**Способы доставки отбитой горной массы из забоя карьера на поверхность**

Главными условиями прогрессивного развития открытого способа разработки являются создание и наиболее полное использование в карьерах высокоэффективных средств горного и транспортного оборудования.

На современных открытых разработках приходится перемещать значительные объемы полезного ископаемого и особенно вскрышных пород (до сотен тысяч кубических метров в сутки). Транспортирование вскрыши и полезного ископаемого— один из наиболее трудоемких процессов технологического комплекса открытых горных работ. Стоимость перемещения горной массы составляет 40—50% общей стоимости вскрышных работ в карьере.

С помощью средств карьерного транспорта горная масса от экскаваторных забоев перемещается до пунктов разгрузки. Разгрузочными пунктами являются: для вскрышных пород— отвалы, для полезного ископаемого— устройства для перегрузки с одного вида транспорта на другой, постоянные или временные склады, приемные бункера дробильных, сортировочных, обогатительных, агломерационных или брикетных фабрик.

Карьерный транспорт имеет ряд следующих особенностей, отличающих его от транспорта общего пользования:

1. Пункты погрузки и разгрузки постоянно изменяют свое положение, следуя за фронтом горных работ, что требует периодического перемещения транспортных коммуникаций и оборудования (железнодорожных путей, автодорог, конвейеров).

2. Цикл карьерных транспортных средств прерывного действия (железнодорожный, автомобильный и др.) состоит из операций погрузки, движения с грузом, разгрузки и обратного движения порожняком.

3. Транспортирование из карьера происходит, как правило, на большом уклоне при разработке как глубинных, так и нагорных месторождений.

4. Для производительного использования горного и транспортного оборудования (экскаваторов и подвижного состава) необходимо взаимное согласование их параметров. Основными требованиями, предъявляемыми к карьерному транспорту, являются: обеспечение заданного грузооборота; бесперебойность работы (точное соблюдение графика движения—для средств цикличного действия и непрерывность потока— для транспортных средств непрерывного действия); возможно меньшая трудоемкость работ (благодаря применению механизации и автоматизации основных и вспомогательных процессов при транспортировании); безопасность движения и ведения работ. Одно из основных положений при выборе схем транспортирования— разделение грузопотоков вскрышных пород и полезного ископаемого, что целесообразно, например, в условиях большой и средней производственной мощности карьеров (если позволяют горно-геологические условия), так как обеспечивает ритмичную и бесперебойную работу всего предприятия. Выбор вида и средств карьерного транспорта определяется рядом факторов и в первую очередь характеристикой транспортируемого груза, расстоянием перевозки, масштабами работ и темпами их развития. От масштабов работ (грузооборота) зависит мощность транспортных средств, а темпы ведения горных работ определяют требования к маневренности средств транспорта. В условиях карьеров самостоятельно или в комбинациях используются железнодорожный, автомобильный, конвейерный, гидравлический, канатный и воздушный виды транспорта. Каждому из этих видов соответствуют определенное оборудование, коммуникации, схемы и организация работы.

Основное распространение на карьерах получили железнодорожный, автомобильный и конвейерный транспорт, которые применяются уже в течение длительного времени и имеют свою эволюцию. По прогнозу развития открытой добычи и в будущем эти виды транспорта останутся основными (как при самостоятельном их использовании, так и в различных комбинациях).

Железнодорожный транспорт, ранее других применявшийся на карьерах СССР, в настоящее время оснащен современной техникой. Совершенствуется система организации движения поездов. Применение системы СЦБ (сигнализации, централизации и блокировки) и радиосвязи диспетчера с экскаваторными и локомотивными бригадами позволяет значительно улучшить организацию и безопасность работы. Железнодорожный транспорт эффективно применяется во многих карьерах большой мощности при значительных расстояниях откатки, хотя предъявляет наиболее строгие требования к плану и профилю пути, т. е. применение этого вида транспорта требует наибольших радиусов кривых и допускает наименьшие подъемы пути. Автомобильный транспорт применяется в сложных условиях залегания полезных ископаемых или при быстром продвигании фронта работ. Основное преимущество автомобильного транспорта— маневренность, поэтому он более других видов транспорта пригоден для разработки месторождений с небольшими запасами при малом сроке эксплуатации карьера, особенно при коротких расстояниях транспортирования. Главным преимуществом автомобильного транспорта перед железнодорожным является его способность преодолевать в 2—3 раза большие подъемы и проходить кривые в 4—6 раз меньшего радиуса.

Конвейерный транспорт, способный транспортировать материал под углом 17—19°, широко применяется на карьерах СССР и за рубежом. Однако применение конвейерного транспорта предъявляет наиболее жесткие требования к характеристике (кусковатости и абразивности) перемещаемого материала, в связи с чем основное распространение конвейеры получили при транспортировании мягких, рыхлых горных пород. Благодаря созданию конвейерных лент высокой прочности в настоящее время расширяется область применения этого вида транспорта, в частности для доставки тяжелых и абразивных материалов.

Нередко экономичным является применение комбинированного транспорта. В этом случае на определенных участках транспортирования проявляются преимущества каждого вида транспорта.

***Железнодорожный транспорт***

Применение железнодорожного транспорта на карьерах началось за рубежом в конце 19 в., в СССР — в 30-е гг. 20 в. Использовались узкая колея, маломощные паровозы, вагоны с ручным опрокидыванием. Развитие железнодорожного карьерного транспорта было связано с совершенствованием подвижного состава, применением нормальной колеи, усилением конструкции железнодорожного пути и др. Начало электрификации железнодорожного карьерного транспорта в СССР относится к 30-м гг. (Магнитогорский и Коунрадский рудники), в 70-е гг. создан специализированный подвижной состав — тяговые агрегаты и большегрузные думпкары.

***Область применения железнодорожного транспорта***

Железнодорожный транспортэкономичен главным образом в карьерах средней и большой производственной мощности по горной массе (10-100 млн. т в год и более), глубиной до 400-500 м при расстояниях перемещения от карьера более 2-3 км для перемещения практически всех видов пород. Он применяется на крупнейших карьерах.

Достоинства железнодорожного транспорта: возможность использования любых видов энергии и типов локомотивов; небольшой расход энергии вследствие малого удельного сопротивления движению подвижного состава по рельсовым путям; возможность достижения большой производительности при любом расстоянии перевозок за счёт пропуска по путям большого числа поездов и увеличения полезной массы поезда до 1500т и более; возможность автоматизации движения транспортных средств и управления транспортными операциями; надежность работы в любых климатических и горно-геологических условиях; сравнительно небольшой штат поездных бригад, небольшие расходы на ремонт, содержание и амортизацию подвижного состава вследствие его прочности, надежность и значительный срок службы (до 20-25 лет); низкие затраты на 1 ткм перевозки (меньше чем при автомобильном и конвейерном в 4-6 раз).

Вместе с тем при применении железнодорожного транспорта предъявляются наибольшие требования к плану и профилю пути. Для его использования необходимы большая протяженность фронта работ на уступах (не менее 400-500 м ), кривые большого радиуса (не менее 120-150 м для широкой колеи), небольшие подъёмы и уклоны путей. Резко возрастают длина и объёмы наклонных траншей, общий объём горных работ и срок строительства карьера; велики капитальные затраты на транспорт; усложняются доступ к забоям, организация движения; снижается маневренность транспортных средств, трудоёмки процессы перемещения и содержания путей. Сложными являются технология и механизация отвальных работ.

В качестве локомотивов на карьерах применяют тепловозы (ТЭМ-1, ТЭМ-2, ТЭМ-3, ТЭМ-7), электровозы (Д94, ВЛ26, EL-21) и тяговые агрегаты (ОПЭ-1, ОПЭ-1М, ОПЭ-1А, ПЭ-2М, EL-20)

Горную массу перевозят в думкарах, полувагонах, хопперах и на платформах грузоподъёмностью 63-125 т.

***Автомобильный карьерный транспорт***

Использование автомобильного карьерного транспорта на земляных работах при разработке песчаных и гравийных месторождений в CCCP началось в 1932. Подвижным составом для перевозки горной массы служили автосамосвалы грузоподъёмностью до 3 т, а также бортовые автомобили с ручной разгрузкой. С конца 40-х гг. автомобильный карьерный транспорт применяют на меднорудных карьерах Урала.

Впервые большие объёмы перевозок автомобильного карьерного транспорта были выполнены в 1954 при строительстве Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного комбината. Дальнейшее развитие автомобильного карьерного транспорта стало возможным благодаря созданию семейства автосамосвалов БелАЗ грузоподъёмностью 27-180 т (см. Автосамосвал карьерный).

Автомобильный карьерный транспорт широко используется на зарубежных карьерах (например, в США, Канаде). Области эффективного применения автомобильного карьерного транспорта: строительство карьеров, разработка месторождений с неправильными контурами или месторождений, залегающих в гористой пересечённой местности; разработка горизонтальных или слабонаклонных пластов при быстром продвижении фронта работ; выемка полезных ископаемых по сортам или выемка отдельных прослоек и блоков; разработка месторождений, залегающих на большой глубине (с использованием автотранспорта в сочетании с другими транспортными средствами на коротком плече откатки).

***Область применения автомобильного транспорта***

*Автомобильный транспорт* применяют главным образом на карьерах малой и средней производственной мощности с грузооборотом до 25 млн. тонн в год, а на более крупных в основном вместе с другими видами транспорта. Достоинства автотранспорта: автономность энергоисточника; гибкость, манёвренность и взаимная независимость работы автосамосвалов, что упрощает схемы движения; невысокая требовательность к плану и профилю автомобильных дорог (допускаются радиусы 20-25м, подъём и уклон……), что сокращает расстояния перевозок в 2-3 раза по сравнению с железнодорожным транспортом; меньшие объёмы наклонных траншей и горно-строительных работ( до 40-50%), а следовательно, меньшие сроки и затраты (на 20-25%) на строительство карьеров. Отсутствие рельсовых путей и контактной сети упрощает организацию работ. Максимальная производительность экскаваторов может быть на 20-25% больше их производительности при железнодорожном транспорте. Затраты на отвальные работы существенно уменьшаются. Повышается концентрация работ, увеличивается темп углубления горных работ.

Автотранспорт эффективен при строительстве карьеров любой производственной мощности, при разработке залежей сложных форм, малых размерах карьерных полей, сложной топографии поверхности; успешно применяется при раздельной выемке сложноструктурных залежей; может использоваться как вспомогательный и дополнительный к другим видам транспорта, особенно на горно-подготовительных работах.

Основные недостатки автотранспорта: экономическая эффективность только при небольших расстояниях перевозок (до 2-5 км); высокая интенсивность движения ( до 10-12 тыс. рейсов в сутки по главным автодорогам ); большой парк машин и штат водителей; сравнительно высокие расходы на топливо и смазочные материалы; быстрый износ механических частей и двигателей при несовершенном покрытии дорог и крутых подъёмах; высокая стоимость большегрузных автомашин, а также большие расходы на их ремонт и содержание; жёсткая зависимость от климатических условий и состояния автодорог; снижение производительности в период снегопадов, распутицы, дождей, туманов и гололёда; загазованность атмосферы карьера при большой интенсивности перевозок.

***Организация работы, схемы движения и маневров автотранспорта в карьере***

Работа автомашин в течении смены может осуществляться по закрытому или открытому циклу. В первом случае за каждым экскаватором закрепляется определенное количество автомашин, работающих с ним всю смену, во втором – машины при каждом рейсе направляются диспетчером к тому забою, где они могут быть загружены с наименьшими потерями времени. При открытом цикле снижаются простои экскаваторов и автомашин, однако применение его требует организации на карьере чёткой диспетчерской службы с непрерывно поступающей информацией о местонахождение всех машин и условия погрузки в каждом забое.

Движение автотранспорта в карьере осуществляется по встречной или кольцевой схеме. В первом случае карьер вскрывают одинарными траншеями, в которых прокладываются двухполосные дороги, служащие для спуска порожних и подъёма гружёных автомашин. Во втором – вскрытие производится парными траншеями, по одной из которых подают порожняк, по другой вывозят груз из карьера.

Встречная схема движения требует меньшего объёма работ по вскрытию карьера и обеспечивает минимальное расстояние транспортирования. Поэтому она наиболее распространенна. Однако при кольцевой схеме повышаются безопасность и скорость движения, требуются меньшие размеры рабочих площадок, упрощаются подъезды машин к экскаваторам, установка их под погрузку и обмен. Наиболее часто эту схему применяют при строительстве карьеров. Производительность погрузочно–транспортного оборудования в значительной мере зависит от применяемых схем подъездов и установки автомашин под погрузку, которые должны обеспечить безопасность работ; максимальное использование экскавтора; минимальные затраты времени на маневрирование, загрузку и обмен машин; маневрирование по возможности порожних, а не гружёных машин; минимальную ширину рабочей площадки.При всех схемах погрузка горной массы в машину должна производиться сбоку или сзади и гружённый ковш экскаватора не должен проходить над кабиной водителя; в ожидании погрузки машине следует находиться вне радиуса действия экскаватора.

***Содержание и ремонт карьерных дорог***

Содержание дорог включает в себя работы по уходу за дорогой и дорожными сооружениями, по поддержанию их в чистоте.

В весенне–осенний период особенно важным являются поддержание поперечного профиля земляного полотна, обеспечивающего сток воды по водоотливным сооружениям, очистка дорог от грязи, посыпавшейся горной породой и т.д. В летний период асфальтобетонные, черные щебёночные и чёрные гравийные покрытия размягчаются и становятся пластичными, в зимний – на них появляются трещины. Летом большое значение имеет борьба с пылью на дорогах, так как пыль ухудшает условия работы водителей и повышает износ автомобилей. Зимой особое значение имеют работы по очистке дорог от снега и борьба с гололедицей.

**Конвейерный транспорт**

карьер транспорт конвейер горный

***Область применения конвейеров***

*Конвейерный транспорт* применяется преимущественно для перемещения мягких вскрышных пород, угля, на песчано-гравийных карьерах, карьерах огнеупорных глин и др. на расстоянии до 4-6 км. Практически конвейерами можно перемещать все породы, главным образом в мелкораздробленном состоянии. Он наиболее эффективен в сочетании с многоковшовыми экскаваторами, составляя вместе с ними высокопроизводительные комплексы машин непрерывного действия.

В последние годы конвейерный транспорт испытывают для транспортирования хорошо раздробленных скальных пород. В этом случае погрузка породы на конвейер производится одноковшовыми экскаваторами через передвижной бункер иногда с предварительным дроблением крупных кусков механическими дробилками, установленными перед бункером. Конвейерный транспорт наиболее соответствует условиям глубоких карьеров. Достоинства конвейерного транспорта: непрерывность и ритмичность перемещения грузов; возможность повышения производительности выемочно-погрузочного и отвального оборудования; упрощение общей организации и снижение трудоёмкости работ за счёт выполнения одним агрегатом функций пути и подвижного состава; значительное уменьшение объёмов транспортных и горно-капитальных работ, а также сокращение общей протяженности транспортных коммуникаций за счёт подъёма груза конвейерами под углом. Максимальные углы подъёма конвейерами зависят от их конструкции и свойств транспортируемых пород. При применении ленточных конвейеров они достигают 20-22° для мягких и 16-18° для раздробленных скальных пород. С целью увеличения угла подъёма до 35-45° применяют специальные конструкции конвейеров с дополнительной прижимной цепной или сетчатой лентой. Иногда используют ленты с выступами на рабочей поверхности, препятствующими сползанию транспортируемых пород. Их применяют для подъёма горной массы из карьера и транспортирования её по поверхности на значительные (500 м и более) расстояния. ; высокие скорости подвигания забоев; небольшой штат обслуживающего персонала; улучшение условий и повышение безопасности труда; сравнительно небольшой и равномерный расход электроэнергии; благоприятные условия для автоматизации и централизованного управления; высокая производительность конвейерных установок; возможность использования при пересеченном рельефе местности; простота устройства, перемещения и ремонта конвейеров.

Область применения конвейерного транспорта ограничивается его недостатками. Из-за интенсивного прилипания на ленту велики простои при перемещении влажных и тексотропных пород (глины, мела и др.). При доставке абарзивных взорванных пород дорогостоящая лента быстро изнашивается (за1-1,5 года). Размер кусков не должен превышать 25-35% ширины ленты. Перегрузки с одного конвейера на другой ведут к увеличению износа ленты и вызывают необходимость установки большого числа приводов.

Большое влияние на работу конвейеров оказывают климатические условия, отрицательно воздействуют низкие температуры. При конвейерном транспорте затруднительна раздельная выемка из забоя. Требования прямолинейности ставов забойных конвейеров не позволяет применять их при разработке залежей сложной конфигурации, необходимы непрерывность и безударность погрузки.