

А.С. Макарова, О.В. Телегина

ПЕРСПЕКТИВА УСТАНОВКИ КРУТОНАКЛОННОГО КОНВЕЙЕРА НА МИХАЙЛОВСКОМ ГОРНО- ОБОГАТИТЕЛЬНОМ КОМБИНАТЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ГЛАВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Изложены основные характеристики изучаемого объекта — карьер Михайловского горно-обогатительного комбината. Предложен вариант замены авто и ж/д транспорта на конвейерный вид, с целью сокращения транспортных расходов, времени, энергоёмкости и материалоемкости, облегчения установки крутонаклонного конвейера по сравнению с ленточным прямолинейным конвейером, а также улучшения экологической обстановки и увеличения производительности карьера. Произведен расчет главных характеристик ленточного крутонаклонного конвейера для установки на карьер; к ним относят производительность, ширину и скорость движения ленты, мощность двигателя конвейера. После расчета главных характеристик были определены экономические показатели оптимальности использования данного конвейера на Михайловском горно-обогатительном комбинате. Экономическое обоснование показало эффективность работы крутонаклонного конвейера на данном горно-обогатительном комбинате, так при установке конвейера топливные расходы сокращаются на 90%, сокращается расстояние транспортирования, а соответственно, сокращается время, затраченное на доставку руды на поверхность. Указаны перспективы развития работы.

Ключевые слова: ленточный крутонаклонный конвейер, основные характеристики конвейера, установка конвейера на карьере, оптимальность и эффективность использования конвейера на карьере.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-178-183

Выбор конвейера на производстве — это важная задача, которую должен уметь решать любой инженер по транспорту. Ведь правильное распределение затрат, включая оптимальное использование транспорта на предприятии, может сохранить огромное количество ресурсов на него.

В данной работе рассмотрен наиболее правильный вариант использования

транспорта. Заменяв автомобильный и железнодорожный на конвейерный вид при транспортировании груза из глубины карьера от места добычи горной породы на поверхность. И рассчитаем одни из главных характеристик ленточного конвейера такие, как скорость движения ленты конвейера, его производительность и определение ширины ленты конвейера.

Михайловский ГОК — место разработки крутонаклонного конвейера. На данном карьере используется два типа транспорта — автомобильный и железнодорожный. По рассчитанным экономическим характеристикам считаем, что замена автомобильного и железнодорожного транспорта при поднятии груза от места выработки до поверхности карьера на ленточный конвейер является наиболее рациональным решением для предприятия. Сырьевой базой Михайловского горно-обогатительного комбината является Михайловское месторождение КМА — крупнейшее в России по запасам железной руды. Руда здесь залегает мощным пластом в ширину до 2,5 км и в длину около 7 км. Современные параметры ГОКа:

- длина — около 6000 м;
- глубина — более 380 м;
- ширина — около 4000 м;
- максимально возможное углубление карьера — 400 м.

Основными параметрами ленточного конвейера являются производительность, ширина и скорость движения ленты, мощность двигателя [1].

Для начала определим производительность конвейера, считая при выборе ленточного конвейера под заданный годовой грузопоток его потребная часовая производительность $Q_{\text{ч}}$ равна:

$$Q_{\text{ч}} = \frac{k_{\text{н}} * Q_{\text{г}}}{T},$$

где $k_{\text{н}}$ — коэффициент неравномерности загрузки ($k_{\text{н}} = 1,2$); $Q_{\text{г}}$ — годовой грузопоток, т; T — годовой фонд времени работы конвейера, ч.

Получим, что $Q_{\text{г}} = 16$ млн т породы, а так как конвейер работает без остановки, круглогодично, то $T = 365 * 24 = 8760$ ч.

Следовательно, $Q_{\text{ч}} = 1,2 * 16$ млн/870 = 2192 т/ч. Зная производительность конвейера, определим скорость движе-

ния ленты, она будет равна 2,0–3,0 м/с. Скорость движения ленты v (м/с) выбирается из следующего ряда: 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3. Отклонение скоростей допускается в пределах $\pm 10\%$. Учитывая производительность, примем скорость, равной 2,5.

По рассчитанной теоретически производительности конвейера определим ширину ленты по площади поперечного сечения груза на ленте, скорости движения ленты, насыпной плотности:

$$B = 1,3 * \left[\sqrt{\frac{Q}{k_{\text{н}} * v * \gamma_{\text{р}} * k_{\text{б}}}} + 0,1 \right], \text{ м},$$

где Q — производительность конвейера, т/ч; v — скорость движения ленты конвейера, м/с; $\gamma_{\text{р}}$ — плотность транспортируемого груза, т/м³; $k_{\text{н}}$ — коэффициент производительности, зависящий от типа роlikоопор, угла наклона ее боковых роликков β' и угла естественного откоса груза в движении φ (см. таблицу «Значения коэффициента $k_{\text{н}}$ »); $k_{\text{б}}$ — коэффициент, учитывающий угол наклона конвейера (см. таблицу «Значения коэффициента $k_{\text{б}}$ ») [2].

Выполним расчеты:

$$B = 1,3 * \left[\sqrt{\frac{2192}{700 * 2,5 * 3,5 * 0,95}} + 0,1 \right] = 0,898 \text{ м} = 898 \text{ мм}.$$

В соответствии с удобной высотой расположения 200 м и согласно категории груза и оптимальной средней величине транспортирования принято угол установки 30°. Исходя из этого длина транспортирования груза по горизонтали определяется по формуле

$$L = H / \tan \alpha$$

где H — высота подъема груза, м; α — угол наклона конвейера, град.

$$L = 200 / \tan 30 = 384 \text{ м}.$$

При этом конструктивная длина конвейера определяется таким образом:

$$L = H / \sin \alpha$$

$$L = 200 / \sin 30 = 400 \text{ м}.$$

Скорость ленты в зависимости от ее ширины

Belt velocity as a function of width

Транспортируемый груз	Ширина ленты, мм				
	400–500	650–800	1000–1200	1400–1600	2000–2500
Порошковидный и зернистый	1,25–1,6	2–2,5	2,5–4	3,15–4	3,15–5
Мелкий и среднекусовой	1,25–1,6	1,6–2	2–2,5	2,5–3,15	3,15
Крупнокусовой	—	—	1,6–2	2–2,5	2,5–3,15

По предварительным расчетам были получены параметры крутонаклонного конвейера. Мы определили главные характеристики для планируемого конвейера на карьере: производительность конвейера, скорость ленты и ширину конвейерной ленты. Теперь понятно, какой конвейер необходим для конкретного производства. Установив конвейер на производство, мы сводим до минимума число рабочих рук, техники, используемой в процессе передвижения и транспортировки груза, и времени на его перемещение. Тем самым огромные денежные затраты не привлекаются на конкретном этапе производства горной породы, снижаются денежные затраты, а значит увеличивается оптимизация процесса, что важно в любой отрасли производства.

Теперь необходимо привести экономическое обоснование использования крутонаклонного конвейера на Михайловском ГОКе. Как было изложено выше, по технологии с использованием крутонаклонного конвейера часовая производительность будет составлять примерно 2200 т/ч. Отсюда известно, что годовая производительность будет равна:

$$Q_{\text{сут}} = (Q_{\text{час}} * 24) / 1,2 = \\ = (2200 * 24) / 1,2 = 44\ 000 \text{ т};$$

$$Q_{\text{год}} = (Q_{\text{сут}} * 365) / 1,2 = \\ = (44\ 000 * 365) / 1,2 = 16,06 * 10^6 \text{ т};$$

тем более что с внедрением данного типа конвейера транспортные расходы сократятся. Если учесть, что один самосвал за сутки расходует 2900–3000 л

топлива, то 10 таких самосвалов расходуют 30 000 л топлива. Учитывая стоимость одного литра в 35 руб., за такой объем данная сумма будет составлять 1 050 000 руб. в сутки, а в год это 378 000 000 руб. А с внедрением крутонаклонного конвейера данные самосвалы транспортировали бы руду от забоя до места установки конвейера, на расстояние около 300 м, в связи с этим топливные расходы сокращаются на 90%, то есть

$$T_n = T_c * 10\%$$

где T_n — топливные расходы по предлагаемой технологии, л; T_c — топливные расходы по существующей технологии, л;

$$T_n = 30\ 000 * 0,1 = 3000 \text{ л}$$

Расход на топливо будет 105 000 руб., а в год это 38 325 000 руб.

Проанализировав расходы на работу крутонаклонного конвейера на Михайловском ГОКе, видим большую перспективу в его использовании. Взяв сегодняшнюю экономическую ситуацию в стране и в мире целом, ясно, что необходимо постоянно повышать эффективность и оптимизацию всех процессов, а тем более в промышленности, сокращая материальные, человеческие и энергоемкие ресурсы.

По проделанным исследованиям можно сделать следующие выводы:

- внедрение данного конвейера на карьер будет способствовать более эффективной работе всего предприятия;
- сократит транспортные расходы автосамосвалов на 90%, также снижается энергоемкость и материалоемкость;

- улучшается экологическая обстановка, благодаря герметичности транспортировки;

- происходит замена человеческого труда на автоматический, сокращение времени на транспортировку и затраты при использовании данного вида транспорта.

При сравнении города Железногорска с Михайловским ГОКом на снимках из космоса видно, что площадь города сопоставима с площадью карьера, который с каждым годом увеличивается, и скоро будет выглядеть на снимках как квадрат, это говорит о том, что карьер растет и вглубь и вширь. Учитывая рост карьера, необходимо не забывать, что расстояние доставки руды на поверхность тоже будет увеличиваться, что затронет экономику предприятия — затраты значительно вырастут вместе с карьером.

На данный момент, как уже было сказано, экскаваторы на дне карьера производят погрузку горной массы в автосамосвалы, которые транспортируют ее на перегрузочные пункты либо на дробильных установках в бункеры, либо непосредственно на железнодорожный транспорт. Самосвалы грузоподъемностью до 180 т делают около 2200 рейсов в сутки! После перевозки самосвалами

руда отправляется на дальнейшую переработку по железнодорожным путям. Если еще ниже опускать перегрузочные пункты, то работа карьера и транспортировка железной руды будет затруднена. Так как весь карьер окажется опоясан железнодорожными тупиками, которые перекроют доступ к разработке больших пластов горной породы, и соответственно работа будет невозможна, поэтому уже сейчас нужно искать альтернативные способы перевозок.

В перспективе развития до 2023 г. руководством Михайловского горно-обогатительного комбината запланировано внедрение технологии циклично-поточной транспортировки горной массы на карьере. Было проведено исследование, в ходе которого выведено, что более эффективно, оптимально и дешево подавать добываемую породу на поверхность из карьера путем строительства круто наклонных конвейеров. При доставке руды самосвалами до дробильных бункеров, в разгрузочной части которых будет установлен ленточный питатель, который будет напрямую перегружать дробленую породу на крутонаклонный конвейер. Первый конвейер будет построен на юго-восточном фланге карьера, второй — чуть позже на северо-восточном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шешко Е. Е., Сергеева Н. В. Расчет ленточного конвейера для открытых и подземных горных работ. Методические указания для практических занятий. — М.: МГУ, 2011. — 27 с.
2. Малыбаев С. К., Балгабеков Т. К., Жанатов И. М., Хайбуллин Р. Р., Рожков А. В. Особенности использования крутонаклонного конвейера в условиях ТОО «Богатырь Комир» // Современные наукоемкие технологии. — 2015. — № 2. — С. 82—87.
3. Иванченко Ф. К., Бондарев В. С., Колесник Н. П., Барабанов В. Я. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. — К.: Высшая школа, 1978. — 576 с.
4. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины. — М.: Высшая школа, 1985. — 520 с.
5. Казак С. А., Дусье В. Е., Кузнецов Е. С. Курсовое проектирование грузоподъемных машин. — М.: Высшая школа, 1989. — 319 с.
6. Шахмейстер Л. Г., Дмитриев В. Г. Теория и расчет ленточных конвейеров. — М.: Машиностроение, 1987. — 336 с.
7. Касаткин А. А. Сравнительная оценка крутонаклонных ленточных конвейеров для горной промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2007. — № 9. — С. 103—108.

8. Картавий А. Н. Сравнительная оценка крутонаклонных ленточных конвейеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — Об 16. Горная механика и транспорт. — С. 98–113.

9. Конвейерные системы [Электронный ресурс]: <http://scbist.com/scb/uploaded/tgs/5-3.htm>.

10. Определение основных параметров ленточного конвейера [Электронный ресурс]: <http://mehanik-ua.ru/tekhnicheskie-raschety/1062-opredelenie-osnovnykh-parametrov-lentochnogo-konvejera.html>

11. *Современные* наукоемкие технологии. Научный журнал: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=34894>

12. Stanisic Z., Dos Santos J. A. In&Pit Crushing and High Angle Conveying at Copper Mine Majdanpek. — Bulk Solids Handling, vol. 17, No. 1. 1997.

13. Conveyor Equipment. Manufacturers Association. Belt Conveyors for Bulk Materials. Fourth Edition. 1994

14. Winkel M. Tragrollen fur Gurtforderer-Entwick-lund und heuter Stand // Forden und Heben. — 1965. — no 4. **ИИЭ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Макарова Анна Сергеевна¹ — студентка, e-mail: ann.makarova2010@yandex.ru,

Телегина Оксана Вячеславовна¹ — доцент, e-mail: oksana.telegina2012@yandex.ru,

¹ МГИ НИТУ «МИСиС».

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 5, pp. 178–183.

A.S. Makarova, O.V. Telegina

INSTALLATION PROSPECTS AND CHARACTERIZATION OF STEEP ANGLE CONVEYOR BELT AT MIKHAILOVSKY MINING AND PROCESSING PLANT

The study object represented by an open pit mine of Mikhailovsky Mining and Processing Plant is described. It is proposed to replace motor and railway transport in the open pit by belt haulage with intent to reduce cost, time, energy and material consumption of haulage, simplify installation as compared with the in-line transfer conveyors, as well as to improve ecology and enhance open pit mine efficiency. The key characteristics of the steep angle conveyor belt were calculated, including capacity, belt width and velocity, and power of motor. Later on, economic factors of optimized operation of such type conveyor at Mikhailovsky Mining and Processing Plant were evaluated. Feasibility study demonstrated efficient operation of the steep angle conveyor belt as with the conveyor installed, fuel consumption would be reduced by 90%, and haulage distance and, consequently, time would be cut down. The prospects of operation are described in the article.

Key words: steep angle conveyor belt, key characteristics, conveyor belt installation in open pit mine, conveyor belt operation optimality and efficiency.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-5-0-178-183

AUTHORS

Makarova A.S.¹, Student, e-mail: ann.makarova2010@yandex.ru,

Telegina O.V.¹, associate professor, e-mail: oksana.telegina2012@yandex.ru,

¹ Mining Institute, National University of Science and Technology «MI SiS»,

119049, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Sheshko E.E., Sergeeva N.V. *Raschet lentochnogo konvejera dlya otkrytykh i podzemnykh gornyx rabot*. Metodicheskie ukazaniya dlya prakticheskikh zanyatiy (Design of conveyor belts for

open pit and underground mining. Methodical instructions for practical training), Moscow, MGGU, 2011, 27 p.

2. Malybaev S. K., Balgabekov T. K., Zhanatov I. M., Khaybullin R. R., Rozhkov A. V. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2015, no 2, pp. 82–87.

3. Ivanchenko F. K., Bondarev V. S., Kolesnik N. P., Barabanov V. Ya. *Raschety gruzopod"emnykh i transportiruyushchikh mashin* (Design of hoisting and transport machines), Kiev, Vysshaya shkola, 1978, 576 p.

4. Aleksandrov M. P. *Pod"emno-transportnye mashiny* (Hoisting-and-haulage machines), Moscow, Vysshaya shkola, 1985, 520 p.

5. Kazak S. A., Dus'e V. E., Kuznetsov E. S. *Kursovoe proektirovanie gruzopod"emnykh mashin* (Hoisting machinery designing), Moscow, Vysshaya shkola, 1989, 319 p.

6. Shakhmeyster L. G., Dmitriev V. G. *Teoriya i raschet lentochnykh konveyerov* (Theory and design of conveyor belts), Moscow, Mashinostroenie, 1987, 336 p.

7. Kasatkin A. A. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2007, no 9, pp. 103–108.

8. Kartavy A. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2009. OV 16. Gornaya mekhanika i transport, pp. 98–113.

9. *Konveyernye sistemy*: <http://scbist.com/scb/uploaded/tgs/5-3.htm>.

10. *Opreделение osnovnykh parametrov lentochnogo konveyera*: <http://mekhanik-ua.ru/tekhnicheskie-raschety/1062-opredelenie-osnovnykh-parametrov-lentochnogo-konveyera.html>

11. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. Nauchnyy zhurnal: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=34894>

12. Stanic Z., Dos Santos J. A. In&Pit Crushing and High Angle Conveying at Copper Mine Majdanpek. *Bulk Solids Handling*, vol. 17, No. 1. 1997.

13. *Conveyor Equipment. Manufacturers Association. Belt Conveyors for Bulk Materials*. Fourth Edition. 1994

14. Winkel M. Tragrollen fur Gurtforderer-Entwick-lund und heuter Stand. *Forden und Heben*. 1965. no 4.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ

(2018, № 1, СВ 5, 24 с.)

Гришко Дмитрий Алексеевич – главный инженер, ООО «Смарт Инжиниринг».

Обоснование технологических параметров струйной цементации песчаных грунтов в подземном строительстве с целью их оптимизации для конкретных горно-геологических условий, обеспечивает уменьшение стоимостных показателей, а также расширение области применения технологии, что вносит существенный вклад в развитие теории и практики строительной геотехнологии.

Ключевые слова: песчаные грунты, струйная цементация, содержание цемента, грунтоцементные конструкции.

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF JET CEMENTATION OF SANDY SOILS

Grishko D.A., Chief Engineer, LLC «Smart Engineering», Russia.

Justification of technological parameters of jet cementation of sandy soils in underground construction in order to optimize them for specific geological conditions, provides a reduction in value, as well as the expansion of the field of application of technology, which makes a significant contribution to the development of the theory and practice of building Geotechnology.

Key words: sandy soils, jet cementation, cement content, soil cement structures.