

*Л.А. Штанько, кандидат технических наук, заместитель директора,  
В.И. Чепурной, зав. лабораторией, С.И. Ляи, старший научный сотрудник,  
С.И. Корняшик, младший научный сотрудник,  
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

## **СХЕМЫ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ КРИВБАССА**

*Показано, что схемы циклично-поточной технологии существенно зависят от применяемого в карьере транспорта, который является основой поточности открытых горных работ.*

*Ключевые слова: открытые горные работы, циклично-поточная технология, карьерный транспорт.*

*Показано, що схеми циклічно-потокової технології суттєво залежать від застосовуваного в кар'єрі транспорту, який є основою поточності відкритих гірничих робіт.*

*Ключові слова: відкриті гірничі роботи, циклічно-потокова технологія, кар'єрний транспорт.*

*Shown that the scheme of cyclic-flow technology essentially depend on the used vehicle in a career, which is the basis threading open pit mining.*

*Keywords: open pit mining, cyclic-flow technology, transport career.*

**Актуальность работы.** Циклично-поточная технология (ЦПТ) с конвейерным транспортом применяется на карьерах, разрабатывающих железорудные, меднорудные, золоторудные, алмазные, фосфатные, угольные месторождения, а также на многих карьерах нерудных полезных ископаемых в ряде стран Европы, Азии, Африки, Америки и Австралии.

По данным, приведенным в [1], преимущества конвейерного транспорта перед откаткой автосамосвалами выражаются в следующем. Автосамосвал тратит 60% дизтоплива на перемещение самого себя и лишь 40% - на доставку полезного груза. Для ленточного конвейера соотношение по электроэнергии – 20% к 80% в пользу транспортируемого груза. Для подъема 100 т груза на высоту 10 м автосамосвал затрачивает 2 л топлива при цене 0,9 доллара США за литр, а конвейер – 3кВт·ч электроэнергии по цене 0,225 долл. за 1 кВт·ч. Таким образом, конвейер в 4 раза эффективнее автотранспорта.

На горизонтальных участках автосамосвал на 1 км доставки 100 т полезного груза тратит 8 л топлива, а конвейер – 12 кВт·ч, что подтверждает вышеприведенное соотношение.

Капиталовложения в автотранспорт, в общем случае, меньше, чем в конвейерный транспорт, однако более высокие текущие расходы на эксплуатацию автосамосвалов уравнивает шансы в течение 4-5 лет. При глубине карьера 200 м и более, капиталовложения – примерно одинаковы, и преимущественно конвейеров явно преобладают.

Впервые широкое применение внутрикарьерного дробления и конвейеризация транспорта были реализованы на известняковых карьерах ФРГ в 50-х годах. Производительность дробилок была около 250 т/ч, максимальный размер куска на выходе составлял 50 мм.

Опыт эксплуатации комплексов ЦПТ на открытых горных работах за последние 40 лет, конструкторские и проектные разработки показывают, что широкое внедрение подобных технологических схем на горнодобывающих предприятиях должно базироваться на использовании существующей и создании новой горнотранспортной техники с дробильными комплексами, параметрами и показатели которых отвечают специфическим горно-техническим и горно-геологическим условиям.

Наиболее полные данные по комплексам ЦПТ железорудных карьеров ГОКов Кривбасса изложены в работе [2], в которой показано, что крупным достижением признано создание и применение циклично-поточной технологии для открытой добычи полезных ископаемых, а также указано на приоритетность применения одноквшовых гидравлических экскаваторов и мобильной карьерной техники.

Учитывая, что перспективные приоритетные направления исследований по ЦПТ сформированы на базе ранее выполненных НИР, можно констатировать соответствие выполненных исследований основным тенденциям развития горных наук и сохранение их актуальности в части схем ЦПТ на перспективу.

**Изложение основного материала и результаты.** Технологические режимы работы комплексов ЦПТ представляют совокупность и определенную последовательность операций по разработке и транспортированию горной массы на открытых горных работах [3-9].

Основной особенностью работы комплекса ЦПТ является взаимная согласованность в работе двух транспортных звеньев:

1. Циклического звена – экскаваторно-автомобильно-железнодорожного комплекса;
2. Поточного звена – дробильно-конвейерного комплекса.

Анализируя схемы ЦПТ горных работ карьеров Кривбасса можно прийти к выводу, что основным циклическим звеном является комбинированный автомобильно-железнодорожно-конвейерный транспорт.

Сущность его состоит в применении автомобильно-железнодорожного транспорта циклического действия (автосамосвалы типа

БелАЗ-7519 грузоподъемностью 110 т, БелАЗ-7513 грузоподъемностью 130 т, БелАЗ-7530 грузоподъемностью 220 т, САТ-785 грузоподъемностью 136 т, электровозы типа ОПЭ-1АМ, 1ЕL21, тепловозы типа ТЭ10М, думпкары типа 2ВС-105 грузоподъемностью 105т), для перевозок горной массы и использовании для дальнейшего транспортирования при помощи поточного звена непрерывного действия ленточными конвейерами.

Как правило, автосамосвалы применяются в пределах рабочей зоны до 3 км, для транспортирования горной массы на короткие расстояния из забоев к дробильно-перегрузочному пункту (ДПП).

В зависимости от горно-геологических условий и зона действия отдельных видов транспорта в карьере может меняться. Соответственно меняется расположение ДПП. Возможны три основных схемы расположения ДПП на концентрационных горизонтах карьера на верхнем, одном из среднего и нижнего уступа рабочей зоны карьера.

Карьеры Кривбасса, характеризующиеся крутонаклонным залеганием рудного тела, значительными параметрами и большой интенсивностью развития горных работ по глубине, для них наиболее эффективна схема комбинированного транспорта с расположением ДПП стационарного типа на борту карьера.

Данная схема позволяет обеспечить краткие расстояния транспортирования горной массы автомобильно-железнодорожным транспортом, уменьшить количество автосамосвалов и подвижного состава и увеличить производительность карьера. При этом требуется наличие нерабочего борта карьера для размещения конвейерного тракта, проходки траншеи или подземных галерей и создания площадки для ДПП.

ДПП пункты карьеров Кривбасса выполняются стационарными. По мере увеличения глубины карьера ДПП периодически переносится на новый концентрационный горизонт.

Перенос ДПП по глубине карьера позволяет осуществлять транспортирование горной массы на короткие расстояния. Схема с ДПП на борту карьера может быть применена также в случае подвигания всех бортов. С этой целью конвейерный комплекс размещается на временно нерабочем борту, а после перемещения этого борта до границ карьера комплекс переносится на постоянное место. Возможно также образование опережающей выемки на борту карьера до его конечных контуров, в которой строится крутая траншея или подземная галерея и стационарно устанавливается конвейерный подъемник, работающий в течение всего срока эксплуатации карьера.

При наличии в карьере слабоустойчивых бортов, выполнения большого объема работ для проведения опережающей крутой траншеи и развития горных работ во всех направлениях данная схема

комбинированного транспорта может быть осуществлена при расположении ленточного конвейера в наклонном подземном стволе, который находится за границей карьерного поля. Такая схема требует значительных капитальных затрат и большого срока строительства и реконструкцию карьера.

Практика эксплуатации ленточных конвейеров показывает, что нормальная работа обеспечивается при крупности транспортируемых кусков не более 400 мм.

Следовательно, при современном состоянии взрывных работ для транспортирования горной массы конвейером необходимо предварительно подготовить ее путем дробления и грохочения [10].

Горная масса, доставляемая из забоев, выгружается из автосамосвалов или думпкаров во внешний приемный бункер, и загружается в дробилку ККД-1500/180 ГРЦ после первой стадии дробления выгружается во внутренний бункер, после чего, дробленый продукт поступает на пластинчатые питатели тяжелого типа и подается на ленточный конвейер.

Применяемые схемы циклично-поточной технологии в значительной мере зависят от конкретных горнотехнических условий (табл.). Типоразмер транспорта карьера существенно влияет на выбор комбинированного (автомобильно-конвейерного или железнодорожно-конвейерного) транспорта, как одного из основных принципов поточной технологии горных работ, поскольку необходимо создание специальных ДПП.

Основное технологическое оборудование в схемах ЦПТ карьеров  
Кривбасса

Технологический процесс	Наименование оборудования
1	2
1. Схема с автомобильно-конвейерно-железнодорожным транспортом	
Подготовка пород и руд к взрыву и выемке	Буровые станки тапа СБШ-250, УСБША-250, Ferdinand FRD-250
Выемка и погрузка горной массы	Экскаваторы типа ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12.5
Транспортировка горной массы автосамосвалами до дробильно-перегрузочных пунктов	Автосамосвал типа БелАЗ-7519 (грузоподъемность 110т) Автосамосвал типа БелАЗ-7513 (грузоподъемность 130т), БелАЗ-7530 (грузоподъемность 220т), САТ-785 (грузоподъемность 136т)

Продолжение табл.

1	2
Дробление горной массы	Конусные дробилки типа ККД-1500/180 ГРЦ, КРД-700/100
Перемещение горной массы конвейерами: Тип конвейера Ширина ленты, мм Скорость движения ленты, м/с Производительность, т/ч	Конвейера типа КЛТМ-2000, КЛС-2000 2000 2-3,15 2600-6000
Перегрузка горной массы на поверхности с конвейерного на железнодорожный транспорт	Комбинированная экскаваторная и бункерная Экскаваторы типа ЭКГ-5, ЭКГ-8И
Транспортировка горной массы железнодорожным транспортом	Электровозы типа ОПЭ-1АМ,ЕБ21 Тепловозы типа ТЭ1 ОМ Думпкары типа 2ВС-105
Отвалообразование в схеме ЦПТ	Экскаваторы типа ЭКГ-5, ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12,5
<b>2. Схема с автомобильно-конвейерным транспортом</b>	
Подготовка пород и руд к взрыву и выемке	Буровые станки тапа СБШ-250, УСБША-250, Ferdinand FRD-250
Выемка и погрузка горной массы	Экскаваторы типа ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12,5
Транспортировка горной массы автосамосвалами до дробильно-перегрузочных пунктов	Автосамосвал типа БелАЗ-7519 (грузоподъемность 110т) Автосамосвал типа БелАЗ-7513 (грузоподъемность 130т), БелАЗ-7530 (грузоподъемность 220т), САТ-785 (грузоподъемность 136т)
Дробление горной массы	Конусные дробилки типа ККД-1500/180ГРЦ, КРД-700/100

1	2
Перемещение горной массы конвейерами: Тип конвейера Ширина ленты, мм Скорость движения ленты, м/с Производительность, т/ч	Конвейера типа КЛТМ-2000, КЛС-2000 2000 2-3,15 2600-6000
Перегрузка горной массы на поверхности с конвейерного на железнодорожный транспорт	Комбинированная экскаваторная и бункерная Экскаваторы типа ЭКГ-5, ЭКГ-8И
Отвалообразование в схеме ЦПТ	Экскаваторы типа ЭКГ-5, ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12,5

Учитывая возможность создания большого количества вариантов ЦПТ, для обоснования наиболее эффективной технологической схемы добычи руды необходимо произвести технико-экономическую оценку различных технологических схем по критерию минимума удельных затрат с учетом конкретных горнотехнических условий карьеров Кривбасса.

Рассмотренные технологические схемы могут быть использованы для ЦПТ разработки скальных вскрышных пород с добавлением процесса отвалообразования.

В карьерах Кривбасса транспортирование скальных пород от поверхности карьера на отвалы осуществляется автомобильно-железнодорожным транспортом. В месте перегрузки скальных пород на отвальный комплекс устраивается перегрузочный пункт с подъемным, магистральным и отвальным конвейерами, а также отвалообразователем.

### **Выводы**

1. Применяемые схемы циклично-поточной технологии в значительной мере зависят от конкретных горнотехнических условий разработки и типоразмера транспорта карьера.

2. Обоснования наиболее эффективной технологической схемы ЦПТ необходимо проводить на основе технико-экономической оценки различных технологических схем по критерию минимума удельных затрат с учетом конкретных горнотехнических условий карьеров Кривбасса с учетом возможности добавления процесса отвалообразования.

3. В схемах ЦПТ одновременно с разработкой скальных пород следует предусмотреть переработку части их на щебень. Установка для получения щебня располагается на поверхности карьера в непосредственной близости от выхода подъемного конвейера.

*Список использованной литературы*

1. Wyllie R.J.M. In-Pit Crushing Still Gaining Ground in Open Pit Mines //Engineering and Mining Journal, 1987, №6, vol.188, pp.76-80.

2. Комплексная механизация процессов циклично-поточной технологии на карьерах //Б.А.Симкин, А.А.Дихтяр, А.П.Зиборов и др. – М.: Недра, 1985. 195с.

3. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых: учеб. для вузов. 4.1. Технология, механизация и автоматизация производственных процессов на открытых горных работах – М.: Недра, 1971.

4. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых: учеб. для вузов. 4.2. Технология и комплексная механизация открытых разработок – М.: Недра, 1971.

5. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки южной группы месторождений железистых кварцитов Кривбасса на больших глубинах. Глубокие карьеры. – К.: Научная мысль, 1973.

6. Новожилов М.Г. Решение проблемы транспорта в условиях глубоких карьеров Кривбасса. Свердловский горный институт. Свердловск, 1959.

7. Новожилов М.Г. Поточная технология открытой разработки месторождений: (теоретические основы) – К.: Научная мысль, 1965.

8. Новожилов М.Г. Глубокие карьеры. – М.: Госгортехиздат, 1962.

9. Тарковский Б.Н. Циклично-поточная и поточная технология горных работ для глубоких карьеров Кривбасса. – К.: Научная мысль, 1972.

10. Тарковский Б.Н. Влияние дробления пород на эффективность технологических процессов открытой разработки. – К.: Научная мысль, 1974.

Рукопись поступила 08.06.2015