

Швец Д.В.

(ГП «ГПИ «Кривбасспроект»)

**АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ВЕДЕНИЯ
ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ
В КАРЬЕРЕ ОАО «ЛЕБЕДИНСКИЙ ГОК»**

Швец Д.В.

(ДП «ДП «Кривбасспроект»)

**АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМІВ ВЕДЕННЯ ВІДКРИТИХ
ГІРНИЧИХ РОБІТ У КАР'ЄРІ ВАТ «ЛЕБЕДИНСЬКИЙ ГЗК»**

Shvets D.V.

(SE "SDI "Krivbassproject")

**ANALYSIS OF PROMISING TRENDS OF OPENCAST MINING IN THE
QUARRY OF "LEBEDINSKIY GOK"**

Аннотация. С углублением горных работ актуальным становится вопрос выбора рационального способа транспортирования горной массы из карьера на поверхность. Для условий карьера ОАО «Лебединский ГОК» проанализированы основные виды технологического транспорта применяемого при вскрытии и разработке глубоких горизонтов. Представлена сравнительная характеристика циклических видов транспортирования горной массы и поточных технологий с учетом горно-геологического анализа Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений.

Рассмотрены возможные направления развития ведения открытых горных работ, обеспечивающих выдачу железной руды на дневную поверхность конвейерным транспортом в объеме 40 млн. т в год. Предложена экспериментальная конструкция ленточного конвейера с двумя прижимными лентами.

Применение крутонаклонного конвейера с двумя прижимными лентами позволит увеличить угол наклона конвейерных трасс и обеспечит увеличение несущей производительности конвейерного тракта в 1,5 раза по сравнению с традиционными ленточными конвейерами. Также решается экологический аспект транспортирования горной массы за счет пылеподавления и отсутствия просыпей.

Ключевые слова: автомобильный и железнодорожный транспорт, циклично-поточная технология, концентрационный горизонт, крутонаклонный конвейер, ленточный конвейер с двумя прижимными лентами, перспектива развития конвейерного транспорта.

Введение. Характерной особенностью развития открытых горных работ в настоящее время является систематическое повышение объемов добычи, в том числе за счет постепенного (6,0 ÷ 7,5 м/год) увеличения глубины карьеров. Следовательно, увеличение угла транспортирования горной массы с учетом горно-геологического строения месторождения полезного ископаемого является экономически оправданным вследствие значительной экономии капитальных и эксплуатационных затрат [1 - 2].

Теоретическая часть. Особенно сильное влияние глубина разработки ока-

зывает на снижение производительности циклических видов транспорта – автомобильного и железнодорожного. В данных условиях повышение единичной мощности оборудования решает проблему увеличения добычи с глубоких горизонтов карьера лишь частично. Ведь горно-обогащительные комбинаты – это высокоинерционные системы, значительная часть технологического транспорта которых выработала свой ресурс. А традиционные виды транспорта оказались не всегда приемлемы для крутонаклонного транспортирования насыпного груза в стесненных условиях по своим экономическим, экологическим и техническим параметрам [3].

Экспериментальная часть. Широко применяемые в транспортном процессе обычные конвейерные системы не всегда удовлетворяют горно-технологическим условиям, что затрудняет их использование или требует особых мероприятий при установке и эксплуатации. Это подтверждается при доставке навалочных грузов на значительные расстояния, при больших углах подъема груза и в случае неоднократного изменения направления его движения. По мнению ряда отечественных и зарубежных специалистов горного дела, одним из оптимальных видов транспорта для перемещения насыпного груза в высокопроизводительных карьерах и при стесненных условиях ведения открытых горных работ являются крутонаклонные конвейеры (КНК), способные транспортировать насыпной груз под углом до 90° .

Основные достоинства и недостатки КНК приведены в таблице 1.

С целью устранения такого недостатка как обрушение грузов, ограничение типов транспортируемых грузов, а также для сохранения безопасности ведения работ при использовании КНК предлагается конструкция КНК с двумя прижимными лентами (см. рис. 1).

На сегодняшний день, принимая во внимание скорость понижения горных работ, на карьере ОАО «Лебединский ГОК» для отработки глубоких горизонтов до конечной глубины карьера минус 250 м, в транспортно-технологической схеме необходимо предусмотреть внедрение циклично-поточной технологии открыто-подземного исполнения начиная с 2024 г., со строительством концентрационного приемно-дробильного комплекса на горизонте минус 135 м на северо-западном борту карьера.

Результаты и их обсуждение. По состоянию горных работ на 01.01.2013 г. карьер ОАО «Лебединский ГОК» вскрыт до горизонта минус 213 м. Максимальная глубина карьера от поверхности составляет 421 м, длина по поверхности – 4447 м, ширина – 3185 м, площадь карьера – 1208,8 га.

Разработка месторождения производится поуступно с применением одноковшовых экскаваторов с погрузкой в автомобильный и железнодорожный транспорт для обеспечения доставки руды на обогащительную фабрику, а вскрышных пород – во внешние отвалы.

Сводная таблица имеющегося горного оборудования с указанием среднего возраста по состоянию на 01.01.2013 г. представлена в таблице 2.

Для транспортировки горной массы применяется автомобильный, железнодорожный и гидравлический транспорт.

На горизонтах 0 ÷ 30 м построены железнодорожные станции – «Западная», «Скальная», «Горная», которые железнодорожными съездами с уклонами 50 ‰ связаны со станциями «Рудная» и «Кварцитная». Данная транспортная схема позволяет железнодорожным транспортом обрабатывать скальную горную массу на горизонтах минус 45 ÷ 75 м, что обеспечивает возможность эксплуатации 11 перегрузочных пунктов на горизонтах 15 ÷ минус 45 м.

Таблица 1 – Сводная таблица преимуществ и недостатков КНК

№ п/п	Преимущество использования КНК	Недостаток использования КНК
1	Снижение объемов горнокапитальных работ, в связи с отсутствием какой-либо подготовки откосов для размещения технологического оборудования	При неправильном выборе типа дробилки устойчивость работы может нарушаться недостаточной износостойкостью пластинчатых или ленточных питателей, применяемых в выполненных конструкциях, и потерями рабочего времени при удалении негабаритов
2	Возможность перенос конвейера в случае изменения места его расположения	Ограниченность транспортируемых грузов – насыпные неабразивные породы
3	Крутой угол наклона конвейера и большая высота подъема / транспортирования насыпного груза	Существенное значение имеет высота приема материала, т.к. высокое расположение горизонта разгрузки автосамосвалов вызывает необходимость строительства мощных подпорных стенок и приводит к перепробегу автотранспорта
4	Безопасность работы конвейера обеспечивается установкой роликоопор рабочей ветви и прижимных роликов одностороннего вращения при повышенном давлении на прижимную ленту для обеспечения необходимого уровня сил трения	Обрушение груза в хвостовую часть конвейера и разрыв лент является значительно опаснее, чем на конвейерах традиционных конструкций
5	Обеспечивается свободный доступ к конструкциям по всей высоте секции конвейера	Незащищенность открытых несущих конструкций крутонаклонного конвейера от выполняемых массовых взрывов в карьере и атмосферного воздействия на технологическое оборудование

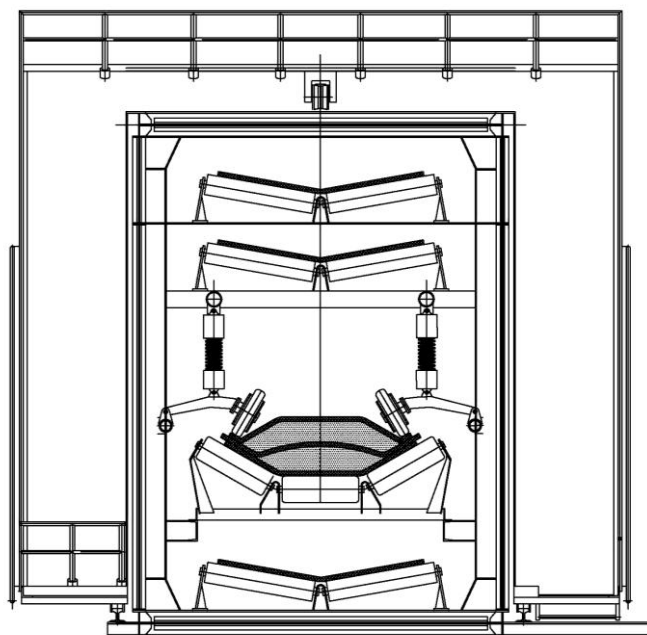


Рис. 1 – Схема конструкции ленточного конвейера с двумя прижимными лентами

Таблица 2 – Сводная таблица имеющегося оборудования на 01.01.2013 г.

Экскаваторы		Буровые станки		Бульдозеры	
Тип оборудования	Кол-во (шт.)	Тип оборудования	Кол-во (шт.)	Тип оборудования	Кол-во (шт.)
ЭКГ-10	21	СБШ-250 МН	14	Д-355 АЗ	1
ЭКГ-8УС	11	СБШ-270 И	7	ДЗ-59 ХЛ	1
ЭКГ-8И	2	Pit Viper-275	2	САТ D9R	1
ЭКГ-6,3УС	16			Т-500	4
ЭКГ-4У	3			Т-35.01 ЯБР-1	7
ЭКГ-4,6Б	7			Т-330	6
ЭШ-10/60	1			Т-25.01 ЯБ-1	1
ЭШ-10/50	2				
ИТОГО:	63	ИТОГО:	23	ИТОГО:	21
Средний возраст оборудования, лет	23	Средний возраст оборудования, лет	11	Средний возраст оборудования, лет	14

Таким образом, эксплуатируются ст. «Северная» на гор. 118 м, ст. «Рудная» на гор. 56 м, ст. «Кварцитная» на гор. 45 м, ст. «Скальная» на гор. 15 м, ст. «Горная» на гор. 0 м, ст. «Западная» на гор. 30 м.

Схема транспортировки горной массы железнодорожным транспортом представлена на рис. 2. В центральном направлении месторождение вскрывается системой автомобильных съездов.

Третий этап развития месторождений в соответствии с «Техническим проектом на разработку Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений. III очередь строительства», разработанного ОАО «Центрогипроруда» в 2004 г.,

предусматривает строительство в 2015 г. третьей выездной траншеи с руководящим уклоном 60 ‰. Данное техническое решение обосновано опробованием в карьере ОАО «Лебединского ГОКа» нового способа поэтапного многостороннего вскрытия с поэтапным увеличением руководящего уклона капитальных траншей и прямого заезда железнодорожного транспорта на глубокие горизонты по кратчайшему расстоянию (авторское свидетельство «Способ вскрытия карьерного поля» №1642014А1).

Таким образом, с целью устранения недостатков при транспортировании горной массы (многократное изменение направления движения, увеличение дальности транспортирования за счет большого числа тупиковых железнодорожных станций) предложено поэтапное целенаправленное формирование вскрывающих выработок позволяющее каждую выездную траншею, начиная со второй, приближать к пунктам приема горной массы.

Строительство III траншеи позволит осуществить углубку двух действующих выездных траншей и увеличить число вскрывающих выработок на железнодорожный транспорт.

На сегодняшний день специалистами ОАО «Лебединской ГОК» проработаны варианты строительства циклично-поточной технологии (ЦПТ) открытого и подземного исполнения по северо-западному борту карьера.

Приемный бункер дробильно-конвейерного комплекса (ДКК) расположен на горизонте минус 75 м (северный борт карьера). Месторасположение приемного бункера ДКК и размещение конвейерных трасс ЦПТ предопределено находящимся в конечном положении северного борта карьера, а также выставленные до конечных контуров верхние горизонты западного борта карьера.

Постановка в предельное положение нижележащих горизонтов невозможна, в связи со сложными горно-геологическими условиями и консервацией западного борта под второй железнодорожной траншеей.

Железнодорожные станции, расположенные на северном борту, консервируют борт в предельном положении. Поэтому северный борт карьера наиболее подготовлен для размещения на нём на постоянной основе элементов дробильно-конвейерного комплекса.

Следует отметить, что при строительстве ЦПТ открытого исполнения необходимо будет ликвидировать железнодорожные пути по всем горизонтам западного борта, перегрузочные пункты в юго-западном торце карьера, а также железнодорожную станцию «Западная».

Таким образом, при строительстве комплекса циклично-поточной технологии необходимость дальнейшего ввода железнодорожного транспорта при понижении горных работ в карьере является не целесообразной.

Применение конвейерного транспорта в карьере наиболее эффективно при отработке нижних горизонтов карьера. В настоящее время нижние горизонты карьера обрабатываются на комбинированный автомобильно-железнодорожный транспорт. Поэтому наиболее очевидным является поэтапный переход на дробильно-конвейерные комплексы части грузопотоков именно этих горизонтов. При этом возможна отработка руды на комплекс ЦПТ, а вы-

емка и транспортирование скальной вскрыши до перегрузочных пунктов с авто на ж/д транспорт по существующей схеме.

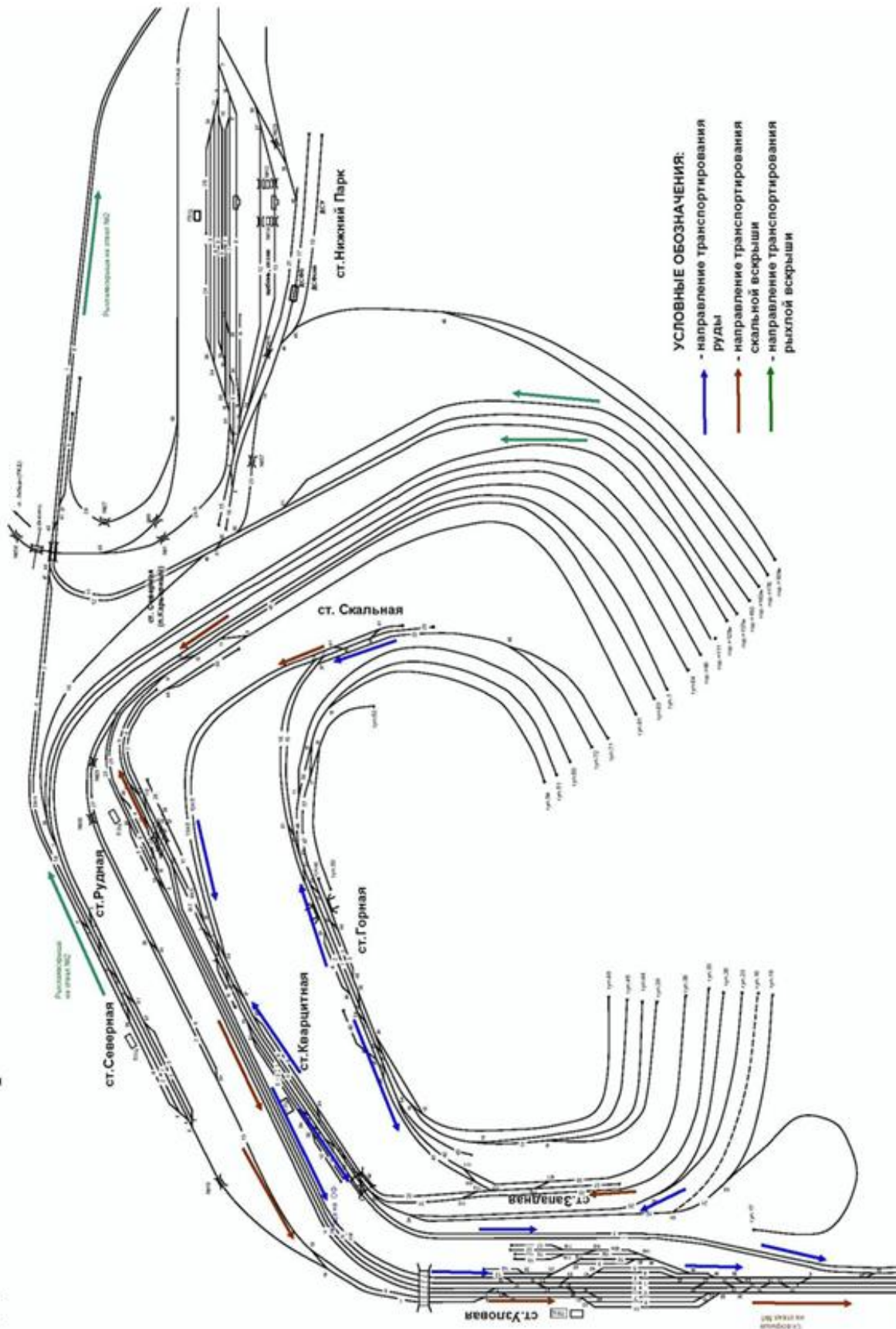


Рис. 2 – Схема транспортировки горной массы железнодорожным транспортом

Существенным фактором является то, что эффективность железнодорожного транспорта снижается при смене направления движения локомотиво-состава и глубины ввода железнодорожных путей. Поэтому необходимо рассматривать перспективу развития железнодорожной транспортной схемы с минимизацией количества смены направления движения в порожняковом и груженом состоянии.

С учётом развития открытых горных работ до отметки минус 500 м и обеспечения эффективной взаимосвязи с существующей ж/д-авто схемой для обеспечения производительности карьера в объёме 54,0 млн. т. в год в базовом варианте мощностей обогатительной фабрики и в объёме 74 ÷ 77 млн. т. в год при строительстве 22-й технологической секции в 2012 г. ОАО «ВИОГЕМ» были выполнены «Заключение по оптимальному варианту размещения дробильно-конвейерного комплекса в карьере ОАО «Лебединский ГОК».

Целью работы являлось предложение комбинации автомобильно-конвейерного транспорта с промежуточным дробильно-перегрузочным пунктом, которая позволила бы оптимизировать внутрикарьерные автомобильные перевозки, разместить объекты конвейерного транспорта с увязкой развития карьерного пространства и отработкой балансовых запасов рудного тела при заданной годовой производительности.

Для оценки перспектив развития горных работ в карьере был выполнен горно-геометрический анализ месторождений.

Выполненный горно-геометрический анализ показал, что наиболее перспективными направлениями отработки месторождения следует считать южное и юго-восточное направление. Перспектива развития карьера для поддержания и увеличения производственной мощности связана со вскрытием:

- Южно-Лебединской залежи;
- Южной части центральной залежи и Стойло-Лебединской залежи;
- нижних горизонтов центральной залежи.

По условию технической возможности отобраны для сравнения семь вариантов расположения конвейерных трасс по бортам карьера.

Четыре из них рассматривают южное расположение конвейера для преимущественной отработки Южно-Лебединского участка и обеспечения транспортировки скальной горной массы с наиболее активного юго-восточного направления.

Пятый вариант расположения дробильно-конвейерного комплекса предусматривает дробильно-перегрузочного пункта на западном борту карьера, который располагается на борту, поставленном в постоянное положение и, как и последующий вариант, основную протяженность трассы предполагает выполнять в пространстве уже сформированных выездных траншей, что значительно снижает горно-капитальные работы. Однако, такое расположение не позволяет симметрично развивать карьерное поле, увеличивая акцент в западном направлении.

Шестой вариант рассматривает возможность расположения дробильно-перегрузочного пункта на северном борту, а конвейерного тракта – на западном

борту, что обеспечит равномерное развитие карьерного пространства, хотя увеличит дальность транспортировки горной массы, как конвейером, так и автотранспортом. При этом расположении возможно развитие высоких темпов по добыче руды. Для этого потребуются развитие автотранспортной схемы на погрузочных пунктах ДКК, а следовательно площадей внутри карьера, что негативно скажется на состоянии вскрытых запасов.

В седьмом варианте дробильно-перегрузочный пункт и конвейерный тракт размещаются на восточном борту. Этот вариант рассмотрен как альтернатива предыдущим и представляется нереалистичным из-за дальности транспортировки и целому ряду технологических недостатков.

Таким образом, в работе выполненной в 2012 г. ОАО «ВИОГЕМ» «Заключение по оптимальному варианту размещения дробильно-конвейерного комплекса в карьере ОАО «Лебединский ГОК» были сделаны следующие выводы:

- на текущем этапе развития карьера возможна реализация всех вариантов, кроме 4 – южного и 5 – западного (из-за дополнительных объемов горнокапитальных работ);

- по вариантам с 1 по 4 (все южные направления) конвейер и дробильно-перегрузочные пункты размещаются в зоне перспективного развития карьера, а потому могут рассматриваться лишь как временные варианты со сроком эксплуатации не более 10 лет;

- при сравнении вариантов между собой для решения поставленных перед комбинатом задач наиболее целесообразным определен вариант 6 с северным расположением ККД.

Следовательно, проанализировав фактическое положение горных работ в карьере на 01.01.2013 г. рациональными вариантами строительства дробильно-конвейерного комплекса на участках борта карьера, находящихся в конечном положении, являются северный борт, частично северо-западный и северо-восточный участки бортов.

Северный и северо-восточный борта карьера находятся в предельном положении. Железнодорожные станции, расположенные на северном борту, консервируют борт в предельном положении. Поэтому северный и северо-восточный борт сегодня наиболее подготовлен для размещения на нём на постоянной основе элементов дробильно-конвейерного комплекса. Расположение транспортных коммуникаций и ограниченность запасов позволяет рассматривать эти участки, как наиболее перспективные направления развития дробильно-конвейерного комплекса.

Отработка центрального участка южного борта является не целесообразной, вследствие высокого коэффициента вскрыши.

Выбор возможных вариантов рационального месторасположения трассы конвейерной траншеи предопределяется расположением дробильно-перегрузочного пункта и перегрузочного узла на дневной поверхности в составе ж/д транспорта необходимостью строительства на целике.

Строительство комплекса ЦПТ необходимо предусматривать открыто-подземного исполнения с углом наклона 16° к горизонту, что позволяет расши-

рить диапазон функционирования комбинированного автомобильно - конвейерно -железнодорожного транспорта в карьере.

Оценка расстояния перевозок автомобильным транспортом свидетельствуют, что при минимальной длине конвейера соответствует максимальное расстояние автомобильных перевозок и наоборот [1-2].

Выводы. Применение конструкций круто-наклонный конвейерных трасс в условиях ведения открытых горных работ ОАО «Лебединский ГОК» технологически усложняется из-за влияния массовых взрывов на несущие элементы; значительными эксплуатационными расходами в процессе технического использования, сложностью выполнения текущих ремонтов и работ по обслуживанию, связанных с заменой/обрывом/разрывом несущей или прижимной ленты. Опыт применения КНК показывает, что заявленная техническая производительность не соответствует фактическим данным объемов транспортирования. Данный недостаток объясняется тем, что эффективность использования КНК достижима при нулевой абразивности транспортируемых пород.

Учитывая выявленные достоинства и недостатки КНК (см. табл.1), повышение технической производительности ленточных конвейеров для транспортировки объемов железной руды до 40 млн. т в год возможно благодаря применению конвейера с двумя прижимными лентами (см. рис. 1).

Приведенная конструкция на рис.1 позволяет увеличивать угол наклона конвейерных трасс и обеспечивает увеличения несущей производительности конвейерного тракта в полтора раза по сравнению с традиционными ленточными конвейерами. Также решается экологический аспект транспортирования горной массы за счет пылеподавления и отсутствия просыпей.

Размещение ленточного конвейера с двумя прижимными лентами рекомендуется предусматривать в открыто-подземном исполнении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терещенко, В.В. Поэтапность ввода в эксплуатацию циклично-поточных технологий, вскрывающих крутопадающие месторождения полезных ископаемых, с исследованием рационального шага переноса дробильно-перегрузочного пункта / В.В. Терещенко, К.В. Ковалев, Д.В. Швец // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог. - 2011. – Вып. 94. – С. 55-59.

2. Сторчак, В.А. Сравнительная характеристика автомобильного и конвейерного видов транспорта в условиях разработки глубоких горизонтов карьера Ингулецкого ГОКа / В.А. Сторчак, В.В. Терещенко, Д.В. Швец // Сучасні технології розробки рудних родовищ: Збірник наукових праць за результатами роботи Міжнародної науково-технічної конференції. – Кривий Ріг: Видавничий дім .- 2011. – С. 45-46.

3. Шешко, Е.Е. Эффективный крутонаклонный конвейерный подъем для карьеров, шахт и перерабатывающих предприятий / Е.Е. Шешко, А.Н. Картавый // Горные машины и автоматика. – 2001.- №6. – С. 35-41.

REFERENCES

1. Tereshchenko, V.V., Kovalev, K.V. and Shvets, D.V. (2011), "Phased commissioning of cyclic-flow technology, revealing steeply dipping mineral deposits, with the study of rational step transfer of crushing and transfer station", *Razrobotka rudnykh mestorozhdeniy*, Krivoy Rog, vol. 94, pp. 55-59.

2. Storcha,k V.A., Tereshchenko, V.V. and Shvets, D.V. (2011) "Comparative characteristics of road and pipeline modes of transportation in the development of deep horizons of career Inhulets Mining", *Suchasni tehnologii rozrobki Rudnev rodovisch*, Vidavnichy Dim, Krivoy Rog, pp. 45-46.

3. Sheshko, E.E. and Kartavyu, A.N. (2001), "Effective steeply inclined conveyor lift for quarries, mines and processing plants", *Gornie mashyny i avtomatika*, no. 6, pp. 35-41.

Об авторах

Швец Дмитрий Валериевич, магистр, инженер-проектировщик I категории сектора открытых горных работ, горный отдел Государственного предприятия «Государственный проектный институт «Кривбасспроект» (ГП «ГПИ «Кривбасспроект»), Кривой Рог, Украина, shvetsdmitriy@yandex.ua.

About the authors

Shvets Dmitriy Valerievich, Master of Science, engineer I category of the open-Pit Mining, Mining Department of the State Enterprise "State Design Institute "Krivbassproject" (SE "SDI "Krivbassproject"), Krivoy Rog, Ukraine, shvetsdmitriy@yandex.ua.

Анотація. З поглибленням гірничих робіт актуальним стає питання вибору раціонального способу транспортування гірничої маси з кар'єру на поверхню. Для умов кар'єру ВАТ «Лебединський ГЗК» проаналізовано основні види технологічного транспорту вживаного при розтині та розробці глибоких горизонтів. Представлена порівняльна характеристика циклічних видів транспортування гірничої маси і поточних технологій з урахуванням гірничо-геологічного аналізу Лебединського та Стійло - Лебединського родовищ.

Розглянуто можливі напрямки розвитку ведення відкритих гірничих робіт, що забезпечують видачу залізної руди на денну поверхню конвеєрним транспортом в обсязі 40 млн. т на рік. Запропоновано експериментальну конструкцію стрічкового конвеєра з двома притискними стрічками. Застосування крутопохилого конвеєра з двома притискними стрічками дозволить збільшити кут нахилу конвеєрних трас і забезпечить збільшення несучої продуктивності конвеєрного тракту в 1,5 рази в порівнянні з традиційними стрічковими конвеєрами. Також вирішується екологічний аспект транспортування гірничої маси за рахунок пилоподавлення і відсутності просипу.

Ключові слова: автомобільний та залізничний транспорт, циклічно-поточкова технологія, концентраційний горизонт, крутопохилий конвеєр, стрічковий конвеєр з двома притискними стрічками, перспектива розвитку конвеєрного транспорту.

Abstract. With deepening of mining operations, a problem of choosing a rational way for rock transportation from the quarry to the surface becomes more and more pressing. Main types of technological transports used for opening and development of the deep horizons in the quarry of Lebedinsky ore-dressing and processing company Lebediskiy GOK are analyzed. Characteristics of cyclic types of rock transportation and continuous technologies are compared with taking into account mining and geological conditions of the Lebedinsk and Stojlo-Lebedinsk fields.

Possible trends of opencast operation development are considered in order to ensure production of iron ore supplied to the surface by conveyors in amount of 40 million tons per year. An experimental design of the belt conveyor with two clamping strips is presented. Use of steeply inclined conveyor with two clamping strips can increase a slope angle of the conveyor lines and provide greater load capacity of conveyor path by 1.5 times if compare with conventional belt conveyors, as well as provide environmentally friendly rock transportation due to the suppression of dust and absence of spillage.

Keywords: automobile and rail transport, cycle-line technology, the concentration horizon, steeply inclined conveyor, belt conveyor with two compression straps, the prospect of conveyor transport.

Статья поступила в редакцию 12.09.2013

Рекомендовано к публикации д.т.н., проф. Н.И. Дядечкиным

