

УДК 622.682 :622.012.32

DOI: 10.25635/2313-1586.2019.01.050

**Жариков Грант Витальевич**

студент, горно-механический факультет,  
Уральский государственный  
горный университет,  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
e-mail: grant.zharikov.99@mail.ru

**Zharikov Grant V.**

student, Faculty of Mining and Mechanics,  
Ural State Mining University,  
620144, Ekaterinburg, Kuibysheva Str., 30  
e-mail: grant.zharikov.99@mail.ru

**Бочков Владимир Сергеевич**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры горных машин и комплексов,  
Уральский государственный  
горный университет  
e-mail: bochkof@list.ru

**Bochkov Vladimir S.**

Candidate of Science (Engineering),  
Associate Professor of the Department  
of Mining Machines and Complexes,  
Ural State Mining University  
email: bochkof@list.ru

**КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ  
ДЛЯ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ****CONVEYOR TRANSPORT  
FOR DEEP OPEN- PIT MINES***Аннотация:*

Рассмотрены различные типы конвейерного транспорта, которые возможно применить в карьерах глубиной до 500 и более метров. Приведены достоинства и недостатки таких видов конвейерного транспорта, как крутонаклонный конвейер, трубчатый конвейер, скребковый конвейер. Проанализированы условия применения того или иного рассматриваемого вида конвейерного транспорта. Рассмотрен опыт применения конвейерного транспорта в условиях глубоких карьеров. Сделан вывод о целесообразности применения конвейерного транспорта на глубоких карьерах.

*Abstract:*

The paper describes the various types of conveyor transport, which can be used in open-pit mines down to 500 meters or more deep. We have presented the advantages and disadvantages of such types of conveyor transport as steep inclined conveyor, tubular conveyor, scraper conveyor. We have analyzed the conditions for application of one or another considered type of conveyor transport. The paper describes the experience of application of conveyor transport in the conditions of deep open-pit mines. We have made the conclusion about the applicability of conveyor transport at deep open-pit mines.

*Ключевые слова:* глубокий карьер, карьерный автотранспорт, горная порода, конвейерный транспорт, крутонаклонный конвейер, трубчатый конвейер, скребковый конвейер.

*Keywords:* deep open-pit mine, open-pit mine transport, rock, conveyor transport, steep inclined conveyor, tubular conveyor, scraper conveyor

**Введение**

В настоящее время происходит постепенное увеличение глубины давно работающих карьеров, в связи с этим требуется решить некоторые технологические задачи. Одна из них – обеспечение работы транспортной системы карьеров. Для достижения этой цели предлагается рассмотреть и проанализировать конвейерный транспорт, который может быть применен в условиях глубоких карьеров.

Помимо этого при открытой добыче полезных ископаемых на глубоких карьерах возникает проблема обновления имеющихся технологических видов транспорта, увеличения экологической безопасности и экономической эффективности, совершенствования технических параметров при транспортировании горных масс и полезных ископаемых

Транспортные схемы, используемые на крупных карьерах, сложились в конце 60-х или в 70-х годах, использование того или иного транспорта в большой мере влияло на экологическую безопасность окружающей среды. В наши дни такие карьеры достигли глубины от 300 до 600 м, транспорт, применяемый в таких случаях для транспортировки горного сырья, стал экономически малоэффективен.

Начиная с 50-х годов прошлого века открытый способ разработки формировался стремительными темпами, и к нынешнему времени главная доля сырья уже выработана,

а необходимость полезных ископаемых продолжает стремительно увеличиваться. Требуется опускаться за полезными ископаемыми на большую глубину, но при добыче горных пород на глубинах, больших чем 550 м, значительно повышается стоимость доставки руды карьерным автотранспортом. Это происходит из-за увеличения времени и длины транспортирования полезного ископаемого.

Одним из путей решения указанных ранее проблем является использование на подъеме крутонаклонных ленточных конвейеров (рис. 1), так как уменьшается длина транспортирования и увеличивается производительность транспортной системы глубокого карьера. Анализ различных видов карьерного транспорта позволяет сделать вывод о перспективности использования крутонаклонных конвейеров на карьерах с большими грузопотоками (более 10 млн т.). Главные достоинства конвейерного транспорта – высокий уровень производительности труда, достигаемый путем автоматизации работы оборудования, возможность транспортирования груза на большие расстояния и низкие производственные затраты. Они являются одним из основных средств непрерывного участкового и магистрального транспорта на угольных шахтах, карьерах и рудниках. Применение ленточных конвейеров постоянно возрастает в связи с ростом грузопотоков и расстояний транспортирования, что обусловило необходимость создания высокопроизводительных ленточных конвейеров большой длины и мощности в одном ставе [1]. Достаточно высокие капитальные затраты на приобретение конвейеров компенсируются низкими эксплуатационными расходами. Себестоимость единицы перевозимого груза ленточными конвейерами ниже, чем у других транспортных средств, применяемых для перевозок груза на то же расстояние.



Рис. 1 – Крутонаклонный ленточный конвейер на карьере Мурунтау (Узбекистан)

#### *Анализ конвейеров различных типов для глубоких карьеров*

Крутонаклонный конвейер – разновидность ленточного конвейера для перемещения грузов при углах подъема свыше  $18^\circ$  [2]. Крутонаклонный конвейер по сравнению с обычным ленточным конвейером позволяет значительно сократить длину транспортирования при одинаковой высоте подъема и снизить объем горно-капитальных работ.

Применяются крутонаклонные конвейеры в относительно небольших масштабах для транспортирования насыпных грузов (в том числе крупнокусковых [3]) по наклонным выработкам шахт, для подъема грузов в карьерах, на обогатительных фабриках, а также входят в конструкции перегружателей, приемных стрел роторных экскаваторов. Существует несколько типов конвейеров, предназначенных для транспортирования насыпных и штучных грузов под углами наклона, превышающими максимальные углы,

при которых этот груз лежит на гладком грузонесущем полотне и еще не имеет гравитационного перемещения. Крутонаклонные и вертикальные конвейеры наиболее целесообразно классифицировать по конструктивным и функциональным признакам устройств, удерживающих груз на грузонесущем элементе (рис. 2).



Рис. 2 – Способы удержания груза

Крутонаклонный конвейер с прижимной лентой изображен на рис. 3. Конвейеры с прижимной лентой отличаются широкой областью применения, и угол наклона может достигать 90°. Конструкция крутонаклонного конвейера с прижимной лентой отличается от стандартного ленточного конвейера дополнительной лентой с прижимными устройствами и обладает большой степенью унификации с ним [4, 5, 6].

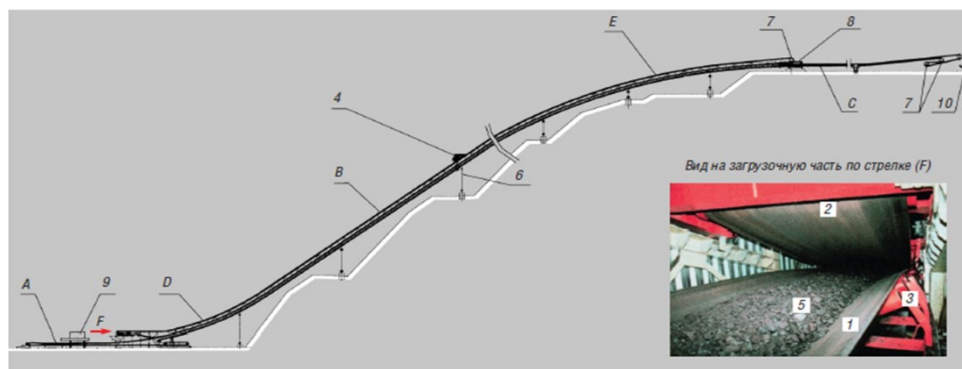


Схема крутонаклонного конвейера с прижимной лентой КНК-270:

A – загрузочная часть; B – крутонаклонная часть; C – разгрузочная часть; D – нижний и верхний переходные участки; 1 – грузонесущая лента; 2 – прижимная лента; 3 – роlikопоры; 4 – ремонтная тележка; 5 – груз; 6 – опорные стойки; 7 – приводные барабаны; 8 – якорная секция; 9 – загрузочное устройство; 10 – складской конвейер

Рис. 3 – Крутонаклонный конвейер с прижимной лентой

К плюсам прижимного крутонаклонного конвейера можно отнести высокую производительность, большой угол наклона подъема сырья из карьера, уменьшение затрат на транспортировку, но присутствуют минусы использования таких конвейеров: высокая стоимость замены вышедших из строя и изношенных деталей, термические условия окружающей среды влияют на состояние частей конвейера, что может привести к проблемам в использовании конвейера [6].

В целом крутонаклонный конвейер с прижимной лентой представляется перспективным для горных предприятий с глубокими карьерами.

Крутонаклонный трубчатый конвейер. Трубчатые конвейеры [7] относятся к герметизированным конструкциям, и принцип работы, основанный на увеличении давления между грузом и лентой, заключается в том, что непрерывно подаваемый

на плоскую часть ленты насыпной груз увлекается ею и обжимается при сворачивании ленты в трубу (рис. 4).

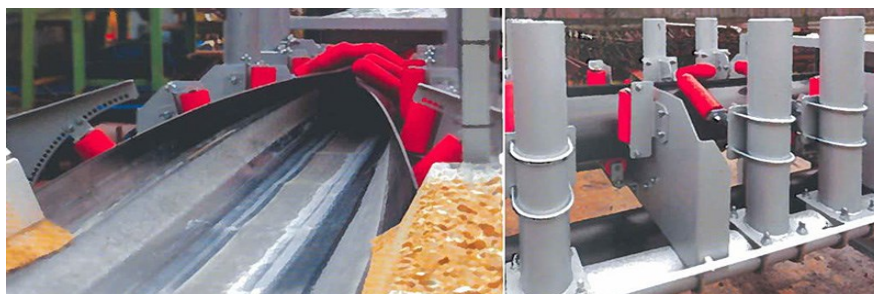


Рис. 4 – Трубчатый крутонаклонный конвейер

Экологичность транспортировки и возможность устройства трассы с изгибами в трехмерном пространстве (рис. 5 [8]) дает неоспоримые преимущества. На данный момент известны установки с производительностью до 3000 т/ч, с углом наклона на отдельных участках конвейера до  $35^\circ$  и с размером куска до 300 мм [3]. Конвейеры с подвесной лентой [8, 9] (рис. 6) и конвейеры с лентой глубокой желобчатости могут обеспечить увеличение угла наклона по сравнению с традиционными ленточными конвейерами до углов подъема  $25 - 27^\circ$ .



Рис. 5 – Трубчатый конвейер и его возможности по изменению направления транспортирования [8]



Рис. 6 – Конвейер с подвесной лентой [8]

Основным недостатком существующих до сегодняшнего дня конструкций трубчатых и подвесных конвейеров является то, что они работают на запатентованной специальной и очень дорогостоящей ленте, которая в РФ не производится, а затраты при ее замене сопоставимы с ценой самого конвейера, с чем уже столкнулись российские заказчики. Комплектующие в России тоже не производятся, а стоимость их при последующих закупках резко увеличивается. Фактически это продуманная стратегическая политика зарубежных производителей по созданию зависимости российских потребителей от поставок извне.

Трубчатые скребковые конвейеры [10] возможны к применению на глубоких карьерах при условии наличия в карьере мобильных дробильных комплексов, которые способны раздробить полезное ископаемое до крупности, пригодной к транспортированию в трубчатом конвейере.

Трубчатые скребковые конвейеры имеют трассы разнообразной конфигурации в вертикальной и горизонтальной плоскостях и в пространстве. Используются для перемещения пылевидных, порошкообразных, зернистых и мелкокусковых грузов. Цепь со скребками круглого или прямоугольного сечения (по форме трубы) движется внутри герметичной трубы и перемещает непрерывным потоком насыпной груз. Скребки полностью перекрывают сечение трубы, обеспечивая эффективное перемещение сыпучего груза (рис. 7). Преимуществами трубчатых конвейеров являются простота конструкции; герметичность; разнообразие трасс перемещения; возможность использования стандартных труб и цепей; высокий коэффициент заполнения трубы, возможность селективной транспортировки горных пород (рис. 8). К недостаткам относится повышенный износ трубы и скребков, особенно на криволинейных участках при транспортировании абразивных грузов [4].



Рис. 7. Скребковый конвейер



Рис. 8 – Схема селективной транспортировки горных пород в скребковом конвейере

### Вывод

Значительная часть карьеров по открытой добыче полезных ископаемых вошла в категорию глубоких, и эта тенденция продолжается. Применение конвейерного транспорта с большими углами транспортирования более  $18^\circ$  в составе ЦПТ может стать эффективным средством транспортирования горной породы в условиях глубоких карьеров. При этом подбор типа конвейера должен быть тщательно обоснован, с проведением соответствующих расчетов, с учетом конкретных горно-геологических условий карьеров.

### Литература

1. Столяров В.Ф. Проблема циклично-поточной технологии глубоких карьеров / В.Ф. Столяров. – Екатеринбург: Уро РАН, 2004. – 232 с.
2. Позынич К.П. Крутонаклонные ленточные конвейеры для доставки горной массы из глубоких карьеров / К.П. Позынич, А.Г. Костюченко, Ф.А. Васильченко / Студент года 2017: сборник статей II Международного научно-практического конкурса. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. – С. 72 - 76.
3. Емельянов А.Г. Самоочищающиеся крутонаклонные ленточные конвейеры для горнодобывающей промышленности / А.Г. Емельянов. - Горный журнал. - 2006. - № 1. - С. 94 - 95.
4. Картавый А.Н. Перспективы применения крутонаклонных конвейеров с прижимной лентой при ЦПТ / А.Н. Картавый // Горная промышленность. - № 2(90). - 2010. [Электронный ресурс] – URL: <https://mining-media.ru/ru/article/transport/353-krutonak>, дата обращения 01.03.2019.
5. Анализ конструкций крутонаклонных конвейеров для глубоких карьеров / Е.Д. Николаев, В.П. Дмитрин, Л.С. Костерин, А.И. Федоренко // Горный журнал. - 1998. - № 11 – 12.
6. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / В.И.Галкин, В.Г.Дмитриев, В.П.Дьяченко, И.В.Запенин, Е.Е. Шешко. - М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 526 с.
7. Давыдов С.Я. Новые решения по использованию лент общепромышленного назначения для перемещения насыпных материалов / С.Я. Давыдов // Известия Уральского государственного горного университета. - 2013. - № 4 (32). - С. 59 - 71.
8. Ивченко В.Н. Беспросыпные ленточные конвейеры / В.Н. Ивченко, С.В. Куров // Горная Промышленность. - 2005. - № 4. .
9. Тарасов Ю.Д. Конвейеры с подвесной лентой нового образца / Ю.Д. Тарасов, Д.Е. Лунев // Горное оборудование и электромеханика. - 2007. - № 4. - С. 17 - 19.
10. Пат. 2188148 Российская Федерация, МПК В65G 19/14. Трубочатый скребковый крутонаклонный конвейер (варианты) [Текст] / Лабковский Б.А., Рабинович А.И., Браун Н.И., Власов В.В.; заявитель и патентообладатель ОАО "Санкт-Петербургский институт огнеупоров". - № 2000130646/03; заявл. 06.12.2000; опубл. 27.08.2002 Бюл. № 24.