

Окончание табл.

Объемы перевозок, млн т	1990 г.	1995 г.	1997г.	1998 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.
Ингулецкий ГОК, всего	33,0/ 34,6	24,6/ 34,7	16,1	10,6 25,9	27,6/35,2		/35,0
в том числе:			25,27 15,12	16,44		33,9/ 34,7	
руда	33,0	24,6			27,6/35,2		
вскрыша							
ЮГОК, всего	24,6/20,0	11,9/20,0			17,6/34,0	17,4/34,0	/34,0
в том числе:							
руда	24,6/20,0	11,9/20,0			17,6/34,0	17,4/34,0	
вскрыша							
НКГОК, всего	28,1/31,1	10,4/46,5	12,6	10,3	15,0/56,5	/56,5	/56,5
СевГОК, всего	23,1/32,9	8,2/47,3	11,2	8,5	6,05/72,5	9,6/72,5	/76,0
в том числе:							
руда	15,9	7,44	6,39		5,22	7,0	
вскрыша	7,2	0,76	0,6		0,83	2,6	
ЦГОК, всего	17,05/28,0	5,3/28	7,4/28	8,8/28	10,8/28,0	10,4/28,0	/28,0
в том числе:							
руда	5,0	4,07	5,4	5,3	5,6	5,7	
вскрыша	12,05	1,23	2,0	3,5	5,2	4,7	
Полтавский ГОК всего	12,70/ 30,6	6,1/31,0	13,3/31,0	16,5/31,0	14,2/32,0	7,6/32,0	/32,0
в том числе:							
руда	12,7	6,1	7,6	7,5	8,3	7,6	
вскрыша			5,7	9,0	5,9		
Казахстан, всего	/34,0	/41,0			/33,0	/43,0	/44,2
Качарский ГОК	/34,0	/41,0			/33,0	/43,0	/44,2

*) — в числителе — фактические, в знаменателе — прогнозные объемы перевозок

- создана методика выбора горизонтов карьера и периода размещения на них перегрузочных дробильных пунктов, позволяющая оптимизировать распределение грузопотоков в карьере между автомобильным и конвейерным звеньями транспортной системы в динамике развития карьера, определять границу перехода на автомобильно-конвейерный транспорт решать задачу формирования концентрационных горизонтов с учетом влияния размещения в карьере перегрузочных пунктов и конвейеров на развитие горных работ.

- установлено, что для карьеров с большой площадью и глубиной распространения рудных тел в отличие от карьеров с крутопадающими рудными телами шаг переноса перегрузочных пунктов может не зависеть от величины затрат в автотранспортном звене и дробильно-конвейерном комплексе, но время переноса и общее количество переносов меняются — при увеличении стоимости транспортирования руды автомобилями перегрузочные пункты рационально переносить в более ранние сроки количество переносов увеличивается. При наличии нескольких перегрузочных пунктов в дробильно-конвейерном комплексе характерным является распределение их по высоте добычной зоны.

На основе этих положений были разработаны рекомендации по вариантам размещения дробильно-конвейерного комплекса в торце северо-восточного и северо-западного бортов Стойленского карьера железистых кварцитов, которые были учтены при проектировании. В соответствии с ними предусматривался перенос дробильно-конвейерного комплекса по мере развития горных работ. Однако эти проектные решения не были выполнены и в 2000 г. до этого хорошо

себя зарекомендовавший комплекс ЦПТ с применением автомобильно-конвейерно-железнодорожного транспорта горной массы на карьере Стойленского ГОКа был окончательно демонтирован, а не перенесен на другой борт, как предусматривалось ранее. Это свидетельствует не только о недостатках применения конвейерного транспорта с полустационарными перегрузочными пунктами, но и о непоследовательности в выполнении ранее принятых проектных решений.

Что касается широко распространенного в научно-технической литературе по вопросам применения конвейерного транспорта тезиса о том, что одним из основных вариантов повышения его эффективности является применение крутонаклонного подъема горной массы, то исследования по обоснованию эффективных областей его применения, проведенные в ИГД УрО РАН [5]), не позволяют говорить об этом столь однозначно.

Определение целесообразных областей применения крутонаклонных конвейеров в сравнении с обычными ленточными конвейерами проведено для условий переработки комплексами ЦПТ скальных горных пород и руд в объемах 5, 10, 20, 30 млн т в год и высотах подъема транспортируемого материала 100, 200, 300, 400, 500, 600 м. При выборе параметров конвейерного оборудования принималась рациональная при перемещении скальной крупнодробленой горной массы скорость движения конвейерной ленты — 3,15 м/с. Выбор оборудования сборочного автомобильного транспорта проводился исходя из рациональной высоты подъема горной массы автосамосвалами равной (60÷80) м. при этом средневзвешенное плечо откатки автотранспортом не превышает 2,0 км.

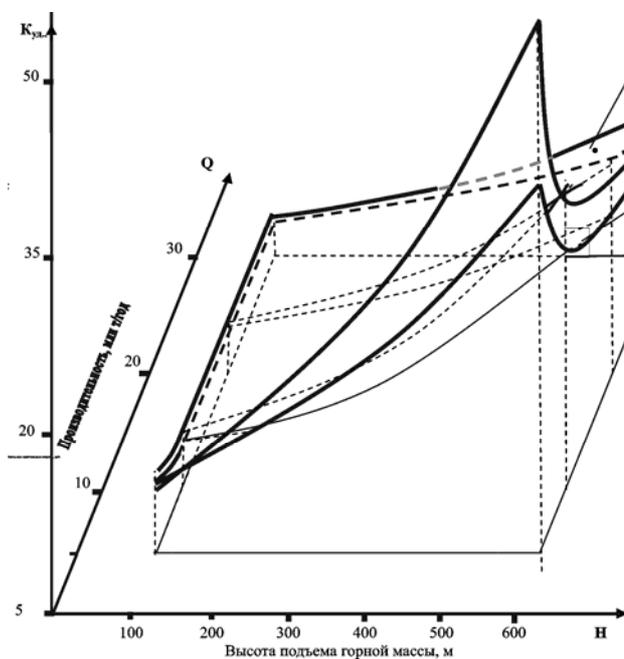


Рис. 1. Изменение удельных капитальных затрат для комплексов ЦПТ: 1 — конвейерные подъемники с углом наклона 18°; 2 — конвейерные подъемники с углом наклона 45°

Эффективные условия применения крутонаклонных ленточных конвейеров устанавливались на основании анализа оценочных показателей, включающих суммарные и удельные капитальные затраты, суммарные и удельные эксплуатационные расходы, производительность труда, удельную металлоемкость и удельную энергонасыщенность, которые определялись в целом для комплекса ЦПТ.

С целью выявления возможного оптимального угла установки крутонаклонных конвейеров исследовано изменение основных технико-экономических показателей дробильно-конвейерных комплексов при их годовой производительности 20 млн т, разных углах наклона трассы конвейерных подъемников и высотах подъема транспортируемого материала 100, 300 и 600 м.

Расчеты показывают, что с увеличением угла наклона трассы конвейерных подъемников при одинаковых высотах подъема транспортируемого материала основные технико-экономические показатели (установленная мощность двигателей, капитальные затраты и эксплуатационные расходы на дробильно-конвейерное оборудование) практически не изменяются или монотонно убывают (масса конвейерного оборудования). Более интенсивно снижаются затраты на горно-капитальные работы и их погашение. Так, с увеличением угла наклона конвейерных подъемников с 18 до 60 град. Затраты на горно-капитальные работы и их погашение уменьшаются на (16 ÷ 49 %) в зависимости

от высоты подъема. За счет этого происходит снижение суммарных капитальных затрат и эксплуатационных расходов на дробильно-конвейерный комплекс. Интенсивность их уменьшения при различных высотах подъема транспортируемого материала можно проследить по изменению удельных показателей (рис. 1, 2). Результаты исследований показывают, что крутонаклонные конвейерные подъемники существенно эффективнее обычных ленточных при углах их установки более 35 град. конвейерных подъемников в рассматриваемых условиях дает возможность уменьшить суммарные капитальные затраты на (20 ÷ 100) млн руб. а суммарные эксплуатационные расходы снизятся при этом на (3,5 ÷ 4,5 млн рублей в год.).

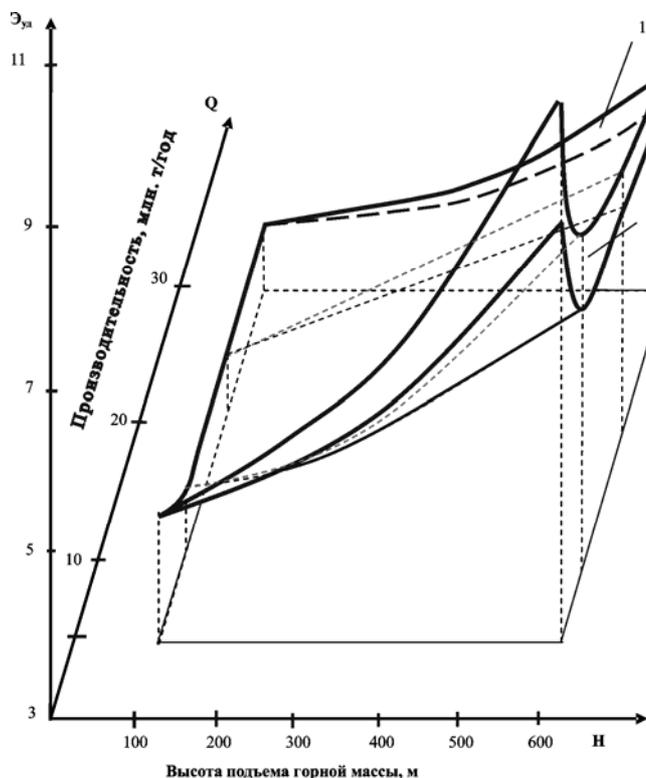


Рис. 2. Изменение удельных эксплуатационных затрат для комплексов ЦПТ: 1 — конвейерные подъемники с углом наклона 18°; 2 — конвейерные подъемники с углом наклона 45°

В общих капитальных затратах на комплексы ЦПТ весьма значительны затраты на горно-капитальные работы, связанные с размещением дробильно-перегрузочных пунктов и конвейерных подъемников в карьере.

Для расчета оценочных показателей в заданных условиях предварительно по ранее разработанной модели было выбрано оборудование комплексов ЦПТ. ширина лент при использовании крутонаклонных конвейеров существенно выше этого параметра при использовании обычных ленточных конвейеров. Это обусловлено конструктивными особенностями крутонаклонных конвейеров. В связи

с различной надежностью работы сравняемого оборудования коэффициент готовности дробильно-конвейерных комплексов (ДКК) с крутонаклонными конвейерами для рассматриваемых условий практически всегда ниже этой величины для ДКК с обычными ленточными конвейерами. Это приводит к увеличению необходимой часовой производительности, у обеспечивающего перевозку заданных годовых объемов горной массы ДКК с крутонаклонным подъемом. Следствием этого является различие в количественном составе оборудования экскаваторно-автомобильного комплекса.

Общая тенденция изменения доли затрат на горно-капитальные работы — это существенное увеличение с ростом высоты подъема транспортируемого материала и менее интенсивное

снижение с увеличением годового объема перевозок горной массы. В связи с этим доля пассивной части капитальных вложений в комплексы ЦПТ с обычными ленточными конвейерами достигает (14-78) %. В комплексах ЦПТ с крутонаклонным конвейерным подъемом доля пассивной части капитальных вложений изменяется в пределах (12,5-67) %, что в исследованных условиях на (10-25) % ниже в сравнении с вышеприведенными комплексами ЦПТ. Эксплуатационные расходы на комплексы ЦПТ в рассматриваемых условиях изменяются аналогично капитальным затратам.

С увеличением высоты подъема горной массы от 100 до 600 м удельные капитальные затраты и удельные эксплуатационные расходы на основное оборудование ЦПТ повышаются соответственно в 4,9-2,1 раза и в 2,1-1,6 раза. При использовании в комплексах ЦПТ крутонаклонных конвейеров интенсивность увеличения удельных капитальных затрат и удельных эксплуатационных расходов существенно ниже и изменяется соответственно в пределах 3,3-1,7 раза и 1,8-1,5 раза. На каждые 100 м повышения высоты подъема удельные капитальные и удельные эксплуатационные расходы увеличиваются: при использовании в конвейерных линиях обычных ленточных конвейеров соответственно на (35÷16) % и (16÷10)%; при использовании в конвейерных линиях крутонаклонных конвейеров соответственно на (25÷12) % и на 12-8 %. Интенсивность увеличения затрат снижается с повышением годовой производительности комплексов ЦПТ.

С увеличением годового объема перевозок конвейерными линиями ЦПТ с 5,0 до 30 млн т удельные капитальные затраты и удельные эксплуатационные расходы снижаются: при использовании в конвейерных линиях обычных ленточных конвейеров соответственно в (1,4÷3,0) раза и в (1,3÷1,7) раза при использовании в конвейерных линиях крутонаклонных конвейеров соответственно в (1,3÷2,5) раза и в (1,2÷1,5) раза. Интенсивность снижения затрат повышается с увеличением высоты подъема транспортируемого материала.

Общая масса основного оборудования комплексов ЦПТ незначительно отличается как при использовании в конвейерных линиях обычных ленточных конвейеров, так и крутонаклон-

ных конвейеров. Общая тенденция изменения удельной металлоемкости от этих факторов аналогична тенденции изменения удельных затрат.

Что касается массы дробильно-конвейерного оборудования, то она в комплексах ЦПТ с крутонаклонными конвейерами при высотах подъема более 100-300 м на (3÷8) % меньше массы аналогичного оборудования комплексов ЦПТ с обычными ленточными конвейерами. Доля этого оборудования в общей массе оборудования комплексов ЦПТ высока. Она изменяется от 25 до 53 % с конвейерным подъемником, проложенным под углом наклона 18 град. И от 24 до 50 % с крутонаклонным подъемником.

Удельная энергонасыщенность на 1т годовой производительности в исследованных условиях изменяется в интервале 1,3-1,9 Вт/т. Значение этого показателя повышается с увеличением высоты подъема и практически не зависит от годового объема перевозок горной массы. Энергонасыщенность также практически одинакова в комплексах ЦПТ с конвейерными подъемниками, установленными под углом наклона 18 и 45 град).

Годовая производительность труда одного трудящегося комплексов ЦПТ значительно повышается с увеличением объема перевозок горной массы. В исследованных условиях она изменяется в широком диапазоне от 28 до 87 тыс. т/год. В значительной мере производительность труда зависит от применяемого оборудования в экскаваторно-автомобильном комплексе. Так, повышение годового объема перевозок горной массы с 5 до 20 млн т дает прирост производительности труда 1 трудящегося на (28÷32) % при использовании в экскаваторно-автомобильном комплексе экскавато-

ров ЭКГ-5 и автосамосвалов БелАЗ-548 (грузоподъемность 40 т). Увеличение годового объема перевозок с 20 до 30 млн т и использование на погрузке экскаваторов ЭКГ-8И, а в сборочном автомобильном звене автосамосвалов БелАЗ-548 повышает производительность труда одного трудящегося почти на 80 %.

Анализ расчетных данных показал, что годовая производительность труда 1 трудящегося комплексов ЦПТ с крутонаклонным конвейерным подъемом в большинстве случаев выше по сравнению с производительностью труда комплексов ЦПТ, конвейерные линии которых скомплектованы из обычных ленточных конвейеров. Существенное увеличение производительности труда (5-20) % достигается при высотах подъема горной массы конвейерами 300-600 м.

По результатам исследования тенденций и интенсивности изменения оценочных показателей определены области применения крутонаклонных конвейеров в комплексах ЦПТ.

Установлено, что при годовой производительности комплексов ЦПТ 5-10 млн т крутонаклонные конвейеры целесообразно использовать при высотах подъема горной массы более (100÷200) м. В этих условиях при меньших удельных эксплуатационных расходах на (5÷15)% удельные капитальные затраты на комплексы ЦПТ с крутонаклонными конвейерами существенно (на 13-30)% ниже. Кроме того, использование крутонаклонных конвейеров предпочтительнее по производительности труда на одного трудящегося комплекса ЦПТ выше (на 8÷20 %).

С повышением производительности комплексов ЦПТ до 20-30 млн т в год крутонаклонные конвейеры целесообразно использовать при высотах

подъема горной массы более 200-300 м. В этих условиях при практически равных удельных эксплуатационных расходах, удельные капитальные затраты на комплексы ЦПТ с крутонаклонными конвейерами ниже на (6÷20)%.

Обратим, однако, внимание на то, что эти предпочтительные области применения крутонаклонного конвейерного подъема по сравнению с обычными конвейерными подъемниками удается выделить, главным образом, при существенных различиях затрат на горно-капитальные работы. Это связано с тем, что дополнительные объемы горной массы по разному бортов карьеров для размещения дробильно-конвейерных комплексов в 1,4-1,6 раза меньше в вариантах с применением крутонаклонных конвейеров. Указанные объемы составляют, например, 3,4 млн м³ при глубине расположения площадки дробильно-перегрузочного пункта 100 м и 40,5 млн м³ — при глубине расположения площадки 500 м. В ИГД УрО РАН разработаны такие схемы вскрытия с применением автомобильно-конвейерного транспорта, которые позволяют практически исключить эти дополнительные объемы горно-капитальных работ [6, 7]. В них предусмотрено совмещение наклонных предохранительных и транспортных берм. Проработаны варианты рационального размещения стационарных и передаточных конвейеров и дробильно-перегрузочных пунктов (ДПП). Установлено, например, что схема вскрытия горизонтов размещения ДПП траншеей под ленточный подъемник на постоянном борту карьера должна соответствовать схеме вскрытия наклонным стволом и квершлагом. При этом ДПП также должны размещаться на временных

целиках пород Стационарный конвейерный подъемник должен размещаться на постоянном борту карьера параллельно границе между рабочим и постоянным бортом карьера. Перелаточные ленточные конвейеры — в наклонных или крутых полутраншеях на постоянном борту. Расстояние между целиком пород с ДПП и стационарным конвейерным подъемником должно обеспечивать последнего при срабатывании целика пород с использованием взрывных работ (рис. 3). Размещение ДПП на временных целиках пород исключает выемку дополнительной вскрыши от горно-подготовительных работ под площадки этих пунктов в отличие от разме-

щения их на участках постоянного борта карьера, как это имеет место в большинстве проектов ЦПТ.

При этом условия различия в приведенных вариантах применения крутонаклонных и обычных ленточных конвейеров в общем случае становятся незначительными, что не позволяет строго определить область их рационального применения. Очевидно, что использование крутонаклонного конвейерного подъема прежде всего целесообразно в особых (стесненных) условиях разработки месторождений, когда применение обычных ленточных конвейеров при размещении их в траншеях на борту карьера либо затруднено, либо невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Столяров В.Ф.* Проблема циклично-поточной технологии глубоких карьеров. — Екатеринбург: Уро РАН, 2004. — 232 с.
2. *Лель Ю.И.* Теоретические основы выбора карьерного транспорта рудных карьеров. — Дис...-д-ра техн. наук / ИГД им. Скопинского. — М., 1978. — 421 с.
3. *Свод показателей развития горных предприятий Минчермета СССР до 2010 г. (по проектным данным) / ИГД Минчермета СССР. Свердловск, 1987. — 242 с.*
4. *Исследование технологических параметров дробильно-конвейерных комплексов для условий карьеров железистых карьеров КМА. — Дис...канд. техн. наук / ИГД МЧМ СССР. — Свердловск., 1974. — 165 с.*
5. *Теоретические основы создания надежных и эффективных крутонаклонных конвейерных подъемников: Отчет о НИР. Рук. Яковлев В.Л., Кармаев Г.Д. — № ГР 01970009116. — Екатеринбург, 2000. — 118 с.*
6. *Яковлев В.Л., Смирнов В.П., Берсенев В.А.* Устройство дробильно-конвейерных комплексов на глубоких карьерах. — Екатеринбург: ИГД УрО РАН. — 2003. — 42 с.
7. *Берсенев В.А., Бахтурин Ю.А.* Особенности формирования дробильно-конвейерных комплексов при отработке глубоких карьеров // (Мельниковские чтения). Доклады международной конференции, 6-10 июля 1998. — Том 4. — Екатеринбург, 1998, 87 с. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Бахтурин Ю.А. — кандидат технических наук,
Кармаев Г.Д. — кандидат технических наук,
Берсенев В.А. — кандидат технических наук,
ИГД УрО РАН, e-mail: direct@igd.uran.ru

