

## ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДРОБИЛЬНО-ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ КОМПЛЕКСОВ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КАРЬЕРОВ КРИВБАССА

*Е.К. Бабец, В.И. Чепурной, С.И. Ляш, С.И. Корняшик,  
Научно-исследовательский горнорудный институт  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет», Украина,  
А.В. Домничев, ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», Украина*

Показано, что стационарные дробильно-перегрузочные пункты являются одним из основных звеньев комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса. Приведены результаты анализа преимуществ и недостатков стационарных дробильно-перегрузочных пунктов. Установлена величина физического износа технологического оборудования дробильно-перегрузочных пунктов карьеров Кривбасса.

**Введение.** 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 преимущества ЦПТ явно преобладают.

**Состояние вопроса.** Впервые широкое применение внутрикарьерного дробления и конвейеризация транспорта были реализованы на известняковых карьерах ФРГ в 50-х годах прошлого столетия. Производительность дробилок составляла около 250 т/ч, максимальный размер куска на выходе был равен 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 горно-добывающих предприятиях должно базироваться на использовании существующей и создании новой горно-транспортной техники с дробильно-перегрузочными комплексами (ДПП), параметры и показатели которых отвечают специфическим горно-техническим и горно-геологическим условиям.

**Нерешенная часть проблемы** оценки эксплуатационного состояния технологического оборудования ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса состоит в определении преимуществ и недостатков ДПП, а также установлении величины физического износа технологического оборудования ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса.

**Целью работы** является анализ современного состояния технологического оборудования ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса.

**Задача работы** состоит в объективном обосновании преимуществ и недостатков ДПП, а также установлении реальной величины физического износа технологического оборудования ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса.

*Изложение основного материала.* 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.

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

Технологическое оборудование комплексов ЦПТ представляет совокупность и определенную последовательность механизмов по разработке, дроблению и транспортированию горной массы на открытых горных работах [3-9].

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

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

Сущность первого звена 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, 1ЕЛ21, 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.

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 слабо устойчивых 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 реконструкции 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 ГРЩ, после первой стадии дробления выгружается во внутренний бункер, после чего, дробленный продукт поступает на пластинчатые питатели тяжелого типа и подается на ленточный конвейер.

Одной из основных задач для мощных карьеров Кривбасса является интенсификация открытых горных работ, обоснование рационального сочетания основного технологического оборудования. Длительный опыт эксплуатации комплексов ЦПТ показывает, что техническое состояние основного технологического оборудования подвергается значительным изменениям с потерей проектных параметров и работоспособности, что в конечном итоге, приводит к более возрастающей опасности возникновения аварийных ситуаций.

ДПП входящие в комплексы ЦПТ являются одним из основных звеньев, определяющих эффективность использования комбинированного автомобильно - железнодорожно-конвейерного транспорта.

В Кривбассе еще в 70-х годах прошлого столетия построены и в настоящее время эксплуатируются комплексы ЦПТ на пяти крупнейших горно-обогатительных комбинатах: Южном, Ингулецком, АрселорМиттал Кривой Рог, Северном.

Криворожский железорудный бассейн характеризуется крутонаклонным залеганием рудного тела, значительными параметрами и большой интенсивностью развития открытых горных работ по глубине до 500 метров. Для этих условий наиболее эффективна схема комбинированного транспорта с расположением ДПП стационарного типа на концентрационном горизонте рабочего борта карьера.

ДПП стационарного исполнения состоит из: крановой эстакады, наземных вспомогательных сооружений, фильтрационного помещения, трансформаторной подстанции, ремонтного пункта и колодца крупного дробления с расположенным в нем дробильным, дозирующим и транспортным оборудованием.

ДПП (проектируется как вертикальный шахтный ствол) представляет собой инженерное сооружение в виде цилиндрического колодца с диаметром 20 метров и глубиной 30 метров.

В верхней части ДПП расположен внешний приемный бункер. Внешний приемный бункер выполнен железобетонным, с футеровкой внутренней поверхности стен и днища металлическими листами. Стены внешнего приемного бункера возвышаются над подъездными разгрузочными площадками на 1200 мм и служат как отбойники для колес автосамосвалов.

Под внешним приемным бункером расположена конусная дробилка типа ККД-1500/180 ГРЦ, которая предназначена для первичного дробления горной массы размером до 1500 мм, производительность дробилки до 2500 т/час при насыпном весе 2,5 т/м<sup>3</sup>.

Дробилка установлена на железобетонный фундамент, являющийся верхней частью прямоугольного передаточного внутреннего бункера, выполненного из монолитного железобетона.

Фундамент дробилки выполнен в виде монолитной железобетонной плиты на шести колоннах сечением 1,0x1,4 м, армирование выполнено пространственными каркасами, армировка рабочая Ø22 А-I, конструктивная Ø10 А-I.

Фундаменты под колонны внутреннего бункера железобетонные отдельно стоящие. Внутренний бункер предназначен для передачи руды от дробилки к пластинчатым питателям типа ПП-2-24-60, расположенными на нижележащем перекрытии и равномерной подачей горной массы на ленточный конвейер.

Балки перекрытия опираются на стены колодца и металлические колонны расположенные рядом с фундаментом под дробилку. По металлическим балкам перекрытия выполнены монолитные железобетонные плиты перекрытия и металлические площадки.

Многолетние наблюдения выполненные НИГРИ ГВУЗ «КНУ» и анализ эксплуатации стационарных ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса позволил выявить их основные преимущества и недостатки (таблица).

Технологическое оборудование стационарных ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса эксплуатируется при значительных нагрузках (удары, большие объемы и крупность перерабатываемой горной массы и т.д.), при этом оборудование работает в агрессивной

водной и атмосферной среде. Приведенные факторы привели к тому, что технологическое оборудование стационарных ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса за более чем 40 лет эксплуатации имеет значительный физический износ.

#### Преимущества и недостатки стационарных ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса

Тип ДПП	Основное оборудование	Преимущества ДПП	Недостатки ДПП
Стационарный	-внешний приемный бункер - дробилка крупного дробление типа ККД-1500/180 ГРЦ  - пластинчатый питатель	- простота в эксплуатации - отсутствие проблем с переработкой горной массы  - высокая пропускная способность	-сложное конструктивное исполнение - пропускная способность ДПП зависит от производительности дробилки - повышенная металлоемкость и энергоемкость процесса перегрузки

Технологические осмотры и диагностирование, которые НИГРИ ГВУЗ «КНУ» регулярно проводит на стационарных ДПП комплексов ЦПТ карьеров Кривбасса позволило установить, что средний физический износ технологического оборудования составляет порядка 40%.

#### **Выводы.**

1. Дробильно-перегрузочные пункты входящие в комплексы циклично-поточной технологии карьеров являются одним из основных звеньев, определяющих эффективность использования комбинированного автомобильно–железнодорожно-конвейерного транспорта.

2. Криворожский железорудный бассейн характеризуется крутонаклонным залеганием рудного тела, значительными параметрами и большой интенсивностью развития открытых горных работ по глубине до 500 метров. Для этих условий наиболее эффективна схема комбинированного транспорта с расположением дробильно-перегрузочного узла стационарного типа на концентрационном горизонте рабочего борта карьера.

3. Дробильно-перегрузочный пункт стационарного использования состоит из: крановой эстакады, наземных вспомогательных сооружений, фильтрационного помещения, трансформаторной подстанции, ремонтного пункта и колодца крупного дробления с расположенным в нем дробильным, дозирующим и транспортным оборудованием.

4. Технологическое оборудование стационарных дробильно-перегрузочных пунктов комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса эксплуатируется при значительных нагрузках (удары, большие объемы и крупность перерабатываемой горной массы и т.д.), при этом оборудование работает в агрессивной водной и атмосферной среде.

5. Технологическое оборудование стационарных дробильно-перегрузочных пунктов комплексов циклично-поточной технологии карьеров Кривбасса за более чем 40 лет эксплуатации имеет значительный (порядка 40%) средний физический износ.

#### Список 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. Научная мысль, Киев, 1972.
10. Тарковский Б.Н. Влияние дробления пород на эффективность технологических процессов открытой разработки. - К.: Научная мысль, 1974.

## **ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

*Е.К. Бабец, Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «Криворожский национальный университет», Украина*

Обоснована возможность использования магнитоэлектрического эффекта для аппаратного обеспечения геофизической системы прогнозирования и мониторинга техногенных нарушений геологической среды при открытой разработке железистых кварцитов в зонах влияния подземных горных работ.

**Введение.** Криворожский железорудный бассейн является основным горнодобывающим регионом, который обеспечивает до 70% производства товарного железорудного сырья Украины.

Разработка Криворожского месторождения железных руд осуществляется с 1881 г. За это время добыто около 4,5 млрд. т товарной железной руды, для чего было изъято из недр более 6 млрд. м<sup>3</sup> (около 17 млрд.т) горной массы.

Вследствие длительного производства горных работ, в Кривбассе произошли масштабные нарушения состояния недр и земной поверхности. Техногенные нарушения земной поверхности превышают 300 км<sup>2</sup> и составляют в длину около 100 км, а в ширину до 3-5 км. Эти нарушения представлены карьерами глубиной до 300 м, шахтами глубиной до 1500 м, мульдами сдвига и зонами обрушения пород, непогашенными подземными пустотами. Вдоль территории с техногенными нарушениями расположены: отвалы вскрышных пород высотой до 120 м; хвостохранилища, в которых накоплено около 5 млрд. м<sup>3</sup> горной массы и отходов обогащения руд; защитные дамбы шламоохранилищ с высотой до 90 м. Рядом с этими объектами расположены промышленные предприятия и жилые массивы.

Создалась ситуация, когда в верхней части земной коры Кривбасса образовались выемки и пустоты антропогенного происхождения, а параллельно им размещаются огромные техногенные объекты с массой в миллиарды тонн. Это привело к созданию значительной концентрации неуравновешенного напряжения земной коры, которое ежегодно возрастает по мере углубления горных работ. Общие объемы земной коры, которые подвержены антропогенным геомеханическим процессам в Кривбассе, составляют около 16-17 млрд. м<sup>3</sup> (возможно до 20 млрд. м<sup>3</sup>) массой около 50 млрд. т при интенсивности нарушений 1 млрд. м<sup>3</sup> каждые 8 лет. Ежегодная интенсивность нарушений возрастает и в самом ближайшем времени может возрасти еще на 15-20 %.

**Состояние вопроса.** В настоящее время отработка залежей железных руд Кривбасса ведется открытым и подземным способами в условиях техногенной нагрузки на