

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ОТКРЫТЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра охраны недр и рационального природопользования

**УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе**

А.К.Порцевский

Транспорт при горноразведочных работах

**Учебное пособие
для студентов специальностей:**

**080700 «Технология и техника разведки месторождений
полезных ископаемых»**

Москва 2005 г.

Введение

График изучения дисциплины

В учебном плане МГОУ по направлению «Прикладная геология» для специальности «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых» (080700) предусмотрена дисциплина «**Транспорт при горноразведочных работах**»:

Специальность	Дисциплина	Очный курс, часы	Количество часов, Лекц / лаб / практ	Зачёт, экзамен
080700	Полный курс V курс	150	12/4	Зач.
	Сокращённый курс IV курс	150	12/4	Зач.

Примечание. Изучение дисциплины завершается проверкой знаний по тестам и контрольным работам, итоговые знания студентов оцениваются на зачёте.

Курс «Транспортные машины» существует в плане подготовки студентов многих горных специальностей, ведь целью геологоразведочных и горных работ является наиболее полное извлечение полезных ископаемых из недр Земли, при этом основными процессами являются – отбойка руды от массива и транспортировка её на земную поверхность, как правило, - на обогатительную фабрику. На эти два процесса, а также на меры по обеспечению устойчивости выработок и безопасности работ – приходится основная часть затрат при эксплуатации горных предприятий.

Различают транспортные установки, используемые при подземных горноразведочных работах и на земной поверхности – в карьере и при транспортировке грузов к обогатительной фабрике. Кроме того, при геологоразведочных работах используются машины, перевозящие людей и специальное оборудование (см. рис. 1).

Классификация транспортных установок

По способу действия транспортные установки делятся на две группы:

1) непрерывного действия — груз движется непрерывным потоком (конвейеры, самотечные устройства под действием собственного веса - по желобам, трубам, выработкам, гидро- и пневмотранспорт, откатка вагонов бесконечным, замкнутым канатом);

2) периодического действия — груз перемещается порциями по определенному циклу (локомотивная откатка, самоходные машины, скреперные установки, откатка вагонов концевыми канатами).



Рис. 1. Агрегат для освоения и ремонта скважин А60/80М1
фирмы «Кунгурский машиностроительный завод»

Характеристика основных грузов

Транспортные средства горного предприятия перемещают насыпные (массовые) и единичные (штучные) грузы.

Разрыхленная руда, пустая порода и закладочные материалы относятся к насыпным грузам.

Оборудование, элементы крепления, материалы в ящиках или контейнерах и жидкости в резервуарах относятся к единичным грузам. Люди, перемещаемые по выработкам транспортными средствами, относятся к особым грузам, требующим обеспечения удобств и полной безопасности.

Единичные грузы характеризуются размерами, массой, формой, пожаро- или взрывоопасностью. **Насыпные грузы** характеризуются кусковатостью, плотностью, крепостью, абразивностью, углом естественного откоса и другими свойствами. Насыпные грузы образуют основной грузопоток горного предприятия и их свойства оказывают решающее влияние на выбор транспортного средства и на технико-экономические показатели работы предприятия.

Кусковатостью, или гранулометрическим составом называется количественное распределение горной массы по крупности кусков (по фракциям).

Горная масса считается крупнокусковой при размерах кусков более 300 мм в поперечнике; средней кусковатости — при размере кусков 100-300 мм; мелкой — при 10-100 мм; зернистой — при 0,5-10 мм; пылевидной — при размере кусков меньше 0,5 мм.

По **коэффициенту крепости** (М.М.Протоdjяконова) все порода разделены на 10 категорий, причем для наиболее крепких пород $f_k = 20$, а для наиболее слабых пород $f_k = 0,3$ (минимальное значение). Скальная горная масса состоит из наиболее крепкой породы с крепостью в диапазоне

$f_k=16-20$; для угля коэффициент крепости составляет 1,5, а для пустой породы (известняки, песчаники) 3-4.

Абразивность - свойство горной массы изнашивать (истирать) контактирующую с ней поверхность при трении. Абразивность зависит от твердости, формы и размеров частиц горной массы. Все горные породы разделены на восемь классов абразивности (по шкале ИГД им. А. А. Скочинского): малоабразивные породы (известняки, мягкие сланцы) имеют показатель абразивности 5 мг (потеря в весе истирающегося материала – стального стержня), самую высокую абразивность – корунд, 90 мг. Кварцевые песчаники, граниты имеют показатель абразивности 30-40 мг.

Угол естественного откоса — это угол наклона боковой поверхности горной массы к горизонту. Угол естественного откоса зависит от гранулометрического состава, влажности, формы и размеров частиц горной массы. Для антрацита он равен 35-40°, для руды 50-60°, для пустых пород (известняк, сланец) – 40-45°.

Грузопотоки

Грузопоток характеризуется видом груза, производительностью и длиной транспортирования, для подземного рудника основным является грузопоток руды от забоев к околоствольному двору. Количество и величина грузопотоков зависят от числа работающих добычных машин и их производительности.

В течение рабочей смены, суток грузопотоки неравномерны, что вызвано графиком работ забоев, паузами во время обслуживания установок и возможными неполадками. Поэтому расчёт транспортных установок должен производиться **по грузопотоку наиболее нагруженной смены**. Все это приводит к снижению машинного времени работы установок.

Зная годовую производительность рудника или выемочного участка (блока), можно определить сменную производительность $Q_{см}$ (т/смену), а затем и необходимую расчетную производительность транспортной установки:

$$Q_{\tilde{n}i} = \frac{Q_{\tilde{a}i\tilde{a}}}{N_{\tilde{a}i\tilde{a}} \cdot N_{\tilde{n}i}},$$

где Q_r - годовая плановая производительность рудника или участка, т/год;

$N_{год}$ - число рабочих дней в году;

$N_{см}$ - число рабочих смен в сутки.

Средняя часовая производительность установки (т/ч):

$$Q_{\tilde{n}\delta} = \frac{Q_{\tilde{n}i}}{T_i},$$

где T_m — машинное время работы транспортной установки в смену, ч.

Коэффициент использования транспортной установки во времени

$$k_{\dot{a}} = \frac{\dot{O}_i}{\dot{O}}$$

где T - продолжительность смены, ч.

Коэффициент использования транспортной установки во времени зависит от места работы и применяемой технологии выемки руд. Для забойных машин он составляет 0,3-0,45; для машин, работающих на откаточных горизонтах, этот коэффициент выше и может быть принят 0,55-0,65.

Отношение наибольшей часовой производительности к среднечасовой производительности называется коэффициентом часовой неравномерности ($k_{н д}$). **Неравномерность** забойного грузопотока можно установить только опытным путем. Неравномерность последующих звеньев транспортной цепи можно определить как опытным путем, так и расчетом. Обычно для транспортных установок, работающих в забоях, $k_{н д} = 1,75-5-2$, в блоках, выемочных участках и панелях $k_{н д} = 1,4-5-1,7$, а в магистральных выработках этот коэффициент составляет 1,2-1,3.

При слиянии нескольких грузопотоков (Γ), имеющих одинаковую среднюю производительность ($Q_{ч}$) и одинаковую неравномерность ($k_{н д}$), можно определить неравномерность суммарного грузопотока по формуле:

$$k_{\dot{a}} = \frac{k_{i \dot{a}}}{\sqrt{A}}$$

Чем больше грузопотоков объединяется, тем меньше неравномерность суммарного грузопотока. **Снижение неравномерности** грузопотоков на рудниках достигается применением участковых и капитальных рудоспусков, накоплением руды в составах вагонов. При конвейерном транспорте руды регулирование грузопотоков во времени и по производительности можно осуществить изменением **скорости движения** несущего полотна конвейеров, обычно регулирование скорости движения производится автоматически в зависимости от величины фактического грузопотока.

Надёжность и качество машин

Подземный транспорт руды осуществляется комплексом машин разных типов, связанных между собой технологическим процессом. Остановка одной машины в этом комплексе приводит к простоям других и всего добычного участка. **Надёжность** одной или последовательно установленных транспортных машин - свойство выполнять заданные функции в заданных пределах, основными критериями надёжности горных транспортных машин являются - безотказность, ремонтпригодность и коэффициент готовности.

Безотказность - свойство машины непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. Безотказность характеризуется числом отказов в единицу времени, или длительностью работы между отказами. Безотказность комплекса понижается с ростом числа установок в цепи.

Ремонтпригодность - свойство машины, приспособленность к преду-

преждению и обнаружению причин возникновения её отказов, повреждений и устранению их ремонтом и техническим обслуживанием. Ремонтпригодность характеризуется средней продолжительностью ликвидации неисправности машины.

Коэффициент готовности - вероятность того, что машина окажется работоспособной в каждый момент времени, кроме планируемых периодов восстановления и ремонта:

$$\hat{E}_{\bar{a}} = \frac{t_{\text{ид}}}{t_{\text{ид}} + t_{\text{âîññ}}}$$

где $t_{\text{от}}$ – длительность работы машины между отказами, ч;

$t_{\text{вос}}$ – продолжительность восстановления машины (её ремонта), ч.

Для механизированного комплекса, состоящего из ряда последовательно установленных машин, суммарный коэффициент готовности комплекса равен сумме коэффициентов готовности каждой машины в системе.

Производительность

Производительность транспортной установки или машины может быть расчётная (теоретическая), техническая (паспортная) и действительная (фактическая).

Расчётной (теоретической) Q_p называется производительность машины или установки в т или м^3 за единицу времени (мин, ч) при непрерывной работе с учётом типоразмеров машины (например, объёма кузова).

Технической (производственной) Q_T называется производительность машины или установки в т или м^3 за единицу времени (мин, ч) при непрерывной работе с учётом физико-механических свойств горной массы (коэффициентов наполнения и разрыхления)

Фактической (эксплуатационной) $Q_{\text{ф}}$ называется производительность машины или установки в т или м^3 за единицу времени (ч) с учётом физико-механических свойств горной массы, типоразмеров машин, организации работ в забое и перерывов, связанных с обслуживанием машины (коэффициентом использования машины во времени).

Например, часовая **производительность** ковшового погрузчика равна:

- теоретическая

$$Q_T = V_{\text{ковш}} * \frac{3600}{t_{\text{цикл}}}, \quad \text{м}^3/\text{час}$$

- производственная

$$Q_{\text{п}} = \frac{Q_T * K_{\text{наполнения}}}{K_{\text{разрыхления}}}, \quad \text{м}^3/\text{час}$$

- эксплуатационная

$$Q_{\text{э}} = Q_{\text{п}} * K_{\text{использования}}, \quad \text{м}^3/\text{час}$$

Если известна техническая производительность Q_T (т/ч) и скорость v (м/с), то можно определить массу груза, например, на ленте или желобе конвейера (кг/м):

$$g = \frac{Q_{\text{д}}}{3,6 \cdot v}$$

Производительность транспортной установки в некоторых случаях выражается произведением количества перевозимого груза (т, м³) на длину транспортирования (м, км).

Сила тяги и сопротивления при перемещении грузов

Уравнение движения машин – это равенство сил тяги и сил сопротивления.

В транспортных установках с установившимся движением грузов тяговое усилие расходуется на преодоление сопротивлений, возникающих при перемещении грузов по прямому горизонтальному пути, и на подъём груза - при разных уровнях в начале и конце пути.

При перемещении сосредоточенного груза **скольжением** по почве горизонтальной выработки (рис. 2, а) **сила тяги** (в Н)

$$F = G * f$$

где G — вес груза, Н;

f — коэффициент трения скольжения.

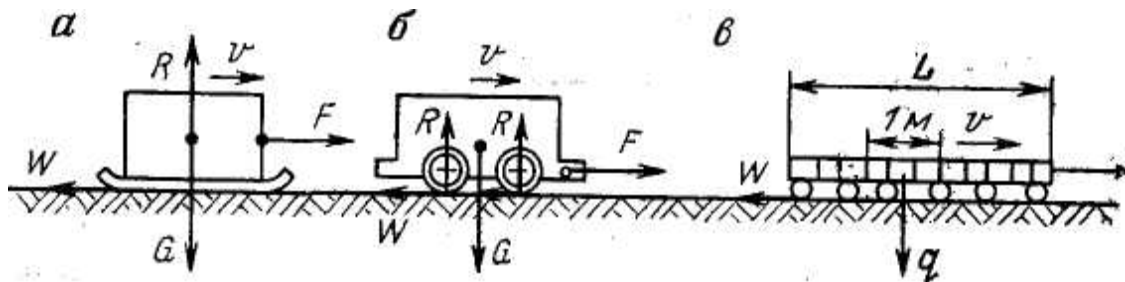


Рис. 2. Силы, действующие на груз при движении по горизонтальной выработке:

а — волоком; б — на колесах; в — конвейером

При перемещении сосредоточенного груза **качением** по рельсам или почве выработок (рис. 2, б) **сила тяги** (в Н)

$$F = G * \omega$$

где ω — коэффициент ходового сопротивления.

Коэффициенты трения скольжения и ходового сопротивления (Н/Н) опре-

деляются из отношения $f = \omega = F/G = W/R$, т. е. равны отношению силы тяги F к весу груза G или отношению основных сопротивлений W к нормальной реакции силы R (см. рис. 2).

Однако физическая сущность f и ω различна. При скольжении коэффициент трения зависит от состояния трущихся поверхностей, а при колёсном ходе коэффициент ходового сопротивления зависит от типа колес и дорожного полотна, диаметра колес и осей, типа смазки и подшипников и т. д.

Коэффициенты ходового сопротивления и трения определяются экспериментально.

При перемещении распределённого по длине груза качением (рис. 2, в) сила тяги (Н) равна:

$$F = q \cdot L \cdot \omega$$

где Q - вес груза, приходящийся на 1 м грузонесущего органа, Н/м;
 L - длина ветви, м.

Сила тяги при установившемся движении груза по наклонной выработке с углом β будет зависеть от направления движения (вверх или вниз).

При движении вверх вес G препятствует движению, а при движении вниз – способствует, поэтому, если наклон выработки незначителен ($\beta < 6^\circ$),

- для установок с сосредоточенным грузом (Н)

$$F = G (\omega \pm i)$$

- для установки с распределённым по длине грузом (Н)

$$F = q L (\omega \pm i)$$

где i - уклон пути в выработке, тангенс угла наклона.

Уклон пути, выраженный в промиллях (м/км), имеет значение $i = 1000 h/L$ и обозначается знаком ‰.

Силы тяги при движении самоходных машин

При движении самоходной машины по почве выработки или по рельсовым путям на окружность колес действуют силы тяги F_k , силы сопротивления W и тормозные силы B при включении тормозов.

Силой тяги называется создаваемая двигателем самоходной машины во взаимодействии с полотном дороги или рельсами управляемая **внешняя сила**, приложенная к движущим колесам машины в направлении её движения.

Общей для всех самоходных машин является зависимость силы тяги на окружности колес от сцепного веса, т. е. от веса машины, приходящегося на приводные колеса.

Колесо катится по полотну дороги или по рельсу и точка касания обода колеса с дорогой является мгновенным центром вращения. Нормальное движение нарушается, если мгновенный центр вращения начинает двигаться относительно дороги, т. е. происходит **буксование**. Сила тяги при этом резко падает, т.к. уменьшается сила сцепления колес с полотном дороги или рельсами. Условием нормального движения самоходной машины является

$$F_{\dot{e}} \leq 1000 \cdot \Psi \cdot \dot{D}_{\ddot{n}\ddot{o}}$$

где F_K - сила тяги, Н;

$P_{сч}$ - сцепной вес машины, кН;

Ψ - коэффициент сцепления.

Коэффициент сцепления зависит в первую очередь от типа колес, гусениц и состояния соприкасающихся поверхностей (рельсов, покрытия дороги, почвы).

Сила тяги (Н) самоходной машины ограничивается мощностью установленных на ней ходовых двигателей:

$$F_{\hat{e}} = \frac{1000 N \eta}{v}$$

где N - мощность ходовых двигателей, кВт;

η - к.п.д. ходового привода;

v - скорость движения, м/с. /

Сила тяги реализуется в одних самоходных машинах - на перемещение грузов (локомотивы, самосвалы, самоходные вагоны), а в других - на напорные усилия для внедрения ковша в разрыхленную горную массу (погрузочные и погрузочно-транспортные машины).

Силами сопротивления называются появляющиеся в процессе движения неуправляемые силы, направленные противоположно силе тяги. Силы сопротивления складываются из сопротивления качению колес на прямом горизонтальном участке пути, преодоления уклонов, сопротивления воздушной среды, преодоления сил инерции при изменении скорости движения машины. Почти все силы сопротивления движению пропорциональны весу машины

Общее сопротивление движению самоходной машины (в Н) равно:

$$W = G (\omega \pm i \pm j_k) + W_B$$

где j_k – удельная сила инерции, Н/кН

$$j_{\hat{e}} = \pm \frac{1+k_{\hat{e}}}{g} j$$

$k_{\hat{e}}$ - коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс (колёс, шестерён, валов, роторов и т. д.), принимается для вагонов и локомотивов от 0,06 до 0,1, а для машин на пневмоколесном ходу - от 0,5 до 1,5;

g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²;

j – ускорение (плюс) или замедление (минус) движения, м/с².

Силой торможения называется создаваемая искусственно и регулируемая внешняя сила, направленная противоположно движению. Тормозная сила, как и сила тяги машины, относится к ободу колес и ограничена силой сцепления колес с поверхностью качения (рельсами, полотном дороги, почвой), полная тормозная сила (в Н) машины при выключенных ходовых двигателях равна:

$$\hat{A} = 1000 f \delta P_{\hat{n}\ddot{o}}$$

где f – коэффициент трения между тормозной колодкой и ободом колеса;
 δ – коэффициент нажатия колодок, обычно 0,8-0,9;
 $P_{\text{сц}}$ – сцепной вес машины, кН.

Силы тяги при движении замкнутого гибкого тягового органа

В общем случае замкнутый тяговый орган на транспортной установке непрерывного действия (ленточный, пластинчатый, скребковый конвейеры) движется по прямолинейным участкам, сопряженным между собой криволинейными переходами (барабанами, звездочками, шкивами).

Для определения тягового усилия на приводе такой машины пользуются методом обхода контура транспортной установки «по точкам». Разбив для этого весь контур, образуемый тяговым органом, на последовательные прямолинейные и криволинейные участки, определяют натяжение на **набегающей и сбегающей** ветвях тягового органа у привода, по величине которых находят общее тяговое усилие.

Для определения силы натяжения во всех точках контура пользуются следующим общим правилом расчета: сила натяжения тягового органа в каждой последующей по ходу точке контура равна силе натяжения в предыдущей точке и сопротивлению на участке между этими точками.

Тяговое усилие (в Н) приводного блока равно:

$$F_0 = S_{\text{н б}} - S_{\text{с б}} - S_4 - S_1$$

где $S_{\text{н б}}$ и $S_{\text{с б}}$ — силы натяжения соответственно набегающей и сбегающей ветвей, Н;

S_1 и S_4 – соответственно первоначальная и остаточная сила натяжения сбегающей ветви, Н.

Тяговое усилие на окружности приводного блока при двигательном режиме имеет **положительное** значение ($S_{\text{н б}} > S_{\text{с б}}$); при тормозном режиме - **отрицательное** ($S_{\text{н б}} < S_{\text{с б}}$).

Силы тяги в гидравлическом и пневматическом транспорте

Передача движения сыпучей горной массе за счёт движения жидкой или газообразной рабочей среды используется в гидравлическом и пневматическом транспорте. В таких установках горная масса находится во взвешенном состоянии и перемещается вместе с газом или жидкостью по трубам.

Гидравлическое транспортирование может быть самотечным, в котором пульпа, т. е. смесь горной массы с водой, перемещается по наклонным желобам, канавам или трубам самотеком, и напорным, в котором пульпа перемещается по трубам напором, образуемым насосом или землесосом.

Пневматическое транспортирование может быть напорным и всасывающим, в которых горная масса перемещается соответственно в среде сжатого и разреженного воздуха, создаваемого нагнетательными или вакуумными насосами.

Обычно скорость движения пульпы определяется при гидравлическом транспортировании в зависимости от **критической скорости**, т.е. такой скорости восходящего потока в вертикальном трубопроводе, при которой частицы данной

крупности и данной плотности остаются в трубе во взвешенном состоянии.

Расчётный манометрический напор (м) землесоса равен:

$$h_i = h_a + h_f + h_{a-\delta}$$

где h_B - высота всасывания, м;

h_n - высота нагнетания, м;

$h_{в.р}$ - напор, затрачиваемый на преодоление вредных сопротивлений, м (состоят из сопротивлений трения пульпы о стенки трубопровода и местных сопротивлений - колена, задвижки, клапаны и т.п.).

Критическая скорость (в м/с) равна:

$$v_{\text{крит}} = \sqrt{\frac{8g}{\lambda} Ri}$$

где R – гидравлический радиус, равен отношению площади поперечного сечения потока к смоченному периметру трубы;

i – уклон трубопровода, м/м;

λ – коэффициент гидравлических сопротивлений, зависит от формы и состояния поверхности как частиц, так и трубы.

Мощность двигателя привода

Режим работы всех транспортных установок периодического и непрерывного действия характеризуется переменными нагрузками, в течение цикла и смены. Выбор двигателя производится по допустимому в течение смены **нагреву его обмоток**. Поэтому, по экспериментальным диаграммам или по расчётным данным находят эквивалентное тяговое усилие транспортной установки.

Эквивалентным усилием называется такое постоянное усилие при непрерывной работе привода транспортной установки, при котором обмотки двигателя нагреваются до такой же температуры, как и при действительном режиме работы.

Расчётная мощность (кВт) двигателя с учётом потерь в приводе равна:

$$N_p = k_{\text{зап}} \frac{F_y v_{\text{ном}}}{1000 \eta}$$

где F_y – эквивалентное усилие, Н;

$v_{\text{ном}}$ – номинальная скорость движения грузов, м/с;

η — коэффициент полезного действия привода ($\eta=0,9$ для привода с механическим редуктором, $\eta = 0,8$ — с механическим редуктором и турбомуфтой);

$k_{\text{зап}}$ - коэффициент запаса мощности, равен 1,1-1,2.

По расчетной мощности выбирают по каталогу ближайший больший двигатель. Мощность принятого по каталогу двигателя называют установленной мощностью N_y .

Выбранный двигатель проверяют по перегрузочной способности. Для асинхронных электрических двигателей переменного тока **перегрузка** в период пуска

должна быть не более чем в 1,5-1,8 раза (см. ниже раздел - проверка работы двигателей карьерного электровоза на нагрев).

Забойные самоходные транспортные машины и комплексы

К забойному самоходному транспортному оборудованию относятся шахтные погрузочные машины, подземные экскаваторы, погрузочно-транспортные машины, самоходные вагоны, самосвалы, подземные бульдозеры, скреперные грузчики. Обычно это оборудование вместе с самоходными буровыми установками образует **добычный комплекс**. Для разных горно-геологических условий добычные комплексы имеют различное оборудование.

Применение забойного самоходного оборудования (см. рис. 3), особенно на пневмоколесном ходу и с автономным дизельным приводом, обеспечивает:

- высокую энерговооруженность труда забойных рабочих и, следовательно, большие возможности повышения производительности их труда;
- снижение физических нагрузок рабочих, так как им отводится роль оператора - водителя машины;
- увеличение использования забойных машин в течение смены благодаря высокой их мобильности, сокращению времени на переезды из одного забоя в другой, уменьшению длительности подготовительно-заключительных операций;
- работу без наращивания и укладки рельсовых путей в выработках;
- установку на одной машине нескольких исполнительных органов.

Однако применение на рудниках высокопроизводительного самоходного забойного оборудования может дать высокие технико-экономические показатели только при условии сооружения **наклонных съездов** (обычно уклон составляет 14°).



Рис. 3. Машина погрузочно-транспортная ПД-5А
фирмы «Рудгормаш» (Красноярск)

Подземные погрузочные машины

Погрузочные машины применяют в очистных забоях, на горизонтах выпуска горной массы и при проведении подготовительных выработок. Они работают в комплексе с колесно-рельсовым транспортом и с самоходными вагонами на пневмоколесном ходу, используя, например, перегружатели (рис. 4) или собственные возможности (рис. 5).

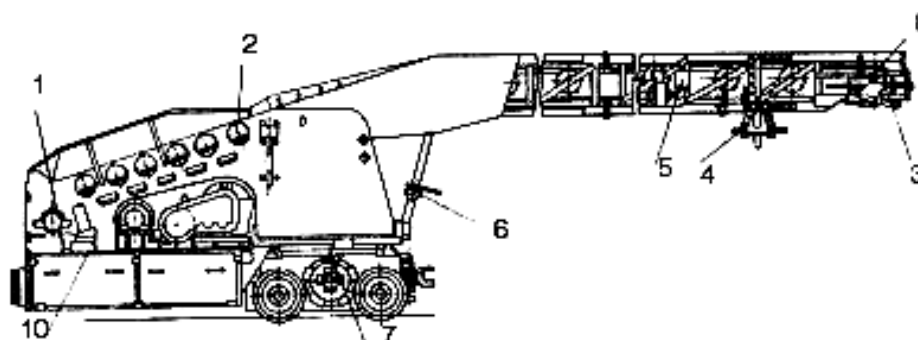


Рис. 4. Общий вид перегружателя ПСК1
(Darasun Kompani):

2 - тележка, 4 - пульт управления, 5 - конвейер,
6 - домкрат, 7 - пневмодвигатель, 10 - скребок

Погрузочные машины классифицируют по следующим признакам:

- по принципу действия погрузочного органа — непрерывного действия и периодического действия;
- по способу захвата горной массы — нижнего захвата (ковш), бокового захвата (лапа) и верхнего захвата (гребок);
- по способу передачи груза на транспорт — прямая погрузка и ступенчатая;
- по исполнению ходовой части — колесно-рельсовый ход, гусеничный и пневмоколесный;
- по роду энергии — с электрическим, пневматическим или дизельным приводом.



Рис. 5. Продукция компании «Atlas Корко» - погрузчик и самосвал

Поэтому, например, погрузочные машины обозначаются следующим образом:

1ППН-3 — погрузочная машина периодического действия нижнего захвата, первая модель, третий типоразмер;

2ПНБ-2 — погрузочная машина непрерывного действия бокового захвата, вторая модель, второй типоразмер;

ППВ-2 — погрузочная машина периодического действия верхнего захвата, второй типоразмер.

Использование погрузочных машин во времени во многом зависит от способа обмена гружёных вагонеток на порожние в забое. В однопутевых выработках применяют, в основном, разминовки (на один-три вагона). На подкатку и перецепку вагонов тратится времени в 3-4 раза больше, чем на самую погрузку вагонетки (см. табл. 1), поэтому эффективнее использовать способы погрузки без обмена вагонеток (см. рис. 6).

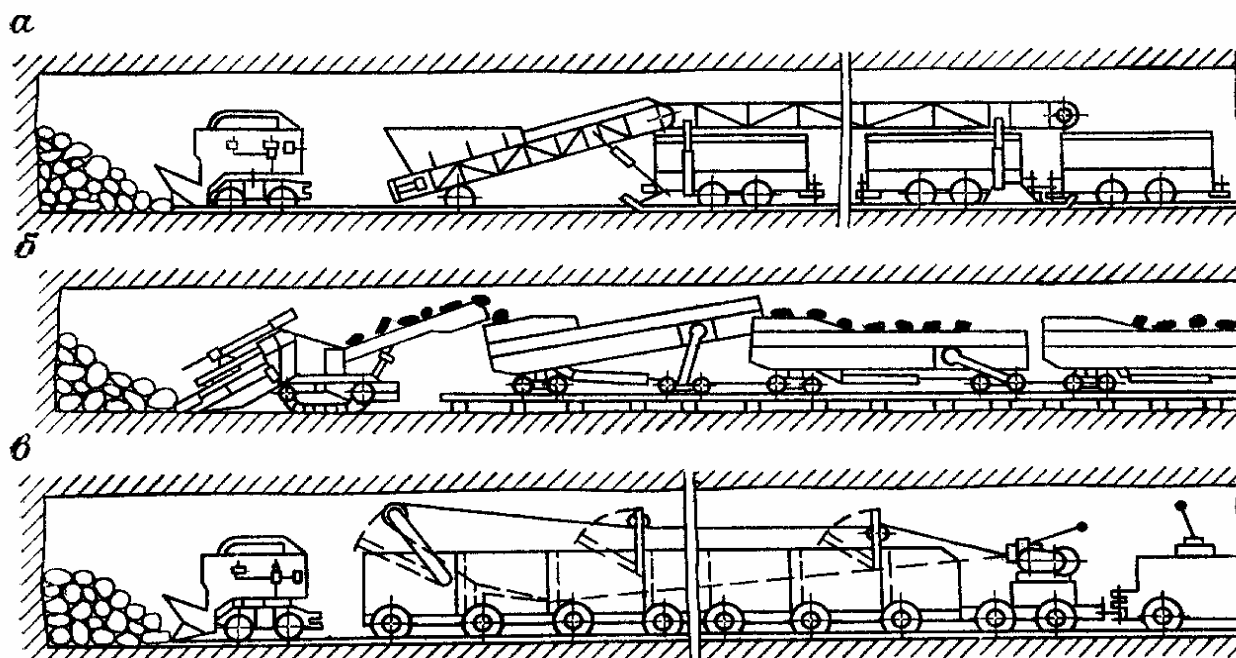


Рис. 6. Схемы погрузки составов без обмена вагонеток в забое:
 а — с перегружателем; б — с бункерными вагонами;
 в — с бункерным поездом

Погрузочно-доставочные машины (см. табл. 2 ÷ 5) бывают с электрическим, пневматическим или дизельным двигателем на колёсном, гусеничном или рельсовом ходу, типы машин - ковшовые, бункерные и с загребающими лапами. Преодолеваемый уклон выработки до 15-18°. Грузоподъёмность отечественных ковшовых машин 2, 3, 5, 8 и 12 т (с ковшами) и 2,5, 4, 6, 10, 16 т (с кузовом). Длина транспортировки обычно не превышает 50 м, хотя мощные машины используются для перевозки породы до 300 м.

Таблица 1

Техническая характеристика вагонеток

Модель	Вместимость кузова, м ³	Допустимая нагрузка, т	Колея, мм	Размеры, мм			Жёсткая база между осями колёс, мм	Масса, т
				Длина	Ширина	Высота		
Опрокидные								
ВО-0,4	0,4	10	600	1300	870	1250	400	0,52
ВО-0,8	0,8	20		1900	1000		600	0,70
Глухие								
ВГ-1,0	1,0	18	600, 750, 900	1500	850	1300	500	0,52
ВГ-1,1	1,1	22		1800			550	0,58
ВГ-1,3	1,3	23		2000			650	0,62
ВГ-1,4	1,4	25		2400			800	0,65
ВГ-1,6	1,6	30		2700			800	0,69
ВГ-2,5	2,5	45	900	2800	1240		800	1,14
ВГ-3,3	3,3	60		3450	1320		1100	1,27

Коэффициент разрыхления взорванных пород:

$$K_p = 0,16 \sqrt{f} + 1.34$$

Таблица 2

Ковшовые погрузчики (циклического действия)

Марка	Условия применения	Емкость ковша, м ³	Техническая производительность, м ³ /час
ППН-2Г1 гусен. ход	$S_{\text{заходка}} > 7 \text{ м}^2$ и самоходный вагон ВС-5П	0.35 м ³ при кусковатости до 400 мм	1
МПКЗ-2Г гусен. ход	$S_{\text{заходка}} > 14.5 \text{ м}^2$ и вагонетка, конвейер	1 м ³ при кусковатости до 800 мм	1
ППН-1 Кол.-рел. ход	$b \times h > 2 \times 2 \text{ м}^2$ и вагонетка	0.25 м ³ при кусковатости до 300 мм	0,5
ППН-2 Кол.-рел. ход	$b \times h > 2,2 \times 2,4 \text{ м}^2$ и вагонетка	0.3 м ³ при кусковатости до 400 мм	1
ППН-3 Кол.-рел. ход	$b \times h > 2,6 \times 3 \text{ м}^2$ и вагонетка	0.5 м ³ при кусковатости до 600 мм	1,25

Таблица 3

Погрузочные машины с нагребными лапами
(непрерывного действия)

Марка	Условия применения	Крепость пород f	Технич. производительность, $m^3/час$
1ПНБ-2 гусен. ход	$b \times h > 1.8 \times 2.5$ м при кусковатости до 400 мм	< 6	2
2ПНБ-2 гусен. ход	$b \times h > 1.8 \times 3$ м при кусковатости до 500 мм	< 12	2.5
ПНБ-3Д2 гусен. ход	$b \times h > 2.5 \times 3.7$ м при кусковатости до 800 мм	< 20	5
ПНБ-4 гусен. ход	$b \times h > 3 \times 4$ м при кусковатости до 800 мм	< 20	6

Таблица 4

Погрузочно-транспортные машины (см. рис. 7)
(КОВШОВЫЕ ИЛИ КОВШОВО-БУНКЕРНЫЕ)

Тип	Емкость ковша, m^3	Емкость кузова, m^3	Min сечение выработки, m^2	Привод	Технич. производительность, т/см
с ковшом					
ПД-2 $L^* = 75$ м	1	--	5	дизель	100
ПД-3 $L = 100$ м	1.5	--	7	дизель	130
ПД-5	2.5	--	9	дизель	200
ПД-8	4	--	12	дизель	300
ПТ-1ЭШ	0.6	--	5	электрич.	80
ПТ-2ЭШ	1	--	5	электрич.	100
с ковшом и кузовом					
ПТ-4 $L = 225$ м	0.2	1.5	7	пневмат.	60
МПДН-1М	0.15	1.5	7	пневмат.	60
ПТ-6П	0.5	2.8	9	пневмо-гидравл.	100

* Рациональное расстояние транспортирования (L)

Производительность погрузочных машин

В расчётах машин применяются техническая (паспортная) и действительная (фактическая) производительности.

Учитывая кратковременность работы погрузочных машин, техническая производительность обычно выражается в т/мин, а действительная - в т/ч.

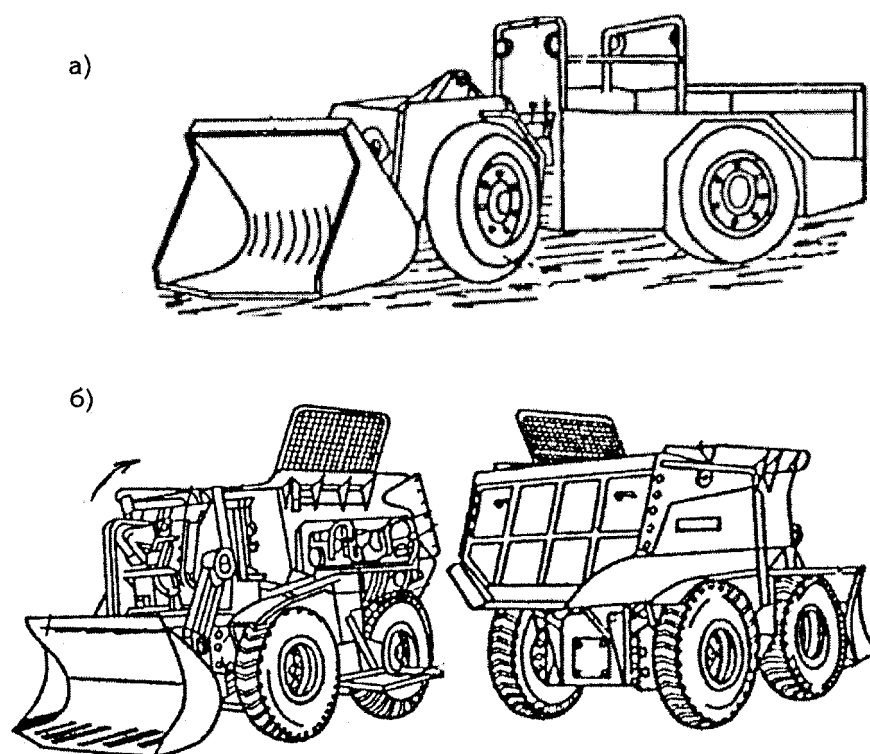


Рис. 7. Общий вид погрузочно-транспортных машин:
а – ковшовой ПД; б – с ковшом и кузовом ПТ

Таблица 5

Погрузочно-транспортные зарубежные машины с электроприводом¹

Марка машины, изготовитель	Вместимость ковша, м ³	Грузо- подъёмность, т	Мощность двигателя, кВт	Габариты, м			Масса, т
				длина	ширина	высота	
Финляндия «Ара»							
Торо 150Е	1,75	3,2	55	6,9	1,4	1,7	8,9
Торо 350Е	4,3	8,0	110	9,5	2,4	2,3	
Торо 500Е	7,5	1,0	160		2,7	2,6	34
США «Эймко»							
922Е	1,72	3,65	64	6,4	1,5	2,0	96
925Е	3,82	8,165	122	8,4	2,2	2,4	195
США «Вагнер»							
ЕНТ-1А	0,76	-	29,4	-	-	-	5,8
ЕНТ-5В	3,8	-	146	8,9	2,5	1,5	20,7
Франция «Эжимнан Мины»							
СТ 500НЕ	0,75	1,7	42	5	1,3	1,7	5,2
1700	1,52	2,8	64	6,7	1,6	1,5	10,1

¹ Рогизный В.Ф. Горные машины для погрузочно-доставочных работ при подземной разработке месторождений. - М.: изд. МГГА, 2000, 93 с.

2500 3500	1,95	3,5	102	7,0	1,8	1,5	11,7
Германия «ГХХ Штеркраде»							
ЛФ-4,1Е	2,0	3,8	63	6,9	1,7	1,9	11,7
ЛФ-7,1Е	3,8	7,3	136	9,0	2,2	2,4	21,3
ЛФ-12Е	7,0	12,0	204	10,7	2,6	2,4	31,0

Производительность машин **периодического** действия:

1) техническая

$$Q_{\dot{o}} = \frac{60V k_i \gamma}{t_{\dot{o}}}$$

где V – объём ковша (гребка) машины, m^3 ;

k_H - коэффициент наполнения ковша (гребка) породой, учитывающий наполнение ковшов зависимости от крупности кусков, плотности горной массы, от сцепного веса и крупности кусков машины;

γ - плотность разрыхленной горной массы, t/m^3 ;

$t_{\dot{o}}$ - время одного цикла движения ковша (гребка), с;

2) действительная

$$Q_{\dot{a}} = \frac{3600 G}{t_{\dot{a}}}$$

G - грузоподъёмность вагона, бункерного вагона или бункерного поезда, т;

$t_B = t_n + t_o + t_c$ — продолжительность погрузки одного вагона, с;

t_n - время наполнения вагона, с;

t_o - время обмена вагона, с;

t_c - время на смену состава, отнесенное к одному вагону, с.

Производительность машин **непрерывного** действия:

1) техническая

$$Q_{\dot{o}} = \frac{60V_{\dot{o}} n_{\dot{o}} k_i \gamma}{t_{\dot{o}}}$$

где $V_{\dot{o}}$ - расчётный объём горной массы, забираемый лапой (гребком) за одно движение, m^3 ;

$n_{\dot{o}}$ - число лап (гребков) на машине;

k_H - коэффициент наполнения;

$t_{\dot{o}}$ - время цикла движения лапы (гребка), с;

2) действительная

$$Q_{\dot{a}} = \frac{3600 G_{\dot{a}}}{\frac{G_{\dot{a}}}{V_{\dot{o}} n_{\dot{o}} k_i \gamma} + \frac{2L}{v_{\dot{n}\dot{o}}} + t_{\dot{n}\dot{o}} + \frac{t_p}{n}}$$

L – расстояние от машины до пункта обмена вагонов, м;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость откатки вагонов (вручную 0,6-1 и электровозом 1,5-3 м/с), м/с;

$t_{\text{сц}}$ – время на расцепку вагонов, прицепку к машине и прицепку к составу, с.

Подземные экскаваторы

При разработке мощных пологозалегающих рудных месторождений, а также при проведении тоннелей применяются специальные экскаваторы, они должны иметь: высокую производительность (700—1000 т/смену); хорошую манёвренность в забоях; размеры, позволяющие их переезд по выработкам без полного демонтажа. Кроме того, они должны зачищать почву и производить в забое разборку негабаритных кусков. Этим требованиям удовлетворяют одноковшовые полноповоротные экскаваторы, которые классифицируют по типу рабочего оборудования на следующие группы:

- прямая лопата - с укороченным рабочим оборудованием; с передвижным напорным механизмом; с короткой стрелой;
- телескопическая лопата - с поворотным ковшом; с открывающимся днищем ковша;
- рычажно-коленчатая лопата.

В настоящее время на рудниках применяются в основном одноковшовые полноповоротные экскаваторы с укороченным оборудованием.

Самоходные вагоны и самосвалы

Самоходные вагоны и самосвалы входят в состав механизированных забойных комплексов и работают в сочетании с погрузочными машинами или экскаваторами. Самоходное транспортное оборудование на пневмоколесном ходу применяется как на основных откаточных горизонтах, так и на промежуточных выработках для откатки руды к капитальным рудоспускам. При использовании этого вида транспорта проходят спиральные съезды на все рабочие подэтажи, а при благоприятных горно-геологических условиях применяют наклонные стволы или штольни на поверхность. При этом значительно сокращаются затраты труда и времени на транспортирование руды, материалов и оборудования от забоев и в обратном направлении.

Самоходные вагоны. Главным параметром, наиболее-полно характеризующим технические и эксплуатационные качества самоходных вагонов, является грузоподъемность. Эта величина определяет основные размеры вагона, мощность тягового привода и привода разгрузочного устройства.

Самоходные вагоны классифицируют по следующим признакам:

- а) по исполнению ходовой части - пневмоколесные; гусеничные; колесно-рельсовые;
- б) по роду энергии - электрические (кабельные, контактные, аккумуляторные); пневматические; дизельные.

Самоходные вагоны (рис. 8) имеют кузов, оборудованный **донным скреб-**

КОВЫМ двухцепным конвейером. Такой тип кузова соответствует условиям перевозки мягких пород и угля (см. табл. 6). Но при транспортировании крупнокусковой, абразивной, тяжёлой руды донные конвейеры являются основной причиной неполадок вагонов и частых простоев.



Рис. 8. Вагон шахтный самоходный 5BC15M
фирмы «Рудгормаш» (Красноярск)

Таблица 6

Самоходные вагоны и автосамосвалы

Тип	Емкость кузова, м ³	Привод	Разгрузка	Min сечение выработки, м ²
BC-5П	2.5	пневмат.	опрокидыванием кузова	b_{xh} =3.8x2.5 м
5BC-15M	8.6	электрич.	В днище бункера расположен скребковый конвейер, разгрузка производится конвейером при поднятом на 1.5 м кузове	b_{xh} =3.8x2.5 м
МОАЗ-7405	10	дизель 140 кВт	Разгрузка производится при поднятом на 4.5 м кузове	b_{xh} =4x3 м

Скорость движения вагонов составляет 8—10 км/ч.

Привод вагонов в основном электрический от аккумуляторной батареи или с подводом энергии по кабелю (на вагоне установлен кабельный барабан). Для самоходных вагонов большой грузоподъемности применяют дизельные и дизель-электрические приводы мощностью до 150 кВт.

Самоходные вагоны применяются, в основном, при разработке горизонтальных и пологозалегающих месторождений мощностью до 4 м камерно-столбовыми системами и крутопадающих месторождений с выпуском горной массы на горизонт откатки. В этом случае погрузочно-транспортный забойный комплекс состоит из погрузочной машины непрерывного действия, самоходного вагона и буровой самоходной каретки. Одну погрузочную машину, как правило, обслуживают два самоходных вагона.

Средняя длина откатки для самоходных вагонов составляет 100-150 м, максимальная — 200-300 м. При длине откатки 60-70 м одну погрузочную машину может обслуживать один вагон. Вагоны разгружают в рудоспуски, из которых руда через люки направляется в вагоны магистрального транспорта.

Самосвалы с дизельным или электрическим двигателем и опрокидным кузовом применяются на рудниках при отработке пологозалегающих месторождений мощностью свыше 4 м (например, на гипсовых рудниках) – см. рис. 9.

Затяжной подъём может иметь уклон **не более 15°**.



Рис. 9. Подземный автосамосвал компании «Caterpillar»

Подземные погрузочно-транспортные машины

Погрузочно-транспортные машины, выполняющие операции как погрузки, так и транспортирования, разгрузки в рудоспуски горной массы, обеспечивают высокие технико-экономические показатели при системах разработки слоевым обрушением с выемкой заходками, подэтажным обрушением с торцовым выпуском руды, подэтажными штреками и горизонтальными слоями с закладкой - с применением наклонных съездов.

Погрузочно-транспортные машины состоят из погрузочного органа, грузонесущей ёмкости и ходовой части. Часто у машины погрузочный орган (ковш) является одновременно и грузонесущим.

Погрузочно-транспортные машины классифицируются по следующим признакам:

- а) по типу грузонесущей емкости — с грузонесущим кузовом; с грузонесущим ковшом;
- б) по исполнению ходовой части — пневмоколесные; гусеничные;
- в) по виду энергии привода — электрические, пневматические; дизельные.

Производительность погрузочно-транспортных машин рассчитывается аналогично расчёту для погрузочных машин и зависит в основном от расстояния откатки, эффективное расстояние – **не более 300 м.**

Подземные бульдозеры

В забоях, где работают эскаваторы с прямой лопатой, зачистка почвы осуществляется подземными бульдозерами. Эти бульдозеры также используются для планировки дорог. В последние годы бульдозеры стали применять в камерах для доставки горной массы от забоя до рудоспуска и для сгребания руды с верхнего уступа в камеру. Длина доставки горной массы бульдозером обычно не превышает 25—30 м.

Подземный бульдозер может иметь пневмоколесный или гусеничный ход, электрический или дизельный привод. Рабочий орган (отвал) бульдозера должен:

- поворачиваться в плане на некоторый угол для перемещения руды в сторону от боков выработки;
- перемещаться вперед при неподвижном бульдозере для безопасного сбрасывания руды с уступа или в рудоспуск;
- перемещаться назад, работая как скрепер, для зачистки почвы непосредственно у забоя.

Параметры выработок и дорог

Все подземные выработки в зависимости от их назначения, интенсивности и скорости движения в них самоходных машин классифицируются на четыре группы: транспортные, погрузочно-транспортные, промежуточные (подэтажные) и вспомогательные (см. рис. 10).

Транспортные выработки (главные откаточные горизонты, штольни, наклонные стволы) проходятся горизонтальными и наклонными **под углом 12°**. По ним транспортируется вся или большая часть руды. Скорость движения машин зависит от длины выработок, профиля пути и состояния проезжей части: при плохом состоянии дорог скорость не превышает 5-12 км/ч.

Погрузочно-транспортные выработки проходят в днище блоков на уровне горизонта откатки (при системе этажного принудительного обрушения, подэтажными штреками, этажно-камерной с закладкой и др.). Лишь при камерно-столбовой системе погрузка и частично транспортирование руды осуществляются непосредственно в камерах. Через погрузочно-транспортные выработки осуществляются выпуск руды из блоков, погрузка и откатка её самоходными машинами к рудоспуску. Длина этих выработок в зависимости от порядка отработки месторождения может быть от 50 до 700 м. Скорость движения машин по спланированному основанию не превышает 12-15 км/ч, при неровной скальной почве 6-8 км/ч.

Промежуточные (подэтажные) выработки располагаются выше откаточного горизонта и предназначены, обычно, для бурения взрывных скважин, отбойки руды и погрузочно-транспортных работ. Длина таких выработок составляет 50-

300 м. Сечение их выбирается в зависимости от применяемого бурового и погрузочно-транспортного оборудования. Скорость движения самоходных машин не превышает 6-12 км/ч.

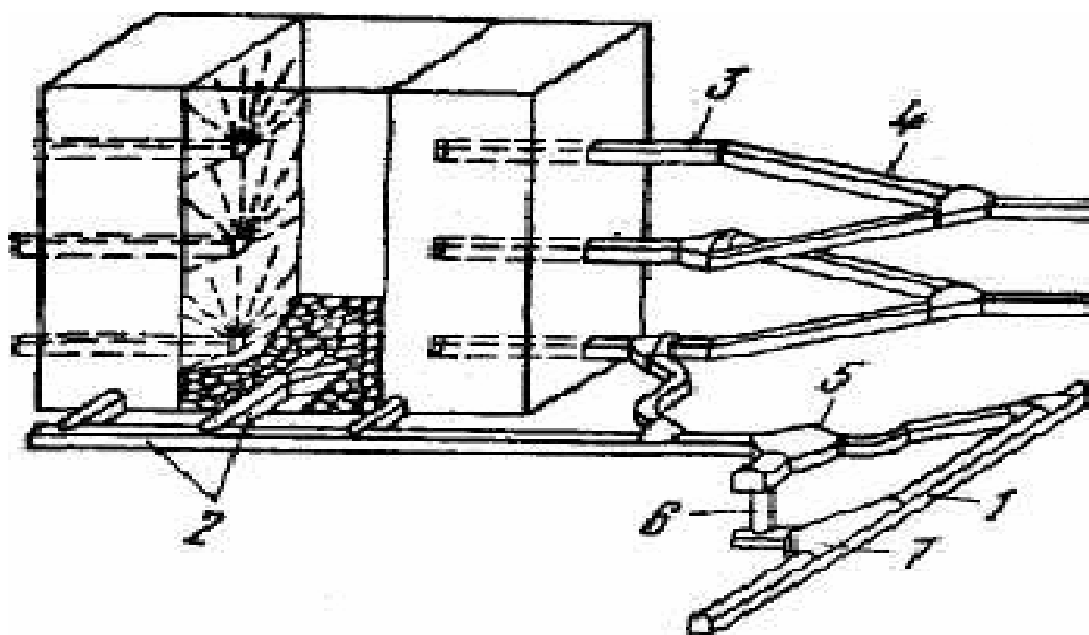


Рис. 10. Схема горных выработок при этажно-камерной системе разработки;
1 – транспортные; 2 - погрузочно-транспортные; 3 - промежуточные горизонты; 4 - вспомогательные съезды; 5 - разгрузочная камера; 6 - рудоспуск; 7 - погрузочная камера

Вспомогательные выработки - горизонтальные и наклонные выработки, связывающие основной горизонт откатки с промежуточными выработками. По ним перевозят людей (рис. 11), материалы, оборудование; они служат для вентиляции. Протяженность вспомогательных выработок составляет 80-500 м. Сечение определяется с учётом размеров проходческого оборудования, транспорта крупногабаритного оборудования и вентиляции. Угол наклона обычно составляет от 6 до 12°. Скорость движения машин составляет 10-20 км/ч по горизонтальным выработкам и 6-8 км/ч по наклонным.



Рис. 11. Машина для перевозки людей 1ВЛГА фирмы «Рудгормаш» (Красноярск)

Размеры поперечного сечения выработок

Ширина выработок при использовании самоходного оборудования складывается из ширины пешеходной дорожки (тротуара), проезжей части и минимального расстояния между краем машины и стенкой выработки.

Ширина проезжей части выработки (А) зависит от ширины машины (В), скорости движения (v), конструкции рулевого управления, квалификации водителя и других факторов, обычно

$$A = B + 50 v, \text{ мм}$$

где v - скорость движения машины, км/ч.

На поворотах проезжая часть должна быть расширена на 400-500 мм.

Минимальное расстояние от края машины до стенки выработки выбирается с учётом времени реакции водителя при управлении машиной: для подземных условий это расстояние должно быть в пределах 350-400 мм.

Ширина пешеходной дорожки (тротуара) принимается 800 мм, а высота над полотном дороги должна быть равна 200 мм. В тех случаях, когда тротуар не предусматривается, ширина пешеходной дорожки увеличивается до 1000-1200 мм. Водоотливная канавка устанавливается только в транспортных выработках.

Ширина выработок при использовании рельсового оборудования также зависит от габаритов машин и нормативных зазоров (см. рис. 12).

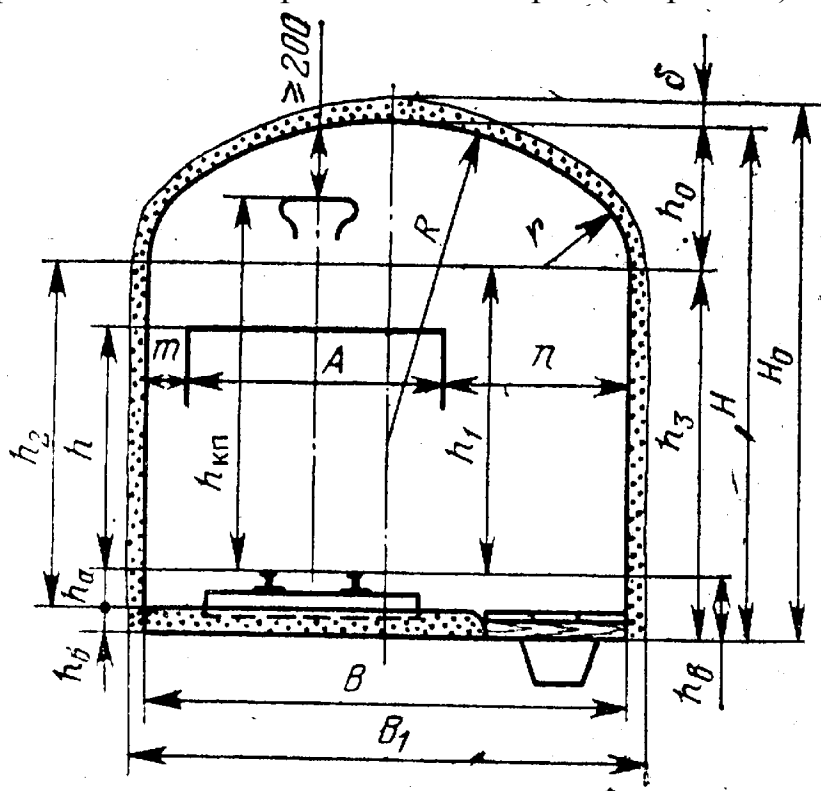


Рис. 12. Сечение выработки прямоугольно-сводчатой формы с набрызгбетонной крепью (расшифровку обозначений см. ниже)

Минимальные зазоры, определяемые по Единым правилам безопасности (ЕПБ): величина зазора для прохода людей – не менее 700 мм, размер зазора между выступающей частью электровоза или вагонетки до крепи 250-300 мм, для двухпутной выработки зазор между составами не менее 100 мм, контактный провод должен быть подвешен не ниже 1800 мм от оголовка рельсов – для откаточных выработок, не ниже 2000 мм – для выработок околоствольного двора.

Высота электровоза (вагонетки от головки рельсов) h (принимается из характеристики оборудования).

Высота от балластного слоя до головки рельсов h_a .

Высота балластного слоя h_b .

Высота от почвы до головки рельсов $h_B = h_a + h_b$.

Высота стенки выработки от головки рельсов $h_1 = 1800 - h_a$.

Высота от почвы выработки до головки рельсов $h_B = h_a + h_b$.

Высота стенки выработки от балласта $h_2 = h_1 + h_a$.

Высота стенки выработки от почвы $h_3 = h_2 + h_b = h_1 + h_B$.

Высота коробового свода при коэффициенте крепости пород $f \leq 12 h_0 = B/3$.

То же, при $f > 12 h_0 = B/4$.

Проектная высота выработки в проходке при наличии крепи $H_0 = h_3 + h_0 + \delta$; ($\delta \geq 50$ мм).

То же, при отсутствии крепи $H = h_3 + h_0$.

Ширина однопутной выработки в свету $B = m + A + n$.

Ширина двухпутной выработки в свету $B = m + 2A + p + n$.

Радиус осевой дуги коробового свода $R = 0,692B$ при $f \leq 12$.

То же, при $f > 12 R = 0,905B$.

Радиус боковой дуги коробового свода при $f \leq 12 r = 0,262B$.

То же, при $f > 12 r = 0,173B$.

Площадь поперечного сечения выработки в свету при $f \leq 12 S_{св} = B(h_2 + 0,26B)$.

То же, при $f > 12 S_{св} = B(h_2 + 0,175B)$.

Проектная площадь сечения выработки при отсутствии крепи (площадь вчерне) $S_{вч} = S_{св} + Bh_b$.

Ширина выработки при наличии набрызгбетонной, анкерной и комбинированной (анкерной с набрызгбетоном) крепей $B_1 = B + 2\delta$ ($\delta \geq 50$ мм).

Проектная площадь сечения выработки при набрызгбетонной, анкерной и комбинированной крепях при $f \leq 12 S_{вч} = B_1(h_3 + 0,26B_1)$.

То же, при $f > 12 S_{вч} = B_1(h_3 + 0,175B_1)$.

Проектный периметр выработки в проходке вчерне при $f \leq 12 P_{вч} = 2h_3 + 2,33B_1$.

То же, при $f > 12 P_{вч} = 2h_3 + 2,219B_1$.

Периметр выработки в свету при $f \leq 12 P = 2h_2 + 2,33B$.

То же, при $f > 12 P = 2h_2 + 2,219B$.

В любой капитальной горной выработке **обязательно должны быть**: одно-двухпутевой рельсовый путь с контактными проводами (+275 В постоянного тока), трубопровод с технической водой (для бурения, орошения), трубопровод со сжатым воздухом (основной вид энергии на руднике – пневматическая энергия), электрические кабели (обычно на 6, 10 кВ, 380, 220 В переменного тока), водоотводная канавка с небольшим уклоном (0,003-0,005 ‰) в сторону ствола, проход для людей.

Меры безопасности при работе самоходного оборудования

Дизельный привод самоходных забойных машин обладает многими достоинствами: большая мощность при небольших размерах и массе, простота и легкость управления, экономичность. Но имеет и существенный недостаток - отработавшие (выхлопные) газы содержат вредные для человека вещества, такие, как окись углерода, окислы азота, альдегиды, сажу и др. Поэтому **нейтрализация** отработавших газов и **усиление вентиляции** очистных забоев и выработок является необходимым условием эффективного использования машины с дизельным оборудованием.

Движение подземных самоходных машин, как правило, осуществляется по установленным маршрутам с небольшой скоростью. Поэтому нет необходимости вводить особые правила движения и знаки, отличающиеся от принятых на поверхности.

На сопряжениях и пересечениях подземных выработок необходимо устанавливать односекционные светофоры с желтым мигающим сигналом, включающиеся при подъезде машины к этим местам на расстоянии 50 м, - для оповещения пешеходов и водителей других транспортных средств.

Безопасность движения зависит от освещенности выработок и исправности осветительного оборудования на машине. Светильники в погрузочных камерах следует располагать так, чтобы они не ослепляли водителя. Перед поворотами, сопряжениями и пересечениями выработок должны быть установлены освещенные (или светящиеся) знаки с указанием направления и расстояния до поворота или сопряжения. Перед вентиляционными дверями должны быть установлены указатели положения дверей: «двери закрыты», «двери открыты».

Организация ремонта и обслуживания машин

Система планово-предупредительных ремонтов включает техническое обслуживание и ремонт машин. Техническое обслуживание состоит из ежесменных и периодических осмотров.

Ежесменные осмотры производит водитель машины в начале смены перед выездом к месту работы, во время которых он проверяет готовность самоходной машины к работе; опробует тормоза, освещение, рулевое управление, заправляет машину топливом, заменяет или дополняет смазку и реагенты системы очистки выхлопных газов; проверяет давление в баллонах колес и состояние шин и питающего кабеля. Обнаруженные дефекты устраняются самим водителем или дежурным электрослесарем. На эти осмотры отводится 30 мин. В конце смены во-

датель должен очистить машину от грязи и налипшей руды и сделать запись в журнале на участке о замеченных неисправностях машины во время смены.

Периодические осмотры производит один раз в 7-10 дней водитель машины совместно со слесарями по ремонту оборудования. Во время этих осмотров делают ревизию узлов и сочленений (без разборки) с целью обнаружения сильно износившихся деталей или механических повреждений, регулируют тормоза, подкачивают баллоны колес, заменяют смазку. В машинах с дизельным приводом, кроме того, заменяют реагенты для очистки выхлопных газов, промывают баки для горючего и заправляют их топливом. В машинах с электрическим приводом зачищают контакты, проверяют зажимы и кабели. В машинах с пневматическим приводом ремонтируют или заменяют новыми шланги для сжатого воздуха. В результате этого осмотра ремонтный слесарь составляет заявку на детали и узлы для очередного ремонта машины. На периодический осмотр отводится 2 ч.

Выявленные при периодических осмотрах неисправности устраняются, а износившиеся детали и узлы заменяются при проведении ремонтных работ. Для подземных погрузочных и транспортных машин установлено два вида **ремонтов**: текущий и капитальный.

Текущий ремонт производится в подземных мастерских. Этот вид ремонта предусматривает частичную разборку машины и замену вышедших из строя деталей новыми или отремонтированными. Кроме этого, проводятся все работы, входящие в периодические осмотры: регулировка, проверка, заправка и замена смазок и реагентов. Ремонт производится бригадой слесарей под руководством сменного мастера. В результате текущего ремонта должна быть восстановлена работоспособность погрузочно-транспортной машины до следующего или капитального ремонта. Длительность текущего ремонта обычно составляет 2-2,5 суток. После текущего ремонта водитель должен в присутствии ремонтной бригады опробовать машину под нагрузкой.

Капитальный ремонт. Учитывая большой объем работы, сложность восстановления рам, кузовов, двигателей и отдельных узлов машины, капитальный ремонт производят, как правило, в центральных ремонтных мастерских или на рудоремонтных заводах. Этот вид ремонта предусматривает полную разборку машины по узлам, проверку всех узлов и замену в них изношенных деталей, восстановление бортов кузова, ковша, ходовой части, двигателей.

Частота ремонтов указывается в инструкции по эксплуатации, которая разрабатывается заводом-изготовителем машины. Капитальный ремонт машины планируется через 2000-2500 ч работы, в результате этого ремонта полностью восстанавливаются работоспособность машины и её внешний вид.

Для уменьшения времени, затрачиваемого на ремонт, применяют агрегатный метод, по которому снятые узлы отправляют для ремонта в мастерские на поверхности или на завод, а на машину устанавливают новые или ранее отремонтированные узлы.

Для ремонта самоходных буровых, погрузочных, погрузочно-транспортных, транспортных машин в околоствольном дворе или в ранее отработанной камере на одном из выемочных участках оборудуются подземные мастерские.

Забойные скреперные установки

Скреперная доставка широко распространена при подземной разработке руд черных, цветных, редких и благородных металлов. Скреперные установки просты по конструкции, надёжны в работе и безопасны в эксплуатации (рис. 13). Монтаж и демонтаж их не трудоёмок и может осуществляться рабочими невысокой квалификации. Скрепером может производиться доставка мелкой и крупной руды, абразивной и мягкой горной массы в самых разнообразных горно-геологических условиях: по почве горизонтальных и наклонных выработок, по прямой линии или под углом, в широких камерах и в узких выработках и т. д.

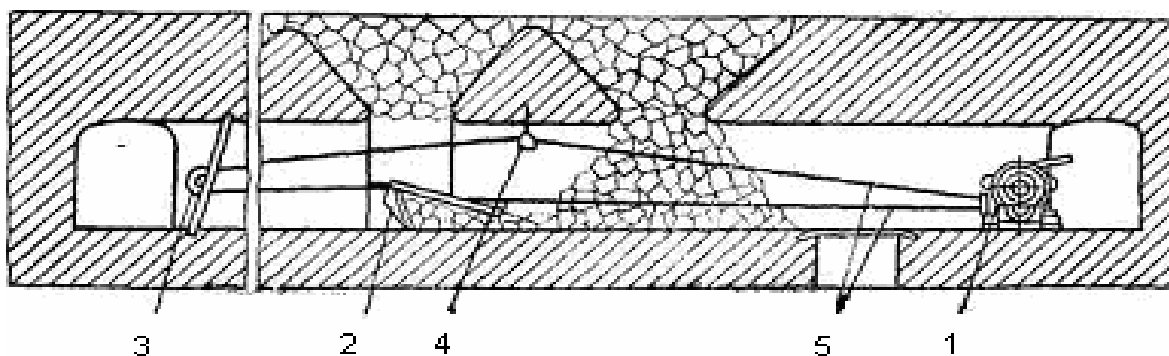


Рис. 13. Скреперная доставка горной массы двухбарабанной лебедкой:
1 - лебёдка; 2 - скрепер; 3 - концевой блок; 4 - вспомогательный поддерживающий блок; 5 - канаты

Оборудование для транспортирования руды под действием собственного веса

Транспорт руды под действием собственного веса применяется в забоях и по рудоспускам. Транспорт горной массы в забоях при очистной выемке применяется главным образом при разработке крутопадающих месторождений, когда угол падения залежи **не менее 60-65°**, а вмещающие породы устойчивые.

Транспортирование руды под действием собственного веса может быть осуществлено двумя способами: без доступа рабочих в очистное пространство и в присутствии рабочих, выполняющих производственные операции в забоях.

Способ без доступа рабочих в очистное пространство имеет преимущественное применение на рудниках при отработке крутопадающих месторождений с выемкой подэтажным обрушением, этажным принудительным обрушением, подэтажными штреками. В этих системах разработки руда выпускается на подэтажные или этажные выработки, по которым транспортируется к рудоспускам или к околоствольным дворам.

Рудоспусками называются вертикальные или наклонные выработки относительно небольшого сечения, служащие для аккумуляции и перепуска горной массы с одного горизонта на другие, нижерасположенные.

Подача горной массы в рудоспуски производится самоходными машинами, скреперными установками, конвейерами, вагонами; а выпуск производится через люки, оборудованные на горизонте откатки.

Рудоспуски могут быть участковые и общешахтные (капитальные).

Участковые рудоспуски проходятся в пределах одного этажа и служат для перепуска горной массы с горизонта выпуска на откаточный горизонт. Они могут быть пройдены по руде, по боковым породам, в закладке, вертикальными или наклонными, с креплением и без крепления. В зависимости от способа подготовки участковые рудоспуски могут состоять из одного рудоспускного отделения, двух - ходового и рудоспускного или трёхходового, грузового и рудоспускного.

Люки и затворы, вибрационные установки

Люком называется устройство, служащее для выпуска горной массы из блоков, рудоспусков и других выработок. Люки оборудуются затворами или вибрототками, которыми производится регулирование истечения горной массы и полное закрывание выпускного отверстия. Затворы применяют секторные, пальцевые и цепные.

Вибрационные конвейеры классифицируют по следующим признакам:

а) по роду привода (вибратора) — инерционные; кривошипно-шатунные; электромагнитные; пневматические; гидравлические;

б) по характеру динамической уравновешенности — одномассовые (неуравновешенные); двухмассовые (уравновешенные);

в) по типу опорной системы — опорные; подвесные;

г) по режиму работы — дорезонансные; резонансные; зарезонансные.

При резонансной настройке, наиболее эффективной, частота колебаний возмущающей силы вибратора равна частоте собственных колебаний упругой системы конвейера.

Скребковые конвейеры

Скребковый конвейер состоит из отдельных, соединенных между собой секций (рештаков), образующих став конвейера, из тягового органа из одной или двух замкнутых цепей с укрепленными на них с постоянным шагом скребками, и из концевых головок.

Перемещение горной массы на скребковом конвейере осуществляется волочением её по желобу скребками. Загрузка конвейера может производиться по всей длине става, разгрузка — только на концевых головках. Скребковые конвейеры могут перемещать горную массу по горизонтальным и наклонным выработкам с углом до 30° вверх и до 25° вниз. При больших наклонах выработок горная масса может самопроизвольно скатываться через скребки вниз по желобу. Длина конвейера зависит от прочности цепей, мощности двигателей и наклона выработки, в которой он установлен.

Скребковые конвейеры применяют преимущественно для транспортирования относительно легких (плотностью менее 2 т/м³), неабразивных материалов. Перемещение ими тяжелых и весьма крепких пород представляет значительную трудность из-за быстрого износа цепей и желобов, заклинивания кусков породы.

Пластинчатые конвейеры

Пластинчатыми называются конвейеры с цепным тяговым органом и несущей поверхностью, образованной пластинами из стали или из пластмассы (**эскалатор** в метро – тоже пластинчатый конвейер). В отличие от скребковых конвейеров, перемещающих горную массу волочением по неподвижному желобу, в пластинчатых конвейерах руда или порода транспортируется рабочим полотном. Рабочее полотно перемещается на роликах по направляющим, поэтому сопротивление передвижению и расход энергии на транспортирование в этих конвейерах значительно ниже, чем в скребковых.

Пластинчатые конвейеры обладают большой прочностью, легче других могут быть приспособлены для работы в криволинейных выработках, допускают установку промежуточных приводов, что позволяет транспортировать горную массу практически на любое расстояние без перегрузки. Кроме того, преимуществом таких конвейеров является возможность транспортирования тяжелой крупнокусковой абразивной горной массы по криволинейным горизонтальным и наклонным выработкам с углом до 40°.

Недостатками пластинчатых конвейеров являются сложность конструкции, относительно большая масса и высокая стоимость.

Транспортирующий орган конвейера (рабочее полотно) выполнен из стальных штампованных пластин, армированных слоем резины, и двух круглозвённых цепей. Слой резины предохраняет стальные пластины от износа, хорошо уплотняет перекрытия одной пластины в отношении другой, уменьшает сопротивления при перемещении несущего полотна. Скорость движения транспортирующего органа в забойных конвейерах принимается не более 0,5 м/с; производительность достигает 300-500 т/ч; такие конвейеры выполняются обычно с приводами, расположенными по обе стороны става. Установленная мощность двигателей составляет 30-60 кВт.

Ленточные конвейеры

При разработке слабых сыпучих руд чёрных и цветных металлов, а также при разработке россыпных месторождений, месторождений угля, солей, гипса и т.п. применяются ленточные конвейеры. Ленточные конвейеры (рис. 14) являются основным видом транспорта руды на поверхности рудников, обогатительных фабриках и складах.

Ленточные конвейеры можно устанавливать горизонтально и наклонно. Наибольший угол наклона ограничивается началом ссыпания кусков по ленте под действием собственного веса и принимается при движении **вверх до 18°**, **вниз - до 15°**. Для увеличения угла наклона свыше этого предела, применяют специальные ленты с преградами.

Ленточные конвейеры классифицируют по следующим признакам:

- а) по назначению — общего значения, применяющиеся на поверхности рудников, подземные;
- б) по способу установки — горизонтальные, наклонные, наклонно-горизонтальные;

- в) по форме несущей поверхности ленты — плоские, образующиеся одно-роликowymi опорами, лотковые, образующиеся многороликовыми опорами;
- г) по использованию ветвей ленты — с верхней рабочей ветвью, с нижней рабочей ветвью, с обеими рабочими ветвями;
- д) по способу разгрузки горной массы — через концевые барабаны, с промежуточной разгрузкой.

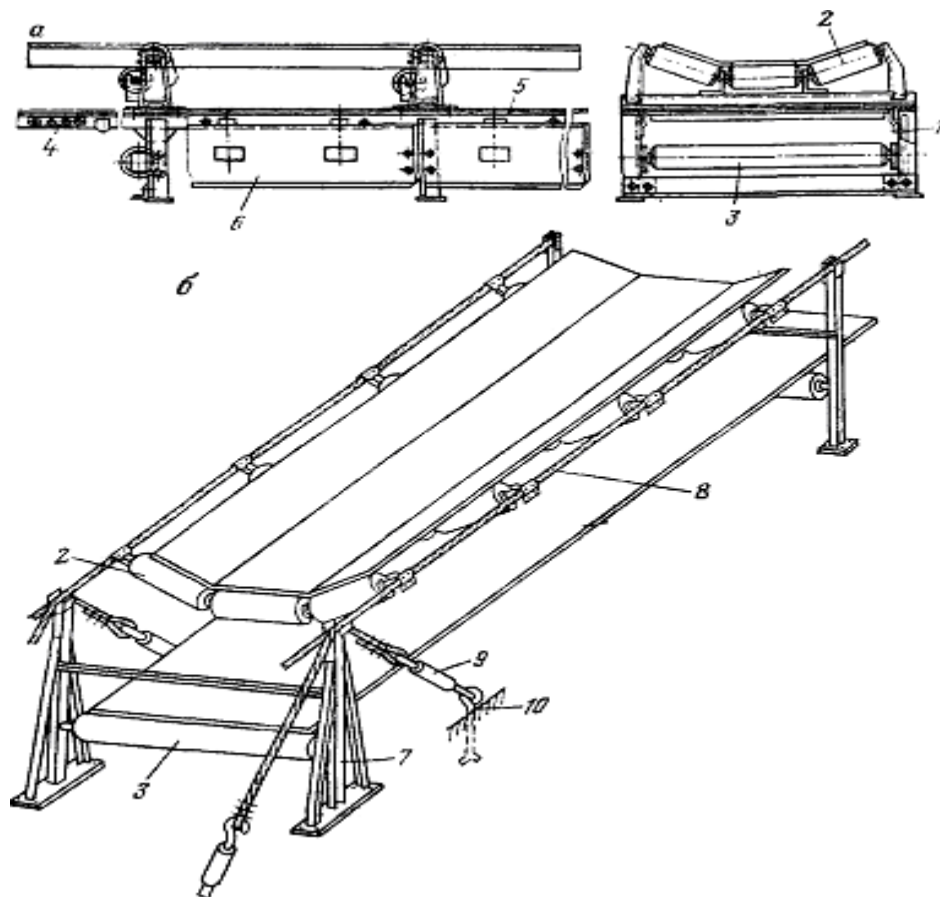


Рис. 14. Став ленточного конвейера:

а — рамный; б — канатный

- 1 — рама; 2 — верхние роlikоопоры; 3 — нижний ролик;
 4 — соединительные планки; 5 и 6 — ограждающие металлические листы; 7 — стойки; 8 — канаты; 9 — винтовые стяжки;
 10 — анкера

Конвейерные ленты могут быть многопрокладочными и резиотросовыми.

Многопрокладочные тканевые прорезиненные ленты состоят из нескольких прокладок (слоев), пропитанных и соединенных между собой резиной с помощью горячей вулканизации. Для обкладок и вулканизации ткани применяют натуральный или искусственный каучук.

Резиотросовые ленты состоят из одного ряда стальных тросиков диаметром от 2,1 до 11,6 мм в количестве до 160 штук. С обеих сторон этого ряда обычно накладываются тканевые прокладки из синтетической ткани. Тросики и прокладки завулканизированы и имеют резиновые обкладки снаружи. Для резиотросовых лент запас прочности равен 7-8.

Ширина лент $B=800, 1000, 1200, 1600, 1800, 2000$ мм. Скорость движения v

= 1-4 м/с.

Т.к. заводами выпускаются ленты отрезками (длиной не более 300 м), то при монтаже приходится соединять концы для образования бесконечной ленты. **Соединение концов** производят как в мастерской, так и непосредственно на конвейере. К соединениям предъявляют требования возможно малого ослабления ленты в месте стыка, отсутствия заметного утолщения, сохранения гибкости стыка и долговечности. Наилучшие результаты дает соединение горячей или холодной вулканизацией. Длина стыка как многопрокладочных, так и резинотросовых лент должна быть на 200-400 мм больше ширины ленты. Горячая и холодная вулканизация применяется также при профилактическом ремонте поверхности ленты.

Линейные **роликоопоры**, поддерживающие ленту: для грузовой ветви применяют трехроликовые (реже пятироликовые), для порожняковой ветви - всегда однороликовые. Многороликовые опоры сложнее и дороже однороликовых, но лотковая форма несущей поверхности ленты обеспечивает примерно в 2 раза большую производительность конвейера, по сравнению с плоской формой при той же ширине ленты. Кроме того, уменьшается просыпание, происходит лучшее центрирование руды на ленте. Кроме линейных роликоопор, на конвейере устанавливают специальные центрирующие, служащие для направления движения ленты.

Специальные конвейеры для крупнокусковых руд и пород

Ленточные конвейеры имеют недостаток, так как крупные и тяжёлые куски руды и породы, создавая сосредоточенную нагрузку на ленту, вызывают большое провисание её между роликоопорами и при движении передают через ленту на ролики сильные удары, - что приводит к быстрому износу ленты и выходу из строя роликоопор.

Особенность специального конвейера состоит в том, что рабочая ветвь ленты поддерживается не стационарными, а ходовыми опорами. Лента приводится в движение обычным приводом и трением увлекает за собой ходовые опоры, которые установлены на колесных тележках, соединенных между собой цепями. Ходовые опоры с тележками и цепями образуют замкнутую систему. Благодаря ходовым опорам груз, лежащий на ленте, перемещается без перекатывания через роликоопоры, лента и ролики не воспринимают ударов и не изнашиваются.

Оборудование для транспортирования закладочных материалов

Закладка - производственный процесс заполнения выработанного пространства пустой породой, шлаком или твердеющим материалом. Закладка служит для поддержания выработанного пространства в процессе отработки блока или для предотвращения обрушения вмещающих пород и оседания поверхности после отработки блока.

В зависимости от физико-механических свойств закладочного материала различают закладку: сухую, мокрую, твердеющую (бетонную). Во всех случаях закладочный материал должен быстро уплотняться в выработанном пространстве,

создавать плотный и достаточно устойчивый массив, хорошо сопротивляющийся горному давлению.

В зависимости от способа закладочных работ и применяемого оборудования закладка может быть самотёчная, механическая, гидравлическая и пневматическая.

При **самотёчном** способе закладочный материал заполняет выработанное пространство под действием собственного веса. В этом случае может быть использован крупнокусковый материал с размером кусков более 100 мм.

При **механическом** способе закладочный материал доставляется в выработанное пространство скреперными установками. Материалом для закладки может быть любая порода без ограничения по крупности и влажности.

При **гидравлическом** способе закладочный материал, предварительно смешанный с водой, перемещается в выработанное пространство по трубам. Гидравлическая закладка даёт наилучшие результаты при использовании крупнозернистого песка и щебня с размером кусков до 20-40 мм в поперечнике; легко транспортируются по трубам гранулированный шлак и хвосты обогатительных фабрик.

Твердеющая закладка по трубам в выработанное пространство подается или в виде готовой смеси с земной поверхности или отдельно сухая смесь и отдельно вода, а затем смешиваются в процессе закладочных работ.

Наиболее часто гидротранспорт закладки осуществляется с поверхности рудника: от смесительной закладочной установки для приготовления пульпы (смеси закладочного материала с водой). Над группой отработанных камер бурится скважина диаметром 100-150 мм, по которой пульпа подаётся на верхний (по отношению к камерам) штрек и далее естественным напором по трубам транспортируется в отработанные камеры, расположенные по обе стороны от скважины. В выработанном пространстве порода задерживается, а вода собирается в отстойниках, из которых насосом откачивается на поверхность для дальнейшего использования. Именно движение закладочного материала по вертикальному трубопроводу создаёт необходимый напор для преодоления гидравлических сопротивлений при перемещении пульпы по горизонтальному пульповоду.

При **пневматическом** способе закладочный материал доставляется механическими средствами к отработанным камерам или забоям и при помощи закладочной машины (питателя) вводится в трубопровод, в котором увлекается струёй сжатого воздуха и транспортируется далее к выработанному пространству и затем забрасывается в него. При пневматической закладке рекомендуется следующий гранулометрический состав материала: фракции размером 15-30 мм (75-80%), 3-15 мм (15-17%), 0-3 мм (не более 5%). Увеличение содержания мелочи и пыли резко повышает расход сжатого воздуха и запыленность рудничной атмосферы.

Основным рабочим параметром напорной гидротранспортной установки является скорость пульпы по трубопроводу, которая зависит от диаметра трубопровода, размеров частиц материала и их плотности. Оптимальным является такой режим, при котором весь твёрдый материал находится в потоке во взвешенном состоянии, т.е. когда рабочая скорость движения пульпы **выше критической в**

1,5-2 раза (в пределах 1,6-2,5 м/с для глинистых пород, 2-3 м/с – для песчано-глинистых пород и 2,5-3,8 м/с – для песка и гравия с малым содержанием глины).

Транспорт твердеющей закладки в самотёчном режиме

Предельная длина горизонтального участка

$$L_{\text{гор}} = \frac{9,81 \rho H}{\Delta P} - \left[\frac{H}{\sin \alpha} + \Sigma(N_{\text{к}} L_{\text{к}}) \right], \text{ м}$$

где ρ - объёмная масса закладочной смеси, кг/м³ ;

H - высота наполнения закладкой вертикального става трубопровода, принимается равной 0.7-0.8 высоты вертикального става;

α - угол наклона трубопровода к горизонту, град.;

ΔP - удельные потери давления при движении за счёт вязкости смеси, $\Delta P < 10^5$ Па ;

$\Sigma(N_{\text{к}} * L_{\text{к}})$ - суммарная длина колен и поворотов трубопровода из расчёта - один поворот на 90° радиусом 1 м соответствует $L_{\text{к}} = 20$ м .

Диаметр трубопровода:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{900 \gamma v}}, \text{ м}$$

где Q - производительность закладочного комплекса, м³/час;

v - средняя скорость движения смеси по трубопроводу, $v = 0.5-0.7$ м/с .

Транспорт твердеющей закладки в самотёчно-пневматическом режиме

Длина горизонтального участка трубопровода до пневмоврезки:

$$L = L_{\text{гор}} - \frac{P_0}{\Delta P_{\text{пн}}}, \text{ м}$$

где $L_{\text{гор}}$ - максимальная длина горизонтального самотечного участка трубопровода (см. самотечный режим), м;

P_0 - давление сжатого воздуха в магистральной сети , обычно $P_0 = 5$ атм = $5 * 10^5$ Па;

$\Delta P_{\text{пн}}$ - удельные потери давления сжатого воздуха в трубопроводе на участке пневмотранспорта, обычно $\Delta P_{\text{пн}} = 65 * 10^3$ Па/пм при $d = 200$ мм и $v = 2$ м/с .

Длина пневмотранспортирования закладки:

$$L_{\text{пн}} = \frac{3600 d^2 P_0 v}{1.276 k_{\text{зап}} \Delta P_{\text{пн}} Q}, \text{ м}$$

где d - диаметр трубопровода, м ;

$k_{\text{зап}}$ - коэффициент запаса, обычно 1.3 ;

v - средняя скорость пневмотранспортирования, $v = 1.8-2.2$ м/с ;

Q - производительность закладочного комплекса, м³/час.

Общая длина горизонтального участка трубопровода:

$$L_{\text{общ}} = L + L_{\text{пн}} * N_{\text{пн}} \quad , \quad \text{м}$$

где $N_{\text{пн}}$ - количество пневмоврезок на этом горизонтальном участке.

Расход сжатого воздуха на пневмотранспортировании 1 м³ закладки на расстоянии 1 км:

$$Q_{\text{сж_возд}} = 1,1 \left[1 - \frac{Q}{3600 v S} \right] \left[\frac{N_{\text{пн}} + 1}{2} L_{\text{эж}} \Delta P_{\text{пн}} + \frac{3600 v S}{Q} \right] , \quad \text{м}^3/\text{м}^3$$

где S - сечение трубопровода, м² ;

$N_{\text{пн}}$ - количество пневмоврезок на этом горизонтальном участке;

$L_{\text{эж}}$ - фактическое расстояние между пневмоврезками (эжекторами), м.

Подземный транспорт по рельсовым путям

Транспорт по рельсовым путям на рудниках осуществляется по этажным откаточным выработкам от очистных блоков к капитальным рудоспускам или к околоствольным дворам (см. рис. 15).

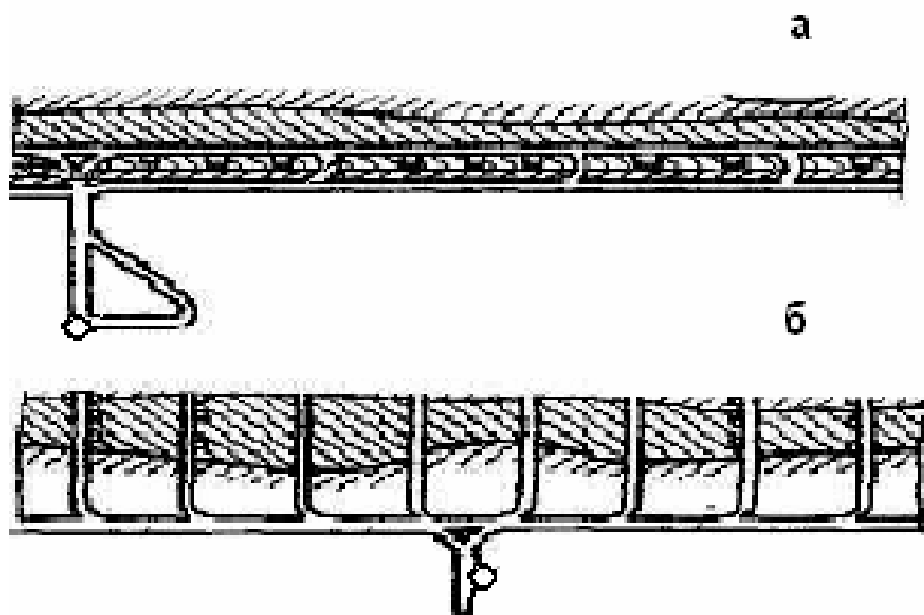


Рис. 15. Подготовка рудной залежи к разработке:

а – штреками; б – ортами

Локомотивный транспорт

Локомотивный транспорт является основным видом подземного транспорта по горизонтальным откаточным выработкам. Откаточные (этажные) выработки

считаются горизонтальными, но проводятся с небольшим уклоном в сторону околоствольного двора. **Уклон** принимается таким, чтобы сопротивление движению груженых составов под уклон (в сторону околоствольного двора или к рудоспуску) было равно сопротивлению движению порожних составов, двигающихся на подъём в обратном направлении. Такой уклон выработок, называемый **уклоном равного сопротивления**, равен 4-6 м на 1 км (4-6 ‰). Уклон равного сопротивления способствует стоку воды по выработкам от забоев к главному водосборнику в околоствольном дворе. Наибольший уклон пути, который преодолевается локомотивами, составляет 40 м на 1 км (40 ‰).

Локомотивный транспорт осуществляется составами вагонов, образующих вместе с локомотивом поезд.

В зависимости от вида двигателя различают следующие **типы локомотивов**: электровозы, воздуховозы, дизелевозы и гировозы. Локомотивы характеризуются сцепным весом, т.е. весом (кН), приходящимся на приводные колеса. Современные подземные локомотивы имеют сцепной вес от 40 до 280 кН.

Наибольшее распространение получили контактные и аккумуляторные подземные электровозы. Рудничные контактные электровозы (КР) выпускаются со сцепным весом 40, 70, 100, 140 и 280 кН, а аккумуляторные - 20, 40, 80 и 130 кН.

Силы сопротивления делятся на основные, действующие при движении поезда по прямому горизонтальному пути, и дополнительные, возникающие при движении по уклону, на кривых участках пути и при трогании или замедлении поезда (см. выше раздел - сила тяги и сопротивления при перемещении грузов).

Основные силы сопротивления (в Н) поезда равны:

$$W = (P + C) \omega$$

где **P** - вес локомотива, кН;

C - вес прицепной части поезда, кН;

ω - удельное ходовое сопротивление движению (для груженых и порожних составов может быть принято соответственно 6-8 и 8-10 Н/кН), Н/кН.

Для движения локомотива без буксования необходимо, чтобы сила сцепления колес локомотива с рельсами была больше силы сопротивления прицепного состава. В связи с этим **вес состава** для заданных условий откатки ограничивается силой сцепления колес локомотива с рельсами, допустимой длиной пути торможения и нагревом тяговых двигателей (для электровозов).

Рудничные вагоны

Подземные вагоны разделяются на грузовые, людские и специального назначения. Грузовые вагоны служат для перевозки полезного ископаемого, пустой породы, оборудования и крепёжных материалов. Людские вагоны предназначаются для перевозки людей по горизонтальным и наклонным выработкам. Вагоны специального назначения применяют для перевозки противопожарного инвентаря, взрывчатых материалов, смазки, воды.

Грузовые вагоны классифицируют по следующим основным признакам:

типу ходовой части - с полускатками и поворотными тележками;

типу кузова - а) с глухим, жёстко закрепленным на раме, разгружающимся с помощью опрокидывателя; б) с опрокидным, установленным на раме, разгрузка которого производится поворотом вручную или механически; в) с саморазгружающимся через боковую стенку, которая открывается при повороте кузова в пункте разгрузки; г) с саморазгружающимся через донные клапаны, автоматически открывающиеся в пункте разгрузки; д) саморазгружающимся с донным конвейером для загрузки и разгрузки.

В шифре вагона справа от букв, обозначающих тип вагона (ВГ, ВБ, ВД, ВО, ВК), цифрами указывается объём кузова (m^3). Дополнительная буква У или М означает, что этот тип вагона унифицирован или модернизирован.

В соответствии с главным параметром рудничных вагонов - объёмом кузова - выпускается ряд шахтных вагонов: 1,0; 1,4; 2,0; 2,4; 2,8; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10 m^3 . Кроме объёма кузова вагоны характеризуются грузоподъемностью (в тоннах). Отношение собственной массы вагона G_0 к его грузоподъемности G называется коэффициентом тары K_T .

Рама вагонов, на которой крепятся кузов, полускатки, тележки, буфера, сцепки и упор, воспринимает толчки и тяговые усилия, поэтому она должна быть особо прочной. Подвагонный **упор** служит для захвата вагонов кулаком подвагонных толкателей, компенсаторов высоты и других устройств, обеспечивающих механическое передвижение вагонов в пунктах погрузки, в околоствольных дворах и надшахтных зданиях. **Буфер** воспринимает удары при столкновении вагонов и несёт на себе устройства для их сцепки и расцепки. **Сцепки** служат для соединения вагонов в состав и передачи тягового усилия. По способу действия они разделяются на простые и автоматические, а по конструкции - на невращающиеся и вращающиеся. Вращающиеся сцепки допускают разгрузку вагонов в круговых опрокидывателях **без расцепки составов**.

Перевозка людей по выработкам осуществляется в поездах, состоящих только из людских вагонов. Скорость поезда должна быть **не более 3 м/с**. На перевозку смены рабочих выделяется обычно 30 мин, из этого расчёта определяются число вагонов в поезде и число поездов.

По наклонным выработкам перевозка людей разрешается канатными концевыми откаточными установками в особых вагонах со скоростью **не более 5 м/с**, оборудованных парашютами, которые задерживают состав в случае обрыва каната или превышения скорости на 20%.

Сила сопротивления движению вагона (в Н) по прямолинейному горизонтальному пути равна:

$$W = G_B \omega$$

где G_B - вес вагона, Н;

ω - коэффициент ходового сопротивления движению, учитывающий трение в подшипниках и трение при качении колес по рельсам, зависит от рода подшипников, состояния путей и веса вагонов.

С увеличением G_B коэффициент сопротивления уменьшается, т.е. для грузового вагона он несколько меньше, чем для порожнего. Однако практически разница очень небольшая, и для расчётов коэффициент ходового сопротивления движению для грузёных и порожних вагонов можно принимать одинаковым: $\omega=0,006-0,008$.

Уклон равного сопротивления. На рудниках грузёные и порожние составы обычно движутся во встречных направлениях. Поэтому проводить выработки целесообразно с таким уклоном, чтобы сопротивление движению грузёного состава под уклон было равно сопротивлению движению состава порожних вагонов на подъём, т. е. $W_r=W_{\text{п}}$. Такой уклон называют уклоном равного сопротивления.

Рельсовые пути

Рельсовый путь (иначе - верхнее строение пути) состоит из рельсов, скреплений, шпал и балластного слоя. Рельсовый путь располагается на почве выработки. Соединенные между собой звенья рельсов образуют нитку рельсового пути, а две параллельные нитки рельсов - рельсовую колею. Во избежание схода с рельсов колеса подвижного состава выполняются с ребордами. Внутренние грани головки рельсов, которые удерживают подвижной состав от схода с рельсов и направляют его, называются рабочими кантами рельсов.

Расстояние между рабочими кантами двух ниток рельсов называют шириной рельсовой колеи. Для подземных рудников установлена **ширина колеи** 600, 750 и 900 мм.

Откаточные выработки проводят **с уклоном** в сторону движения груза (к околоствольному двору). Величина уклона i измеряется тангенсом угла наклона пути к горизонту и выражается десятичной дробью или в промилле. Например, $i=0,003$ или 3 ‰ означает, что разность уровней между двумя точками, расположенными на расстоянии 1 км, составляет 3 м. Уклон пути (подъём, спуск) влияет на выбор массы поезда. Величину уклона пути желательно выбирать так, чтобы сила сопротивления движению грузёного состава, идущего под уклон от погрузочных пунктов к околоствольному двору, была равна силе сопротивления движению порожнего поезда, идущего на подъём в обратном направлении.

Горизонтальные выработки на всем протяжении должны иметь **уклон** в направлении к околоствольному двору не менее 3-4 ‰. Этот уклон используется и для стока воды от забоев к водосборникам в околоствольном дворе. В поперечном направлении почве выработке придаётся уклон в 10-20 ‰ – для стока воды в канавку.

Расстояние от боков выработки до осей откаточных путей, как и размер междупутья, выбирают с таким расчетом, чтобы: свободное расстояние между креплением и подвижным составом с одной стороны выработки было равно 0,2-0,25 м, а с другой стороны выработки - 0,7 м для прохода людей; свободное расстояние между встречными составами было не менее 0,2 м.

Длина рельсов для подземных путей 6-8 м. Эта длина определяется условиями спуска рельсов по стволу и транспортирования по выработкам. Основным параметром рельса является **масса 1 м длины** в кг. Выбирают рельсы в зависимости от массы подвижного состава и величины грузопотока. По нормам технологи-

ческого проектирования подземных предприятий, в магистральных выработках (околоствольные дворы, квершлагги, групповые штреки) следует принимать рельсы массой 33—38 кг/м; в главных откаточных выработках — 24-33 кг/м; в вентиляционных и других вспомогательных выработках — 18-24 кг/м.

Рельсы укладывают на стыках **с зазором до 5 мм** с учётом температурного удлинения. Под рельсы на шпалы укладывают стальные подкладки.

Рельсовую колею принимают на 10 мм больше колёсной, чтобы не происходило зажима реборд колес между рельсами.

На криволинейных участках пути рельсовая колея расширяется дополнительно на 10-20 мм. Величина расширения зависит от радиуса кривой пути (**R**) и от жёсткой базы (**U**) — расстояния между осями колес вагона или электровоза. Чем больше (**U**) и чем меньше (**R**), тем больше должна быть расширена колея. Расширение производится за счёт отодвигания внутреннего рельса.

Для повышения устойчивости подвижного состава на поворотах - наружный рельс укладывают **на 5-40 мм выше** внутреннего рельса. Чем меньше радиус и выше скорость движения, тем больше задаётся и возвышение.

Радиус закругления рельсового пути определяется в зависимости от жёсткой базы подвижного состава и скорости движения. При скорости движения до 1,5 м/с радиус закругления должен быть не меньше 7-кратной жёсткой базы, а при скорости движения более 1,5 м/с — не менее 10-кратной величины.

Контактная сеть

В настоящее время на рудниках используются две системы электроснабжения тяговых сетей: централизованная, при которой тяговая сеть горизонта питается от тяговой подстанции, оборудованной в околоствольном дворе; децентрализованная, при которой протяженная (более 1,5 км) тяговая сеть горизонта разделяется на участки и каждый из них питается от отдельной (участковой) тяговой подстанции.

Напряжение на шинах тяговой подстанции принято **275 В постоянного тока**. Падение напряжения для наиболее удаленного электровоза допускается до 30 %.

Контактный провод монтируют в выработках на растяжках. Применяются контактные медные провода специального профиля с площадью сечения 65, 85, 100 и 150 мм². Расстояние между точками подвески контактного провода на прямых участках пути принимается не более 5 м. Во избежание несчастных случаев от прикосновения людей к контактному проводу высота подвески его в откаточных выработках должна быть не менее 1,8-2,0 м, а в околоствольном дворе — 2,2 м от головки рельсов.

Обычно применяются на рудниках тяговые подстанции АТП-500/275М (напряжение 275 В, ток 500 А).

Канатный транспорт

Канатные откатки на рудниках используются в наклонных выработках при углах, превышающих допустимые для конвейеров, и как вспомогательный транспорт на выемочных участках для откатки материалов и оборудования. Он при-

меняется также на подвесных монорельсовых дорогах для перевозки грузов (стоек для крепления, частей конвейеров, рельсов) и людей.

Канатный транспорт различают:

а) по характеру движения вагонов — установки прерывного (циклического) действия с помощью концевых канатов и лебёдок барабанного типа и непрерывного действия с помощью бесконечного каната и лебёдок со шкивами трения;

б) по роду опорных конструкций — рельсовые пути, подвесные монорельсовые балки;

в) по роду откаточных сосудов — вагонные, скиповые, подвесные площадки или кресла;

г) по числу одновременно перемещающихся сосудов (составов) - ододействующие (одним составом), двухдействующие (с двумя составами);

д) по назначению — для перевозки грузов, для перевозки людей, грузолюдские.

Транспорт концевыми канатами может производиться по наклонным выработкам (уклонам и бремсбергам) при углах наклона **не менее 5° и не более 35°**; при меньших углах спускающиеся вагоны не могут преодолеть ходовых сопротивлений и сопротивлений канатов, а верхний предел ограничивается устойчивостью вагонов в продольном направлении и просыпанием горной массы через борт. Для скипов наклон выработки может быть более 35°.

При длине выработок до 300 м скорость движения вагонов не должна превышать 3,5 м/с, скипов — 5 м/с; при большей длине откатки скорость допускается до 5 и 7 м/с соответственно.

В горном деле получили преимущественное распространение одноконцевые установки с заездами на горизонты откатки.

Откатка бесконечным канатом возможна по горизонтальным и наклонным выработкам с углом наклона не более 30°. Вагоны обычно по одному прикрепляют к непрерывно движущемуся над ними канату и на ходу отцепляют от него. Поэтому канат движется со скоростью 0,5-0,75 м/с. Выработка имеет два пути: для движения порожних и груженых вагонов.

Откатки бесконечным канатом в настоящее время на рудниках не применяются в связи с их высокой трудоёмкостью и повышенной опасностью.

Узлы сопряжения средств транспорта

При системах разработки этажным и подэтажным принудительным обрушением, подэтажными штреками и др. - транспортные средства работают в выработках на горизонте выпуска руды.

Для механизации работ по выпуску и доставке руды применяют следующие сочетания видов транспорта:

- скреперная доставка — электровозный транспорт;
- вибрационный питатель — электровозный транспорт;
- вибрационный питатель — автомобильный транспорт;
- вибрационный питатель — забойный конвейер;
- комплекс «погрузка — доставка — разгрузка».

В настоящее время на рудниках используются, в основном, вибрационные погрузочно-доставочные установки (вибропитатели). Узел перегрузки с применением вибропитателя в сочетании с электровозным транспортом (см. рис. 16), наиболее распространён на рудниках. Такой узел перегрузки обеспечивает производительность блоков до 600 т/смену на одну установку. Узел перегрузки с применением вибропитателя и автомобильного транспорта по горизонту откатки, предусматривает транспортирование руды автосамосвалами до ближайшего рудоспуска.

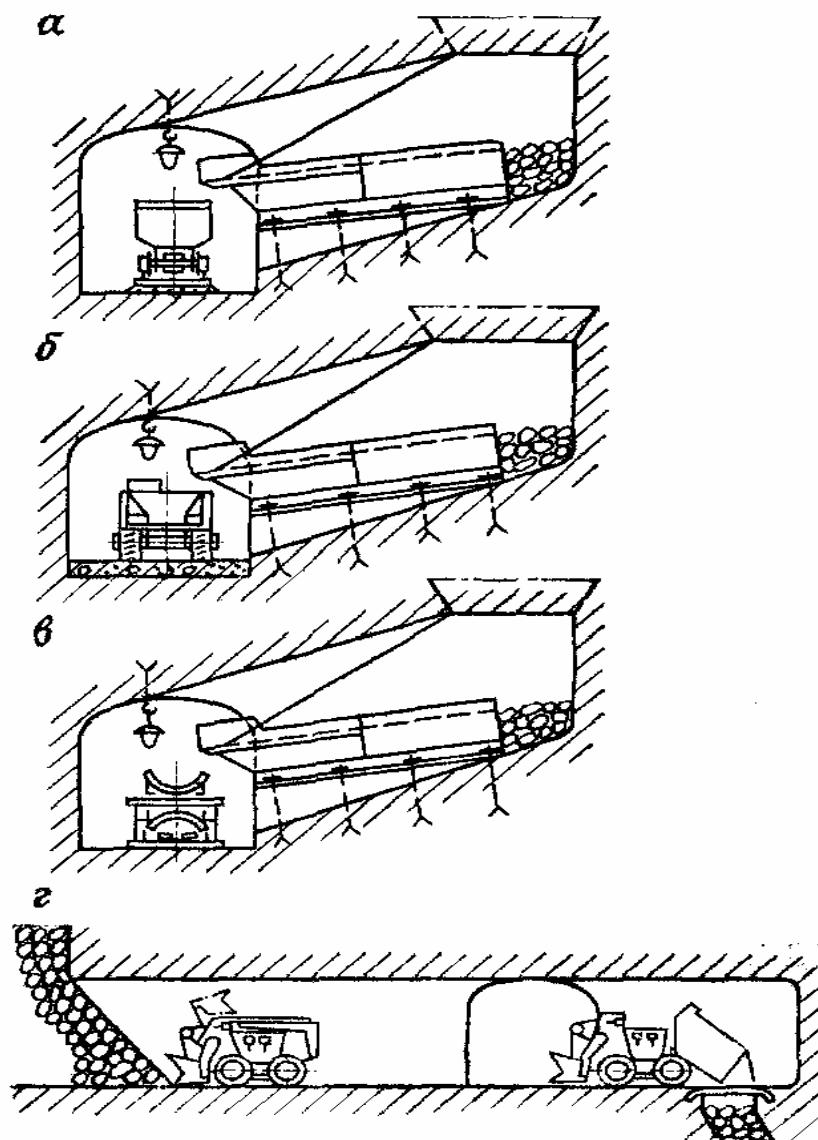


Рис. 16. Узлы сопряжения на горизонте выпуска руды в сочетании:

- а – вибропитателя ВП-ЭТ и вагонетки; б – вибропитателя и автосамосвала; в – вибропитателя и конвейера; г – погрузочно-доставочной машины ПТ-4 и рудоспуска

Вагоноопрокидыватели

Опрокидывание кузова вагонов осуществляется с помощью пневматического домкрата или направляющей рамы, по которой движется ролик кузова и выводит кузов в положение разгрузки.

Для разгрузки вагонов с глухим кузовом над рудоспуском предусматривают круговой опрокидыватель. В зависимости от конструкции кругового опрокидывателя (проходит через него локомотив или нет) одновременно может осуществляться разгрузка одного, двух или трёх вагонов.

На рис. 17 показаны узлы сопряжения рудоспуска с рельсовым транспортом при откатке руды в вагонах разных типов: камера кругового опрокидывателя для разгрузки вагонов с глухим кузовом; для разгрузки вагонов с боковой разгрузкой с применением домкрата для подъёма и опускания кузова; для разгрузки вагонов с донной разгрузкой, происходящей без остановки состава при скорости движения 3-5 км/ч.

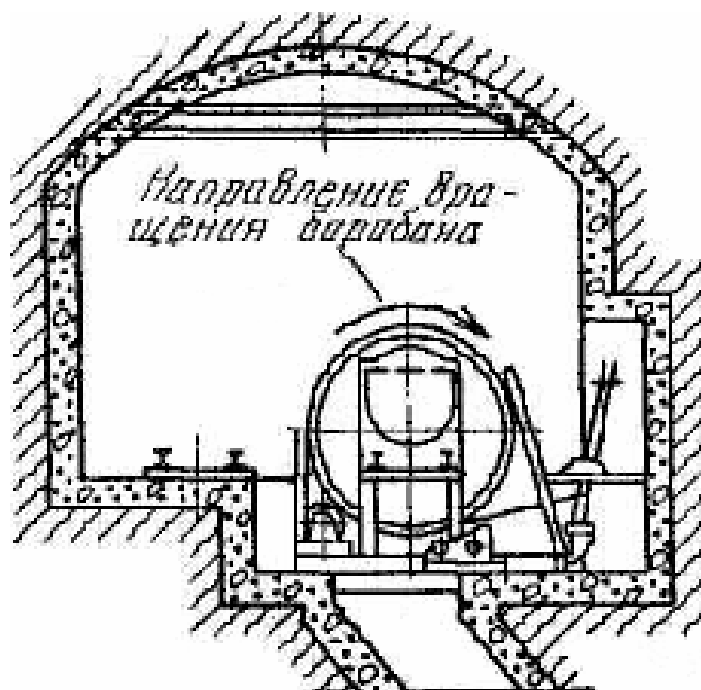


Рис. 17. Узел сопряжения кругового вагоноопрокидывателя и капитального рудоспуска

Загрузка клетей и скипов

Загрузка вагонов в клеть производится с помощью механических толкателей или на самокатных уклонах. Для удобства выгрузки и загрузки клетей применяют обычно сквозное движение вагонов через клеть. При этом стоящий в клетях порожний вагон выталкивается груженым вагоном, вкатываемым в клеть.

Загрузка скипов производится из бункеров, оборудованных дозирующими устройствами (рис. 18), которые обеспечивают выпуск такого количества горной массы, какое может вместить один скип, дозировка производится двумя секторными затворами. Первым сектором руда из бункера перепускается в мерный бун-

кер, а оттуда выпускается в скип при открывании второго (нижнего) затвора. Управление секторами производится пневмоцилиндрами.

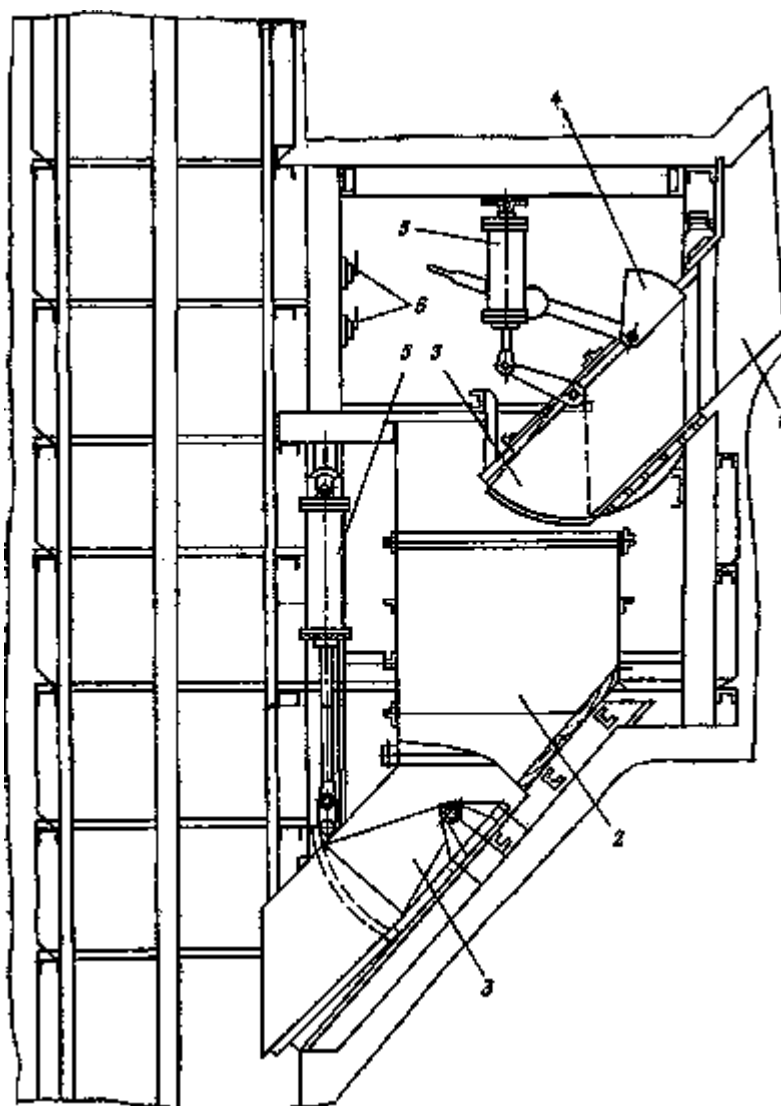


Рис. 18. Загрузочное устройство скипов:
1 – рудоспуск; 2 – дозирующий бункер; 3 – секторный затвор; 4 – затвор; 5 – пневмоприводы затворов;
6 – управление затворами

Машины для транспортирования вспомогательных грузов

К вспомогательным грузам относятся длинномерные грузы (рельсы, трубы), лесоматериалы, элементы железобетонной и металлической крепи, сыпучие (цемент, гравий) и жидкие горюче-смазочные материалы, а также оборудование, узлы и части машин. Для перевозки этих грузов применяют различные виды вспомогательного транспорта: напочвенные, подвесные и лифтовые. Напочвенный транспорт - это рельсовые средства (локомотивная и канатная откатка) и безрельсовые (самоходные машины на пневмоколёсном ходу). К подвесным средствам относятся канатные и монорельсовые дороги с канатной или локомотивной тягой.

Лифтовым вспомогательным транспортом - являются установки для перемещения оборудования между горизонтами или подэтажами по вертикальным выработкам.

Для межгоризонтного транспортирования на некоторых рудниках применяют грузоподъемные **лифтовые подъемные установки**, а её управление производится из кабины лифта. Проведение вертикальных восстающих между этажами осуществляется проходческими полками, что намного дешевле проходки наклонных съездов самоходным оборудованием.

Сечение лифтового восстающего обычно 4 м^2 , мощность двигателя подъемной машины до 10 кВт, скорость движения 1,5 м/с.

Карьерный транспорт

Карьерный транспорт служит для перемещения горной массы от экскаваторных забоев до пунктов разгрузки, которыми для вскрышных пород являются отвалы, а для полезного ископаемого - приёмные бункера обогатительных фабрик или железнодорожные погрузочные бункера на борту карьера.

Грузооборотом карьера называют количество груза в тоннах, перевозимого карьерным транспортом в единицу времени.

Карьерный транспорт имеет следующие особенности:

- быстрая оборачиваемость и высокая интенсивность движения;
- значительный уклон дорог;
- большая ударная нагрузка при погрузке пород экскаваторами...

Различают транспорт:

- цикличный (железнодорожный, автомобильный, скиповой);
- непрерывный (конвейерный, гидравлический);
- комбинированный.

Основные виды транспорта в карьерах: железнодорожный, автомобильный и конвейерный, а также их комбинации - железнодорожный и автомобильный, автомобильный и конвейерный и т.д. Реже применяются колёсные скреперы, бульдозеры, гидравлический и воздушно-канатный транспорт.

Выбор вида транспорта зависит от условий залегания месторождения, требуемой производительности, расстояния транспортирования, глубины карьера и срока его эксплуатации, характеристики горной массы, типа применяемых экскаваторов (например, прямая лопата или роторный), и от климатических условий.

Железнодорожный транспорт применяется при большом грузообороте (более 50 млн. м^3 в год) и значительных расстояниях (более 10 км) от забоя до пунктов разгрузки вагонов, поэтому он наиболее эффективен при отработке крупных месторождений или больших объёмов вскрыши, транспортируемой во внешние отвалы.

Автомобильный транспорт целесообразно применять в сложных условиях залегания небольших месторождений, обрабатываемых за короткий срок, при производственной мощности карьеров не выше 50 млн. м^3 в год и расстоянии откатки не более 3 км за пределы карьера. Основное преимущество автомобильного транспорта перед железнодорожным - способность преодолевать в 2-3 раза большие подъёмы и проходить кривые в 4-6 раз меньшего радиуса.

Конвейерный транспорт может обеспечить непрерывную работу добычных машин (роторных и цепных экскаваторов) и неограниченно высокую производительность. Конвейеры могут транспортировать горную массу без просыпания под углом 17-18°, что позволяет сократить в 3-4 раза длину выездных траншей и поэтому ускорить ввод в эксплуатацию карьера, обеспечить полную автоматизацию процесса транспортирования горной массы. Однако конвейеры могут транспортировать уголь, мягкую вскрышу и только неабразивную, мелко раздробленную руду и породу, что значительно ограничивает область их применения при разработке крепких скальных пород и руд. Кроме того, высокая стоимость конвейерных лент и узлов перегрузки требует их применения только при высокой производственной мощности карьеров (более 30 млн. м³ в год) и относительно коротких расстояния транспортирования (1-2 км).

Бульдозеры и колёсные скреперы как средства транспорта широко используются при разработке россыпных месторождений в сложных природных и горно-геологических условиях, когда производственная мощность и размеры карьеров выбираются в зависимости от производительности применяемого оборудования и длительности сезона работы.

Каждый из видов транспорта имеет свои особенности и наиболее целесообразную область применения. Поэтому, применяя комбинированный транспорт в карьере, можно создать условия для эффективного использования отдельных видов транспорта с наиболее высокими технико-экономическими показателями работы. Оценка целесообразности применения того или иного вида транспорта или сочетания разных их видов в одном карьере производится на основании технико-экономических расчётов сравнительной эффективности.

Железнодорожный транспорт

Этот транспорт используется лишь на неглубоких, но очень больших в плане угольных разрезах и пластообразных рудных залежах с производительностью более 25 млн.т/год и расстоянием транспортировки грузов - более 3 км.

Достоинства:

- возможность использования различных видов энергии и типов локомотива (на электричестве, солянке, угле, дровах);
- длительные сроки службы подвижного состава (до 20-25 лет);
- надежность работы в любом климате;
- высокая производительность, т.е. возможность перевозок больших объёмов при неограниченной длине транспортирования за счёт увеличения веса поездов;
- низкий расход энергии благодаря небольшому удельному сопротивлению движению колес по рельсовым путям;
- высокая прочность, надёжность и долговечность подвижного состава и небольшие расходы на ремонт и амортизационные отчисления вагонов;
- немногочисленный обслуживающий персонал;
- независимость работы от климатических и сезонных условий.

Недостатки:

- большие затраты на строительство, ремонт путей;
- ограниченный уклон путей (до 35-40 ‰);

- большой радиус закругления путей (120-150 м)...
- малые допустимые уклоны путей (обычно менее 40 ‰ в грузовом направлении) и в связи с этим большая длина путей и большие объёмы земляных работ при проходке выездных траншей и устройстве заездов;
- трудности по передвижке временных путей на уступах и отвалах;
- большая сложность процесса отвалообразования, чем при других видах транспорта;
- обязательность остановки движения при аварии с впереди идущим составом.

Средства железнодорожного транспорта включают подвижной состав и рельсовый путь. Подвижной состав состоит из локомотива и вагонов.

Локомотивы:

- электровозы сцепным весом 100-360 т;
- тепловозы сцепным весом 120-130 т.

Обычно используются электровозы - они экономичнее тепловозов, имеют выше к.п.д. (до 14-16%), способны преодолевать подъем до 40 ‰.

Основной тип электровозов - это контактный электровоз постоянного тока. Электрическая тяга способна преодолевать значительно большие, по сравнению с тепловозами, подъёмы, что сокращает длину капитальных траншей.

Подвижной состав

В карьере **контактные электровозы** преодолевают затяжные уклоны без значительного снижения скорости, они могут работать на подъемах до 40 ‰, допускают 2,5-кратные перегрузки, не расходуют энергию во время остановок и имеют лучшие условия труда поездных бригад (по сравнению с тепловозами). Основным недостатком электровозов является необходимость устройства контактной сети, что затрудняет ведение горных работ на уступах.

Контактные электровозы получают питание от сети постоянного (1,5 и 3 кВ) или переменного (10 кВ) однофазного тока. Сцепной вес контактных электровозов составляет 1000-1800 кН, мощность двигателей — до 2500 кВт.

Вагоны для карьерного транспорта применяются только открытые (полувагоны) из-за удобства погрузки в них горной массы, разгрузки и большого объёма кузова (см. рис. 19). Открытые вагоны по форме кузова и способу разгрузки делятся на думпкары, гондолы, хопперы и платформы. Вагоны характеризуются объёмом кузова (в м³), грузоподъемностью (в т), собственной массой (в т) и числом осей. Карьерные вагоны: думпкары, хопперы и гондолы.

Основные **показатели** железнодорожного транспорта:

- 1) время обмена поездов (минимальное потребное время на возвращение поезда, проходящего по одно- или двухпутному перегону);
- 2) пропускная способность рельсовых путей (максимальное количество пар поездов, проходящих по одно- или двухпутному перегону за сутки);

3) провозная способность рельсовых путей (максимальное количество груза, провозимого поездами за сутки);

4) производительность локомотиво-составов (упрощенно):

$$P = 60 * T_{см} * N_{ваг} * Q_{ваг} / t_{рейс} , \text{ т/час}$$

где $T_{см}$ - продолжительность рабочей смены, час/смену; $N_{ваг}$ - число вагонов в поезде, шт.; $Q_{ваг}$ - грузоподъемность одного вагона, т; $t_{рейс}$ - полное время рейса поезда, мин.

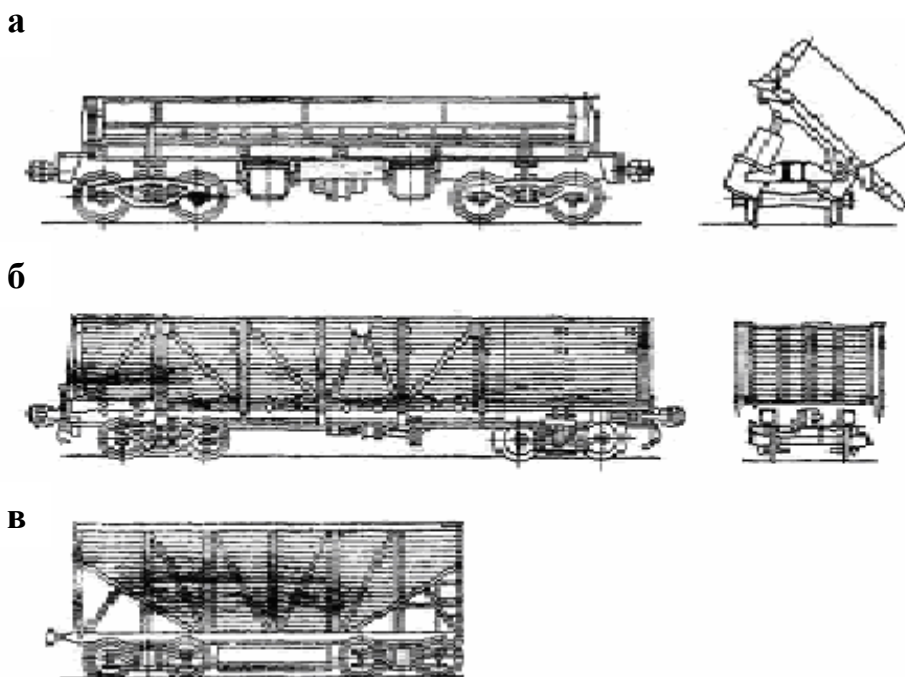


Рис. 19. Полувагоны для карьерного транспорта:
а — думпкары; б — гондола; в — хоппер

Объем кузова и грузоподъемность вагона должны соответствовать объему ковша экскаватора, которым производится погрузка горной массы. Для нормальной работы экскаватора необходимо, чтобы объем кузова был **в 4-6 раз больше** объема ковша.

Отношение собственной массы вагона к его грузоподъемности называется **коэффициентом тары**, который является показателем совершенства конструкции вагона.

Думпкары (вагоны-самосвалы) грузоподъемностью $Q_{ваг} = 60-180$ т - являются основным типом полувагонов на открытых горных разработках. Опрокидывание кузова производится пневмоприводом от воздушной магистрали поезда с одновременным открыванием бортов системой рычагов, расположенных на лобовых стенках думпкара. Разгрузка может производиться как каждого вагона поочередно, так и всего состава одновременно. Думпкары изготавливаются грузоподъемностью от 50 до 180 т. Такие вагоны обозначают буквами ВС и цифрами, характеризующими грузоподъемность в тоннах.

Гондолы грузоподъемностью $Q_{ваг} = 60-100$ т - полувагоны, применяются для транспортирования полезного ископаемого на внешние железнодорожные магистрали потребителям или на обогатительные фабрики. Гондола имеет горизон-

тальный пол с открывающимися вниз люками, которые при открывании запорного механизма образуют наклонные плоскости. Горная масса под действием веса высыпается по наклонным плоскостям по обе стороны от оси пути. Гондолы изготавливаются грузоподъемностью 63, 94 и 125 т.

Хопперы грузоподъемностью $Q_{\text{ваг}} = 50-70$ т - саморазгружающиеся полувагоны грузоподъемностью 25 и 50 т, применяются для внутрикарьерного транспортирования руды и балласта, имеют люки (напоминающие течи бункера) в днище.

Платформы используются в карьерах для доставки материалов, оборудования, звеньев рельсовых путей. Платформы имеют грузоподъемность 20 и 60 т; специальные платформы для перевозки экскаваторов и тяжелого оборудования в карьерах имеют грузоподъемность 300 т.

Рельсовые пути

По условиям эксплуатации все карьерные рельсовые пути делятся на постоянные и временные. К постоянным относятся пути с длительным сроком службы (в капитальных траншеях, на поверхности); к временным - пути, которые по условиям технологического процесса периодически перемещаются на новое место (на уступах, на отвалах). Положение железнодорожного пути в карьере характеризуется трассой, планом и продольным профилем.

Трассой называется линия, определяющая положение оси пути в пространстве. Проекция трассы на горизонтальную плоскость называется планом пути; проекция трассы на вертикальную плоскость - продольным профилем пути.

Минимальный **радиус кривых** на стационарных путях широкой колеи принимается не менее 200 м, на передвижных путях - от 100 до 150 м.

Для тяговых расчётов и организации движения поездов основное значение имеет **руководящий уклон i_p** , т.е. наибольший затяжной уклон пути, по которому движется гружёный поезд. В карьерах руководящим уклоном обычно является уклон пути в капитальной траншее. По правилам технической эксплуатации величина руководящего уклона не должна превышать: при тепловозной тяге - 25 ‰, при электровозной тяге - 40 ‰.

Железнодорожный путь состоит из земляного полотна, балластного слоя, шпал и рельсов со скреплениями.

Ширину рельсовой колеи в карьерах принимают двух типов: широкую - 1524 мм и узкую - 750 мм.

Расстояние между осями двух путей должно быть: для широкой колеи - 4100 мм, для узкой - 3200 мм. На станциях это расстояние увеличивается до 5300 и 4000 мм соответственно.

Перемещение временного рельсового пути на уступах или отвалах на новую трассу осуществляют двумя способами: переукладкой и передвижкой. При **переукладке** рельсовый путь разъединяют на звенья, равные длине одного рельса, и вместе со шпалами переносят кранами на новое место. Для переукладки применяют железнодорожные краны грузоподъемностью 15-20 т с вылетом стрелы до 12 м. **Передвижку** рельсовых путей производят с помощью путепередвигателей циклического и непрерывного действия. В этом случае рельсы не разъединяют, а

сдвигают на новое место на 0,5-0,6 м за один проход путепередвижателя.

Проверка работы двигателей карьерного электровоза на нагрев

При электровозной тяге нагрев двигателей проверяют по эффективной силе тока $I_{эф}$ (в А), которая должна быть меньше длительной силы тока (она указана в паспорте электродвигателя):

$$I_{эф} = \alpha \sqrt{\frac{\sum (t \cdot I^2)}{t_{дв}}} < I_{дл}$$

где I - сила тока на отдельных участках пути, приходящегося на один двигатель, А;

t - время движения по участку, мин;

$t_{дв}$ - время рейса поезда, мин;

$\alpha = 1,05 - 1,1$ - коэффициент, учитывающий нагревание двигателей в период маневров.

Автомобильный транспорт

Автомобильный транспорт используется на карьерах для перевозки полезного ископаемого и вскрышных пород, он высокоманеврен, имеет малый радиус поворота (20-24 м), способен преодолевать подъёмы до 80-100 %. В комплексе с автомобильным транспортом на 15-20% увеличивается производительность экскаваторов по сравнению с применением только железнодорожного транспорта (из-за сокращения простоев в ожидании погрузки).

Недостатками автотранспорта являются относительно высокая стоимость перевозок, особенно при увеличении расстояния более 2,5-3 км, зависимость работы от климатических условий, большой штат обслуживающего персонала (шоферы, механики), необходимость строительства тёплых гаражей, значительная стоимость машин.

Эффективность использования самосвалов зависит от схемы подачи их под погрузку:

- с петлевым разворотом внутри заходки;
- с петлевым разворотом на рабочей площадке;
- с тупиковым разворотом.

Параметры автомобильного транспорта:

- 1) пропускная способность карьерных дорог (максимальное количество самосвалов, проходящих в одном направлении за час с дистанцией друг от друга 40-60 м);
- 2) провозная способность (максимальное количество груза, провозимого самосвалами за час);
- 3) производительность автомобильного транспорта (упрощенно):

$$P = Q * T_{см} * K_{исп.t} * K_{исп.Q} / t_{рейс} , \text{ т/смену}$$

где $K_{исп.t}$ - коэффициент использования автосамосвалов во времени; $K_{исп.Q}$ - коэффициент использования грузоподъемности автосамосвалов.

Достоинства и недостатки автотранспорта определили область его применения - в карьерах с небольшим сроком эксплуатации и в глубоких карьерах, особенно имеющих сложную форму в плане и ограниченные размеры, при селективной выемке полезного ископаемого и при строительстве карьеров. Автотранспорт может использоваться в карьере как самостоятельно, так и в комбинации с другими видами транспорта.

Автомобильные дороги

Расположение дорог в плане и направление движения по ним - зависят от способа вскрытия месторождения, ширина – от грузоподъемности машины и уклона (см. табл. 7).

Прямые съезды (прямые внешние траншеи) применяют в карьерах при вскрытии месторождений, залегающих на небольшой глубине, или в нагорных условиях.

Петлевые съезды (внутренние траншеи) целесообразны при значительной глубине карьера, когда прямые съезды неэффективны. Отдельные съезды соединяются закруглениями в серпентин.

Спиральные съезды (внутренние траншеи) применяют в глубинных карьерах с ограниченными размерами в плане.

Таблица 7

Ширина проезжей части в автомобильной траншее
(двухполосной / однополосной)

Грузоподъемность автосамосвала, т	Уклон дороги 0-20 ‰	Уклон дороги 20-40 ‰	Уклон дороги 40-70 ‰
12-15	9.5 / 4.5	9 / 4.5	8.5 / 4
27-30	12 / 5	11.5 / 5	11 / 4.5
40-45	13 / 5.5	12.5 / 5.5	12 / 5
75-80	17 / 7	16 / 7	15 / 6.5
110-120	19 / 8.5	18 / 8	17 / 7.5
180-200	22 / 11	21 / 10.5	19.5 / 10

Гидравлический транспорт

Гидротранспорт применяется на некоторых рудных карьерах для перемещения вскрышных пород в отвал, а полезного ископаемого - на обогатительные фабрики (см. рис. 20). Вода из водоёма (озера, реки) подается насосом по водоводу к гидромониторам. Размытая порода перемещается самотёком к зумпфу, из которого передвижной землесосной установкой закачивается по пульповоду в гидроотвал. Гидроотвал имеет оградительную дамбу и сливные колодцы (карта намыва), здесь порода осаждается, а вода через фильтровальный колодец спускается обратно в водоём.

Гидротранспорт может быть самотёчным (по открытым водоводам - канавам и лоткам) и напорным (по трубам). Консистенция пульпы (отношение твердого к

жидкому) при самотёчном гидротранспорте составляет от 1 : 20 до 1 : 30, а при напорном – от 1:6 до 1:8.

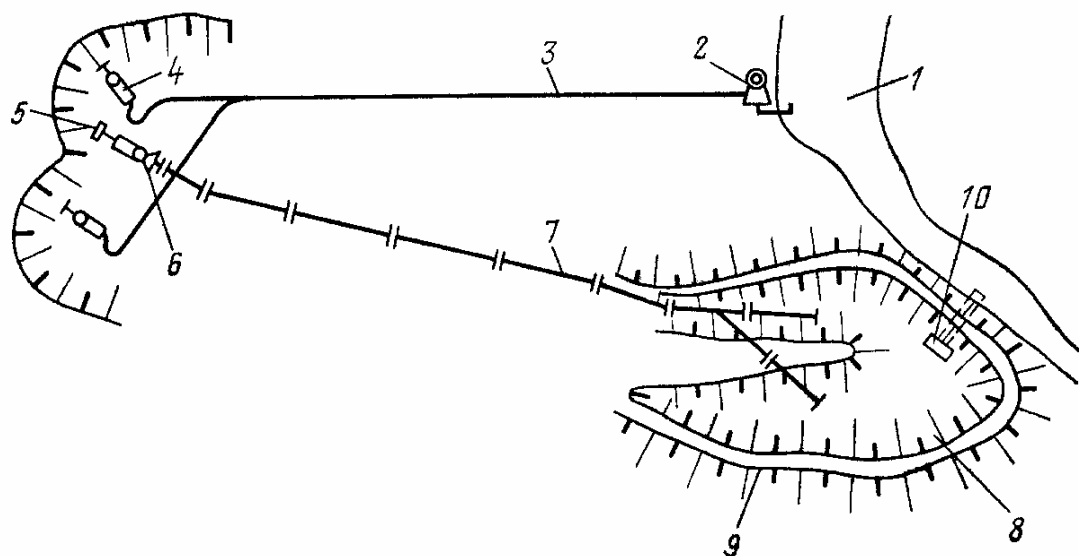


Рис. 20. Гидротранспорт в карьере

1 – водоём; 2 – насос; 3 – водовод; 4 – гидромонитор; 5 – зумпф;
6 - передвижная землесосная установка; 7 – пульпопровод;
8 - гидроотвал; 9 – оградительная дамба; 10 – фильтровальный колодец

При использовании плавучих землесосных установок (земснарядов) при разработке россыпей - гидротранспорт является основным способом перемещения горной массы.

Преимуществами гидротранспорта являются: высокая производительность и непрерывность потока; транспортирование пульпы под любым углом и небольшие размеры трубопроводов; высокая производительность труда рабочих; полная автоматизация установки; плотность укладки горных пород при намыве и закладке.

К **недостаткам** гидротранспорта относят: резкое снижение производительности труда рабочих в зимний период; быстрый износ пульповодов; большую энергоёмкость при напорном гидротранспорте; необходимость предварительного дробления крепких пород и руд.

Оборудование для гидротранспорта

В призабойной части размытая горная масса перемещается под уклон на расстояние 20-100 м к зумпфу землесосной установки или к **канavam** (длиной до 2 км), пройденным с необходимым высоким уклоном (зависит от напора землесоса).

Землесос для работы в необходимых режимах (расход, напор) выбирают на основании его индивидуальной характеристики. Современные землесосы имеют производительность 400-3600 м³/ч по воде и напор от 20 до 250 м. Мощность их двигателей от 75 до 1600 кВт. Куски горной массы могут иметь поперечный раз-

мер до 300 мм. Землесосы устанавливают на салазках или понтонах.

Пульповоды изготавливают из стальных труб, соединяемых сваркой. В местах, где пульповод часто разбирается (для переноса забойных и отвальных трубопроводов на новое место), устанавливают фланцевые быстроразъёмные соединения. На трубопроводе размещают задвижки, клапаны - для выпуска воздуха, компенсаторы и другие устройства.

Комбинированный транспорт

С увеличением глубины карьера возникают условия, при которых применение какого-либо одного вида транспорта неэффективно, и тогда приходится применять два или несколько видов транспорта.

Сущность комбинированного транспорта и его более высокая эффективность заключаются в том, что каждый из входящих в комбинацию видов транспорта используется в наиболее удобных и производительных для него условиях.

Однако одновременная эксплуатация разных видов оборудования затрудняет обслуживание и ремонт машин, требует устройства **перегрузочных пунктов** в карьере, усложняющих технологический процесс.

Комбинированные схемы транспорта обычно состоят из трех частей: внутри-карьерного транспорта, средств подъема горной массы из карьера на поверхность и транспорта на поверхности к месту разгрузки.

Используется:

- при глубине карьера более 150 м;
- при большом расстоянии транспортирования;
- при сложном залегании полезного ископаемого...

Комбинирование транспортом:

- автомобильно-железнодорожный транспорт (при большом расстоянии транспортировки);
- автомобильный со скиповым или конвейерным подъемом (при большой глубине - более 150 м);
- автомобильный с канатной подвесной дорогой;
- автомобильный с гравитационным транспортом (по рудоспускам, рудоскатам).

Пункты разгрузки горной массы из одного вида транспорта в другой могут располагаться как на поверхности, так и на одном из горизонтов (концентрационном).

Наибольшее распространение получили **комбинации транспорта**: автомобильный с железнодорожным; автомобильный с конвейерным; автомобильный со скиповым подъемом; одноковшовые погрузчики с автомобильным и конвейерным; колёсные скреперы и бульдозеры - с конвейерным транспортом.

Автомобильный транспорт обычно используют для откатки торной массы от экскаваторных забоев к наклонным подъемникам или к пунктам перегрузки в железнодорожные вагоны, расположенным на одном из бортов карьера (обычно на высоту до 300 м – при более высоком подъеме, длиной более 1,5 км, автотранспорт уже неэффективен).

Одноковшовые погрузчики являются одновременно добычной и транспорт-

ной машиной. Они могут работать в комбинации с конвейерами, автомобильным и железнодорожным транспортом.

Колёсные скреперы, канатно-скреперные установки и бульдозеры в сочетании с конвейерным транспортом используют на приисках при открытой разработке россыпных месторождений.

Автомобильно-железнодорожный транспорт

При большой глубине карьера производительность железнодорожного транспорта резко снижается из-за увеличения времени оборачиваемости поездов, уменьшения средней скорости и усложнения организации движения. Поэтому при разработке карьеров **глубиной более 200 м** или при доработке нижних горизонтов, когда требуется производить разнос бортов, целесообразно применение комбинированного транспорта: автомобильного - по уступам и железнодорожного - по траншее и по поверхности. В этом случае автомобильный транспорт работает в оптимальных режимах с наибольшим расстоянием от забоев до перегрузочного пункта **не более 1,5 км** (при этом подъём обычно не более 300 м).

Выбор типа **перегрузочного пункта** (см. рис. 21) имеет большое значение, так как от него зависят бесперебойность, ритмичность и производительность обоих видов транспорта. Наиболее простым перегрузочным устройством в карьере является искусственно возведенная вдоль железнодорожного пути специальная перегрузочная площадка (эстакада) из бутового камня или бетона.

Недостатком перегрузочных пунктов с непосредственной перегрузкой автосамосвалов в вагоны является трудность организации бесперебойной работы обоих видов транспорта. Поэтому, чтобы избежать ожидания одних средств транспорта другими и сделать каждый из видов транспорта в возможно большей степени независимым, применяют устройство **перегрузочных пунктов с экскаваторной перегрузкой** горной массы. В этом случае на перегрузочном пункте делается временный склад горной массы, который сглаживает неритмичную работу карьера и позволяет обеспечивать равномерную отгрузку руды на обогатительную фабрику.

Генеральный план поверхности

Генеральным планом горнорудного предприятия называется выполненный в масштабе план, на котором нанесены рельеф поверхности, границы рудника или карьера, подъездные железнодорожные пути, автодорога, реки, линии электропередач, технологические здания и сооружения, хозяйственные и бытовые помещения, элементы благоустройства территории. Часть поверхности рудника или карьера, на которой размещены технологические здания и сооружения, механические мастерские, компрессорные и вентиляционные установки, подстанции, административно-бытовой комбинат и вспомогательные службы, называется **промышленной площадкой**.

Промышленная площадка рудника располагается у главных стволов, а карьера - в непосредственной близости от главной выездной траншеи.

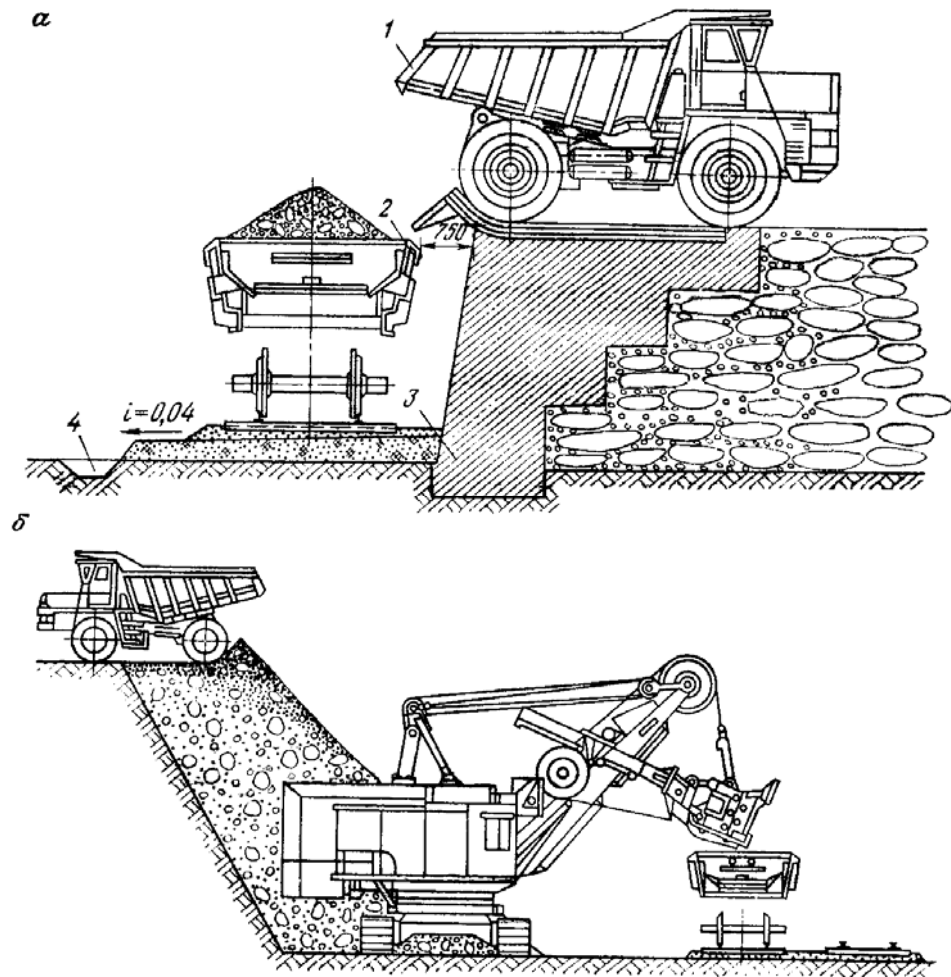


Рис. 21. Перегрузочный пункт при комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте:

1 – самосвал; 2 – думпка; 3 – подпорная стенка;
4 - кювет

Технологический комплекс поверхности рудника

Комплекс оборудования и сооружений на поверхности рудника (**главный технологический комплекс поверхности**), включает: приёмные устройства и устройства для транспортирования и технологической переработки руды (дробление, грохочение), для складирования и погрузки полезного ископаемого в средства внешнего транспорта.

Вспомогательный технологический комплекс служит для приёма, переработки и транспортирования крепёжных материалов, закладки, транспортирования оборудования и пустой породы, поступающей с поверхности в подземные выработки и в обратном направлении - в отвал. Вспомогательный комплекс обеспечивает спуск и подъём людей,

Погрузочные бункера, склады породы

Железнодорожные и погрузочные бункера предназначены для накопления и

погрузки руды в железнодорожные вагоны (см. рис. 22).

Бункера состоят из галереи для распределительных конвейеров, аккумулярующей ёмкости и подбункерной части для затвора и железнодорожных вагонов.

В зависимости от габаритов подвижного состава ширину бункера принимают 7 м (при ширине проезжей части 4,9 м), высоту подбункерной части (от головки рельсов до загрузочного устройства) - 5,5 м, высоту и длину секции бункера 7 м, высоту галереи 2,5 м.

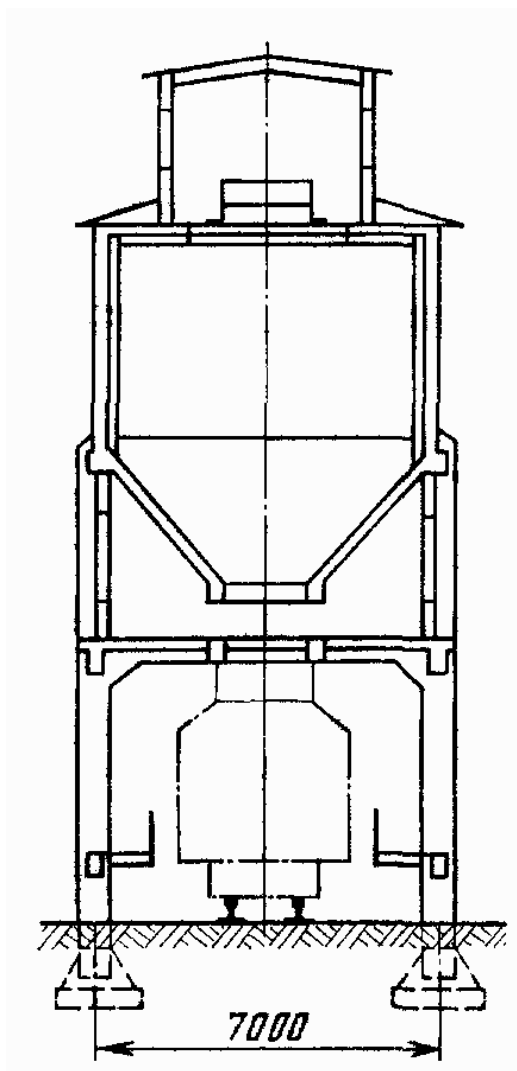


Рис. 22. Железнодорожный бункер с двухскатным днищем

Склады породы предназначены для размещения в отвалы пустой породы (см. рис. 23).

Канатные подвесные дороги

Канатные подвесные дороги используются для транспортирования руды по поверхности в гористой или сильно пересечённой местности. В этом случае горная масса, выданная на поверхность подъёмниками, поступает в бункер, из которого загружаются вагоны подвесной канатной дороги и транспортируются к железнодорожной станции или к обогатительной фабрике, расположенным в отда-

лении от рудника.

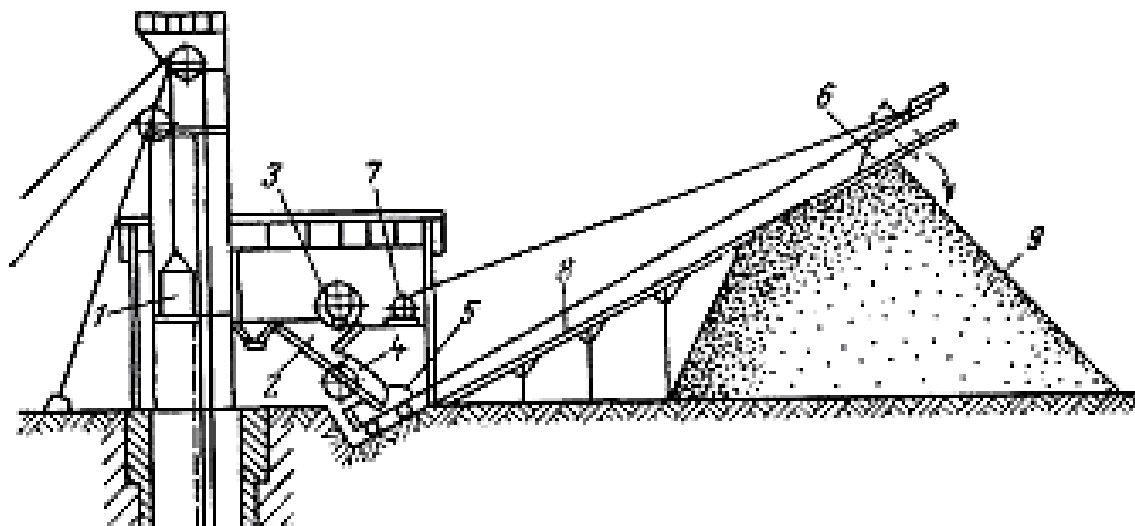


Рис. 23. Схема отвала породы на руднике:
 1 - клеть; 2 - бункер; 3 - опрокидыватель; 4 – загрузочное устройство; 5 - скип; 6 - разгрузочная ферма; 7 - тяговая лебедка;
 8 - эстакада; 9 - отвал породы

Трасса канатных подвесных дорог менее других видов транспорта зависит от рельефа местности, допускает пролёты между опорами до 500 м, позволяет преодолевать подъёмы и спуски до 45° , может работать в тяжелых атмосферных и климатических условиях (сильный ветер, снегопад, дождь, разливы рек и т. д.).

Производительность подвесных канатных дорог зависит от грузоподъёмности вагонов, интенсивности их движения и способа загрузки из бункеров. Обычно она составляет 200-250 т/ч.

По конструкции и способу действия канатные дороги разделяются на двухканатные - с отдельными несущими и тяговыми канатами и одноканатные - с одним движущимся по установленным на опорах роликам канатом с присоединенными к нему вагонами.

Различают также дороги с кольцевым и челночным движением вагонов. Как средство горнорудного, транспорта наибольшее получили распространение двухканатные дороги с кольцевым движением вагонов (см. рис. 24). Оба несущих каната на верхней станции заякорены, а внизу натянуты подвешенными к ним грузами. На всём участке между концевыми станциями несущие канаты поддерживаются опорами. На концевых станциях канаты отклонены внутрь, и в этих местах к ним примыкают подвесные однорельсовые пути, образующие вместе с несущими канатами замкнутый круг, по которому и происходит непрерывное кольцевое движение вагонов.

Бесконечный (замкнутый) тяговый канат, протянутый параллельно несущему, огибает на концевых станциях шкивы (приводной и натяжной) и поддерживается на всей длине вагонами и роликами на опорах.

Вагоны загружаются на погрузочной станции, автоматически прицепляются к тяговому канату и затем по однорельсовому подвесному пути въезжают на несущий канат. На разгрузочной станции они съезжают с каната на подвесной

рельс, автоматически отцепляются и разгружаются в бункер.

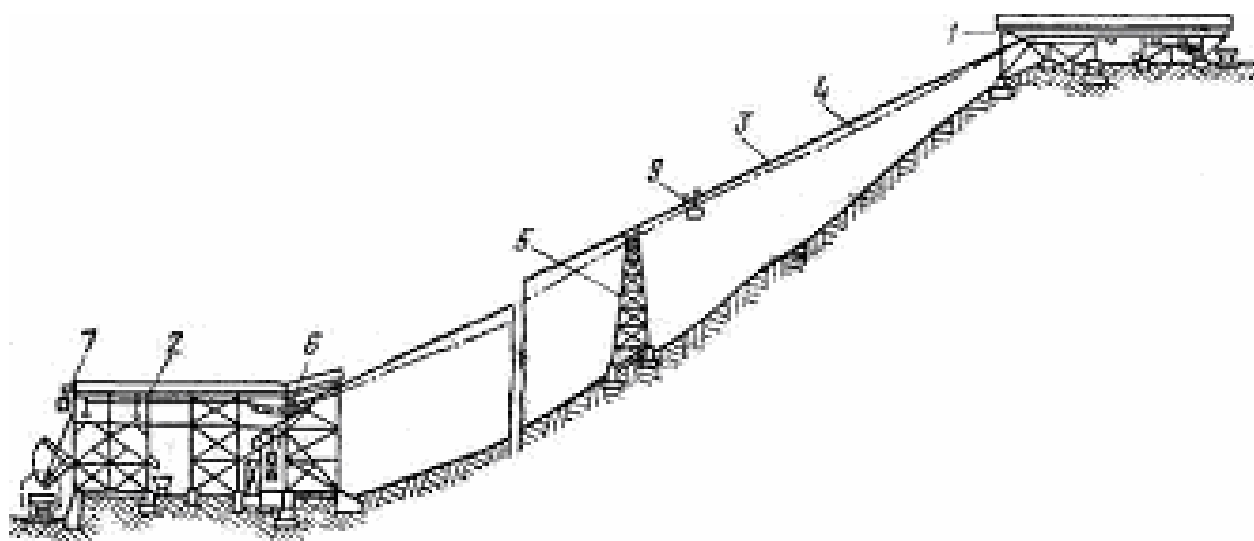


Рис. 24. Схема двухканатной дороги с кольцевым движением вагонов:
 1 - погрузочная станция; 2 - разгрузочная станция; 3 - несущие канаты для грузовой и порожняковой ветвей; 4 - замкнутый тяговый канат;
 5 - промежуточные опоры; 6 - грузы для натяжения несущих канатов;
 7 - натяжное устройство для тяговых канатов; 8 - привод тягового каната;
 9 - вагон

Технико-экономический расчёт эффективности

В качестве основных критериев для сравнения экономической эффективности комплексов для погрузки и транспортирования руды принимаются следующие расчётные показатели: себестоимость уборки (погрузка и транспортирование) единицы горной массы, капитальные затраты на приобретение оборудования, удельные приведённые эксплуатационные затраты. Расчёт по приведённым затратам одинаков для всех технологических процессов, пример для очистной выемки угля в шахте см. ниже (табл. 8 ÷ 14).

- Суточная производительность:
 по базовому варианту $P=1500$ т/сутки;
 по проекту $P=1828,2$ т/сутки

- Фонд зарплаты на сутки (в году 300 рабочих суток)

Таблица 8

Списочный состав	Зарплата, руб.	Количество людей		Сумма, руб.	
		базовый	проект	базовый	проект
Машинист горно-выемочной машины V р.	330,11	3	3	990,33	990,33
ГРОЗ	330,11	30	27	9903,3	8912,97

Подз. э/слесарь IV р.	212,85	5	4	1064,25	851,4
Э/слесарь ППР V р.	242,73	8	8	1941,84	1941,84
МПУ III р.	174,64	6	4	1047,84	698,56
ГПРШ р.	174,64	7	4	1222,48	698,56
Всего, руб.		59	50	16170,04	14093,66
Итого на год, тыс. руб.				4851,0	4228,1
Месячный фонд оплаты ИТР, руб/мес				28537,3	28537,3
Годовой фонд оплаты ИТР, тыс. руб.				342,45	342,45
ИТОГО, тыс. руб/год				5193,45	4570,55
Отчисления на социальные нужды, 35,6%, тыс. руб/год				1848,9	1627,1
ВСЕГО, тыс.руб/год				7042,35	6197,65

Месячный фонд оплаты ИТР (табл. № 3), одинаковый по обоим вариантам - 28537,3 руб., на год - 342,45 тыс.руб.

3. Расход материалов в сутки (табл. № 4, 5 и 9) – исходя из суточной производительности и норм расхода

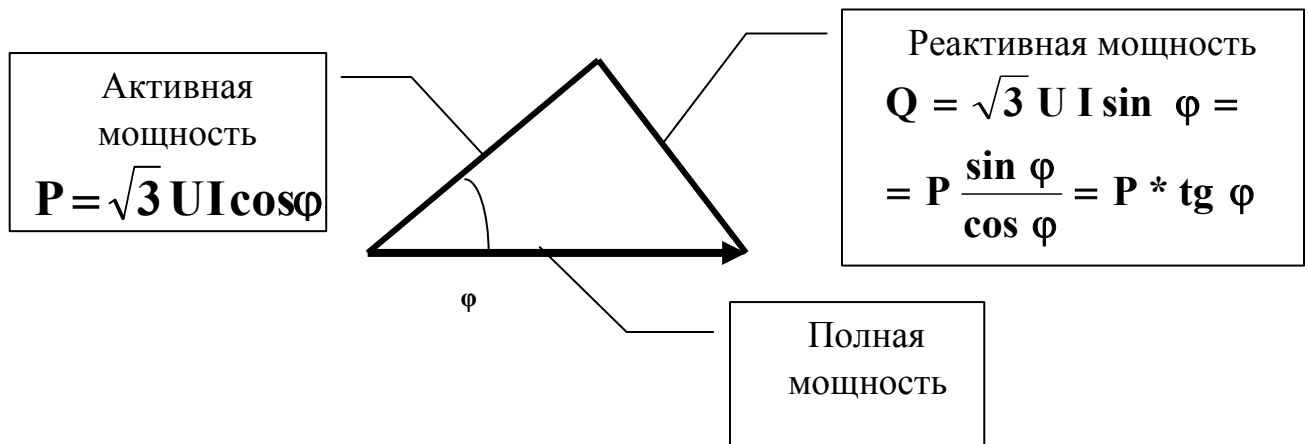
Таблица 9

Материалы	Ед. изм., руб.	Количество	
		базовый	проект
Зубки комбайновые	руб/сутки	6618,8	6855,0
Смазочные материалы	руб/сутки	3039,6	2488,3
Запчасти вспом.	руб/сутки	983,6	1200,0
Малоценка и БИП	руб/сутки	3682,3	3272,5
Кабель комбайновый	руб/сутки	421,1	513,7
Кабель конвейерный	руб/сутки	312,6	381,4
Рештаки	руб/сутки	2705,9	2081,3
Цепи конвейерные	руб/сутки	1655,7	800,0
Лента конвейерная	руб/сутки	69016,4	72000
Лесные материалы	руб/сутки	4555,1	4337,2
Пиломатериалы	руб/сутки	753,9	919,8
Материалы с длит. сроком эксплуатации	руб/сутки	4571,4	4357,2
Взрывчатые вещества	руб/сутки	571,3	697,1
Средства взрывания	руб/сутки	129,8	158,4
Итого	руб/сутки	90017,9	100061,9
Прочие материалы, 10%	руб/сутки	9001,8	10006,2
Итого	руб/сутки	99219,7	110068,1
Неучтённые 15%	руб/сутки	13532,9	16510,2
Итого на сутки, руб.	руб/сутки	103752,6	126578,3

Итого на год, тыс. руб.		31125,8	37973,5
-------------------------	--	---------	---------

4. Электроэнергия

Расчёт электроэнергии (по двухставочному тарифу)¹



Примечание: величину $\cos \varphi$ можно найти в специализированных справочниках, для каждого электрооборудования этот показатель индивидуален.

А. При $P_{\text{акт}} > 500$ кВт:

$$C_{\text{э-энергия}} = (P_{\text{акт}} * m_1 + W_{\text{акт}} * m_2) * (1 \pm k) \quad , \quad \text{руб/мес}$$

где $P_{\text{акт}}$ - величина оплачиваемого максимума (в течение получаса) заявленной активной мощности (основная оплата), кВт;

$W_{\text{акт}}$ - величина фактически отпущенной активной электроэнергии (дополнительная оплата), кВт;

m_1 - ставка оплаты за 1 кВт максимума нагрузки, руб/кВт-мес (см. ниже тарифы);

m_2 - ставка оплаты за фактически отпущенную активную электроэнергию, руб/кВт-час (см. ниже тарифы);

k - скидка или надбавка к тарифу (фактически это штраф за необязательность заказчика), в зависимости от фактического отклонения от нормативного коэффициента мощности: для асинхронных двигателей коэффициент мощности равен: $\cos \varphi = 0,95$ - в рабочем режиме и $\cos \varphi = 0,2$ - в холостом режиме, при отклонении на $\pm 0,05$ - $k=0$.

Б. При $P_{\text{акт}} < 500$ кВт и $Q_{\text{реакт}} > 100$ кВА:

$$C_{\text{э-энергия}} = (Q_{\text{реакт}} * m_1 + W_{\text{акт}} * m_2) * (1 \pm k) \quad , \quad \text{руб/мес}$$

где $Q_{\text{реакт}}$ - величина оплачиваемой присоединённой реактивной мощности (основная оплата), кВА;

$W_{\text{акт}}$ - величина фактически отпущенной активной электроэнергии (дополнительная оплата), кВт;

¹ Гладилин Л.В. Основы электроснабжения горных предприятий. - М.: Недра, 1980.

m_1 – ставка оплаты за за 1 кВА реактивной нагрузки, руб/кВА-мес (см. ниже тарифы);

m_2 – ставка оплаты за фактически отпущенную активную электроэнергию, руб/кВт-час (см. ниже тарифы);

k – скидка или надбавка к тарифу (фактически это штраф за необязательность), в зависимости от фактического отклонения от нормативного коэффициента мощности: для асинхронных двигателей коэффициент мощности равен: $\cos \varphi = 0,95$ – в рабочем режиме и $\cos \varphi = 0,2$ – в холостом режиме, при отклонении на $\pm 0,05$ - $k=0$.

Тарифы m_1 и m_2

Регион	m_1 , руб/кВт-мес	m_2 , руб/кВт-час
Губкин - 2002 г.	113	0,91
Прокопьевск - 2002 г.	200	1,2
Солигорск - 2002 г.	6,4 тыс.бел-руб/кВт-мес	75 бел-руб/кВт-час
Соликамск - 2004 г.	170	1,29

Таблица 10

Потребители электроэнергии	Установленная мощность, кВт		Cos φ базов / проект	Затраты, руб/сутки	
	базовый	проект		базов.	проект
Очистной комбайн	250	300	0,91/0,92	2996,25	3595,5
Лавный конвейер	400	500	0,9/0,9	4474,4	5593,0
Подлавный конвейер	220	220	0,91	2460,9	2460,9
Ленточный конвейер	100	100	0,9	2237,2	2237,2
Насос	22	22	0,87	124,08	124,08
Лебёдка маневровая	11	11	0,86	155,1	155,1
Маслостанция	72	76	0,9	1500,0	1500,0
Освещение	17,5	17,5	0,88	1974,0	1974,0
Итого, руб/сутки				15921,93	17639,78
Всего, тыс.руб/год				4776,6	5291,9

Таблица 11

Потребители электроэнергии	Реактивная мощность, кВА		Sin φ базов / проект	Затраты, руб/сутки	
	базовый	проект		базов.	проект
Очистной комбайн	112,6	127,2	0,41/0,39	4,2	4,7
Лавный конвейер	191,1	238,9	0,43/0,43	7,1	8,8
Подлавный конвейер	99,1	99,1	0,41	3,7	3,7
Ленточный конвейер	47,8	47,8	0,43	1,8	1,8
Насос	12,1	12,1	0,48	0,5	0,5
Лебёдка маневровая	6,5	6,5	0,51	0,2	0,2
Маслостанция	34,4	36,3	0,43	1,3	1,4
Освещение	9,3	9,3	0,47	0,3	0,3

Итого, руб/сутки				19,1	21,4
Всего, тыс.руб/год				5,73	6,42

5. Амортизация

Таблица 12

Оборудование	Суточная норма амортизации, %	Балансовая стоимость, тыс. руб.		Сумма отчислений за сутки, руб/сутки	
		Базовый 2КМТ	Проект 2КШ138	базовый	проект
Комбайн и крепь	0,08	16950	18600	13560,0	14880,0
Скребокый конвейер	0,06	480,5	494,3	288,3	296,58
Ленточный конвейер	0,06	3586	3586	4303,2	4303,2
Лебёдка	0,09	32,8	32,8	59,04	59,04
Насос центробежный	0,06	15,9	15,9	9,54	9,54
Крепь сопряжения	0,11	249	249	273,9	273,9
Итого на сутки, руб.				18493,98	19822,26
Итого на год, тыс. руб.				5640,67	6045,79

6. Общешахтные капитальные затраты

Таблица 13

Наименование	Балансовая стоимость, тыс. руб.	
	Базовый 2КМТ	Проект 2КШ138
1. Оборудование		
Комбайн и крепь	16950	18600
Скребокый конвейер	480,5	494,3
Ленточный конвейер	3586	3586
Лебёдка	32,8	32,8
Насос центробежный	15,9	15,9
Крепь сопряжения	249	249
Итого, тыс. руб.	21314,2	22978,0
2. Капитальные выработки и сооружения:		
Новых выработок нет	-	-

Итого, тыс. руб.	21314,2	22978,0
------------------	---------	---------

7. Сравнение показателей

Сравнительные ТЭП
(выносится на лист спецчасти диплома)

Таблица 14

Показатели	Ед. изм.	Сумма, руб.		Результат
		базовый	проект	
Годовой объём работ, Q	Тыс.т	1800	1940	+140
1. Эксплуатационные затраты, всего	Тыс.руб.	53450,25	61066,76	+
Удельные эксплуатационные затраты, С	Руб/т	29,7	31,5	+
Заработная плата: горнорабочих ИТР	Тыс.руб/год	4851,0 342,45	4228,1 342,45	- 0
Отчисления на социальные нужды	Тыс.руб/год	1848,9	1627,1	-
Материалы	Тыс.руб/год	31125,8	37973,5	+
Электроэнергия: - по кВт - по кВА	Тыс.руб./год	4776,6 5,73	5291,9 6,42	+ +
Амортизация	Тыс.руб/год	5640,67	6045,79	+
Всего	Тыс.руб/год Руб/т	48591,15 27,0	55515,26 28,6	+ +
Общехозяйственные затраты 10%	Тыс.руб/год Руб/т	4859,1 2,7	5551,5 2,9	+ +
Итого	Тыс.руб/год Руб/т	53450,25 29,7	61066,76 31,5	+ +
2. Капитальные вложения	Тыс.руб.	21314,2	22978,0	+
Удельные капитальные вложения, К	Руб/т	11,83	11,84	+
Приведённые капитальные вложения (0,14*К)	Руб/т	1,66	1,66	0

3. Общие суммарные приведённые затраты $Z=(C+E*K)$	Руб/т	33,16	31,36	+
Годовой экономический эффект $\Delta=(Z_{баз} - Z_{проект})*Q_{проект}$	Тыс.руб/год	-	3492	-

Список литературы

1. Тихонов Н.В. Транспортные машины горнорудных предприятий. – М.: Недра, 1985. – 336 с.
2. Порцевский А.К., Анистратов Ю.И. Открытые горные работы. Учебное пособие по курсу лекций для студентов специальности 0902. – М.: МГГА, 1999. - 77 с.
3. Михайлов Ю.В., Порцевский А.К., Кусов А.Е. Технология проведения горизонтальных, вертикальных горных и горно-разведочных выработок. Учебное пособие с грифом УМО для студентов специальностей 0901, 0902, 0904, 0905, 0803, 0807. – М.: МГОУ, 2004. - 68 с.
4. Порцевский А.К. Подземные горные работы. Часть 1 и 2. Учебное пособие для студентов специальностей 0902 и 0905. – М.: МГОУ, 2005. - 77 с.
5. Порцевский А.К. Подземные горные работы. Часть 3 и 4. Учебное пособие для студентов специальностей 0902 и 0905. – М.: МГОУ, 2005. - 83 с.

Оглавление

Введение	2
График изучения дисциплины	2
Классификация транспортных средств	2
Характеристика основных грузов	3
Грузопотоки	4
Надёжность и качество машин	5
Производительность	6
Сила тяги и сопротивления при перемещении грузов	7
Силы тяги при движении самоходных машин	8
Силы тяги при движении замкнутого гибкого тягового органа	10
Силы тяги в гидравлическом и пневматическом транспорте	10
Мощность двигателя привода	11
Забойные самоходные транспортные машины и комплексы	12
Подземные погрузочные машины	13
Производительность погрузочных машин	16
Подземные экскаваторы	19
Самоходные вагоны и самосвалы	19
Подземные погрузочно-транспортные машины	21
Подземные бульдозеры	22

Параметры выработок и дорог	22
Размеры поперечного сечения выработок	24
Меры безопасности при работе самоходного оборудования	26
Организация ремонта и обслуживания машин	26
Забойные скреперные установки	28
Оборудование для транспортирования руды под действием собственного веса	28
Люки и затворы, вибрационные установки	29
Скребокковые конвейеры	29
Пластинчатые конвейеры	30
Ленточные конвейеры	30
Специальные конвейеры для крупнокусковых руд и пород	32
Оборудование для транспортирования закладочных материалов	32
Транспорт твердеющей закладки в самотёчном режиме	34
Транспорт твердеющей закладки в самотёчно-пневматическом режиме	34
Подземный транспорт по рельсовым путям	35
Локомотивный транспорт	35
Рудничные вагоны	36
Рельсовые пути	38
Контактная сеть	39
Канатный транспорт	39
Узлы сопряжения средств транспорта	40
Вагонопрокидыватели	42
Загрузка клетей и скипов	42
Машины для транспортирования вспомогательных грузов	43
Карьерный транспорт	44
Железнодорожный транспорт	45
Подвижной состав	46
Рельсовые пути	48
Автомобильный транспорт	49
Автомобильные дороги	50
Гидравлический транспорт	50
Оборудование для гидротранспорта	51
Комбинированный транспорт	52
Автомобильно-железнодорожный транспорт	53
Генеральный план поверхности	53
Технологический комплекс поверхности рудника	54
Погрузочные бункера, склады породы	54
Канатные подвесные дороги	55
Технико-экономический расчёт эффективности	57
Список литературы	63

Вопросы к зачёту

1. Классификация транспортных средств
2. Характеристика основных грузов
3. Грузопотоки
4. Надёжность и качество машин
5. Производительность
6. Сила тяги и сопротивления при перемещении грузов
7. Силы тяги при движении самоходных машин
8. Силы тяги при движении замкнутого гибкого тягового органа
9. Силы тяги в гидравлическом и пневматическом транспорте
10. Мощность двигателя привода
11. Забойные самоходные транспортные машины и комплексы
12. Производительность подземных погрузочных машин
13. Подземные экскаваторы
14. Самоходные вагоны и самосвалы
15. Подземные погрузочно-транспортные машины
16. Подземные бульдозеры
17. Параметры подземных выработок и дорог
18. Размеры поперечного сечения выработок
19. Меры безопасности при работе самоходного оборудования
20. Организация ремонта и обслуживания машин на рудниках и шахтах
21. Забойные скреперные установки
22. Оборудование для транспортирования руды под действием собственного веса
23. Люки и затворы, вибрационные установки
24. Скребокковые конвейеры
25. Пластинчатые конвейеры
26. Ленточные конвейеры
27. Специальные конвейеры для крупнокусковых руд и пород
28. Оборудование для транспортирования закладочных материалов
29. Транспорт твердеющей закладки в самотёчном режиме
30. Транспорт твердеющей закладки в самотёчно-пневматическом режиме
31. Подземный транспорт по рельсовым путям
32. Локомотивный транспорт
33. Рудничные вагоны
34. Рельсовые пути
35. Контактная сеть
36. Канатный транспорт
37. Узлы сопряжения средств транспорта на рудниках и шахтах
38. Вагоноопрокидыватели
39. Загрузка клетей и скипов
40. Машины для транспортирования вспомогательных грузов
41. Карьерный железнодорожный транспорт
42. Карьерный транспорт: подвижной состав
43. Карьерный транспорт: рельсовые пути
44. Карьерный автомобильный транспорт

45. Карьерный транспорт: автомобильные дороги
46. Карьерный гидравлический транспорт
47. Карьерный транспорт: оборудование для гидротранспорта
48. Комбинированный карьерный транспорт
49. Карьерный автомобильно-железнодорожный транспорт
50. Генеральный план поверхности
51. Технологический комплекс поверхности рудника
52. Погрузочные бункера, склады породы
53. Канатные подвесные дороги
54. Технико-экономический расчёт эффективности