

УДК 622.271.06.22

Г.М. Еремин, Д.А. Степанов

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ
ВЫСОКОГО ОТВАЛА НА КОАШВИНСКОМ
КАРЬЕРЕ ОАО «АПАТИТ» ПРИМЕНЕНИЕМ
ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Семинар № 12

В настоящее время на многих карьерах особенно с их углублением до 300-500 м вопросы транспортирования руд и пород вскрыши на поверхность приобретают все большее значение. Поиск эффективных путей выхода из создавшейся ситуации велся в различных направлениях. В зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий на карьерах для снижения затрат на доставку руды и вскрыши на поверхность были рассмотрены различные варианты.

Конкурирующими вариантами доставки руды и вскрыши с глубоких горизонтов на поверхность могут быть: применение наклонных и скиповых стволов в комплексе с рудоспусками, автоподъемники и применение крутонаклонных конвейеров (КНК).

Если первые два способа не вышли за пределы теоретических и предпроектных проработок, то применение КНК получило серьезное развитие и применение особенно за рубежом (1,2).

При применении крутонаклонных конвейеров возможно резкое снижение расстояния транспортирования пород и руды до мест перегрузки или до конечного пункта их доставки. В этом отношении характерен опыт применения КНК на югославском руднике Majdanpek [2]. За счет снижения расстояния транспортирования руды до 3,5 км достигнут эффект около 2,4 млн долл. в год.

Применение конвейерного транспорта на заполярных карьерах - Ковдорском (ОАО «Ковдорский ГОК») и Оленегорском (ОАО «ОЛКОН») позволило получить также существенное снижение затрат на транспортирование руды и вскрыши на первом и руды – на втором. Районы расположения этих карьеров характеризуются сравнительно не сложными в климатическом отношении условиями, близкими к минимальному и среднему уровню по выпадающим твердым осадкам и появления величин низких отрицательных температур. В основном влиянием этих факторов определяется надежность и эффективность эксплуатации конвейерных линий в открытом исполнении в карьере и на поверхности.

Применение циклично-поточной технологии на Хибинских карьерах ОАО «Апатит», расположенных в нагорной и нагорно-равнинной местности, пока не однозначно.

Особенно сложная ситуация с транспортированием руды и вскрыши создается на Коашвинском карьере ОАО «Апатит», который постепенно переходит в стадию средних по глубине. В настоящее время на нем применяется только автомобильный транспорт. Этот вид транспорта зарекомендовал себя как один из самых надежных и мобильных в сложных климатических условиях заполярных карьеров. Однако Коашвинский карьер запроектирован таким образом, что основные отвальные

площадки находятся за пределами зоны нерабочего борта карьера. Транспортирование руды осуществляется по съездам на южном борту до перегрузочного пункта. Такое решение организации транспортных потоков приводит к увеличению расстояния перемещения горной массы на поверхность. Уже на первом этапе работы карьера расстояние перевозки вскрыши до отвала № 2 составляло 4-5 км. При переходе карьера в стадию средних по глубине расстояния транспортирования вскрышных пород достигает 6-8 км и будет быстро увеличиваться при углублении горных работ в карьере. Хотя проектом предусмотрено строительство ЦПТ по руде и вскрыше, но оно задерживается по ряду причин, в результате затраты на транспортирование руды и вскрыши увеличиваются, снижая эффективность производства работ в целом. Одним из сдерживающих факторов принятия решения является недоизученность применения ЦПТ в условиях карьера, не-достаточно проведенных исследований

в пользу применения производительной технологии в условиях климата средних высот Хибинского массива. В связи с этим ниже приведено сравнение климатических условий Ковдорского и Коашвинского карьеров.

Климат Ковдорского района, несмотря на Заполярье, относительно мягкий, вследствие влияния теплого атлантического течения. Однако зима продолжительная, а лето дождливое и короткое [3].

Среднемесячная температура воздуха в период строительства и начала эксплуатации карьера изменялась от $+12.5^{\circ}\text{C}$ в июле до -16°C в феврале. Образование снежного покрова зафиксировано самое раннее 17 октября, позднее – 22 ноября. Дата спада снежного покрова колеблется от середины апреля до конца мая. Средняя величина снежного покрова к моменту снеготаяния – 326 см. Продолжительность снеготаяния – примерно 40 дней.

Среднегодовая сумма осадков – 588 мм, из них 295 мм в виде дождя и 293 в

виде снега, и колеблется от 515 мм (1960 г.) до 723 мм (1966 г.).

Господствующие ветры – западные, юго-восточные и северные, редко южные. Их скорость в среднем за несколько лет изменялась от 0.6 до 3.5 м/с, достигая иногда 12 м/с.

Метеорологические условия на различных участках горно-промышленного Апатитского района различны. Они наиболее сложные в районе карьера рудника Центральный ОАО «Апатит» и менее суровые в районе Коашвинского месторождения, приближающиеся к средним по отношению к району в целом.

По результатам снегосъемок, проведенных экспедицией института ВНИИЖТ, установлена вероятность и обеспеченность высот снежного покрова для данного месторождения [4]. Наибольшую повторяемость имеют высоты от 75 до 124 см (48 %). Высоты более 50 см обеспечены на 86 %. Максимальные высоты здесь доходили до 326 см. Вероятность p высоты снежного покрова $m = 235$ см составляла 1.5-2 %, с высотой $m = 100$ см $p = 23-27$ %.

Данные наблюдений показывают, что в равнинных районах Заполярья осадки сравнительно невелики и составляют за год 400-600 мм, в долинах – до 1000 мм, а на горных плато – до 1800-2000 мм. Из общего количества от 57 до 70 % (в зависимости от высоты) выпадают в виде снега и других твердых осадков.

Из приведенных данных следует, что условия Коашвинского карьера по количеству выпадающих осадков не очень сильно отличаются от условий карьера Ковдорского ГОКа, где эксплуатация конвейерной линии в открытом виде (в карьере) осуществляется длительное время. Работоспособность конвейерных линий также не имеет ограничений по фактору влияния отрицательной температуры. Низкие температуры воздуха – $40-45^{\circ}$ за 30-40-летний период наблюдений случались редко. Причем они встречались в низменных

местах долинной части рельефа и носили кратковременный характер.

Большее влияние на работоспособность конвейеров могут оказать суточные максимумы осадков, достигающие, например, в районе рудника Центральный ОАО «Апатит» 250 мм, снегоперенос и гололедно-изморозевые явления.

Изучение вероятности переноса снега показывает, что основная масса ($p = 90\%$) приходится в основном на ноябрь-февраль. Кроме того, данные по переносу снега свидетельствуют о том, что максимальное количество переноса повторяется через 3-5 лет. Такой же примерно ритмичностью (4-5 лет) характеризуется и выпадение максимального количества осадков. Это особенности по распределению осадков необходимо учитывать при сооружении и эксплуатации конвейерных линий на карьерах.

Следует учитывать и гололедно-изморозевые явления, проявляющиеся на карьерах как в течение зимнего, так и весеннего периодов эксплуатации конвейерных линий.

Влияние гололеда и изморози может быть настолько значительным, что, например, на Центральном руднике ОАО «Апатит» в условиях еще и действия больших скоростей ветра, отказались от применения воздушных линий ЛЭП. По этой причине, а также количеству выпадающих осадков, оказалось невозможной и эксплуатация конвейерного транспорта, и в особенности отвалообразователей, обладающих большой парусностью. Этой причиной, а также высокой стоимостью отвалообразователей типа ОШС-2000/60 в исполнении ХЛ, не был приобретен отвалообразователь немецкой фирмы ТАКРАФ. Отсыпка породы в отвал из штабеля, создаваемого конвейером, осуществляется экскаватором.

В связи с приведенным выше, следует учесть технологические мероприятия, снижающие негативные проявления возможного заноса снегом конвейерных линий в траншеях и на насыпях в период метелевых явлений и изморози, а также нарастания льда на несущих конструкциях конвейеров. Видимо, для длительной их эксплуатации целесообразно создавать покрытие для стационарных линий и легкие навесные сооружения для передвижных (отвальных) конвейеров. В проекте также, видимо, после доработки следует отказаться от применения крупногабаритных отвалообразователей как по их большой парусности, так и трудности поддержания поверхности площадок отвалов в зимний период при заносах и в весенний период, когда происходят просадки и провалы в местах скопления снега. Для условий Коашвинского карьера целесообразно разработать менее габаритную технику по разгрузке породы с отвального конвейера (рисунок).

Эффективность применения ЦПТ для Коашвинского карьера повышается при производительности ЦПТ по вскрыше – 35-40 млн т/год, причем потоки вскрыши, транспортируемых с помощью ЦПТ, с нижних и средних горизонтов могут быть приняты в равных долях.

В настоящее время в проекте предусмотрено применение оборудования:

1. Магистральный конвейер:

- лента шириной 2000 мм;
- скорость движения ленты – 2.5 м/с;
- производительность – 2500-3000 м³/ч;
- длина – 300-350 м;
- высота подъема – 80 м (угол наклона конвейера – 15⁰);
- мощность привода – 1500 кВт;
- изготовление - в климатическом исполнении.

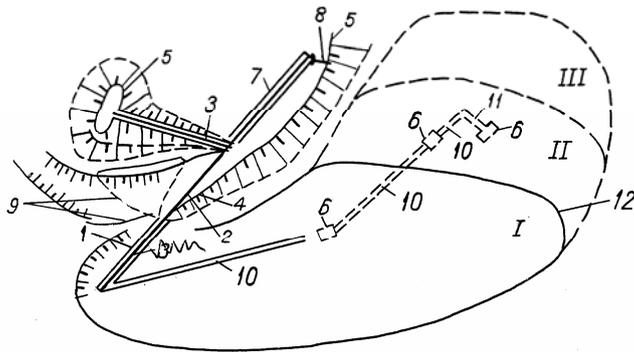


Схема размещения отвала относительно контура карьера: 1 - траншея; 2, 3 - конвейеры; 4 - насыпь; 5 - отсыпные ярусы отвала; 6 - дробильные установки; 7 - отвальный конвейер; 8 - средство разгрузки породы под откос (типа пластинчатого питателя или отвалообразователя небольших периметров); 9 - автомобильные дороги; 10 - траншеи; 11 - крутонаклонный конвейер; I-III - этапы разработки месторождения

Такой конвейер выпускал бывший Сызранский турбостроительный завод.

Институтом Гипроруда подготовлены исходные требования на разработку и освоение конвейера, обеспечивающего подъем горной массы на высоту 170 м в исполнении ХЛ производства ЧССР - для опытно-промышленного участка ЦПТ вскрышных пород карьера Ковдорского ГОКа. Лимитная цена конвейера определена в размере 3460 т. руб.

В настоящее время необходимо разработать типоряд конвейеров в исполнении ХЛ для применения ЦПТ не только при разработке месторождений рудных, но и строительных горных пород в условиях Севера. Отсутствие подобного типа конвейеров отрицательно сказывается на эффективности перемещения грузов на горнорудных предприятиях

При разработке глубоких горизонтов следует ориентироваться на применение крутонаклонных и вертикальных конвейеров. На способ создания высокого отвала на карьерах типа Кошвинского подготовлена заявка на предполагаемое изобретение.

Эффективность применения ЦПТ повышается при размещении пород вскрыши вблизи карьера и строительстве единого конвейерного става, поднимающего породу на 170-180 м с горизонта 190 м вместо использования пяти конвейеров, как по проекту, с перегрузкой породы с одного на другой, и расположения их вначале

вблизи тальвега между двумя хребтовыми лавиноопасными откосами.

Ниже приведена технико-экономическая оценка предлагаемых решений по применению ЦПТ на карьере.

По укрупненным оценкам вполне можно сравнение вариантов применения на карьере автомобильного транспорта и циклично-поточной технологии (ЦПТ).

По базовому варианту при применении только автомобильного транспорта годовой грузооборот составит: $20 \cdot 5,6 = 112$ млн ткм, где 20 - годовой объем породы, перевозимой автосамосвалами в отвал, млн т; 5,6 - расстояние транспортирования (на момент вскрытия гор. 85 м и до отвала № 3), км.

Затраты на транспортирование породы в отвал автотранспортом составят: $112 \cdot 10^6 \cdot 1,506 = 168,7 \cdot 10^6$ руб., где 1,506 - себестоимость перевозки 1 ткм горной массы автосамосвалами, руб.

При варианте с автомобильно-конвейерным транспортом годовой грузооборот автомобильного транспорта составит $20 \cdot 2,75 = 55$ млн ткм.

Затраты на транспортирование породы в отвал автосамосвалами составят $55 \cdot 10^6 \cdot 1,506 = 82,83 \cdot 10^6$ руб.

Годовой грузооборот конвейерного транспорта составит $20 \cdot 10^6 \cdot 2,5 = 50 \cdot 10^6$ ткм.

Затраты на конвейерный транспорт составят $50 \cdot 10^6 \cdot 1,37 = 68,5 \cdot 10^6$ руб., где 1,37 - себестоимость транспортирования 1 ткм

горной массы конвейером (расчетная), руб.

Общие затраты на транспортирование породы в отвал автомобильно-конвейерным транспортом составят:

Затраты ЦПТ:

$$Z = 82,83 \cdot 10^6 + 68,5 \cdot 10^6 = 151,32 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

$$\text{Эффект } \mathcal{E} = 168,8 \cdot 10^6 - 151,32 \cdot 10^6 = 17,48 \cdot 10^6 \text{ руб.}$$

Более детальные расчеты с использованием капитальных и эксплуатационных затрат на создание комплекса ЦПТ на карьерах выполнена ранее в работе [1].

Из данных расчета, а также практики работ следует, что за счет применения ЦПТ на карьерах можно добиться существенного снижения затрат на транспортирование и укладку породы в отвалы, а руды - на перегрузочные пункты при обосновании и выборе оптимальных вариантов строительства комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Циклично-поточная технология для руды и вскрышных пород на карьере Ковдорского ГОКа / В.И.Усынин, С.П.Решетняк, С.Н.Родионов и др. // Сб. Циклично-поточная технология на карьерах Заполярья. Апатиты. - 1986. - С.12-27.
2. Картавий А.Н. Перспективы применения крутонаклонных конвейеров с прижимной лентой при ЦПТ // Горн. журн. - 2003. - №6. - С. 32-56.

3. Рудный Ковдор / А.И.Сухачев, В.Г. Мелик-Гайказов, Б.К.Оводенко и др. // Мурманское книжное изд-во. - 1974. - 208 с.
4. Оводенко Б.К. Горные работы на карьерах Заполярья. - Л.: Наука. Л.О. - 1972. - 135 с.

Коротко об авторах

Еремин Г.М. - научный сотрудник Горного института КНЦ РАН,
Степанов Д.А. - горный инженер ОАО «Апатит».

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ			
СОСНОВСКАЯ Елена Леонидовна	Геоинформационные исследования структурной организации элементов тектонической деструкции горного массива как основы прогноза его геомеханического состояния	25.00.35	к.г.-мн..н.

