



Булат А. Ф., Четверик М. С. /д. т. н./,
Бабий Е. В. /к. т. н./

Институт геотехнической механики
им. Н. С. Полякова НАН Украины

Вилкул Ю. Г., Станков А. П. /д. т. н./
Академии горных наук Украины

Перспективы применения крутонаклонных конвейеров при циклично-поточной технологии в условиях глубоких карьеров Кривбасса

Обоснована необходимость создания опытно-промышленного участка циклично-поточной технологии с крутонаклонным конвейером. Рассмотрены основные этапы разработки проекта и создания опытно-промышленного участка. Обоснованы тип крутонаклонного конвейера, дробилки крупного механического дробления, структуры внутрикарьерного перегрузочного пункта и на поверхности. Ил. 2. Библиогр.: 2 назв.

Ключевые слова: циклично-поточная технология, крутонаклонные конвейеры, глубокие карьеры, перспективы, добыча руды

The necessity of creation of experimental-industrial area of cyclical-and-continuous method with high-angle conveyor is explained. The main stages of development of the project and creation of experimental-industrial area are considered. The type of high-angle conveyor, grinding machine of large mechanical crushing, structure of in-pit transfer point and on the surface are explained.

Keywords: cyclical-and-continuous method, high-angle conveyors, deep pits, perspectives, ore output

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями

Применение циклично-поточной технологии (ЦПТ) горных работ при выбранных схемах вскрытия с учетом принятого направления развития горных работ и использования производительного оборудования позволило на карьерах Кривбасса достичь эффективной добычи руды на глубоких горизонтах. Однако, применение схем вскрытия горизонтов подземными выработками, небольшой угол наклона магистральных конвейеров приводят к консервации значительных запасов руды, снижают экономическую эффективность циклично-поточной технологии и ограничивают область применения.

Наступает новый этап развития циклично-поточной технологии, предусматривающий применение в ее комплексе крутонаклонных конвейеров [1]. Однако, существующие в мире комплексы ЦПТ с крутонаклонными конвейерами по конструктивным особенностям не применимы для условий открытой добычи руд в Кривбассе: из-за высокой крепости руды не применимы рекомендуемые типы дробилок; из-за высокой абразивности и кусковатости руды не достаточно обосновано применение конвейеров с прижимной лентой [2]. Кроме того не разработаны схемы вскрытия горизонтов и типы перегрузочных пунктов внутри карьера и на поверхности. Не испытано оборудование и не

проведена опытно-промышленная проверка технологии.

Анализ исследований и публикаций

С целью решения этих проблем Академией горных наук Украины была проведена в октябре 2013 г. научно-практическая конференция «Применение крутонаклонных конвейеров для транспортирования горной массы из глубоких карьеров на поверхность». В работе конференции принимали участие ведущие специалисты в области добычи полезных ископаемых в глубоких карьерах. Принято решение о необходимости проведения опытно-промышленной проверки применения крутонаклонных конвейеров в условиях глубоких карьеров Кривбасса. Академией горных наук Украины совместно с ИГТМ НАНУ и другими заинтересованными организациями разработана программа: «Разработка, создание и внедрение крутонаклонных конвейеров циклично-поточной технологии на глубоких карьерах Кривбасса». Программой предусматривается создание опытно-промышленных участков по проверке работоспособности крутонаклонных конвейеров в условиях железорудных карьеров Кривбасса. В выполнении этой программы предусмотрено участие научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций, машиностроительных заводов и горнодобывающих предприятий. Программа находится на согласовании.

Постановка задания

В данной статье приведено обоснование необходимости создания опытно-промышленного участка ЦПТ с крутонаклонным конвейером и предложена технологическая схема его осуществления. Основные вопросы, подлежащие детальному рассмотрению и обоснованию, следующие:

- а) тип крутонаклонного конвейера и его параметры, кусковатость транспортируемой горной массы, способы его загрузки;
- б) тип дробилки; направления конструктивного совершенствования конусной дробилки, как широко используемой в Кривбассе;
- в) тип внутрикарьерного дробильно-перегрузочного пункта;
- г) тип перегрузочного пункта на поверхности;
- д) схемы вскрытия горизонтов.

Изложение материала и результатов

Одной из главных проблем открытой добычи руд в Кривбассе, определяющей ее перспективность и экономичность, является разработка эффективных технологий выемки, транспортирования и отвалообразования скальных вскрышных пород. Это относится, прежде всего, к тем объемам скальной вскрыши, которые сосредоточены ниже зоны работы железнодорожного транспорта. Высота этой части вскрышной рабочей зоны колеблется от 150 до 300 м, причем углы откоса бортов на отдельных участках карьеров составляют 27-35° (уступы сдвоены и строены, созданы временно нерабочие борта карьеров). Из-за этого возникают сложности опускания железнодорожного транспорта на более глубокие горизонты: требуется разнос бортов, большие капитальные затраты на укладку путей (около одного млн грн. на один км) и сооружение перегрузочного пункта длиной около 0,6 км. Поэтому расстояния автоперевозок скальной вскрыши постоянно увеличиваются, что в конечном итоге приводит к увеличению себестоимости руды.

Вторая проблема связана с применением на некоторых карьерах Кривбасса недостаточно обоснованных схем вскрытия, не учитывающих систему разработки и направление развития горных работ, с расположением вскрывающих выработок на рабочих бортах при понижении горных работ, что привело к разделению карьеров на участки. Этому способствовал несвоевременный перенос перегрузочных пунктов на нижние горизонты. Поэтому происходит консервация запасов руды, сдерживается развитие горных работ (карьер № 1 ЦГОКа, Анновский карьер СевГОКа). Расконсервацию целиков и

выемку запасов руды можно осуществить путем применения циклично-поточной технологии с крутонаклонными конвейерами. Но для этого необходимо создание опытно-промышленного участка.

Третья проблема, которая весьма существенно влияет на эффективность добычи руд на глубоких горизонтах, состоит в том, что на карьерах при применении комбинированных видов транспорта, прежде всего автомобильно-железнодорожного, применяют экскаваторные перегрузочные пункты. На некоторых карьерах их количество составляет от двух до шести. Они, в результате своих больших параметров, консервируют большие запасы руды. Ликвидация этих перегрузочных пунктов путем перехода к циклично-поточной технологии с крутонаклонными конвейерами позволила бы отработать запасы руды с минимальными объемами вскрышных пород. При циклично-поточной технологии также консервируются запасы руды под перегрузочными пунктами, но значительно меньшие.

Четвертая проблема заключается в том, что значительные запасы руды законсервированы под существующими транспортными коммуникациями карьеров. При доработке карьеров эти запасы можно было бы вынуть без дополнительной выемки вскрышных пород. Однако при этом нарушится транспортная взаимосвязь глубоких горизонтов с поверхностью.

Особенностью выемки вскрышных пород является то, что они рассредоточены по всей глубине карьера, что требует выбора соответствующей технологии разработки. Из всех известных технологий, наиболее рациональными для решения указанных выше проблем, являются: циклично-поточная (ЦПТ) с крутонаклонными конвейерами (КНК) и поточная технологии.

Таким образом, области применения ЦПТ с крутонаклонными конвейерами в глубоких карьерах следующие.

Первая. При добыче руд и выемке вскрышных пород для их выдачи на поверхность на глубоких карьерах.

Вторая. Выемка и затем транспортирование крутонаклонным конвейером вскрышных пород на поверхность из вскрышных горизонтов, расположенных ниже зоны работы железнодорожного транспорта.

Третья. Выемка и транспортирование на поверхность руд, которые сосредоточены в целиках под автомобильно-железнодорожными перегрузочными пунктами или перегрузочными пунктами циклично-поточной технологии.

Четвертая. Обеспечение грузотранспортной связи глубоких горизонтов карьеров при их до-

работке при ликвидации существующих транспортных коммуникаций.

Пятая. При интенсивном разное нерабочих бортов или временно нерабочих бортов карьеров.

Шестая. При доработке месторождения и переходе на открыто-подземную выемку для обеспечения грузотранспортной связи с поверхностью.

Следовательно, основным назначением циклично-поточной технологии с крутонаклонными конвейерами на глубоких карьерах является транспортирование скальных вскрышных пород и руд из глубоких и средних по глубине карьера горизонтов на поверхность.

Для широкого промышленного применения крутонаклонных конвейеров на глубоких железорудных карьерах Кривбасса необходимо предварительное проведение научно-исследовательских и проектных работ, опытно-промышленная проверка оборудования, технико-экономическое обоснование его применения и т. д. На проведение исследовательских изысканий, конструкторских проработок, проектирование объекта и строительство опытно-промышленного участка требуется достаточно продолжительный период времени и значительные затраты. Поэтому при выборе объекта для создания опытного участка необходимо предусмотреть его переход в дальнейшем в промышленный. Для конкретного карьера Кривбасса необходимо выбрать такой участок, который бы включал в себя небольшую глубину (5-6 уступов), но при этом предусматривалась бы выемка большого объема горной массы и решалась грузотранспортная связь добычных горизонтов карьера с поверхностью путем использования крутонаклонного конвейера. Это может быть транспортное обеспечение при выемке вскрышных пород ниже зоны работы железнодорожного транспорта или при интенсивном разное временно нерабочих бортов карьеров.

Программа создания опытно-промышленного участка «Разработка, создание и внедрение крутонаклонных конвейеров циклично-поточной технологии на глубоких карьерах Кривбасса» предусматривает тесное сотрудничество специалистов:

- научных институтов (Институт геотехнической механики им. Н. С. Полякова НАН Украины, Академия горных наук Украины, ГВУЗ «Криворожский технический университет», ГВУЗ «Национальный горный университет»);

- проектных институтов (ГП «УкрНИИпроект», ОАО «Южгипроруда», ГП «ГПИ «Кривбаспроект»);

- конструкторского бюро заводов-изготовителей оборудования (ПАО «Новокраматорский

машиностроительный завод», НПК «Горные машины»);

- горно-обогачительных комбинатов Кривбасса (ОАО «ЮГОК», ПАО «ИнГОК», ПАО «СевГОК», ПАО «ЦГОК», ПАО «АМКР»).

Программа включает выполнение следующих этапов:

1. Научно-исследовательские работы (определение области применения ЦПТ с КНК на карьерах Кривбасса; разработка схем вскрытия горизонтов при применении ЦПТ с КНК; обоснование производительности грузотранспортного комплекса и перегрузочных пунктов; срок службы комплекса; обоснование типа и конструкции КНК, установить его параметры; выработать требования к взрывному и механическому дроблению горной массы; разработка технологической схемы; формирование внутрикарьерного перегрузочного пункта и перегрузочного пункта на поверхности; расчет устойчивости борта карьера).

2. Проектно-конструкторские работы (выполнение проекта опытно-промышленного участка ЦПТ с КНК на карьере; выполнение проекта автоматизированной системы управления комплексов в составе проекта; конструкторские проработки выбранного типа крутонаклонного конвейера, дробилки крупного механического дробления, грохотов, в зависимости от требуемой кусковатости горной массы).

3. Изготовление оборудования (согласно конструкторским проработкам изготовление крутонаклонного конвейера, дробилки крупного механического дробления, грохотов, питателей и др.).

4. Строительство опытно-промышленного участка и монтажные работы (подготовительные горно-капитальные работы по постановке борта и зачистке уступов, формированию рабочих площадок перегрузочных пунктов; выемка горной массы под котлован для установки дробилки крупного дробления; закрепление опор по уступам под крутонаклонный конвейер или проведение траншеи; строительство перегрузочных пунктов в месте загрузки КНК и его разгрузки; монтаж оборудования; провести пробный запуск без нагрузки).

5. Опытно-промышленные испытания и дальнейшая промышленная эксплуатация.

Общие технологические требования для создания циклично-поточной технологии с крутонаклонными конвейерами в условиях карьеров Кривбасса следующие.

1. Угол подъема скальных вскрышных пород из глубоких горизонтов карьера крутонаклонным конвейером может быть принят исходя из следующего. Соответственно существующих

норм проектирования углы откоса нерабочих бортов карьеров со скальными породами должны составлять не более 36-38 градусов. Возможно их увеличение в будущем до 45 градусов и на отдельных участках до 50. Отсюда следует, что угол подъема руды и скальных вскрышных пород крутонаклонным конвейером на начальных этапах может составлять 30-36 градусов.

2. Требования к гранулометрическому составу скальной горной массы, транспортируемой крутонаклонным конвейером, более высокие, чем при применении наклонных конвейеров.

Работоспособность наклонных и крутонаклонных конвейеров определяется гранулометрическим составом скальной горной массы. Условием решения научно-технической задачи является: максимальный размер куска в горной массе, которую транспортируют конвейером, должен быть таким, чтобы при заданной скорости перемещения конвейерной ленты динамические нагрузки при его ударе с роликкопорой не приводили к ее разрушению. Гранулометрический состав, дисперсность транспортируемой горной массы должны быть таковы, чтобы при заданной конструкции крутонаклонного конвейера (с лентой глубокой вогнутости или с прижимной лентой) соблюдалось ее устойчивое состояние: не происходило скатывание кусков и проскальзывание ленты, выдерживалось плотное зажатие кусков лентой.

Основными технологическими преимуществами крутонаклонных конвейеров по сравнению с наклонными являются:

- размещение их на опорах или в траншее по борту карьера, что существенно снижает капитальные затраты по сравнению с их размещением в стволах;
- уменьшение расстояния транспортирования горной массы;
- увеличение угла наклона конвейера сокращает площадь борта карьера, которая консервируется для его расположения.

По сравнению с размещением конвейеров в стволах крутонаклонные конвейера консервируют меньшую площадь борта карьера, а, следовательно, и запасов. При выборе типа крутонаклонного конвейера [2] необходимо исходить из условий его эксплуатации в глубоком карьере с учетом как климатических условий района (температура, атмосферные осадки), так и условий его обслуживания, сейсмического воздействия взрывных работ. Поэтому конвейер должен иметь укрытие, предотвращающее поступление на него атмосферных осадков; оборудован транспортными устройствами для подвоза материалов при ремонте конвейера. Кроме того, необходимо чтобы конвейер состоял из

конструктивных элементов, надежность работы которых проверена продолжительной эксплуатацией в условиях транспортирования скальных пород и руд Кривбасса.

Крутонаклонный конвейер. Наиболее близко соответствуют этим требованиям крутонаклонные конвейеры с лентой глубокой вогнутости (желобчатости). Крутонаклонные конвейеры с лентой глубокой вогнутости применяют для транспортирования дробленых горных пород различной крупности. Степень вогнутости ленты КНК и угол подъема им груза зависят от кривизны транспортируемого материала, длины роликкопоры и ее угла наклона.

Тип дробилки. При применении циклично-поточной технологии на карьерах Кривбасса широко используют конусные дробилки ККД-1500/180. Достоинства стационарных перегрузочных пунктов, оборудованных конусными дробилками типа ККД-1500/180:

1. Конусная дробилка является дробилкой непрерывного действия, что наиболее соответствует применяемой циклично-поточной технологии.
2. Производительность дробилки не зависит от производительности питающих устройств, например, питателей, так как работает под завалом.
3. Загрузка дробилки может осуществляться различными типами автосамосвалов и думпкаров.
4. Одновременно с перегрузкой осуществляется механическое дробление руды в карьере.
5. Высокая надежность конусной дробилки, как с точки зрения дробления весьма крепких пород (крепостью до 20 по В. В. Протодякову), так и поступления негабаритных кусков руды.
6. Высокая производительность дробилки.
7. При циклично-поточной технологии перегрузочный пункт занимает в карьере небольшую площадь, поскольку разгрузку автосамосвалов осуществляют непосредственно в бункер дробилки. Это позволяет консервировать в целых значительные меньшие запасы руды, чем при автомобильно-железнодорожных перегрузочных площадках.

Внутрикарьерный дробильно-перегрузочный пункт. Загрузка на конвейер осуществляется через автомобильно-конвейерные перегрузочные пункты, которые имеют ряд недостатков:

- большая высота перегрузочного пункта, оборудованного конусной дробилкой. Из-за того, что привод дробилки находится внизу, высота перегрузочного пункта составляет свыше 30 метров. Это приводит к переподъему горной массы автосамосвалами.

- конусная дробилка из-за неуравновешенности требует мощного фундамента.

Как свидетельствует опыт применения при ЦПТ перегрузочных пунктов, оборудованных конусными дробилками, срок их эксплуатации составляет 10-15 лет. Затем создают новые перегрузочные пункты на более глубоких горизонтах. Если применять крутонаклонный конвейер, то срок его эксплуатации может составлять также не менее 10-15 лет. Отсюда следует, что при применении крутонаклонных конвейеров при ЦПТ нет необходимости создавать передвижные перегрузочные пункты, поскольку конвейер будет использоваться продолжительный период времени без переноса. Целесообразно создавать их переносными.

Особенностью переносного внутрикарьерного перегрузочного пункта, который рекомендуется применять при циклично-поточной технологии с КНК является то, что конусная дробилка, также как и при наклонных конвейерах, располагается в уступе. Однако, поскольку пункт является переносным, то его сооружают следующим образом.

1. Вначале на высоту, примерно, двух уступов в борту карьера создается выемка. Ее параметры соответствуют параметрам колодца, который создают при стационарной установке дробилки (рис. 1а).

2. Затем в выемке устанавливаются фундаментные блоки, обеспечивая расположение дробилки и бункера над ней (рис. 1б).

3. Пространство между фундаментными блоками и стенками выемки заполняют горной массой с ее уплотнением.

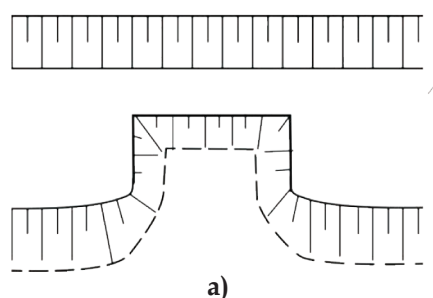


Рис. 1. Создание внутрикарьерного переносного перегрузочного пункта с конусной дробилкой: а - выемка; б - установка блоков и дробилки

Разгрузка руды из-под дробилки производится конвейером или питателем на площадку и затем перегружается на крутонаклонный конвейер.

Перегрузочные пункты на поверхности. Создание перегрузочных пунктов на поверхности или внутри карьера для приема горной массы с крутонаклонного конвейера представляет определенные трудности. Главная из них - не всегда можно найти необходимую площадку для размещения перегрузочного пункта.

Возможны две технологические схемы:

1. Перегрузочный пункт для перегрузки горной массы с крутонаклонного конвейера в средства железнодорожного транспорта. В этом случае перегрузочный пункт создают возле введенных в карьер железнодорожных путей или на автомобильно-железнодорожном перегрузочном пункте. Перегрузочный пункт можно создать с учетом применения сухой магнитной сепарации или разделение пород по классам для получения щебня (рис. 2). В этом случае грузотранспортная схема следующая: карьерные автосамосвалы, крутонаклонный конвейер, железнодорожный транспорт.

2. Перегрузочный пункт для перегрузки горной массы с крутонаклонного конвейера в автомобильный транспорт. Такой перегрузочный пункт может применяться в следующих случаях:

- когда на карьерах применяют исключительно автомобильный транспорт;
- когда на поверхности невозможно возле карьера расположить конвейерно-железнодорожный перегрузочный пункт.

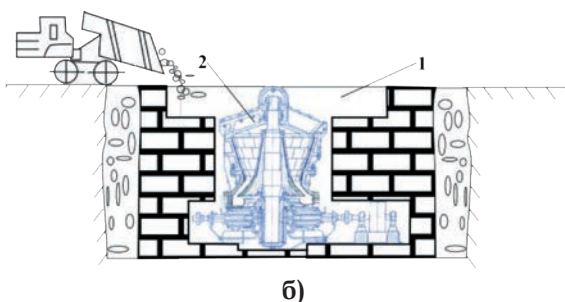


Рис. 2. Перегрузочный пункт на поверхности

В этом случае грузотранспортная схема следующая: карьерные автосамосвалы, крутонаклонный конвейер, карьерные автосамосвалы.

Технологический комплекс ЦПТ с КНК включает в себя выемочно-погрузочное оборудование, карьерные автосамосвалы, внутрикарьерный дробильно-перегрузочный пункт, крутонаклонный конвейер, перегрузочный пункт на поверхности, железнодорожный или автомобильный транспорт.

Выводы и направления дальнейших исследований

Таким образом, внедрение циклично-поточной технологии на более высоком уровне предусматривает применение крутонаклонных конвейеров с открытым расположением по борту карьера, что обеспечивает быстрые темпы строительства, снижение объемов горнокапитальных работ, меньшие затраты. Это позволяет разместить их в любом участке борта карьера и обеспечить грузотранспортную связь добычных горизонтов с поверхностью.

Для промышленного применения ЦПТ с КНК предварительно необходимо провести научно-исследовательские изыскания, решить технические и технологические задачи, проработать конструкторские особенности оборудования технологического комплекса, поэтому первоочередной задачей является разработка, проектирование и строительство опытно-промышленного участка.

Библиографический список

1. Циклично-поточная технология на глубоких карьерах. Перспективы развития / М. С. Четверик, В. В. Перегудов, А. В. Романенко и др. – Кривой Рог: Дионис, 2012. – 356 с.: ил., табл.
2. Перспективы применения крутонаклонных конвейеров при циклично-поточной технологии горных работ на карьерах Кривбасса / М. С. Четверик, Е. В. Бабий, А. А. Икол, В. В. Терещенко // *Металлург. и горноруд. пром-сть.* – 2010. – № 5. – С. 94-98.

Поступила 22.09.2014



УДК 622.271:342

Производство

Дриженко А. Ю., Никоненко А. В.
Национальный горный университет

Совершенствование конструкции ленточных конвейеров при углублении железорудных карьеров

Показано, что увеличение глубины карьеров, изменение параметров систем разработки, сложности с понижением горных пород вызывают необходимость совершенствования схем вскрытия, технологических схем и оборудования циклично-поточной технологии с учетом применения крутонаклонных конвейеров. Приведена технологическая схема отработки глубоких горизонтов карьеров крутыми слоями. Показана целесообразность при проведении горных работ по этой системе применения циклично-поточной технологии с крутонаклонными конвейерами. Приведена конструкция крутонаклонного ленточно-тележечного конвейера. Применение такого конвейера позволяет транспортировать куски горной массы до 700-800 мм с глубоких горизонтов карьеров к действующим комплексам ЦПТ. Ил. 2. Библиогр.: 6 назв.

Ключевые слова: глубокие карьеры, рабочая зона, крутонаклонные ленточные конвейеры, технико-экономические показатели

It is shown that the increase of open pits depth, development system parameterization, complexity with reduction of mining causes the necessity to improve opening schemes, technological schemes and equipment of cyclical-and-continuous method considering the application of high-angle conveyors. Technological scheme of processing of deep levels of open pits by sharp layers is given. Practicability during mining operations according to this scheme of application of cyclical-and-continuous method with high-angle conveyors is given. Application of such conveyer allows to transport the pieces of mined rock up to 700-800 mm from deep layers of open pits to the active complex of cyclical-and-continuous method.

Keywords: deep open pits, working area, high angle belt conveyor, technical and economic features

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

На карьерах Кривбасса получила распространение циклично-поточная технология с на-

клонными конвейерами в комплексе с дробилками крупного дробления, при которой осуществляют перенос перегрузочных пунктов в соответствии с перемещением горных работ.