

шахтах применяют исключительно контактные электровозы, как более экономичные. Согласно требованиям ПБ, откатка контактными электровозами разрешается по выработкам шахт, не опасных по метану или пыли, а при наличии разрешения главного инженера комбината также в шахтах I и II категорий по газу и опасных по пыли — по главным откаточным выработкам, омываемым свежей струей воздуха. В шахтах III категории и сверхкатегорных разрешается применять только аккумуляторные электровозы в исполнении, допущенном для газовых шахт.

Электровозный транспорт шахт в настоящее время и в перспективе остается главным видом транспорта по горизонтальным откаточным выработкам. В случаях, когда главный грузопоток обеспечивается конвейерами, электровозный транспорт необходим для перевозки людей, материалов и оборудования.

§ 25.2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ †

Механическая часть (рис. 25.1) состоит из рамы 1, ходовой части 2, рессорного подвешивания 3, тормозного устройства 4, песочной системы 5, буферно-сцепного устройства 6, тяговой передачи 7.

Рама связывает все части электровоза, распределяет через рессоры нагрузку на колесные пары, передает на сцепку тяговое усилие. Рамы аккумуляторных электровозов имеют роликовые устройства для перекачивания батарейного ящика. Раму контактных электровозов покрывают сверху стальными листами, которые защищают оборудование от капежа и механических повреждений.

К ходовой части относятся колесные пары и буксы. Колесная пара, или полускат, состоит из оси, колесных центров, бандажей и зубчатого колеса.

Колесный центр насаживают на ось под давлением 60—70 Т. На обод колесного центра горячей посадкой надевают бандаж. Колесные пары жестко воспринимают удары, возникающие при движении электровоза, поэтому исправное их состояние и прочность — важнейшие условия безопасности эксплуатации электровозов.

Зубчатое колесо может быть составным (собирается из двух половин и крепится на оси на шпонке) или цельным с прессовой посадкой на ось. При пробуксовке колес могут возникнуть крутильные колебания оси. В центре оси находится «узел», где амплитуда колебаний равна нулю. При центральном расположении зубчатого колеса оно находится в узле колебаний и не принимает в них участия. Частота колебаний и касательные напряжения достигают значительной величины, вследствие чего происходит усталостное разрушение оси. Для борьбы с этим зубчатое колесо смещают в сторону (рис. 25.3, б), тогда колесо, а вместе с ним и двигатель, вовлекаются в колебания и гасят их.

Буксы 9 (рис. 25.1) воспринимают нагрузку от веса электровоза, сил тяги, боковых сил и направляются челюстями 8. В буксе помещаются два роликовых конических подшипника.

Рессорное подвешивание предназначено для смягчения ударов при движении электровоза, а также для равномерного распределения веса электровоза на колесные пары. Существуют три системы подвешивания: индивидуальная, балансирующая и коромысловая.

При индивидуальной подвеске (рис. 25.2, а, б) рессора упирается обоими концами в раму и работает самостоятельно. Применяется на тихоходных

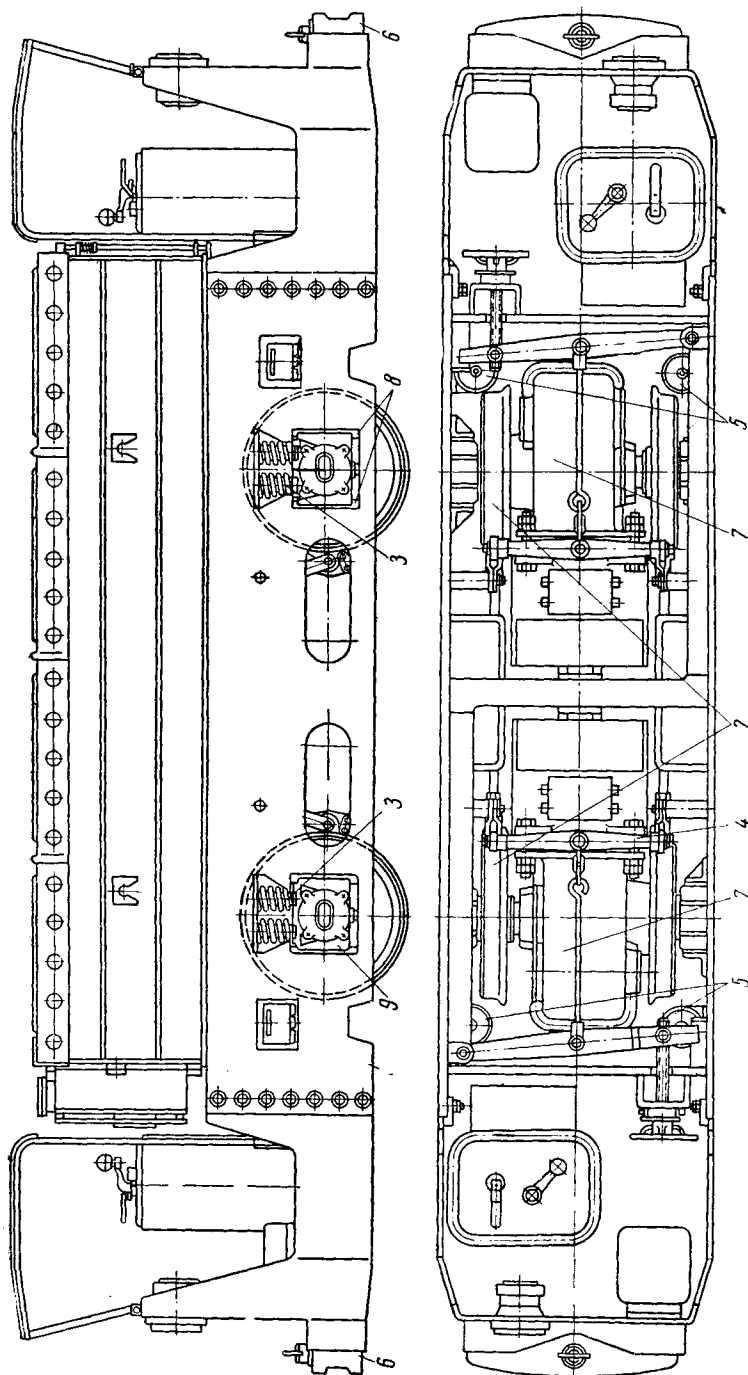


Рис. 25.1. Общий вид аккумуляторного электровоза и расположение механического оборудования

электровозах ввиду ограниченности хода рессоры. При балансирной подвеске в случае перегрузки одной из рессор нагрузка на колесные пары выравнивается посредством поперечных (рис. 25.2, б) или продольных (рис. 25.2, в) балансиров. Коромысловая подвеска (рис. 25.2, г) при значительной жесткости рессор дает большую осадку осей.

Применяют рессоры трех типов: листовые, спиральные и резиновые. Листовые рессоры (рис. 25.2, а) обладают хорошей демпфирующей способ-

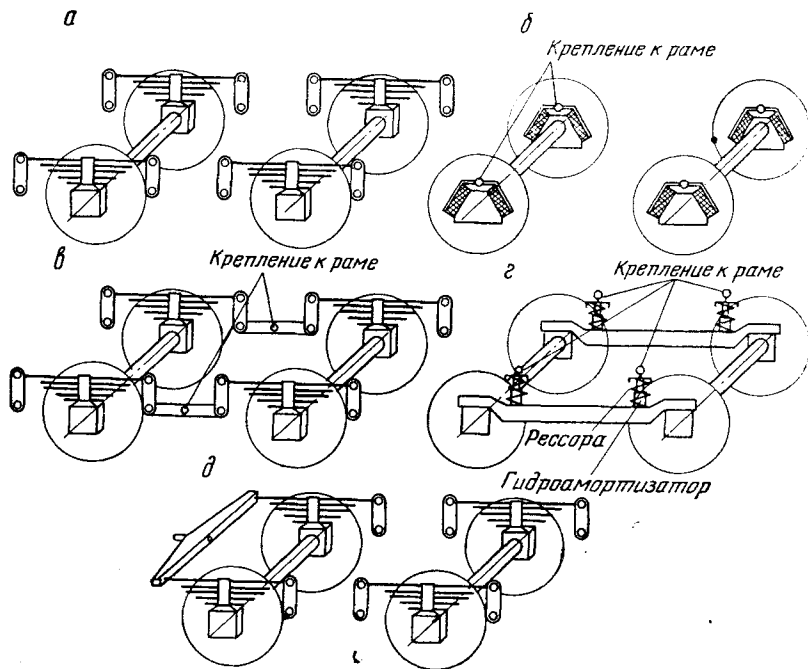


Рис. 25.2. Рессорное подвешивание

ностью, однако неконструктивны и имеют значительное начальное сопротивление трению, создающее большую зону нечувствительности. Спиральные рессоры (рис. 25.2, б) очень конструктивны, имеют нулевое начальное сопротивление, высокий срок службы, технологичны в изготовлении. Недостатки: отсутствие демпфирования колебаний и легкость входа в резонанс. Для демпфирования колебаний параллельно рессоре подключают демпфер — устройство, рассеивающее энергию колебаний, который может быть гидравлическим, фрикционным или резиновым.

В последнее время находят применение резиновые рессоры (рис. 25.2, в). Их достоинства: отсутствие трения боксы о раму, хорошие демпфирующие качества, конструктивная простота и технологичность, способность гасить колебания в любом направлении. Недостаток: относительно небольшая осадка. Перспективный тип рессор — спиральные.

Тяговая передача может быть механической или гидравлической. В настоящее время получила распространение механическая зубчатая передача с индивидуальным приводом. Передача может быть с одной парой колес (рис. 25.3, а) или с двухступенчатым редуктором (рис. 25.3, б). В первом случае двигатель с одной стороны опирается на ось колесной

пары моторно-осевыми подшипниками, а с другой — подвешен к раме на пружинах. Во втором случае на ось опирается корпус редуктора, а консольная часть привода эластично подвешена к раме. Применение редуктора позволяет значительно уменьшить расстояние от нижней кромки передачи до верхнего строения пути и использовать быстроходные двигатели, которые при меньших размерах развивают большую мощность.

Механические средства торможения по виду тормоза подразделяются на колодочные, дисковые и ленточные. Существующие электровозы оборудованы исключительно колодочными тормозами. Однако дисковые тормоза более перспективны ввиду постоянства тормозной силы и отсутствия износа бандажей.

Механические тормоза по типу привода могут быть ручные, пневматические и гидравлические. Тормоза всех локомотивов оборудованы ручным приводом из-за необходимости длительного затормаживания на стоянке.

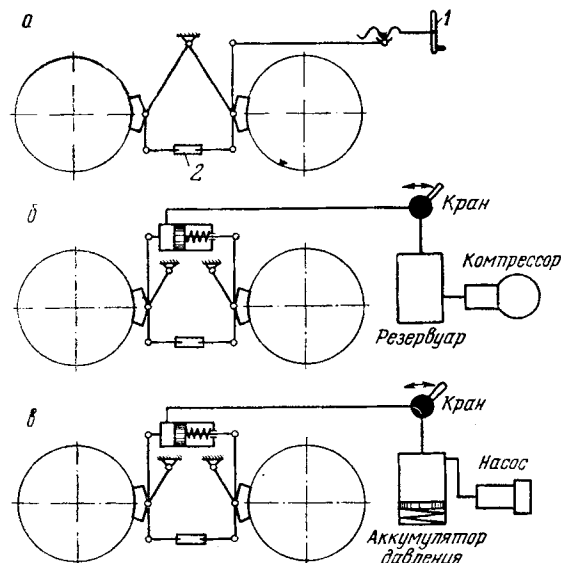


Рис. 25.4. Тормозные системы

тельных устройств. Достоинства гидротормозов (рис. 25.4, в): небольшие размеры и сравнительно невысокая стоимость.

Надежность действия и исправное состояние тормозной системы электровоза имеют первостепенное значение для безопасности, так как

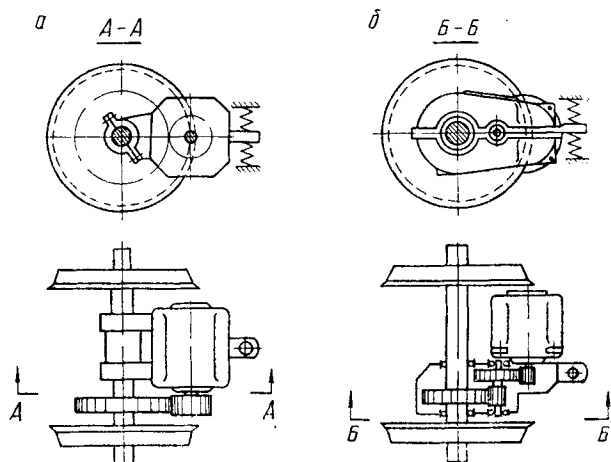


Рис. 25.3. Схемы подвески двигателей

ручным приводом из-за необходимости длительного затормаживания на стоянке. Тормоза приводятся в действие посредством рычажной системы (рис. 25.4, а) вращением маховика 1, расположенного в кабине машиниста. Зазор между колодками и бандажом регулируется винтовыми стяжками 2 с правой и левой резьбой. Пневмотормоза могут быть прямого и непрямого действия. На отечественных электровозах применяется система прямого действия (рис. 25.4, б). Применение пневмотормозов значительно облегчает управление, уменьшает время срабатывания тормоза, создает возможность снабжения пневмоэнергией ряда вспомога-

в настоящее время все тормозные средства рудничного поезда сосредоточены на самом электровозе.

Песочная система предназначена для подачи песка под колеса электровоза при их буксовании. Управление песочницами осуществляют посредством системы тяг и рычагов. При наличии пневмоэнергии песок подают под колеса сжатым воздухом. Существующие песочные системы из-за быстрого увлажнения песка работают нестабильно.

Буферные устройства предназначены для смягчения толчков и ударов, получаемых электровозом от вагонеток во время движения.

По конструктивному исполнению буфера разделяют на жесткие и эластичные. Жесткий буфер представляет собой стальную или чугунную отливку, служащую одновременно и частью торцевой стенки электровоза. Эластичные буфера могут быть с амортизирующими пружинами или резиновыми прокладками. Эластичные буфера выполняют двустороннего действия; они применяются на аккумуляторных электровозах. В средней части буфера имеется несколько пазов (карманов), в один из которых вставляется и захватывается шкворнем сцепка вагонетки.

§ 25.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Рудничные электровозы имеют следующее электрооборудование: тяговые двигатели, контроллеры, пусковые реостаты, аппаратуру защиты и освещения, вспомогательное электрооборудование и электрокоммуникации. Контактные электровозы, кроме того, оснащены токоприемниками, а аккумуляторные — тяговыми аккумуляторными батареями и штепсельными соединениями.

Комплекс откатки контактными электровозами состоит из тяговой подстанции, тяговой сети и электровозов, находящихся на линии, а комплекс откатки аккумуляторными электровозами — из преобразовательной подстанции, в которой установлены зарядные устройства и питающие их трансформаторы; зарядной камеры, обычно совмещенной с электровозным гаражом, и электровозов, находящихся на линии.

1. Тяговые двигатели

Двигатели работают в весьма тяжелых условиях при нагрузках, меняющихся в широких пределах; они подвергаются различным механическим воздействиям и нередко эксплуатируются в запыленной и взрывоопасной среде. Подводимое к двигателям напряжение изменяется в широких пределах вследствие падения напряжения тяговой сети и тяговой батареи.

Наиболее приемлемыми являются двигатели постоянного тока, последовательного возбуждения, получившие повсеместное распространение. По сравнению с двигателями постоянного тока параллельного возбуждения, они имеют следующие преимущества: при изменении нагрузки вызывают меньшие колебания потребляемой мощности; обладают большим пусковым моментом и перегрузочной способностью; менее чувствительны к колебаниям подведенного напряжения; нагрузка между двигателями, работающими параллельно на общую механическую систему, распределяется более равномерно и работа двигателей в этих условиях протекает более устойчиво.

Номинальным режимом работы двигателей принято считать часовой, т. е. режим, при котором допускаемая температура обмоток достигается через час работы. Номинальной (часовой) мощности двигателя соответствует часовая сила тяги $F_{\text{час}}$, часовой ток $I_{\text{час}}$, часовая скорость движения $v_{\text{час}}$. Длительному режиму работы, при котором допускаемая температура обмоток достигается за неограниченно длительное время, соответствует длительная сила тяги $F_{\text{дл}}$, длительный ток $I_{\text{дл}}$, длительная скорость $v_{\text{дл}}$.

Обычно коэффициент вентиляции

$$\rho = \frac{I_{\text{дл}}}{I_{\text{час}}} = 0,4 \div 0,45. \quad (25.1)$$

При проектировании электровозов часовую силу тяги определяют как

$$F_{\text{час}} = 1000 \xi P_{\text{сд}}, \text{ кг}, \quad (25.2)$$

где ξ — коэффициент тяги, т. е. отношение $F_{\text{час}}$ к $1000P_{\text{сд}}$;

$P_{\text{сд}}$ — сцепной вес электровоза, T .

Часовую скорость, как и ξ , принимают по установленным практикой проектирования нормативам.

Зависимость силы тяги, развиваемой двигателем, $F_{\text{к.м.}}$, скорости v и к. п. д. от тока якоря I дает электромеханическая характеристика двигателя на ободе движущихся колес (рис. 25.5). Электромеханической характеристикой удобно пользоваться при выполнении тяговых расчетов. Например, имея силу тяги, необходимую для передвижения поезда $F_{\text{к1}}$, приходящуюся на один двигатель, можно найти скорость движения v_1 и ток якоря I_1 .

Так как передаточное отношение редуктора и диаметр колес зависят от типа электровоза, то электромеханическая характеристика является индивидуальной для каждого из них.

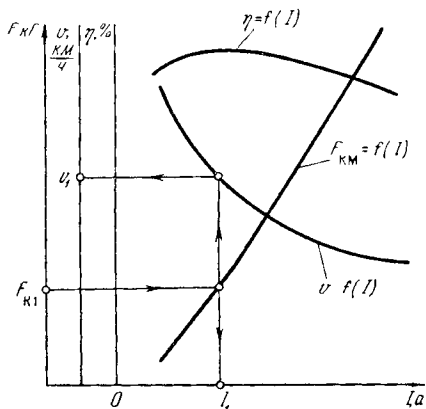


Рис. 25.5. Электромеханическая характеристика двигателя электровоза

II. Тяговые батареи

Тяговая батарея состоит из ряда последовательно соединенных аккумуляторов (элементов), размещенных в батарейном ящике. В СССР применяют щелочные железо-никелевые аккумуляторы (серия ТЖН), которыми, начиная с 1954 г., были полностью заменены эксплуатировавшиеся ранее кислотные свинцовые аккумуляторы.

Преимущества щелочных аккумуляторов: большая механическая прочность и выносливость в работе, не портясь при коротких замыканиях, могут храниться в разряженном или полуразряженном состоянии, уход за ними проще, чем за кислотными, имеют больший срок службы. Преимущества кислотных аккумуляторов: больший к. п. д., большее среднее разрядное напряжение элемента (кислотных — 2 в, щелочных — 1,2 в), меньшее внутреннее сопротивление. В некоторых странах (Англия, ФРГ) кислотные аккумуляторы применяются широко.

Под емкостью аккумулятора понимают количество ампер-часов, отдаваемых при разряде до определенного конечного напряжения.

Отдача, или к. п. д., — отношение энергии разряда к энергии заряда.

Различают отдачу по емкости, или ампер-часовую отдачу, и отдачу по энергии, или ватт-часовую отдачу.

По ГОСТ 6872—54 для щелочных аккумуляторов при нормальном заряде в течение 6 ч принимают зарядный ток в амперах, численно равный примерно $\frac{1}{4}$ номинальной емкости (Q_n) аккумулятора в ампер-часах. Следовательно, емкость, сообщаемая при нормальном заряде, равна $1,5 Q_n$. При пятичасовом разряде, который для многих типов тяговых аккумуляторов принимается в качестве номинального, отдача железо-никелевого аккумулятора по емкости должна быть не менее $\eta_{ак} = 0,66$, по энергии $\eta_{эн} = 0,47$.

Батареи обозначают шифром. Например, шифр батареи 96ТЖН-350 означает, что она состоит из 96 тяговых железо-никелевых элементов емкостью 350 а·ч. Новым типажом предусмотрен ряд емкостей: 300, 450, 700 а·ч вместо ранее действовавшего 300, 350, 500 а·ч. В качестве расчетного при проектировании аккумуляторов принят трехчасовой разрядный режим работы.

III. Зарядные устройства

Основной способ заряда тяговых батарей рудничных электровозов — индивидуальный заряд каждой батареи от отдельного зарядного устройства.

При большом количестве батарей экономически более целесообразен групповой способ заряда, при котором от одного мощного агрегата заряжают несколько батарей.

На угольных шахтах для заряда тяговых батарей применяют зарядные устройства с металлическими безнасосными выпрямителями (ЗУ-З), селеновые зарядные выпрямители (ВСЗШ), зарядные устройства с германиевым (ЗУГ) или кремниевыми (ЗУК) вентилями. Все перечисленные типы зарядных устройств имеют автоматическую стабилизацию выпрямленного тока и предназначены для индивидуального заряда тяговых батарей.

Инвентарное число зарядных столов для обычной работы — по системе две батареи на электровоз (одна — в работе, одна — в зарядке)

$$n_{инв} = n_{зар} + n_{об} + n_{рем}, \quad (25.3)$$

где $n_{зар}$, $n_{об}$ и $n_{рем}$ — число рабочих, обменных и ремонтных столов,

$$n_{зар} = Z_{л. инв}, \quad (25.4)$$

где $Z_{л. инв}$ — инвентарное число электровозов (24.63).

Принимают при $Z_{л. инв} \leq 10$

$$n_{об} = n_{рем} = 1; \quad (25.5)$$

при $Z_{л. инв} > 10$

$$n_{об} = n_{рем} = 2. \quad (25.6)$$

Число рабочих зарядных устройств

$$M = n_{зар}. \quad (25.7)$$

Инвентарное число зарядных устройств

$$M_{инв} = n_{инв}. \quad (25.8)$$

IV. Преобразователи тяговых подстанций

В качестве преобразователей применяют: двигатель-генераторы, ртутные выпрямители и в последние годы — полупроводниковые выпрямители. Последние — наиболее перспективные, но применение их пока носит опытный характер.

Рабочая мощность тяговой подстанции

$$P_{т.п.} = k_0 U I_{ср} Z_x \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (25.9)$$

где U — напряжение на шинах низкого напряжения тяговой подстанции, в;

$I_{ср}$ — средний ток электровоза, а;

Z_x — число рабочих электровозов (24.61), (24.62);

k_0 — коэффициент одновременности ($k_0 = 1$ при $Z_x = 1-2$; 0,8 при 3-4; 0,7 при 5-7; 0,6 при 8-12; 0,5 при числе электровозов более 12).

Средний ток электровоза

$$I_{ср} = \frac{n_{пор} I_{пор} t_{пор} + n_{гр} I_{гр} t_{гр}}{t_{пор} + t_{гр}}, \text{ а}, \quad (25.10)$$

где $I_{пор}$, $t_{пор}$ и $I_{гр}$, $t_{гр}$ — ток двигателя и время движения порожняком и с грузом;

$n_{пор}$ и $n_{гр}$ — число параллельных групп двигателей при движении порожняком и с грузом.

Мощность проверяют по пусковому току

$$P_{мах} = \frac{1}{3} k_0 U Z_x (I_{ср} + 2I_{пуск}) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}, \quad (25.11)$$

где $I_{пуск} = I_{час}$ — пусковой ток электровоза, а.

§ 25.4. УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗАМИ

I. Системы управления

Управление электровозом сводится к пуску в ход и доведению скорости до установившегося значения, регулированию скорости движения, торможению поезда и его остановке, изменению направления движения. Основным аппаратом управления является контроллер, установленный в кабине машиниста.

Применяют две системы управления: непосредственную и косвенную. В первом случае используют силовой контроллер, во втором — командо-контроллер или, иначе, контроллер управления.

Силовой контроллер осуществляет необходимые переключения в силовых цепях (рис. 25.6, а), а командо-контроллер — в цепях управления (рис. 25.6, б). Через силовой контроллер проходит полный ток нагрузки, а через командо-контроллер — небольшой ток управления контакторами, контакты которых осуществляют переключения в силовых цепях. Поскольку здесь силовые цепи и цепи управления разделены, то для питания цепей управления может быть применен независимый источник питания низкого напряжения (аккумуляторная батарея) или генератор управления.

Непосредственное управление применяют для электровозов небольшой мощности, так как в этом случае контроллер получается приемлемых

размеров, а вся схема управления — простой и надежной в работе. Для мощных электровозов применяют косвенную систему, при которой контроллер имеет небольшие размеры и легок в управлении, возможно управление с одного поста двумя электровозами при двойной тяге (управление по системе многих единиц).

Косвенная система управления применена на тяжелых рудничных электровозах 25КР и 35КР. Тяжелые аккумуляторные электровозы А20-2:

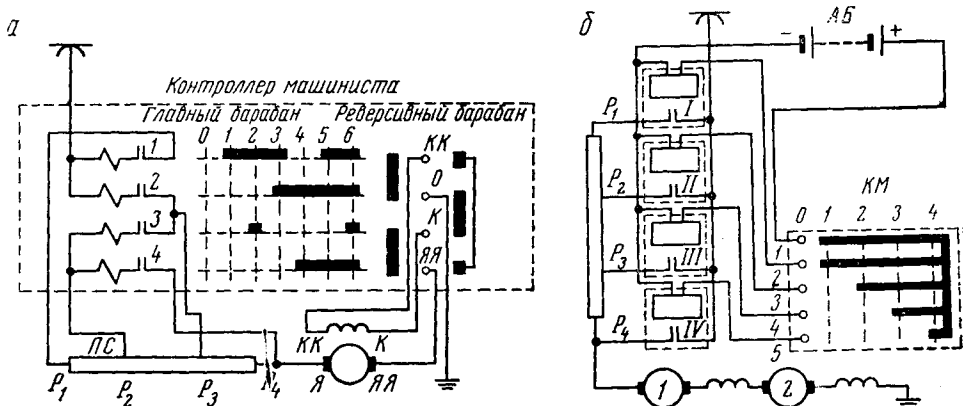


Рис. 25.6. Схемы управления

и А28-2 нового типажного ряда предусмотрено получать путем электрического спаривания более легких моделей А10-2 и А14-2 с управлением их по системе многих единиц. На всех остальных эксплуатируемых моделях рудничных электровозов применено непосредственное управление.

II. Пуск и реверсирование

Для ограничения пускового тока последовательно с тяговыми двигателями включают пусковой реостат, сопротивление которого снижают по мере разгона двигателя. При двух или более двигателях применяют группировку (рис. 25.7), т. е. пуск осуществляют сначала при последовательном соединении двигателей, а затем переходят на параллельное или смешанное соединение.

Для изменения направления движения необходимо изменить направление тока в обмотках якоря или главных полюсов, что осуществляют поворотом реверсивного барабана контроллера.

III. Регулирование скорости движения

Напряжение на зажимах двигателя

$$U = c\Phi v + IR, \text{ в,}$$

откуда скорость движения

$$v = \frac{U - IR}{c\Phi}, \text{ км/ч,} \quad (25.12)$$

где I — ток двигателя, а;

R — сопротивление обмоток двигателя и реостата, ом;

Φ — магнитный поток, веб;

c — постоянная.

Скорость (25.12) можно регулировать изменением U или Φ .

Возможные способы изменения U : группировка двигателей, включение реостата, изменение напряжения источника питания, применение тиристорной системы управления.

Группировка двигателей. На двухосных электровозах с двумя тяговыми двигателями возможны две комбинации соединений (две ходовые ступени скорости): последовательное и параллельное соединение

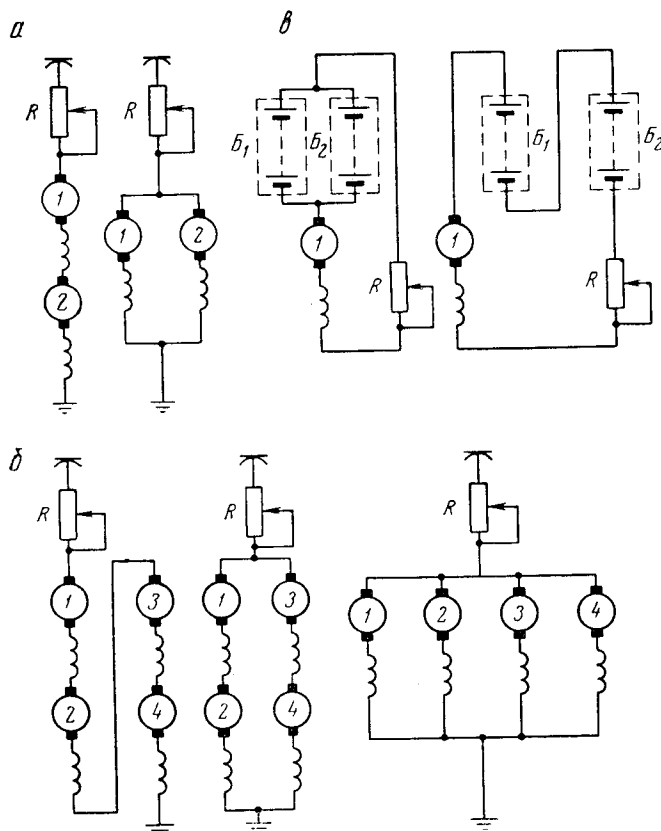


Рис. 25.7. Регулирование скорости движения электровоза

(рис. 25.7, а). При последовательном соединении двигателей скорость движения электровоза при одном и том же значении тока якоря примерно равна половинному значению скорости при параллельном соединении.

На четырехосных электровозах с четырьмя тяговыми двигателями можно получить три различных соединения: последовательное, последовательно-параллельное и параллельное (рис. 25.7, б).

Включение в силовую цепь реостата. Этот способ экономически невыгоден из-за больших потерь энергии на нагрев реостата. Кроме того, реостаты не рассчитаны на длительное включение, т. е. они являются не регулировочными, а пусковыми.

Изменение напряжения источника питания. На аккумуляторных электровозах имеется возможность ступенчато регулировать напряжение

на зажимах двигателей, применяя различную группировку секций B_1 и B_2 тяговой батареи (рис. 25.7, в).

Применение тиристорного управления. Тиристор — управляемый кремниевый выпрямитель, используемый здесь как управляемый выключатель (рис. 25.8, а). Машинист управляет импульсным устройством ИУ, которое посылает импульсы на закрытие или открытие тиристора D_1 . Вентиль D_1 включается с помощью вентиля D_2 , катушки индуктивности L и конденсатора C . При включении вентиля D_2 конденсатор заряжается, а после включения вентиля D_1 — разряжается на катушку индуктивности; вентиль D_2 закроется, так как к нему подводится напряжение с обратным знаком.

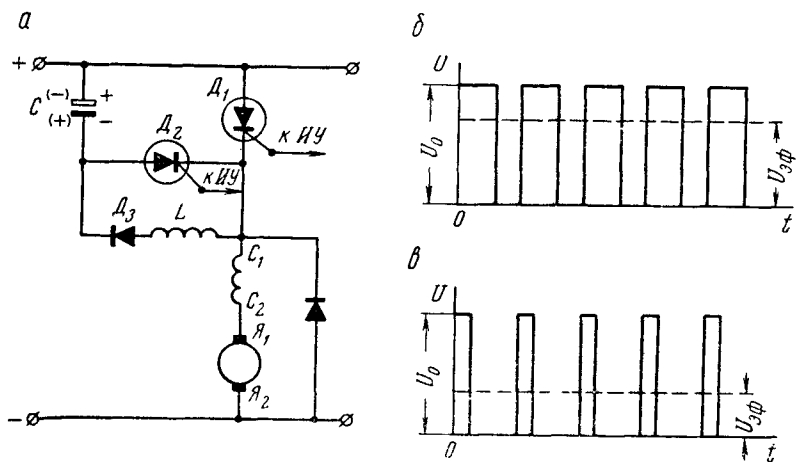


Рис. 25.8. Тиристорная схема управления двигателем рудничного электровоза

В зависимости от продолжительности горения вентиля (рис. 25.8, б, в) изменяется напряжение на зажимах двигателя. Поскольку частота включения велика (100—150 гц), то индуктивность цепи сглаживает пульсации тока, который имеет почти постоянную величину.

Достоинства схемы: плавное изменение напряжения без потерь в реостатах (т. е. возможность пуска в ход, торможения и регулирования скорости без потерь), отсутствие громоздких контактных устройств.

Регулирование скорости изменением магнитного потока всегда осуществляется ослаблением поля (рис. 25.9), что ведет к повышению скорости (25.12).

Ослабление поля оценивается коэффициентом ослабления поля α :

$$\alpha = \frac{I_{в.о} W_{в.о}}{I_{в} W_{в}},$$

где $I_{в.о}$, $I_{в}$ — ток в обмотке возбуждения при ослабленном и полном поле; $W_{в.о}$, $W_{в}$ — число витков обмотки возбуждения при ослабленном и полном поле.

Каждый из рассмотренных выше способов регулирования скорости имеет ограниченные возможности по глубине регулирования, поэтому часто применяют комбинированные способы. Например, в аккумулятор-

ном электровозе 8АРП-1-2Б применены группировка двух секций тяговой батареи, группировка тяговых двигателей и ослабление поля. По данным испытаний, расход энергии уменьшается по сравнению с серийным электровозом 8АРП-1 на 20% за счет ликвидации бесполезных потерь энергии в реостате.

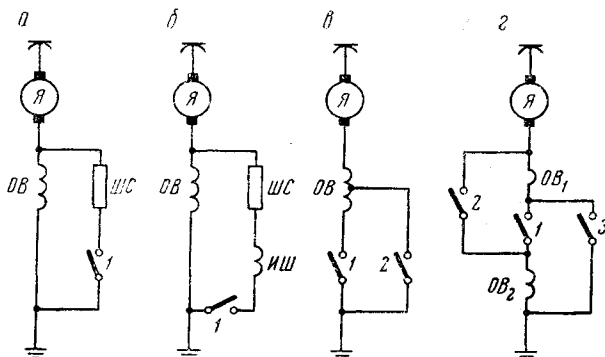


Рис. 25.9. Принципиальные схемы регулирования скорости движения электровоза уменьшением магнитного потока двигателя (ослаблением поля):

а — шунтированием обмотки возбуждения сопротивлением *ШС*; *б* — шунтированием обмотки возбуждения сопротивлением *ШС* и индуктивным шунтом *ИШ*; *в* — отключением части витков обмотки возбуждения *ОВ*; *г* — изменением группировки секций *ОВ₁* и *ОВ₂* обмотки возбуждения

Каждой ходовой ступени скорости на электро механической характеристике соответствует отдельная кривая $v = f(I)$ (рис. 25.14; 26.7; 26.10); для ступеней ослабления поля имеются также отдельные кривые $F = f(I)$.

IV. Торможение

На электровозах применяют механическое (§ 25.2) и электрическое торможение: генераторное, противовключением и электромагнитными рельсовыми тормозами.

Генераторное торможение возможно с работой двигателей на реостат (реостатное, или динамическое, торможение) и с отдачей энергии в сеть (рекуперативное торможение). На шахтных и карьерных электровозах применяют реостатное торможение, при котором тяговые двигатели, отключенные от сети, переходят на генераторный режим и расходуют энергию на нагрев реостата R_r (рис. 25.10, б). Торможение может осуществляться при последовательном самовозбуждении (наиболее распространенный способ), при независимом и при смешанном возбуждении тяговых двигателей.

При последовательном самовозбуждении переход тягового двигателя с двигательного (рис. 25.10, а) на генераторный режим после отключения его от сети (рис. 25.10, б) происходит благодаря сохраняющемуся в нем полю остаточного магнетизма.

В генераторном режиме ток якоря меняет направление. Для того чтобы не размагнитить двигатель, ток в обмотке возбуждения должен сохранить первоначальное направление, для чего производят переключение обмоток полюсов или якоря.

При параллельной работе двигателей на реостат возможно появление уравнивающих токов, т. е. один из двигателей работает как генератор,

другой — как двигатель. Чтобы этого не было, применяют перекрестную схему соединения (рис. 25.10, а), а при последовательно-параллельном включении большого числа двигателей — циклическую схему (рис. 25.10, в), являющуюся развитием перекрестной схемы.

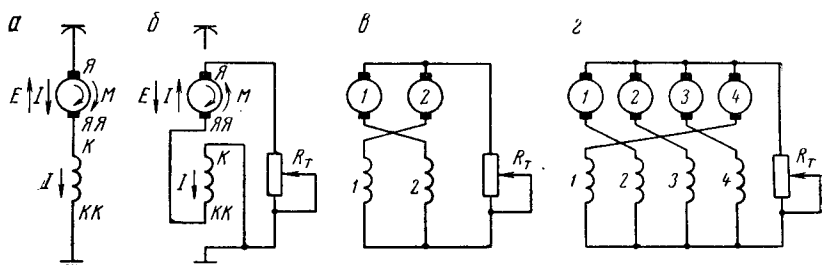


Рис. 25.10. Схемы реостатного торможения

В процессе реостатного торможения по мере снижения скорости движения постепенно выводят ступени реостата, поддерживая примерно постоянный тормозной ток. При малой скорости даже при полностью выведенном тормозном сопротивлении практически исчезает э. д. с. двигателя, а вместе с ней и тормозная сила. Окончательная остановка поезда или удержание его на спуске должны осуществляться колодочными тормозами.

Торможение противовключением. Этот способ торможения осуществляется постановкой реверсивной рукоятки в положение «назад» при движении электроваза «вперед» (колеса могут иногда действительно вращаться «назад»).

Торможение сопровождается броском тока, величина которого зависит от напряжения на зажимах двигателей и от силы сцепления колес с рельсами.

Практика эксплуатации и проведенные испытания показывают, что торможение противовключением на угольных шахтах весьма эффективно и не столь опасно, как это обычно считают. Этим методом можно пользоваться, соблюдая меры предосторожности: только на первых реостатных позициях при последовательно соединенных двигателях, в случае, когда коэффициент сцепления мал, например, на угольных шахтах с загрязненными рельсами. Применение этого

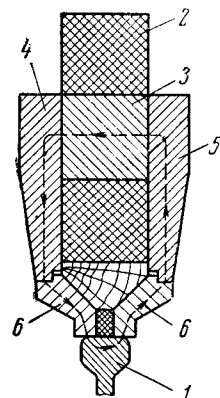


Рис. 25.11. Схема электромагнитного рельсового тормоза

вида торможения на аккумуляторных электровазах и на рудных шахтах недопустимо.

Торможение электромагнитными рельсовыми тормозами. К экипажу посредством пружин подвешивается электромагнит (башмак — рис. 25.11), возбуждаемый током, проходящим по обмотке намагничивающей катушки 2, установленной на сердечнике 3 магнитопровода, образуемого сердечником 3, двумя полюсными пластинами 4, 5 и сменными ползьями 6. Замыкающей частью электромагнита служит головка рельса 1. Для обеспечения надежного включения тормоза зазор между подошвой ползья и головкой рельса должен быть не более 5—10 мм.

Тормозная сила создается за счет трения между полозьями и рельсами и равна

$$B = \varphi \sum K_{\text{ж}}, \text{ кГ}, \quad (25.13)$$

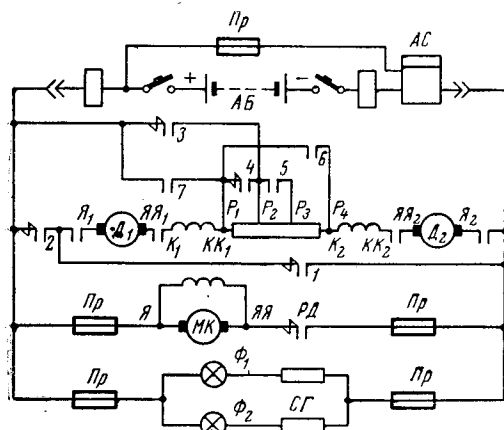
где φ — 0,2—0,24 (данные ДГИ) — коэффициент трения полозьев о рельсы; $\sum K_{\text{ж}}$ — суммарная сила прижатия башмаков к рельсам, кГ.

Современные конструкции обеспечивают силу нажатия башмака на рельс примерно 5000 кГ на 1 м длины полозьев.

Питание электромагнитов осуществляется от тяговых двигателей, переключенных на режим реостатного торможения, или же от тяговой сети или аккумуляторной батареи. Нередко применяют смешанный способ питания. Главная особенность рельсовых тормозов в том, что реализуемая ими тормозная сила не зависит от сцепного веса экипажа, на котором они установлены. Такие тормоза могут быть размещены как на электровозе, так и на отдельной тормозной платформе, следующей с электровозом как тендер.

V. Схемы управления

Ручное управление применяют на всех серийно выпускаемых рудничных электровозах как аккумуляторных, так и контактных. Управление осуществляется машинистом из кабины электровоза.



Средние двигатели	Контакты							Величина сопротив- ления, Ом
	1	2	3	4	5	6	7	
Послед- овательное	0							1,343
1		•						0,666
2		•		•				0,238
3		•		•	•			0
4		•		•	•	•		0
Пере- ходное	Х1	•			•	•		0,322
Х2		•						0,322
Х3			•			•		0,176
Парал- лельное	5	•		•		•		0
6		•		•	•	•		0
7		•		•	•	•	•	0

Рис. 25.12. Принципиальная электрическая схема электровоза 13АРП-1

На рис. 25.12 в качестве примера представлена принципиальная схема аккумуляторного электровоза 13АРП-1 и таблица включения контактов на различных позициях контроллера.

Источником энергии электровоза служит аккумуляторная батарея 126 ТЖН-550. В качестве средства защиты приняты автоматы с установкой тока электромагнитного расцепителя 350 а. В одном корпусе вместе с автоматом смонтирован счетчик ампер-часов АС, позволяющий контролировать процесс заряда и разряда батареи. Включение мотор-компрессора, обеспечивающего работу пневмосистемы электровоза, осуществляется автоматически регулятором давления, контакт которого РД включен в цепь двигателя мотор-компрессора МК. Освещение обеспечивается передней Φ_1 и задней Φ_2 фарами.

При постановке рукоятки контроллера на первую позицию замыкается контакт 2. При этом тяговые двигатели 1 и 2 соединены последовательно и в их цепь включены секции сопротивления $P_1 - P_2$, $P_2 - P_3$, $P_3 - P_4$; на второй позиции замкнуты контакты 2 и 4, при этом шунтируется секция сопротивления $P_1 - P_2$, а общее сопротивление включенных секций реостата уменьшается и т. д.

Телеуправление заключается в управлении электровозом на расстоянии. Оно необходимо на рудных шахтах, где протягивание составов при погрузке и разгрузке осуществляют электровозом. Машинист электровоза производит погрузку вагонеток и разгрузку их в опрокидывателе, находясь непосредственно у этих пунктов, дистанционно управляя электровозом.

Применение телеуправления снижает численность обслуживающего персонала путем передачи функций люкового-проводящего машинисту электровоза, обеспечивает повышение производительности труда по участку внутришахтного транспорта на 18%, повышает безопасность работ и культуру производства. Визуальный контроль за точной установкой вагонетки под люком позволяет снизить время маневровых операций на 6—10%, расход электроэнергии — на 8—11% и устранить необходимость сигнализации между машинистом и люковым.

Телеуправление электровозами в местах погрузки и разгрузки в сочетании с диспетчерской релейной централизацией стрелок и сигналов создает предпосылки к полной автоматизации электровозного транспорта на горизонте. Схемы телеуправления находятся в стадии разработки и опытной проверки.

§ 25.5. ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

Технические характеристики отечественных рудничных электровозов, серийно выпускаемых промышленностью, представлены в табл. 25.1.

В 1964 г. утвержден новый типаж рудничных электровозов (табл. 25.2), который частично пересматривается. Новые конструкции машин находятся в стадии разработки и промышленных испытаний опытных образцов. В технические характеристики типажных электровозов заложен ряд прогрессивных решений: единый ряд сцепных весов контактных и аккумуляторных электровозов; значения коэффициентов тяги 0,14 и 0,17 для аккумуляторных и контактных электровозов угольных шахт (серия А и 1К) и 0,25 для контактных электровозов железорудных шахт (серия 2К); предусмотрено применение более мощных тяговых батарей емкостью 300, 450 и 700 а·ч; получение тяжелых аккумуляторных электровозов А20 и А28 путем электрического спаривания более легких моделей А10 и А14 и др.

§ 25.6. РАСЧЕТ

Порядок расчета рассмотрим на примере.

Дано: план и профиль путей горизонта угольной шахты (рис. 25.13), сменная производительность в наиболее загруженную смену (табл. 25.3). Шахта III категории по газу. Электровоз 8АРП-3, электромеханическая характеристика двигателя которого приведена на рис. 25.14. Вагонетка ВШ-5Т с мертвым весом $G_0 = 1,29$ Т и полезным $G = 3$ Т. Организация движения от участков 1, 2, 3 и 5, 6, 7 двухзвеньевая (§ 48.1), от участков 4 и 8 — однозвеньевая. Составы не закреплены за электровозами; электровозы закреплены за маршрутами (§ 47.3). Требуется определить количество вагонеток в составе, количество инвентарных электровозов, количество зарядных

Таблица 25.1

Технические характеристики рудничных электровозов, выпускаемых серийно

Модель электровоза	Средний вес, т	Колея, мм	Параметры часового режима		Тяговые двигатели			Модели тяговой батареи	Размеры электровоза, мм					Отношение рекутатора	
			Сила тяги, кГ	Скорость, км/ч	Напряже-ние, в	Мощ-ность, квт	Ток, а		Модель	Длина по бу-ферам	Ши-рина	Вы-сота	Жест-кая база		Диа-метр колеса
Аккумуляторные электровозы															
AK-2У** (2АРП)	2,2	550, 575, 600, 750, 900	200	3,6/4,9	45	2,15/2,876/415	MT-2	36ТЖН-300	2015	900	1050	1210	650	430	19,5
4,5АРП-2	4,5	550, 575, 600, 750, 900	750	4,75	80	2×6,0	93	ЭДР-6	66ТЖН-300	3300	1000	1300	900	540	30,31
5АРВ-1	5,0	550, 575, 600, 750, 900	750	4,75	80	2×6,0	93	ЭДР-6	60ТЖН-250У	3360	1000	1360	900	540	30,31
8АРП-3	7,9	550, 575, 600, 750, 900	1350	5,5	120	2×11,2	115	ЭДР-10Б	80ТЖН-350	4500	1050	1428	1200	680	10,97
13АРП-1	12,8	900	1700	6,2	160	2×15,6	117	ЭДР-15	126ТЖН-550А	5500	1376	1500	1500	680	10,97
Контактные электровозы															
3КР-600	3,0	600	550	8,3	250	1×12,2	58	ДК-800БМ	—	2590	960	1400	810	650	6,92
4КР-1	4,0	600	900	5,5	250	2×10,2	50,4	ЭДР-11	—	3120	1000	1515	900	540	9,68
7КР-1м	4,5	900							—		1300	1500	1200	680	10,97
7КР-2	7,1	550, 575, 600, 750, 900	1700	10,5	250	2×25	112,5	ЭДР-25	—	4500	1032	1500	1200	680	10,97
10КР-1м	8,2	550, 575, 600, 750, 900	1700	10,5	250	2×25	112,5	ЭДР-25	—	4500	1332	1500	1200	680	10,97
10КР-2	9,0	550, 575, 600, 750, 900	1700	10,5	250	2×25	112,5	ЭДР-25	—	4500	1048	1500	1200	680	10,97
14КР-1	9,8	750, 900							—		1348				
14КР-2	14,0	750, 900	2400	12,6	250	2×44	200	ДК-809А	—	4900	1340	1550	1700	760	12,60
25КР-2м	25,0	750, 900	4640	7,0	250	4×25	102,5	ЭДР-25Б	—	8080	1360	1650	1500	780	18,45

* В графе средней вес — меньшие значения веса указаны для колес 550, 575, 600 мм, большие — 750 и 900 мм.

** Для электровоза АК-2У в числителе приведены данные при полном поле, в знаменателе — при ослабленном поле.

Таблица 25.2
Технические характеристики рудничных электровозов типажного ряда

Модель электровоза	Сцепной вес, Т	Колея, мм	Параметры часового режима		Коэф-фициент тяги	Тяговые двигатели		Емкость тяговой батареи, а.ч	Размеры электровоза, мм				
			Сила тяги, кГ	Скорость, км/ч		Напряже-ние, в	Суммар-ная мощность, квт		Длина по буферам	Ширина	Высота	Жесткая база	Диаметр колес
Аккумуляторные электровозы													
A3-1	3	600	420	6	0,14	55	7,5	300	2100	900	1350	700	450
A3-2		750; 900								1220			
A5-1	5	600	700	6	0,14	75	12,5	450	3300	1000	1450	900	600
A5-2		750; 900								1300			
AB5-1	5	600	700	6	0,14	75	12,5	450	3300	1000	1450	900	600
AB5-2		750; 900								1300			
A10-1	10	600	1400	7,5	0,14	140	32	450	5200	1050	1500	1700	600
A10-2	14	900	1960	8	0,14	185	47	700	6600	1350	1500	2000	600
A20-2	20	900	2800	7,5	0,14	140	64	2×450	10400	1350	1500	1700	600
A28-2	28	900	3920	8	0,14	185	94	2×700	13200	1350	1500	2000	600
Контактные электровозы													
K3-1	3	600	510	8	0,17	250	12,5		2100	920	1500	850	450
K3-2		750; 900								1220			
K5-1	5	600	850	8	0,17	250	20		3100	1000	1500	900	600
K5-2		750; 900								1300			
1K10-1	10	600	1700	12	0,17	250	62		4500	1050	1500	1200	680
1K10-2		750; 900								1350			
2K10-2	10	750; 900	2500	8,5	0,25	250	62		5200	1350	1500	1700	760
1K14-2	14	900	2350	12,5	0,17	250	90		5200	1350	1550	1700	760
2K14-2	14	750	3500	8,5	0,25	250	90		6000	1350	1550	2000	760
K20-2	20	750; 900	5000	8	0,25	550	120		8000	1350	1650	2000	760
K28-2	28	750; 900	7000	9,5	0,25	550	200		9000	1500	1650	2000	760

Таблица 25.3

Данные по схеме откаточного горизонта

Показатели	Участки							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Сменная производительность, T :								
по углю	100	150	100	200	100	180	80	300
по породе	30	45	30	60	30	50	25	90
Расстояние откатки, км	2,1	2,0	2,1	3,0	2,6	2,5	2,6	2,8
Уклон пути, ‰:								
средний	4	4	4	4	5	5	5	5
руководящий	8	8	8	10	8	8	8	10

Таблица 25.4

Данные по расчетной схеме откаточного горизонта

Показатели	Участки			
	4	8	9	10
Сменная производительность, T :				
по углю	200	300	350	360
по породе	60	90	105	105
Расстояние откатки, км	3,0	2,8	1,7	2,2
Уклон пути, ‰:				
средний	4	5	4	5
руководящий	10	10	8	8

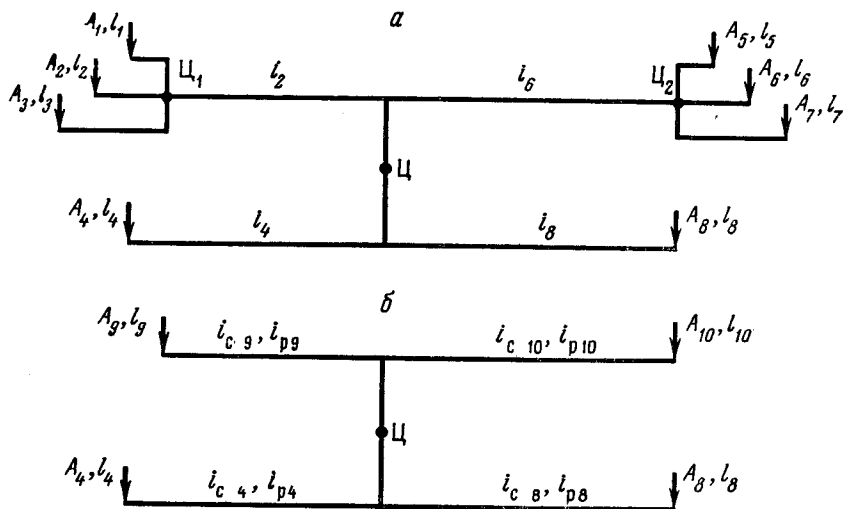


Рис. 25.13. Схема откаточного горизонта:

а — действительная; б — расчетная

столов, мощность трансформатора, расход энергии. Общий порядок расчета следующий: обработка исходных данных, определение числа вагонок в составе (веса состава), определение числа электровозов, установление оборудования тяговой или зарядной подстанций, расчет расхода энергии.

I. Обработка исходных данных

Схему по рис. 25.13, а заменяем расчетной (рис. 25.13, б). Участки 1, 2, 3 и 4, 5, 6 объединяем в участки 9 и 10 с расстоянием транспортирования $\Pi Ц_1 = 1,7$ км и $\Pi Ц_2 = 2,2$ км. Обработываем профиль: спрямляем профиль штреков (§ 24.5), т. е. находим средние уклоны i_0 ; устанавливаем значения руководящих уклонов i_p . Находим сменные грузопотоки (табл. 25.4).

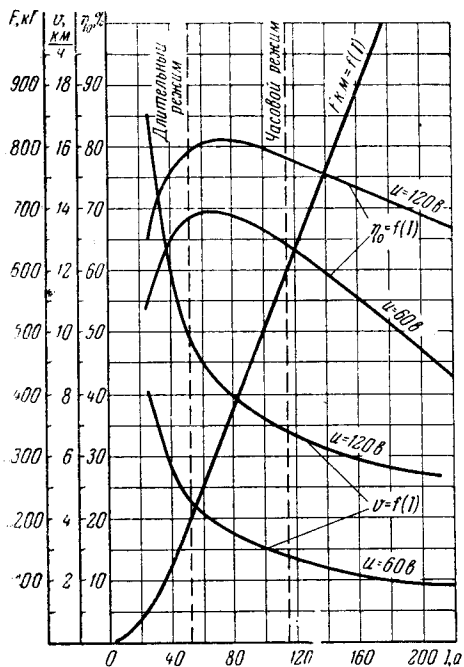


Рис. 25.14. Электромеханическая характеристика двигателя электровоза 8АПП-3

II. Определение числа вагонеток в составе z

Вес состава зависит от профиля, и в общем случае его нужно считать для каждого маршрута в отдельности. В нашем примере профили отличаются незначительно, поэтому найдем z для «типичного» участка 8, имеющего наибольший руководящий и средний уклоны при значительной длине откатки, и будем считать, что z для остальных маршрутов одинаково.

Вес состава определяют по сцеплению и проверяют по торможению и по нагреву двигателей.

A. Вес состава по сцеплению

Значение ψ принимают без применения песка. Подсыпка песка — резерв, используемый при выполнении маневров с груженым составом и для преодоления коротких участков пути большой крутизны. В данном случае для влажных чистых рельсов принимаем при тяге $\psi = 0,09$ и при торможении $\psi = 0,10$ (табл. 24.2).

Для угольных шахт при наличии подъемов в грузовом направлении делают единственный расчет допустимого веса груженого состава по сцеплению по режиму установившегося движения груженого поезда на руководящем подъеме (24.38).

В остальных случаях делают три расчета: веса порожнего состава по условию прохождения поездом руководящего подъема i_p с установившейся скоростью (24.38); веса порожнего состава по условию трогания его на среднем i_0 подъеме (24.40); веса груженого состава по условию трогания его на среднем i_0 спуске (24.40).

Для рудных шахт определяют вес груженого состава при трогании груженого состава на подъеме i_0 (24.40), поскольку электровоз используют не только в качестве средства тяги на перегоне, но и для перестановки состава под люками (обычно на подъеме) в условиях значительной засоренности путей просыпавшейся рудой.

Для расчета нужно знать w_0^* (21.11), зависящее от неизвестной пока скорости, которую ориентировочно принимают соответствующей максимальной силе тяги по сцеплению:

$$F_{к.с} = 1000P\psi = 1000 \cdot 8,6 \cdot 0,09 = 775 \text{ кГ.}$$

При силе тяги на один двигатель 387 кГ по характеристике (рис. 25.14) $v = 2,2$ м/сек. Тогда для груженных вагонеток (табл. 21.1) $w_0 = w_0^* = 7,2$ кГ/Т, для порожних — 9,6 кГ/Т.

В данном примере подъема в грузовом направлении нет, поэтому производим три расчета.

Вес порожнего состава при установившемся движении на руководящий подъем (24.38)

$$G_{с.п} = P \left(\frac{1000\psi}{w_0 + i_p} - 1 \right) = 8,6 \left(\frac{1000 \cdot 0,09}{9,6 + 10} - 1 \right) = 31 \text{ Т.}$$

Вес порожнего состава при трогании с места на среднем подъеме (24.40) с ускорением $a_{\min} = 0,04 \text{ м/сек}^2$

$$G_{\text{с. п}} = P \left(\frac{1000\psi}{w_0 + i_c + 108a_{\min}} - 1 \right) = 8,6 \left(\frac{1000 \cdot 0,09}{9,6 + 5 + 108 \cdot 0,04} - 1 \right) = 32,4 \text{ Т.}$$

Вес груженого состава при трогании на среднем спуске (24.40)

$$G_{\text{с. г}} = P \left(\frac{1000\psi}{w_0 - i_c + 108a_{\min}} - 1 \right) = 8,6 \left(\frac{1000 \cdot 0,09}{7,2 - 5 + 108 \cdot 0,04} - 1 \right) = 111 \text{ Т.}$$

Допускаемое число порожних вагонеток

$$z_{\text{п}} = \frac{G_{\text{с. п}}}{G_0 + (c_{\text{м}} + c_{\text{ост}}) G}, \quad (25.14)$$

где $c_{\text{м}} = 0,05 - 0,1$ — коэффициент, учитывающий перевозку в порожняковом направлении различных материалов;

$c_{\text{ост}} = 0,05$ — коэффициент, учитывающий наличие в вагонетках неразгруженного остатка груза.

Допустимое число вагонеток в грузовом направлении

$$z_{\text{г}} = \frac{G_{\text{с. г}}}{G_0 + G}. \quad (25.15)$$

В данном примере

$$z_{\text{п}} = \frac{31}{1,29 + (0,05 + 0,05) 3,0} = 19,5;$$

$$z_{\text{г}} = \frac{111}{1,29 + 3,0} = 25,7.$$

Принимаем $z = 20$. Грузный и порожний состав весят при этом

$$G_{\text{с. г}} = z (G_0 + G) = 20 (1,29 + 3,0) = 85,8 \text{ Т.}$$

$$G_{\text{с. п}} = z [G_0 + (c_{\text{м}} + c_{\text{ост}}) G] = 20 [1,29 + (0,05 + 0,05) 3,0] = 31,8 \text{ Т.}$$

Б. Проверка веса состава по торможению

Проверку веса состава проводят для случая торможения груженого поезда на среднем спуске.

Находим силу тяги груженого поезда из (24.29) при $a = 0$ и по характеристике (рис. 25.14) — скорость движения, которую считаем скоростью начала торможения. По формуле (24.45) с использованием (24.44), (24.41), (24.42) находим вес состава. Время подготовки тормозов к действию

$$t_{\text{п}} = 1,4 + t_{\text{х}}, \text{ сек}, \quad (25.16)$$

где $t_{\text{х}}$ — время холостого хода системы (1,5—2 сек при пневмотормозах и электрическом торможении и 3—4 сек при ручном тормозе).

Для шахт допускаемый ПБ путь торможения $l_{\text{т}} = 40 \text{ м}$. В данном примере сила тяги в грузовом направлении (24.29)

$$F_{\text{к}} = (P + G_{\text{с. г}}) (w_0 - i_c) = (8,6 + 85,8) (7,2 - 5) = 208 \text{ кГ.}$$

Скорость при параллельном соединении двигателей (рис. 25.14) $12,2 \text{ км/ч} \Rightarrow 3,4 \text{ м/сек}$, а при последовательном $6,1 \text{ км/ч} = 1,7 \text{ м/сек}$; ток двигателя $I_{\text{гр}} = 38 \text{ а}$. Время подготовки к торможению (25.16)

$$t_{\text{п}} = 1,4 + t_{\text{х}} = 1,4 + 3,0 = 4,4 \text{ сек.}$$

Подготовительный тормозной путь (24.42) при параллельном соединении

$$l_{\text{п}} = t_{\text{п}} v_{\text{п}} = 4,4 \cdot 3,4 = 15 \text{ м,}$$

а при последовательном соединении двигателей

$$l_{\text{п}} = t_{\text{п}} v_{\text{п}} = 4,4 \cdot 1,7 = 7,5 \text{ м.}$$

Путь действительного торможения (24.41) при параллельном соединении

$$l_d = l_z - l_n = 40 - 15 = 25 \text{ м}, \quad (25.17)$$

а при последовательном соединении

$$l_d = 40 - 7,5 = 32,5 \text{ м}. \quad (25.18)$$

Максимальная сила торможения (24.14)

$$B = 1000 P \psi = 1000 \cdot 8,6 \cdot 0,10 = 860 \text{ кг}.$$

Допускаемый по торможению вес состава (24.45) при параллельном соединении двигателей

$$G_{c. r} = \frac{B}{\frac{54 v_n^2}{l_d} - w_0 + i_c} = \frac{860}{\frac{54 \cdot 3,4^2}{25} - 7,2 + 5} = 38 \text{ Т},$$

при последовательном соединении 330 Т. В данном случае езда при параллельном соединении недопустима, а езда при последовательном — нерациональна из-за малой скорости. Принимаем ездy с периодическим переходом с параллельного на последовательное соединение.

Допускаемую скорость найдем из (24.47) для среднего из (25.17) и (25.18) значения l_d :

$$l_d = \frac{25 + 32,5}{2} = 29 \text{ м}.$$

$$v = \sqrt{\frac{l_d (b + w_0 - i_c)}{54}} = \sqrt{\frac{29 (9,1 + 7,2 - 5)}{54}} = 2,5 \text{ м/сек} = 9 \text{ км/ч},$$

где в соответствии с (24.33)

$$b = \frac{B}{P + G_c} = \frac{860}{8,6 + 85,8} = 9,1 \text{ кг/Т}.$$

В. Проверка веса состава по нагреву двигателей

Двигатели не перегреваются, если

$$I_{эф} \leq I_{дл}, \quad (25.19)$$

где $I_{дл}$ — длительный ток двигателя;
 $I_{эф}$ — эффективный ток за рейс (цикл),

$$I_{эф} = \alpha \sqrt{\frac{\sum I^2 t}{T}}, \quad (25.20)$$

где $\alpha = 1,2-1,3$ для угольных и $1,4-1,5$ для рудных шахт — коэффициент нагрева при выполнении маневров;

I и t — ток двигателя и время хода под током данной величины,
 T — время рейса.

В данном примере при движении с грузом было установлено, что $v_{гр} = 2,5 \text{ м/сек} = 9 \text{ км/ч}$ и $I_{гр} = 38 \text{ а}$. Время хода с грузом (24.49)

$$t_{гр} = \frac{60 l}{v_{гр}} + 2 = \frac{60 \cdot 2,8}{9} + 2 = 20,6 \text{ мин}.$$

При движении с порожняком сила тяги (24.29)

$$F_k = (P + G_{c. n}) (w_0 + i_c) = (86 + 31,8) (9,6 + 5) = 580 \text{ кг}.$$

Ток двигателя $I_{пор} = 68 \text{ а}$, скорость $v_{пор} = 2,4 \text{ м/сек} = 8,7 \text{ км/ч}$. Время хода

$$t_{пор} = \frac{60 l}{v_{пор}} + 2 = \frac{60 \cdot 2,8}{8,7} + 2 = 21,3 \text{ мин}.$$

Время цикла (24.53) при $\theta = 30$ мин

$$T = t_{\text{гр}} + t_{\text{пор}} + \theta = 20,6 + 21,3 + 30 = 72 \text{ мин.}$$

Длительный ток (25.1)

$$I_{\text{дл}} = 0,45 I_{\text{час}} = 0,45 \cdot 115 = 52 \text{ а.}$$

Эффективный ток (25.20)

$$I_{\text{эф}} = \alpha \sqrt{\frac{I_{\text{гр}}^2 t_{\text{гр}} + I_{\text{пор}}^2 t_{\text{пор}}}{T}} = 1,2 \sqrt{\frac{38^2 \cdot 20,6 + 68^2 \cdot 21,3}{72}} = 50,4 \text{ а.}$$

Поскольку $I_{\text{эф}} > I_{\text{дл}}$, то выбранный состав из 20 вагонеток проходит по нагреву двигателей.

III. Определение числа электровозов

Пусть время смены $t_{\text{см}} = 6$ ч. Плановое оперативное время работы одного электровоза (§ 2.1) при планируемом времени перерывов $t_{\text{п. п}} = 45$ мин $= 0,75$ ч

$$t_{\text{п. о}} = t_{\text{см}} - t_{\text{п. п}} = 6 - 0,75 = 5,25 \text{ ч.}$$

Число электровозов для обслуживания участка 8 из (24.60)

$$Z_{\text{л. 8}} = \frac{A_8 T_8 k_{\text{л}}}{60 \alpha G t_{\text{п. о}}} = \frac{(300 + 90) \cdot 72 \cdot 1,5}{60 \cdot 20 \cdot 3 \cdot 5,25} = 2,3.$$

Выполнив такой же расчет для остальных участков, получим $Z_{\text{л. 4}} = 1,42$; $Z_{\text{л. 9}} = 1,85$; $Z_{\text{л. 10}} = 2,1$. При принятой организации с закреплением электровоза за участками, округляя $Z_{\text{л. j}}$ до целых чисел, получим $Z_{\text{л. 4}} = 2$; $Z_{\text{л. 8}} = 3$; $Z_{\text{л. 9}} = 2$; $Z_{\text{л. 10}} = 3$. Всего число рабочих электровозов 10. К ним нужно добавить 2 электровоза первого звена откатки (на участках 1, 2, 3 и 5, 6, 7). Общее число рабочих электровозов $Z_{\text{л}} = 12$. Инвентарное число из (24.64)

$$Z_{\text{л. инв}} = Z_{\text{л}} k_{\text{инв}} = 12 \cdot 1,25 = 15.$$

IV. Расход энергии

Расход энергии за цикл, отнесенный к ободу колес электровоза (для типичного участка),

$$a_{\text{л. к}} = 2,72 \cdot 10^{-3} (F_{\text{гр}} + F_{\text{пор}}) (l + l_{\text{м}}), \text{ квт} \cdot \text{ч}, \quad (25.21)$$

где $F_{\text{гр}}$, $F_{\text{пор}}$ — установившаяся сила тяги электровоза в грузовом и порожняковом направлениях, кГ;

l — расстояние откатки, км;

$l_{\text{м}}$ — приведенное расстояние маневрирования за цикл (для условий угольных шахт по опытным данным $l_{\text{м}} = 0,4 - 0,5$ км).

Расход энергии за цикл на шинах переменного тока преобразовательной установки:

а) при откатке контактными электровозами

$$a_{\text{л. п}} = \frac{a_{\text{л. к}}}{\eta_{\text{эл}} \eta_{\text{с}} \eta_{\text{л}}}, \text{ квт} \cdot \text{ч}, \quad (25.22)$$

где $\eta_{\text{э.л}}$ — к. п. д. электровоза с учетом потерь в передаче, двигателях, реостате и на буксование (по опытным данным $\eta_{\text{э.л}} = 0,5-0,6$);
 $\eta_{\text{с}}$ — к. п. д. тяговой сети (0,9—0,95);
 $\eta_{\text{п}}$ — к. п. д. преобразовательного агрегата (ртутные 0,82—0,86; полупроводниковые 0,9—0,95; двигатель-генераторы 0,75—0,8);

б) при откатке аккумуляторными электровозами

$$a_{\text{п. п}} = \frac{a_{\text{п. к}}}{\eta_{\text{э.л}} \eta_{\text{э.п}} \eta_{\text{э.у}}}, \text{ кет} \cdot \text{ч}, \quad (25.23)$$

где $\eta_{\text{э.у}}$ — к. п. д. зарядного устройства (селеновые 0,7; ртутные 0,8; германиевые и кремниевые 0,85—0,92);
 $\eta_{\text{э.п}}$ — энергетический к. п. д. тяговой батареи (0,47).

Удельный расход энергии на 1 $T \cdot \text{км}$ транспортной работы нетто

$$a_{\text{п. уд}} = \frac{a_{\text{п. п}}}{zGl}, \text{ кет} \cdot \text{ч} / T \cdot \text{км}. \quad (25.24)$$

Общий расход энергии на откатку за смену

$$a_{\text{см}} = a_{\text{п. уд}} \sum Al, \text{ кет} \cdot \text{ч}, \quad (25.25)$$

где $\sum Al$ — суммарная транспортная работа по всем маршрутам за смену, $T \cdot \text{км}$.

В данном примере $a_{\text{п. к}}$ (25.21)

$$a_{\text{п. к}} = 2,72 \cdot 10^{-3} (208 + 580) (2,8 + 0,4) = 6,83 \text{ кет} \cdot \text{ч}.$$

Расход на шинах переменного тока зарядного устройства (25.23)

$$a_{\text{п. п}} = \frac{6,83}{0,55 \cdot 0,47 \cdot 0,83} = 31,8 \text{ кет} \cdot \text{ч}.$$

Удельный расход (25.24) для участка 8

$$a_{\text{п. уд}} = \frac{31,8}{20 \cdot 3 \cdot 2,8} = 0,2 \text{ кет} \cdot \text{ч} / T \cdot \text{км}.$$

Сменный расход энергии на откатку (считая, что $a_{\text{п. уд}}$ участка 8 является средней нормой для всех остальных участков) из (25.25)

$$a_{\text{см}} = 0,2 \cdot 3640 = 728 \text{ кет} \cdot \text{ч}.$$

V. Проверка [возможности обеспечения заданной производительности по энергоемкости аккумуляторных батарей]

Если исходить из расчета, что на каждый электровоз приходится две батареи (одна в работе, другая под зарядкой), то нужно, чтобы время работы равнялось времени зарядки (примерно смена). При таком режиме работы возможная сменная производительность откатки по емкости батарей электровозов, закрепленных за j -тым участком,

$$A_{j6} = \frac{10^{-3} \eta_{\text{э.л}}}{a_{\text{п. к}}} Z_{\text{э.л}} k_{\text{р. 6}} Q_{\text{н}} u_{\text{р. 6}} zG, T, \quad (25.26)$$

где $Z_{\text{э.л}}$ — число рабочих электровозов, обслуживающих участок;
 $k_{\text{р. 6}}$ — коэффициент режима разрядки батареи, т. е. отношение фактической энергоемкости к номинальной ($k_{\text{р. 6}} = 0,85-1,1$);

Q_n — номинальная емкость батарей, а·ч;
 $u_{p.с}$ — среднее разрядное напряжение батарей, в.

В рассматриваемом примере, приняв $k_{p.с} = 0,9$, для участка 8 имеем за одну смену

$$A_{86} = \frac{10^{-3} \cdot 0,55}{6,83} \cdot 3 \cdot 0,9 \cdot 350 \cdot 110 \cdot 20 \cdot 3 = 500 \text{ Т.}$$

Фактическая сменная производительность участка 8

$$A_8 = 300 + 90 = 390 \text{ Т.}$$

Поскольку $A_{86} > A_8$, то емкость батарей достаточна. Если бы $A_{86} < A_8$, то пришлось бы соответственно увеличивать число батарей.

VI. Оборудование зарядной подстанции

Поскольку емкости батарей достаточно для нормальной работы (две батареи на электровоз), то инвентарное число столов из (25.3)

$$n_{ппв} = n_{зар} + n_{об} + n_{рем} = 15 + 2 + 2 = 19.$$

Число рабочих зарядных устройств (25.7)

$$M = n_{зар} = 15.$$

Инварное число зарядных устройств (25.8)

$$M_{ппв} = n_{ппв} = 19.$$

§ 25.7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ, ОХРАНА ТРУДА

К управлению электровозом допускаются лица, получившие квалификацию машиниста электровоза и имеющие свидетельство на право управления им. За каждым электровозом закрепляется постоянная бригада машинистов.

Машинист электровоза обязан производить осмотр электровоза при приеме и сдаче смены, соблюдать нормальный режим работы электровоза и содержать его в чистоте и порядке. Все обнаруженные неполадки и неисправности должны отмечаться в специальной книге; до выхода в рейс неисправности подлежат устранению.

Последовательность пуска электровоза: включить автомат, поднять токоприемник (контактный электровоз) или включить штепсельные соединения (аккумуляторный электровоз), освободить механический тормоз, поставить реверсивную рукоятку в требуемое положение, подать звуковой сигнал; начать разгон, плавно, через 3—5 сек, переводя рукоятку главного барабана контроллера на очередные позиции. Длительное движение допускается только на ходовых (безреостатных) позициях.

При движении по стрелочным переводам и закруглениям снижать скорость, торможение поезда электровозом производить только при отключенных двигателях. Переключение с целью изменения направления движения электровоза производить после его останова.

Во время движения электровоз должен находиться в голове состава. Расположение электровоза в хвосте состава (толкание) допускается только при маневровых и сборочных операциях.

Запрещается перевозить на электровозе и в грузовых вагонетках людей, превышать установленные вес состава и скорость движения,

перевозить в людских поездах смазочные, едкие и взрывчатые материалы, прицеплять к людским составам грузовые вагонетки. Бесперебойная работа электровоза обеспечивается технически грамотной его эксплуатацией, периодическими осмотрами и профилактическими ремонтами, которые должны осуществляться по заранее разработанному графику.

Безопасность движения поездов обеспечивается путевой сигнализацией, запрещающей въезд электровоза на занятые участки откаточного пути.

§ 25.8. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты складываются из стоимости электровозов, вагонок, электромеханического оборудования гаражей, тяговых и преобразовательных подстанций, расходов на горностроительные работы, связанные с устройством подземных электровозных гаражей.

Например, капитальные затраты на оборудование откатки шестью аккумуляторными электровозами 8АРП-3 составляют 150 000 руб. (13% — стоимость электровозов, 13% — аккумуляторных батарей; 13% — электромеханического оборудования гаражей, 51% — расходы на горные работы по устройству гаража и камеры преобразовательной подстанции, 10% — стоимость вагонок).

При определении расходов на заработную плату учитывают следующий обслуживающий персонал: машинисты электровозов (в рабочую смену на электровоз принимается один машинист), слесари по осмотру и ремонту электровозов и контактной сети, зарядчики аккумуляторных батарей, электрослесари по ремонту шахтных вагонок.

Например, при средней длине откатки 2 км, суточном грузопотоке 2500 т эксплуатационные расходы на один аккумуляторный электровоз 8АРП-3 составляют 44 руб. в сутки (65% — зарплата обслуживающего персонала, 20% — амортизация электромеханического оборудования, 8% — амортизация гаража и преобразовательной подстанции, 5% — энергия).

Данные о себестоимости электровозной откатки приведены в табл. 25.5.

Таблица 25.5

Себестоимость транспортирования 1 т груза при электровозной откатке

Типы электровозов		Суточный грузооборот, Т	Себестоимость, коп., при расстоянии транспортирования		Типы электровозов		Суточный грузооборот, Т	Себестоимость, коп., при расстоянии транспортирования	
			0,5 км	5,5 км				0,5 км	5,5 км
Аккумуляторные	8АРП	1000	18	72	Контактные	7КР	1000	15	34
		5000	9	69			5000	8	20
	13АРП	1000	19	51		14КР	1000	14	28
		5000	9	40			5000	6	14

ГЛАВА 26

КАРЬЕРНЫЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ

§ 26.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Электровоз состоит из механической части, пневматического и тормозного оборудования и электрической части.

По виду источника энергии электровозы делятся на контактные и комбинированные. Последние помимо питания от контактной сети имеют автономный источник — аккумуляторную батарею (контактно-аккумуляторные электровозы) или дизель (дизель-электровозы). По роду тока тяговой сети электровозы бывают постоянного и переменного тока.

Электротягу применяют при уклонах путей до 40‰ . Минимальные радиусы кривых до 80 м. Длина транспортирования практически не ограничена. Производительность электровоза доходит до $5500\text{ Т} \cdot \text{км}$ в сутки.

Достоинства: надежность, высокая перегрузочная способность, высокий к. п. д., нечувствительность к низким температурам, легкость управления и простота ремонта, возможность использования местных источников энергии. Электровозы отличаются постоянной готовностью к работе, отсутствием расхода энергии во время стоянок, возможностью рекуперации энергии в сеть; они менее пожароопасны, чем тепловозы или паровозы, не имеют простоев, связанных с набором воды и топлива. Большая плавность хода и трогания с места значительно уменьшают динамическое воздействие на путь, что позволяет допускать нагрузку на ось до 30 Т. Электрическая тяга особенно перспективна при повышении мощности локомотива, так как электровозы обладают большой удельной мощностью.

Недостатки контактных электровозов: наличие контактной сети, которую в забоях необходимо охранять от действия взрывных работ и переносить по мере подвигания забоев и отвалов; при постоянном токе сложны тяговые подстанции и расстояние между ними невелико из-за малого напряжения (1500 в).

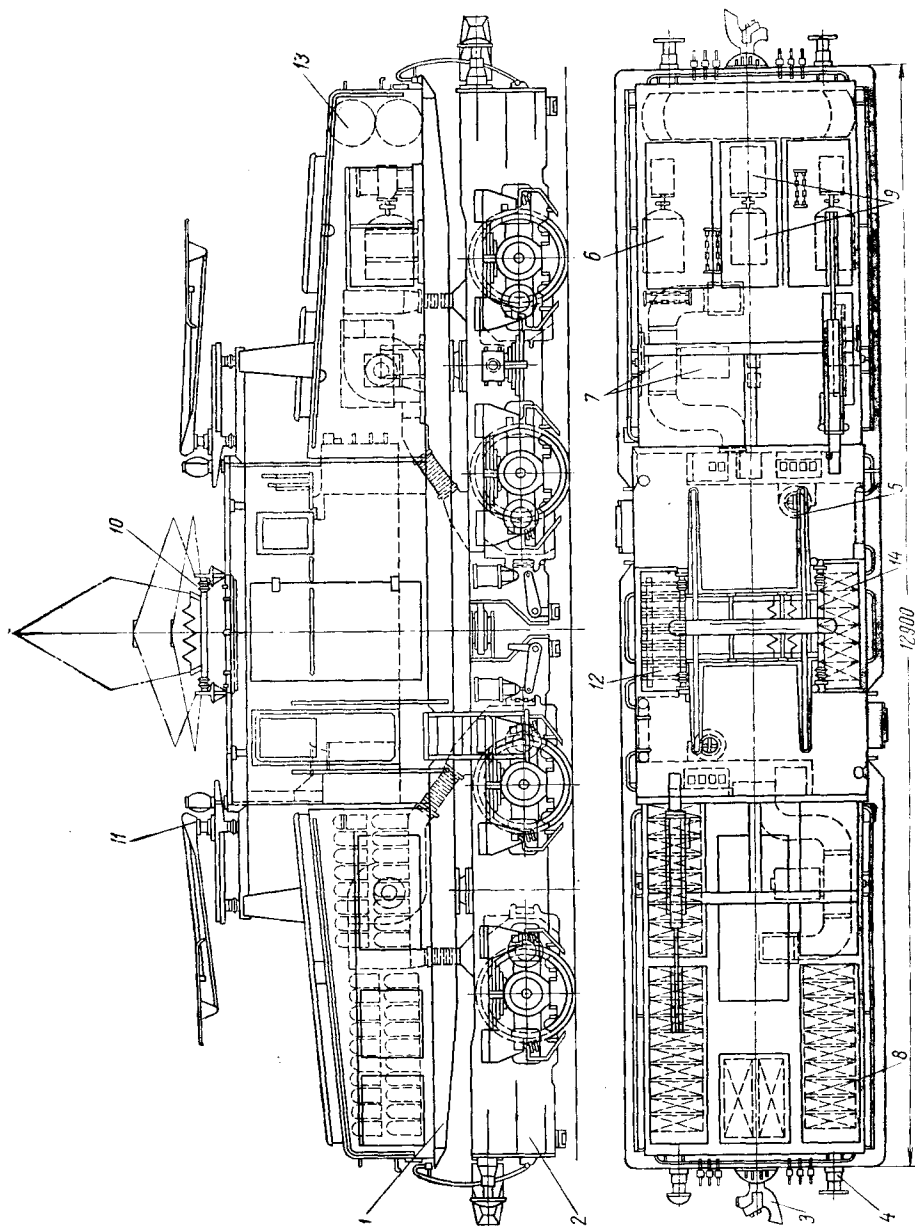
При комбинированных электровозах устраняется сеть в забоях и на отвалах, где они движутся на автономном источнике питания. Мощность последнего невелика, поскольку передвижные пути горизонтальны и скорости движения малы.

Электровозы переменного тока работают на напряжении сети 10 000 в. При этом можно увеличить расстояние между тяговыми подстанциями в 2—2,5 раза, т. е. ограничиться одной подстанцией на глубокий карьер с большим грузопотоком; потери энергии сокращаются в 2—3 раза; устройство тяговых подстанций упрощается (они являются только трансформаторными). На электровозах переменного тока отсутствуют регулировочные сопротивления, что позволяет иметь большое количество ходовых ступеней регулирования, которые можно использовать без ограничения по продолжительности. Двигатели электровозов переменного тока постоянно включены параллельно. Это обуславливает лучшие тяговые качества локомотива.

В настоящее время электровоз — наиболее распространенный и перспективный вид тяги на карьерах.

Рис. 26. 1. Электро-
воз постоянного
тока ЕЛ-2:

1 — кузов; 2 — хо-
довая тележка; 3 —
автосцепка; 4 — пружинный буфер; 5 —
контроллер машини-
ста; 6 — двигатель-
компрессор; 7 — дви-
гатель-генератор; 8 —
пульты тормозные со-
противления; 9 — ре-
ператор управления;
10 — центральный то-
коприемник; 11 —
боковой токоприем-
ник; 12 — шкаф с
контакторами; 13 —
главный воздушный
резервуар; 14 — тор-
мовой переключатель



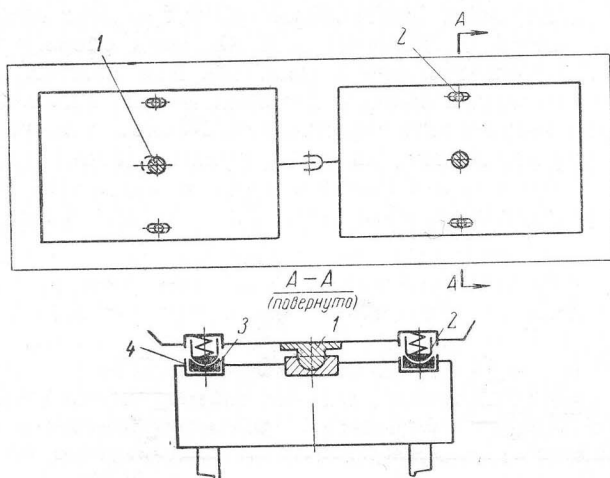


Рис. 26.2. Схема опирания кузова на тележки электровоза

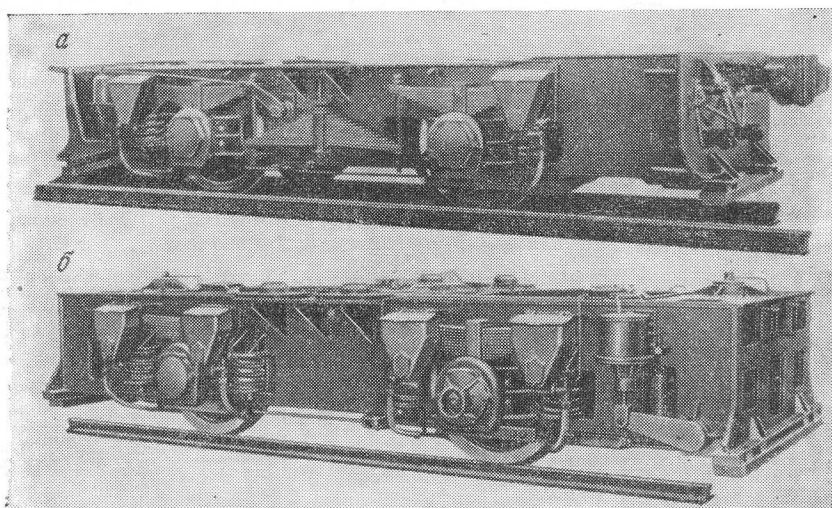


Рис. 26.3. Ходовые тележки электровоза EL-1:

а — передняя или задняя; б — центральная

§ 26.2. МЕХАНИЧЕСКОЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Механическая часть

Механическая часть состоит из кузова с опорами, тележного экипажа, тягово-цепных и ударных приборов.

Кузов 1 (рис. 26.1) имеет кабину управления, раму кузова, концевые скосы, примыкающие к кабине. Раму выполняют из продольных швеллеров, связанных поперечными брусками. Рама опирается на отдельные двухосные тележки 2, что обеспечивает лучшее вписывание электровоза

в кривые. Рамы шестиосных электровозов состоят из двух или трех секций. Вес кузова передается на тележки центральными опорами 1 (рис. 26.2) и боковыми 2. Центральная опора (шаровая или плоская) воспринимает большую часть нагрузки, а боковые пружинные опоры поглощают колебания кузова. При повороте тележки скользящий 3 боковой опоры перемещается по гнезду 4, установленному на раме тележки. Подпятник центральной опоры одной из сочлененных тележек имеет возможность перемещаться в продольном направлении, обеспечивая постоянство расстояния между

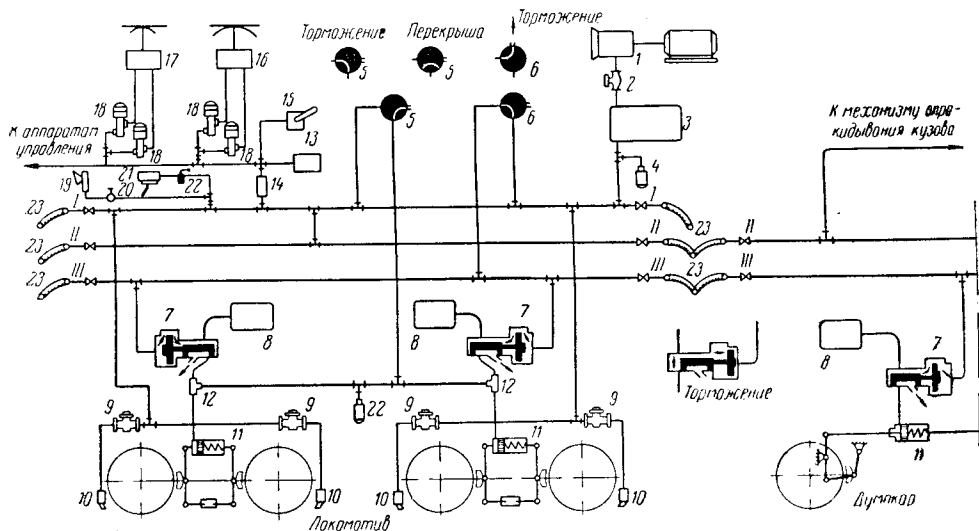


Рис. 26.4. Принципиальная схема пневматического оборудования:

I' — питательная магистраль; II — магистраль опрокидывания думпкаров; III — тормозная магистраль; 1 — компрессор, 2 — обратный клапан, 3 — главный резервуар, 4 — предохранительный клапан, 5 — кран прямодействующего тормоза, 6 — кран машиниста, 7 — воздухораспределитель, 8 — запасной резервуар, 9 — электромагнитный вентиль песочниц, 10 — редукционный клапан песочниц, 11 — рабочий цилиндр тормоза, 12 — переключающий клапан, 13 — вспомогательный резервуар, 14 — редукционный клапан, 15 — ручной насос, 16 — цилиндр центрального токоприемника, 17 — цилиндр бокового токоприемника, 18 — электромагнитный вентиль, 19 — тифон, 20 — кнопка тифона, 21 — стеклоочиститель, 22 — выключатель стеклоочистителя, 23 — резиновый рукав

центральными опорами соседних тележек при движении по кривым участкам пути.

Тележечный экипаж (рис. 26.3) состоит из рам тележек, рессорного подвешивания, ходовой части, зубчатых передач.

Рамы тележек служат для передачи и распределения вертикальных нагрузок между отдельными колесными парами при помощи рессорного подвешивания, для восприятия тягового и тормозного усилий, развиваемых колесными парами, и передачи их на тягово-сцепные приборы (при сочлененных тележках) или раму электровоза (при несочлененных тележках).

Для рессорного подвешивания обычно применяют листовые рессоры и комбинации со спиральными пружинами. Такое подвешивание амортизирует малые колебания и гасит большие. При полном сжатии спиральной рессоры изменяется упругая характеристика пружин (получается нелинейная характеристика амортизаторов), что препятствует развитию резонансных колебаний. Устройство ходовой части, подвесок тяговых двигателей и тяговой передачи — см. § 25.2.

На современных электровозах для соединения с составом и упругой передачи ему тягового и тормозного усилий применяются автосцепки 3, для поглощения ударов используют пружинные буферы 4 (рис. 26.1).

II. Пневматическая часть

Пневматическая часть состоит из тормозной системы, цепей управления и вспомогательной системы.

Компрессор 1 (рис. 26.4) нагнетает воздух в главные резервуары 3 до установленного давления, после чего регулятор давления отключает двигатель компрессора. Включение двигателя происходит автоматически при падении давления в главных резервуарах до установленного нижнего предела. Из главных резервуаров воздух поступает в питательную магистраль 1 и далее к пневмоаппаратам всех систем.

Тормозная система состоит из прямодействующих и автоматических (не прямого действия) тормозов. Управление тормозами прямого действия осуществляется краном 5: сжатый воздух из питательной магистрали поступает непосредственно в рабочие цилиндры 11. Действие тормоза распространяется только на локомотив, так как при большом количестве тормозов не обеспечивается одновременное их срабатывание. Действие автоматических тормозов распространяется на весь состав. Основные элементы автотормозов (воздухораспределитель 7 и запасной резервуар 8) установлены на тележках электровоза и вагонов. Торможение осуществляется краном машиниста 6 понижением давления воздуха (выпуском части его в атмосферу) в тормозной магистрали III, соединенной с пневмосетью вагонов. При этом воздухораспределители отключают запасные резервуары от тормозной магистрали и перепускают сжатый воздух из них в рабочие цилиндры 11. Воздухораспределители обеспечивают одновременное срабатывание всех тормозов; позволяют регулировать силу нажатия колодок и скорость нарастания тормозного усилия; при разрыве состава тормоза действуют автоматически.

Пневматическая система цепей управления предназначена для питания сжатым воздухом аппаратов цепей управления и приводов токоприемников. Управление токоприемниками осуществляется электромагнитными вентилями 18. При отсутствии сжатого воздуха в пневмосети для привода токоприемников предназначен ручной насос 15.

Вспомогательная система служит для обеспечения сжатым воздухом песочниц, сигнальных устройств и системы опрокидывания думпкаров. Подключение трубопровода высокого давления к магистрали песочниц осуществляется электромагнитным вентилем 9.

§ 26.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

I. Электровозы постоянного тока

Напряжение тяговой сети ограничивается условиями коммутации двигателей (работы коллектора) и составляет в настоящее время 1650 в.

Электрическая часть состоит из электрических машин постоянного тока, электрической аппаратуры высокого напряжения, аппаратов цепей управления, аппаратов защиты, контрольно-измерительной аппаратуры, вспомогательных аппаратов, аккумуляторной батареи, которые объединены в силовую схему и схему управления.

К электрическим машинам постоянного тока относятся тяговые двигатели, вспомогательные машины (двигатель-компрессоры, двигатель-вентиляторы, генератор управления).

Тяговые двигатели, как правило, с последовательным возбуждением. Схемы пуска в ход, реостатного торможения, способы регулирования скорости движения — см. § 25.4.

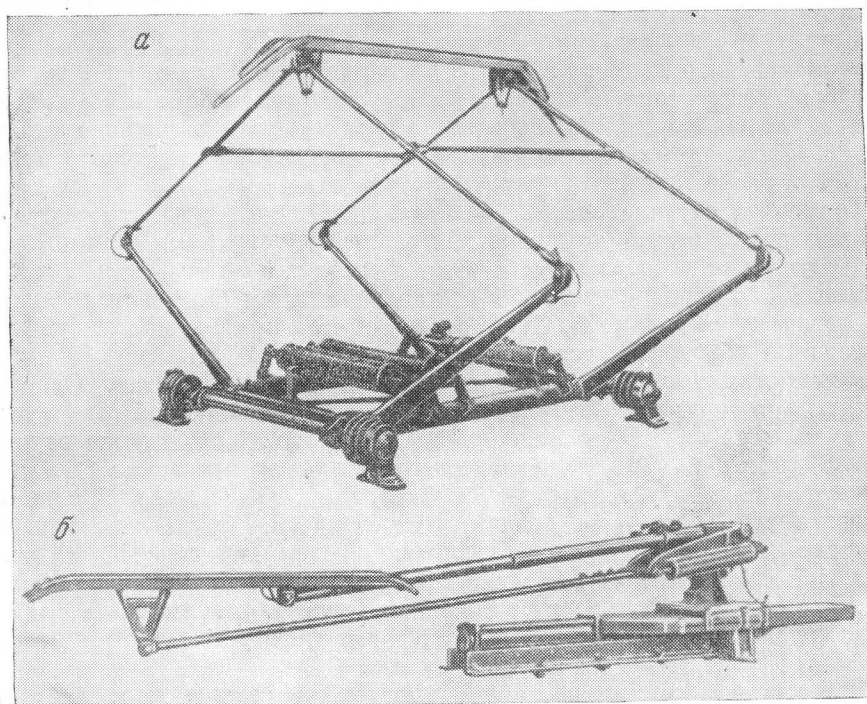


Рис. 26.5. Токоприемники:

а — центральный; *б* — боковой

Двигатель-компрессор 6 (рис. 26.1) снабжает воздухом пневматическую систему. Двигатель-вентилятор 7 служит для охлаждения тяговых двигателей и пусковых сопротивлений 8. Генератор 9 предназначен для питания служебных цепей током пониженного напряжения и для подзарядки аккумуляторной батареи.

К аппаратуре высокого напряжения относятся токоприемники, разъединители цепей и выключатели тяговых двигателей, контакторы, реверсивные и тормозные переключатели, пусковые сопротивления. Электровагоны оборудованы центральными и боковыми токоприемниками (рис. 25.5). Боковые токоприемники используют при движении по передвижным путям с боковым расположением контактной сети. Разъединители и выключатели — аппараты, предназначенные для разъединения и переключения обесточенных цепей. Главный разъединитель служит для отключения силовой цепи и представляет собой переключатель ножевого типа на два положения. В первом положении цепь тяговых двигателей соединена с токоприемниками, во втором — с шинами низкого напряжения, служа-

щими для питания двигателей при вводе электровоза в депо. Для отключения поврежденных двигателей в цепи управления установлен специальный аппарат — выключатель, которым управляются соответствующие контакторы в силовой цепи.

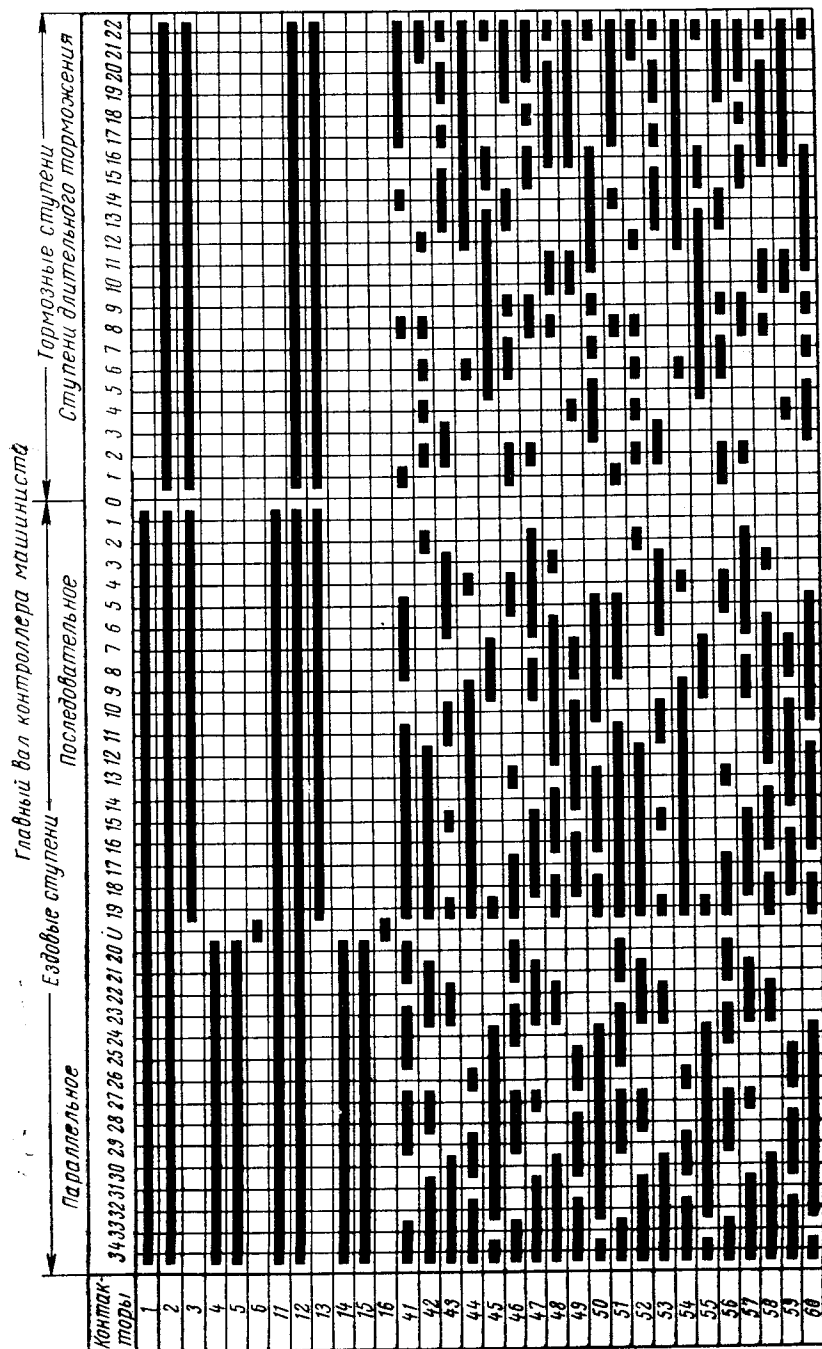
Контакторы являются основными аппаратами системы косвенного управления. Они производят включение и отключение секций пусковых сопротивлений, разрыв силовой цепи группы или всех двигателей при перегрузке, переключение двигателей с последовательного соединения на параллельное, переключение силовой цепи на режим торможения. На карьерных электровозах применяют контакторы электропневматического типа. Их установка вызвана необходимостью создания значительного давления контактов для уменьшения переходного сопротивления и повышения надежности работы. Замыкание контактов осуществляется пневмоприводом, доступ воздуха в цилиндр которого открывается при подаче тока в катушку вентиля. Все переключения контакторов производятся в определенной последовательности. Правильность включения обеспечивается блокировочным устройством. Для замыкания и размыкания цепей вспомогательных машин применяют электромагнитные контакторы.

Реверсивные и тормозные переключатели служат для изменения направления вращения тяговых двигателей и переключения силовой цепи с тягового режима на тормозной. Управление переключателями осуществляется дистанционно пневмоприводом. Переключение реверсоров и тормозных переключателей производится при разомкнутой силовой цепи, поэтому они не имеют дугогасительных устройств.

К аппаратам цепей управления относятся: контроллер машиниста, выключатели управления, разъединители цепей управления и кнопочные выключатели. Контроллер 5 (рис. 26.1) воздействует на катушки вентилях контакторов, включая их в определенной последовательности. Выключатели управления осуществляют связь цепей управления с источником их питания. При помощи кнопочных выключателей осуществляют управление вспомогательными машинами, токоприемниками, включение приборов обогрева, восстановление реле перегрузок.

К аппаратуре защиты относятся быстродействующие выключатели, реле перегрузки, плавкие предохранители, разрядники, реле напряжения; к контрольно-измерительной аппаратуре — амперметры, вольтметры, скоростемеры (спидометры); к вспомогательным аппаратам — регуляторы напряжения, распределительные щиты, клеммные коробки и междуэлектровозные соединения, необходимые для соединения цепей управления при работе электровоза по системе «многих единиц». Источником энергии для питания низковольтных цепей управления при неработающем генераторе управления служит аккумуляторная батарея.

На рис. 26.6 представлена электрическая схема электровоза ЕЛ-2. Тяговые двигатели Д1, Д3 и Д2, Д4 могут быть включены в две параллельные группы из двух последовательно соединенных двигателей (первая группировка). Число ступеней движения при этом — 19. На 19-й ступени все сопротивления выведены, и каждый двигатель работает при напряжении 750 в. При включении всех двигателей параллельно (вторая группировка) на последней ступени каждый двигатель работает при напряжении 1500 в. Число ступеней от 20 до 34. При электрическом торможении группы двигателей Д1, Д3 и Д2, Д4 с соответствующими сопротивлениями объединяются в одну цепь торможения. Двигатели одной группы включаются



перекрестно. Число ступеней торможения 22. Нормальными ступенями торможения при движении на уклоне являются ступени 5, 7, 9 и 10.

Остальные ступени применяются только для снижения скорости. Длительное торможение на этих ступенях не допускается.

На рис. 26.7 представлена электро-механическая характеристика двигателя электровозов EL-1 и EL-2.

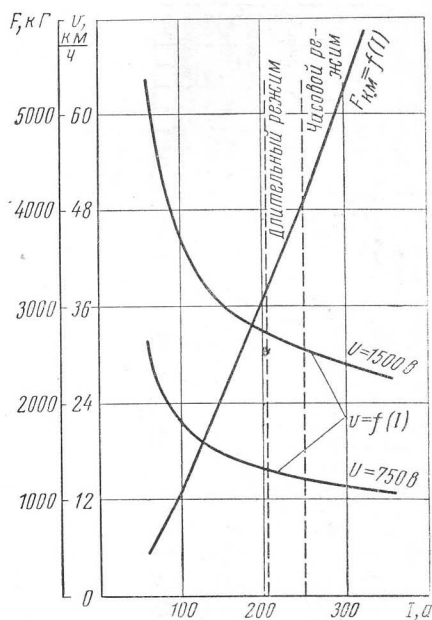


Рис. 26.7. Электро-механическая характеристика двигателя электровозов EL-1 и EL-2

II. Электровозы переменного тока

Основные электрические аппараты электровоза переменного тока (рис. 26.8): силовой трансформатор, выпрямители и тяговые двигатели постоянного тока.

Тяговые двигатели питаются выпрямленным напряжением 1200 в при напряжении контактной сети 10 000 в. Схема выпрямления — двухполупериодная с выводом нулевой точки вторичной обмотки трансформатора (рис. 26.9). Напряжение контактной сети снимается центральными T_n или боковыми T_b токоприемниками и через разъединитель 112 или 162 и главный выключатель 8 подается на первичную обмотку силового трансформатора А — Х. От анодных

выводов a_1 и a_2 вторичной обмотки трансформатора получают питание две группы одноанодных ртутных вентилей (игнитронов) 1РВ, 2РВ, 3РВ и 4РВ, 5РВ, 6РВ. Обе группы, работая попеременно в каждый полупе-

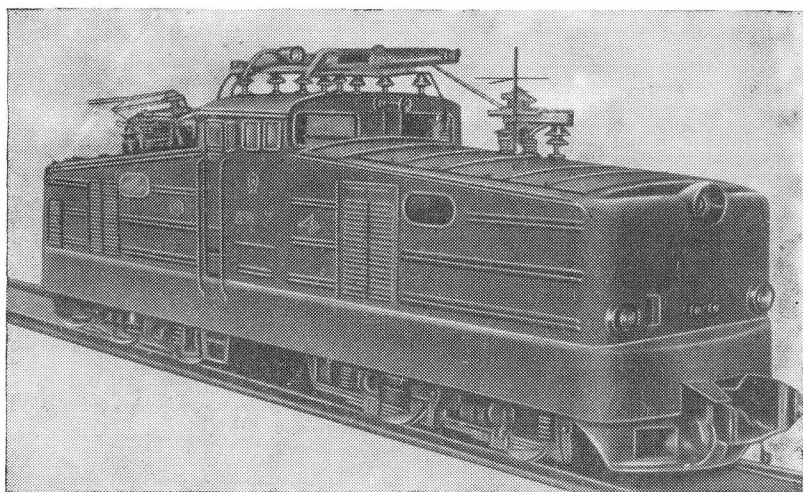


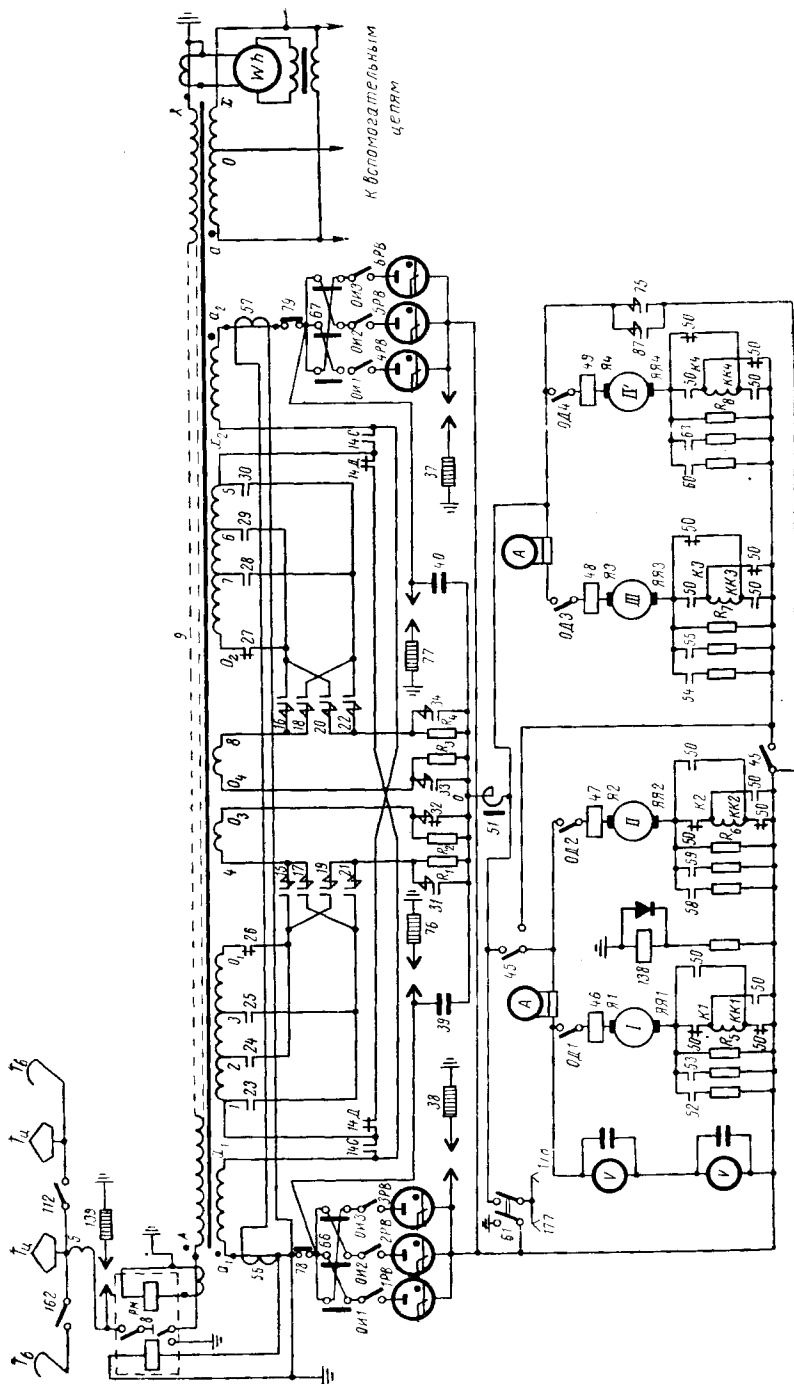
Рис. 26.8. Электровоз переменного тока Д94

риод, питают параллельно соединенные тяговые двигатели $I-IV$. Одновременное зажигание параллельно соединенных вентилях и равномерное распределение тока между ними обеспечивают анодные делители 66 и 67. Для сглаживания пульсаций выпрямленного тока, вызывающих ухудшение коммутации тяговых двигателей, в цепь включен сглаживающий реактор 51.

Пуск и регулирование скорости движения электровоза осуществляют ступенчатым изменением выпрямленного напряжения, подводимого к двигателям. Для этого каждое плечо вторичной обмотки трансформатора $a_1 - O_3$ и $O_4 - a_2$ разделено на три части: нерегулируемую, регулируемую и вольтодобавочную ($a_1 - x_1$, $1 - O_1$, $4 - O_3$ и $x_2 - a_2$, $O_2 - 5$, $O_4 - 8$). Кроме этого, каждая регулируемая обмотка разделена на три секции ($1-2$, $2-3$, $3 - O_1$ и $O_2 - 7$, $7-6$, $6-5$); напряжение вольтодобавочной обмотки составляет половину напряжения одной секции регулируемой обмотки. В процессе регулирования напряжения обмотку $a_1 - x_1$ включают встречно с $O_4 - 5$ или согласно с $1 - O_3$, а $x_2 - a_2$ встречно с $1 - O_3$ или согласно с $O_4 - 5$ посредством переключателя 14 обмоток. Встречное включение обмоток (замкнуты контакты 14Д) позволяет получить наименьшую величину напряжения на тяговых двигателях, соответствующую разности напряжений обмоток $a_1 - x_1$ и $O_4 - 5$, $x_2 - a_2$ и $1 - O_3$. Для повышения напряжения из каждого плеча поочередно сначала отключают вольтодобавочную обмотку, затем последовательно отключают секции регулируемой обмотки, включая вместо них вольтодобавочные обмотки и т. д.; разность напряжений встречно включенных обмоток увеличивается. После полного отключения обмоток $1 - O_1$ и $4 - O_3$, $O_4 - 8$ и $O_2 - 5$ возможно дальнейшее повышение напряжения включением в обратном порядке ранее выключенных секций, но при согласном соединении обмоток (замкнуты контакты 14С).

В качестве переключателя секций регулируемых $1 - O_1$, $O_2 - 5$ и вольтодобавочных $4 - O_3$, $O_4 - 8$ обмоток используют групповой переключатель ступеней трансформатора, собранный в одном каркасе с переключателем 14 обмоток и образующий с ним главный контроллер. Применение вольтодобавочных обмоток позволяет осуществлять переключение секций без разрыва силовой цепи; для предотвращения коротких замыканий обмоток $4 - O_3$, $O_4 - 8$ и секций обмоток $1 - O_1$, $O_2 - 5$ при их переключении используют переходные сопротивления R_1 , R_2 , R_3 и R_4 .

На первой позиции группового переключателя вольтодобавочные обмотки включены последовательно с регулируемыми. При переходе на вторую ступень напряжения в цепь вводят сопротивление R_2 и затем R_1 , шунтирующее вольтодобавочную обмотку $4 - O_3$. Цепь тока замыкается через три секции обмотки $1 - O_1$, минуя $4 - O_3$. Затем $4 - O_3$ отключают, а сопротивление R_1 закорачивают. Переход на третью ступень происходит аналогично, только переключения производятся в другом плече. При переходе на четвертую ступень в цепь обмотки $1 - O_1$ вводят сопротивление R_1 и параллельно секции $3 - O_1$ через сопротивление R_2 подключают вольтодобавочную обмотку $4 - O_3$. Образуется цепь, минуящая $3 - O_1$. Затем $3 - O_1$ отключают, а сопротивление R_2 закорачивают. Обмотка $1-3$ оказывается включенной последовательно с $4 - O_3$. Дальнейшие переключения до 15-й ступени аналогичны. На 15-й ступени переключатель обмоток 14 включает части обмоток согласно, и контакторы группового переключателя 15-34 работают в обратном порядке: напряжение на двигателях повышается. На 29-й ступени напряжения обмотки $1 - O_3$



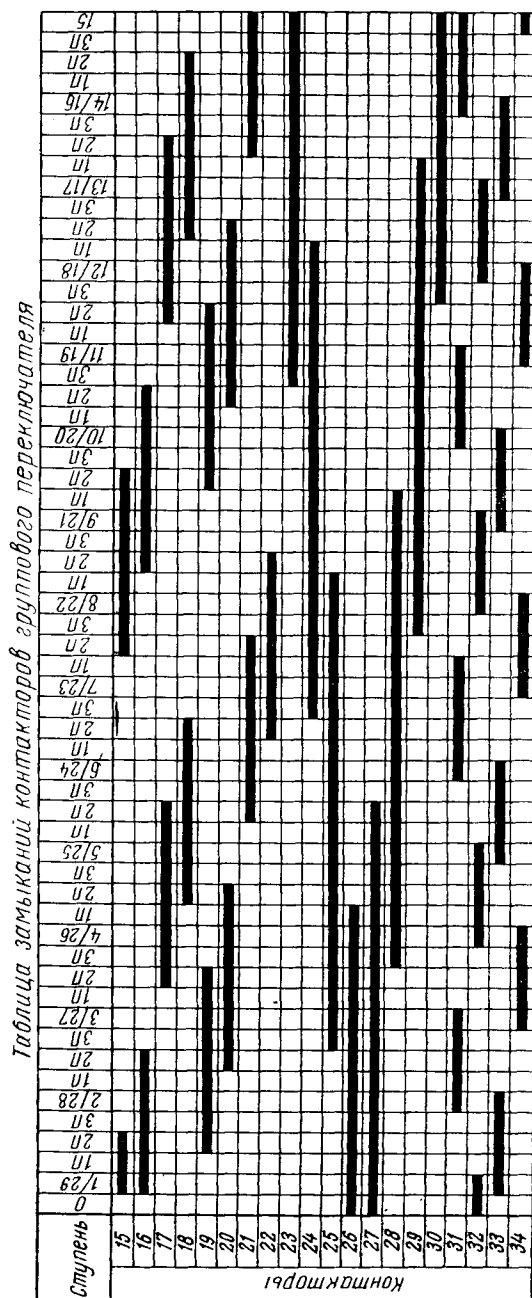


Рис. 26.9. Принципиальная электрическая силовая схема электровоза Д94

и O_4 — 5 отключают полностью. Дальнейшее повышение скорости движения осуществляют двумя ступенями ослабления поля ($\alpha_1 = 0,75$; $\alpha_2 = 0,55$). Сопротивления, шунтирующие обмотки возбуждения двигателей, переключают индивидуальными электропневматическими контакторами 52—55, 58, 60, 63. Для пропуска переменной составляющей выпрямленного тока введено постоянное ослабление поля ($\alpha = 0,92$); обмотки возбуждения постоянно шунтируют сопротивления R_5 , R_6 , R_7 и R_8 .

Таким образом, для пуска и регулирования скорости электровоза имеется 29 ступеней напряжения трансформатора и две ступени ослабления поля. Длительная езда допускается только на нечетных позициях,

на которых плечи трансформатора включены симметрично (обе вольтодобавочные обмотки включены или отключены). Электромеханическая характеристика двигателя электровоза переменного тока представлена на рис. 26.10.

Реверсирование тяговых двигателей производят при помощи реверсивного переключателя 50 (рис. 26.9), общего для всех тяговых двигателей. Питание двигателей при движении в депо осуществляют пониженным напряжением постоянного тока через розетки 177, 178 и переключатель 61. Неисправные двигатели отсоединяют отключателями $ОД1$ — $ОД4$. При повреждении игнитронов отключатели $ОИ1$ — $ОИ3$ или

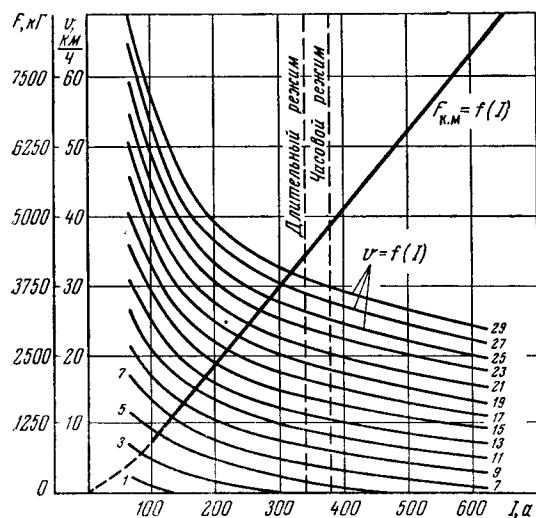


Рис. 26.10. Электромеханическая характеристика двигателя электровоза Д94

$ОИ4$ — $ОИ6$ отсоединяют неисправную группу вентилях, а двигатели переключателем 45 соединяют в две последовательные группы: скорость движения при этом падает вдвое. Предварительный прогрев игнитронов после длительной стоянки и в зимнее время производят на первой или второй ступени напряжения при закороченных контакторами 75 и 78 тяговых двигателях.

От коротких замыканий силовая схема защищена главным выключателем 8, который срабатывает от блок-контактов реле максимального тока $РМТ$. Тяговые двигатели защищены от перегрузки реле 45—49. Защита игнитронов от обратных зажиганий (равносильных короткому замыканию вторичной обмотки трансформатора) осуществляется быстродействующими реле 78 и 79, а также трансформаторами тока 56 и 57, включенными в анодные цепи силового трансформатора. Вторичные обмотки трансформаторов 56 и 57 включены между собой последовательно встречно и подают обратный импульс на отключающий электромагнит главного выключателя при обратном зажигании какого-либо игнитрона. От атмосферных перенапряжений силовой трансформатор и оборудование защищены разрядником 139. От замыканий на землю схема защищена реле заземления 138, действующим на отключение главного выключателя. На случай коммутационных перенапряжений вторичная обмотка трансформатора и кон-

такторы группового переключателя защищены разрядниками 76, 77, 37 и 38. Снижение уровня радиопомех осуществляется дросселем 5 и конденсаторами 39 и 40.

Вспомогательное оборудование электровоза питается от обмотки силового трансформатора. К выводам $a - O$ (220 в) подключены вентиляторы обдува окон, индукционный нагреватель, счетчик энергии Wh . К выводам $a - x$ (380 в) подключены шкафы управления игнитронами, печи обогрева кабины, вольтметры, асинхронный расщепитель фаз.

Расщепитель фаз создает трехфазную систему напряжения, питающую асинхронные двигатели вентиляторов охлаждения тяговых двигателей и радиаторов систем охлаждения игнитронов и трансформатора, вентилятора охлаждения переходных сопротивлений и сглаживающего реактора, компрессоров, насоса системы охлаждения игнитронов и масляного насоса системы охлаждения трансформатора.

§ 26.4. ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

Основной тип современного карьерного электровоза — электровоз постоянного тока на напряжение сети 1500 в с индивидуальным приводом на каждую ось, косвенной системой управления и возможностью объединения схем управления по системе многих единиц. Изготавливают также электровозы переменного однофазного тока промышленной частоты на напряжение 10 000 в.

Электровозы с автономным источником питания серийно не выпускаются. Основное затруднение в изготовлении контактно-аккумуляторных электровозов — отсутствие надежно работающих батарей значительной энергоемкости. Технических препятствий для изготовления дизель-электровозов нет.

До 1956 г. Новочеркасский электровозостроительный завод выпускал электровозы постоянного тока серии IVKP-1. В настоящее время парк карьерных электровозов пополняется локомотивами, поступающими из ГДР и ЧССР. Распространение получили электровозы EL-1 и EL-2 производства ГДР. На ряде карьеров Урала применяют электровозы переменного тока Д100м и Д94, выпускаемые Днепропетровским электровозостроительным заводом.

В табл. 26.1 приведены основные параметры карьерных электровозов.

Основными задачами дальнейшего развития электровозов постоянного тока является разработка размерного ряда электровозов; повышение напряжения контактной сети (до 3000 в); разработка схем управления электровозом из кабины машиниста экскаватора с целью снижения времени маневров при погрузке и повышения производительности экскаваторов и транспорта; применение рекуперативного торможения, что может оказаться целесообразным для глубоких карьеров.

Перспективным является применение электровозов переменного тока. К основным задачам их совершенствования относятся: повышение надежности преобразователей (внедрение кремниевых выпрямителей), повышение напряжения сети (в перспективе до 25 000 в).

§ 26.5. РАСЧЕТ

Постановка задачи. Дано: план и профиль путей, сменная производительность каждого пункта и техническая характеристика экскаваторов, характеристика груза, тип электровоза и вагонов и их характери-

Типы и параметры электровозов, применяемых на карьерах СССР

Параметры	Тип электровоза					Д100-м	Д194
	IVКП4	21Е	26Е	ЕЛ-1	ЕЛ-2		
Род тока	1500	1500	1500	1500	1500	10 000	10 000
Напряжение на токоприемнике, в	80	150	180	150	100	100	94
Сцепной вес, Т	2 ₀ +2 ₀	2 ₀ +2 ₀ +2 ₀	2 ₀ +2 ₀ +2 ₀	2 ₀ +2 ₀ +2 ₀	2 ₀ +2 ₀	2 ₀ -2 ₀	2 ₀ -2 ₀
Колесная формула	40	60	60	50	50	75	80
Минимальный радиус вписывания в кривую, м	12 200	20 600	30 900	24 200	16 200	16 400	19 300
Часовая сила тяги, кГ	22,2	27,8	29,5	31,0	31,0	31,0	30,0
Часовая скорость, км/ч	9 800	14 200	25 500	18 500	12 300	12 700	18 100
Длительная сила тяги, кГ	23,4	30,3	31,2	33,6	33,6	32,7	31,5
Длительная скорость, км/ч	ДК-8Б	АД-039115ГТ	1АД-4346еТ	ВМ350/1500	ВМ350/1500	НБ-406Б	НБ-406Б
Тип тяговых двигателей	ДК-8Б	АД-039115ГТ	1АД-4346еТ	ВМ350/1500	ВМ350/1500	НБ-406Б	НБ-406Б
Мощность двигателя, кет:							
часовая	190	260	425	350	250	355	425
длительная	160	200	370	290	205	290	380
Ток двигателя, а:							
часовой	280	190	304	250	250	315	380
длительный	235	148	264	205	205	255	340
Передаточное число передачи	4,69	5,58	5,58	5,58	5,58	4,526	4,526
Изготовитель	СССР	ЧССР	ЧССР	ГДР	ГДР	СССР	СССР

стика, вид организации движения (закреплен электровоз за экскаватором или нет). Требуется определить число вагонов в составе, число электровозов, тормозной путь, расход энергии.

Для упрощения расчета производим спрямление пути (§ 24.5). Вес состава определяем по условию сцепления при установившемся движении на руководящем подъеме [Полученный вес состава проверяют на трогание с места (24.38), (24.40)].

Устанавливают действительную грузоподъемность вагона по формуле (21.33), его действительный общий вес и число вагонов в составе.

Приняв число вагонов, находят вес груженого и порожнего составов, определяют далее время цикла и его составляющие (§ 24.4), пользуясь методом равновесных скоростей.

По электромеханической характеристике находят ток двигателя на каждом элементе профиля и определяют $I_{эф}$ — эффективный ток (25.10), принимая $\alpha = 1,05—1,1$. Должно быть

$$I_{эф} k_a \leq I_{дл}, \quad (26.1)$$

где $k_a = 1,1—1,25$ — коэффициент запаса, учитывающий увеличение температуры двигателя в отдельные периоды работы.

Тормозной путь находят из (24.41), принимая $t_n = 7,0$ сек. Он должен быть не более 30,0 м. Число локомотивов находят по § 24.5.

Расход энергии за цикл, отнесенный к токоприемнику электровоза,

$$a_{п. дв} = \frac{\sum ItU}{60 \cdot 1000}, \text{ кет} \cdot \text{ч}, \quad (26.2)$$

где $\sum It$ — сумма произведений тока электровоза (a) на время хода ($мин$) под током;

U — напряжение сети, в.

Полный расход энергии за цикл, отнесенный к шинам переменного тока тяговой подстанции,

$$a_{п. п} = \frac{a_{п. дв} k_{м. с}}{\eta_c \eta_{п}}, \text{ кет} \cdot \text{ч}, \quad (26.3)$$

где $k_{м. с} = 1,25—1,30$ — коэффициент, учитывающий маневровую работу;

$\eta_c = 0,95—0,97$ — к. п. д. тяговой сети;

$\eta_{п}$ — к. п. д. тяговых преобразователей.

Удельные расходы энергии определяют по формуле (25.24).

§ 26.6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОВ, ОХРАНА ТРУДА

Перед началом смены производится приемка-сдача электровоза. При приемке проверяют наличие и исправность инструментов, защитных средств, производят осмотр крепления деталей механической части и тормозного оборудования, их состояние и смазку, проверяют состояние электрических машин, правильность установки междуэлектровозных соединений, тормозных рукавов, наличие песка в песочницах, действие электрической аппаратуры и последовательность включения аппаратов при тяговом и тормозном режимах, работу вспомогательных машин и т. д.

При сдаче электровоза бригада обязана привести локомотив в нерабочее состояние, для чего следует опустить токоприемники, отключить

все электрические цепи, отключить аккумуляторную батарею, затормозить электровоз ручным тормозом, произвести осмотр электровоза и при наличии неисправностей записать их в книгу ремонта или журнал технического состояния электровоза.

Перед приведением электровоза в движение машинист должен убедиться в отсутствии тормозных башмаков или других предметов под колесами электровоза, включить аккумуляторную батарею, выключатель цепи управления, быстродействующий выключатель, вспомогательные машины, подать оповестительный сигнал и поднять токоприемники, поставить реверсивную рукоятку в положение, соответствующее движению электровоза «Вперед» или «Назад», подать звуковой сигнал, предупреждающий окружающих о трогании электровоза с места.

Вождение поездов должно осуществляться в соответствии с Правилами технической эксплуатации, инструкцией по сигнализации, движению и производству маневровых работ и с полным соблюдением всех указаний по профилю пути.

Кроме ежедневного технического осмотра в зависимости от времени эксплуатации локомотива и его пробега установлены следующие виды ремонта: малый периодический, подъемный и капитальный.

Основные правила охраны труда. Локомотивные бригады и работники по ремонту электроподвижного состава обязаны знать, где проходят провода высокого напряжения и какие машины, приборы и аппараты находятся нормально под высоким напряжением.

При поднятом и находящемся под напряжением токоприемнике категорически воспрещается подниматься на крышу электровоза, входить в высоковольтную камеру, снимать ограждающие защитные приспособления, щиты, кожухи и т. д., производить вскрытие и регулирование приборов.

Кожухи электрических приборов должны быть надежно заземлены. В каждом электровозе должна быть вывешена принципиальная схема электрических цепей с выделением в ней высоковольтной части. Для осмотра и ремонта тяговых двигателей, вспомогательных машин, аппаратуры на электровозах, стоящих на пути под контактным проводом вне депо, необходимо полностью отключить всю аппаратуру и затормозить электровоз ручным тормозом.

На станционных и депокских путях, на участках пути с боковым токо съемом в случае крайней производственной необходимости допускается выполнение работ с обязательным применением изолирующих средств в присутствии второго лица. Все эти работы производятся с максимальной предосторожностью. При приближении к элементам контактной сети на расстояние менее 1 м производить работы категорически запрещается.

Во время следования электровоза по перегону с поездом, при производстве маневровых работ машинист и его помощник обязаны следить за тем, чтобы путь был свободен, и подавать установленные сигналы.

При возникновении пожара на электровозе необходимо отключить всю электрическую аппаратуру, затормозить поезд, подать сигнал пожарной тревоги. После этого локомотивная бригада немедленно принимает меры к тушению пожара, применяя находящиеся на электровозе противопожарные средства. Электроаппаратуру воспрещается тушить водой или пенными огнетушителями. Тушение их должно производиться углекислотными огнетушителями или песком.

§ 26.7. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты включают стоимость электровозов, вагонов, электровозного депо и пункта экипировки, земляного полотна и верхнего строения, рельсового пути, контактной сети и автоблокировки, тяговой подстанции, вспомогательных зданий и оборудования. Например, капитальные затраты на откатку десятью электровозами ЕЛ-1 составами из семи думпкаров типа ВС-80 при длине транспортирования 6 км составляют 2 800 000 руб. (электровозы — 28%, думпкары — 20%, депо и экипировочные хозяйства — 5%, земляное полотно и верхнее строение пути — 35%, контактная сеть и тяговые подстанции — 10%).

Эксплуатационные затраты складываются из расходов на зарплату персоналу, амортизацию, электроэнергию, материалы (запчасти, смазка), ремонт. Например, для указанной выше откатки они составляют 800 000 руб. в год (зарплата — 46%, амортизация — 16%, электроэнергия — 14%, материалы — 7%, ремонт — 5%).

Себестоимость транспортирования электровозами составляет 1—1,8 коп/ $T \cdot \text{км}$.

Литература к гл. 26: 4, 95, 128, 132, 152, 154, 167.

ГЛАВА 27

ТЕПЛОВОЗЫ

§ 27.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тепловозы (рис. 27.1) применяют до уклонов 20‰. Минимальные радиусы кривых на постоянных путях 200 м, на передвижных 120—150 м. Производительность тепловоза доходит до 5000 $T \cdot \text{км}$ в сутки.

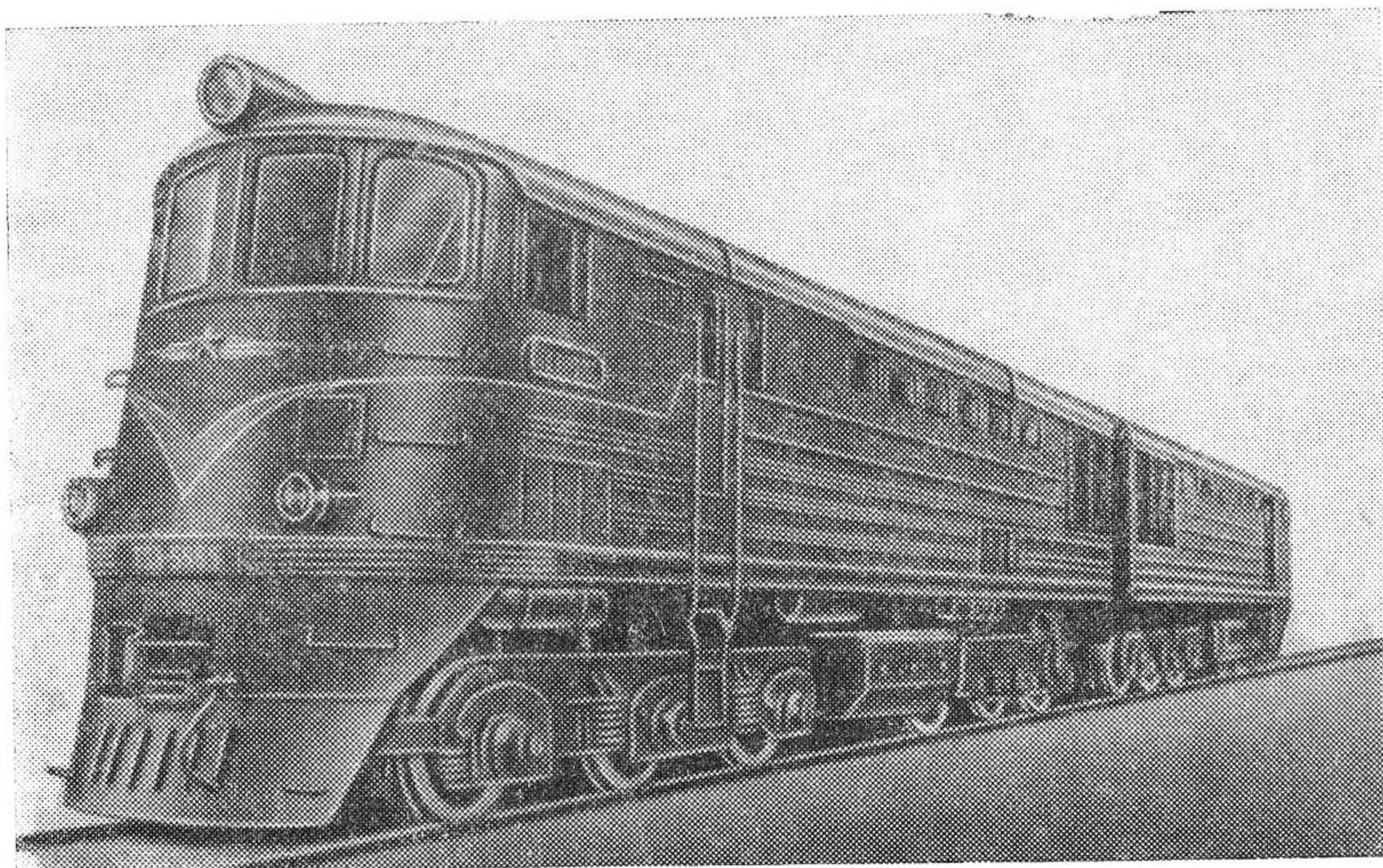


Рис. 27.1. Общий вид тепловоза ТЭ-3

Достоинства: надежность и экономичность в эксплуатации, полная автономность, небольшой расход топлива, ничтожная потребность в воде и высокий к. п. д. (26—30%), с которым могут соперничать лишь электровозы при питании от гидростанций. Недостатки: незначительная перегрузочная способность, сложность и высокие требования к точности ремонта, более сложные условия работы локомотивной бригады из-за шума и вибрации, значительные радиусы проходимых кривых.

В СССР на карьерном транспорте тепловозы были впервые применены на строительстве Ново-Криворожского горнообогатительного комбината, на Ждановском карьере комбината Печенганикель и ряде других карьеров. В настоящее время тепловозы применяют для вывозки горной массы из карьеров, для маневровых работ на железнодорожных станциях рудников и складах готовой продукции.

Область применения тепловозов на открытых горных работах ограничивается карьерами средней производительности, отличающимися неглубоким залеганием полезного ископаемого и достаточно большими радиусами кривых. Тепловозы наиболее целесообразны в районах с ограниченными ресурсами электроэнергетики.

§ 27.2. УСТРОЙСТВО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Основными частями тепловоза являются: двигатель внутреннего сгорания, передача, экипажная часть, вспомогательное оборудование, пневматическое и тормозное оборудование. Экипажная часть, пневматическое и тормозное оборудование аналогичны электровозам (§ 26.2).

I. Двигатель внутреннего сгорания

Тепловозные двигатели представляют собой многоцилиндровые дизели одинарного действия средней быстроходности ($n = 600—1200$ об/мин)

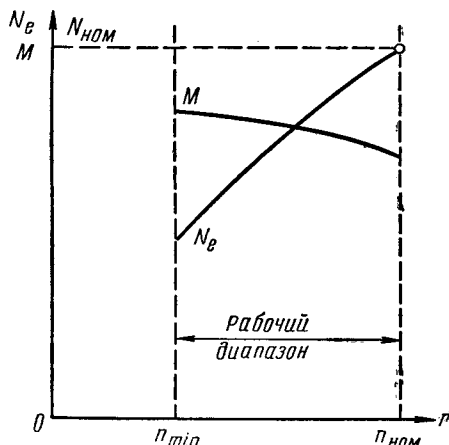


Рис. 27.2. Механическая характеристика дизеля

с внутренним смесеобразованием, работающие по циклу смешанного сгорания на тяжелом жидком топливе. Большинство из них имеет вертикальное однорядное или V-образное расположение цилиндров. Особенностью современных тепловозных дизелей является применение наддува — подачи в цилиндры предварительно сжатого воздуха (до 5 кг/см^2). В результате мощность двигателя при тех же габаритах значительно возрастает.

Из механической характеристики дизеля (рис. 27.2) следует, что мощность дизеля (при постоянной подаче топлива) изменяется пропорционально скорости вращения коленчатого вала n ; момент на валу

дизеля почти не зависит от n . Дизель может работать только в определенном диапазоне скоростей вращения коленчатого вала от $n_{\min}$ до $n_{\max}$, причем $n_{\min}$ ограничивается условием надежного воспламенения топ-

лива и составляет 35—50% $n_{\max}$. Перегрузочная способность дизеля незначительна. Запуск дизеля под нагрузкой практически невозможен; для запуска необходим дополнительный источник энергии.

В рабочем диапазоне скоростей вращения коленчатого вала дизель работает неодинаково экономично. Наименьший удельный расход топлива соответствует нагрузкам и скоростям вращения, близким к номинальным.

Перечисленные особенности показывают, что дизель плохо приспособлен к тяговой службе (к переменным режимам работы), т. е. номинальная мощность его будет использоваться при движении на тяжелых участках пути, а на остальных элементах пути он будет недогружен.

Необходимую тяговую характеристику тепловозу обеспечивает передача, устанавливаемая между валом дизеля и приводными осями.

II. Передача

Требования к передаче: возможность изменения в широких пределах силы тяги и скорости тепловоза; обеспечение реализации полной мощности дизеля в широком диапазоне скоростей движения, т. е. приближение тяговой характеристики к идеальной кривой постоянной мощности — гиперболы; возможность реверсирования тепловоза.

На современных тепловозах применяют три вида передач: механическую, электрическую и гидродинамическую.

Механическая передача состоит из коробки скоростей и реверсора; колесным парам вращающий момент передается карданным валом через осевые редукторы. Число ступеней переключения скорости достигает пяти. К достоинствам механических передач следует отнести простоту конструкции при малом весе, высокий к. п. д. (75—85%) и низкую стоимость; к недостаткам — ступенчатость тяговой характеристики (рис. 27.3), не обеспечивающей полного использования мощности дизеля, и кратковременную потерю силы тяги при переключении скоростей.

Электрическая передача современных тепловозов работает на постоянном токе. Применение постоянного тока обусловлено простотой управления и лучшим сохранением постоянства мощности дизеля.

Основные элементы передачи (рис. 27.4): главный генератор G , якорь которого соединен с коленчатым валом дизеля, и тяговые двигатели 1—4, установленные на осях. Мощность главного генератора независимо от изменения условий движения остается постоянной, обеспечивая тем самым постоянство мощности дизеля и полное ее использование в широких диапазонах скоростей движения. Это достигается регулированием величины магнитного потока возбуждения генератора (а следовательно, его напряжения) возбудителем B с расщепленными полюсами, напряжение которого гиперболически изменяется в зависимости от тока генератора (тока нагрузки) и прикладывается к обмотке независимого возбуждения главного генератора HV . Обмотка возбуждения $ОВВ$ возбудителя подключена одновременно на напряжение самого возбудителя и на напряжение вспомогательного генератора $BГ$, служащего для питания цепей управления и освещения, подзарядки аккумуляторной батареи (через контактор K_5).

Запуск дизеля осуществляют главным генератором, работающим в режиме двигателя и получающим питание от аккумуляторной батареи (контакты K_1 и K_2 отключены, K_3 , K_4 включены).

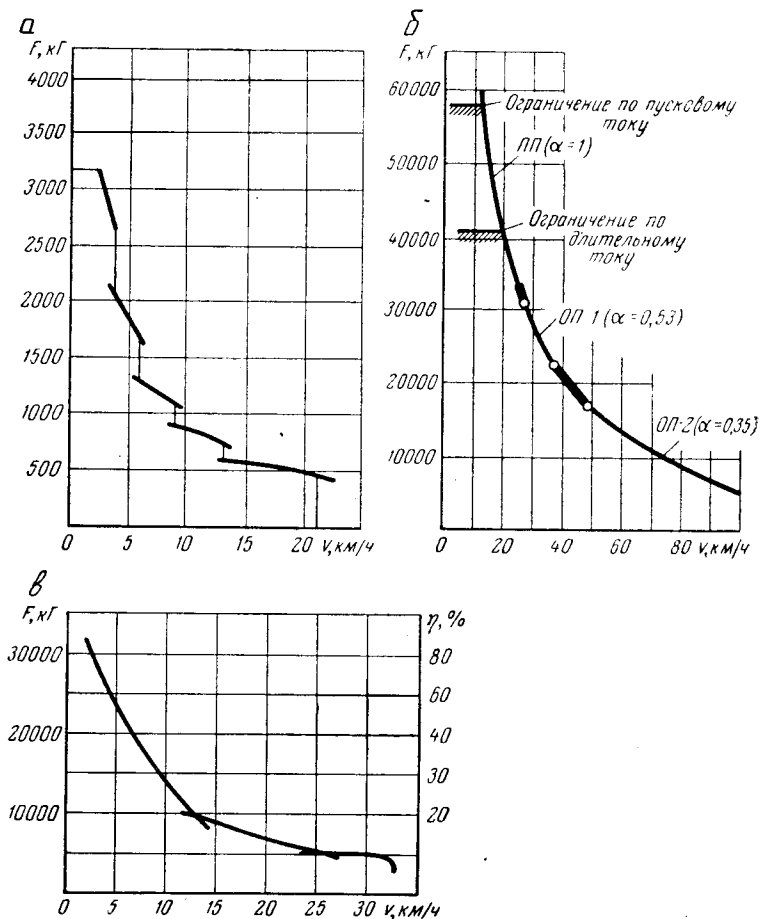


Рис. 27.3. Тяговые характеристики тепловозов:

а — с механической передачей (МД54-4); б — с электрической передачей (ТЭ-3); в — с гидравлической передачей (ТГМ-3А); F_k — касательная сила тяги; v — скорость движения локомотива; ПП — полное поле возбуждения тягового двигателя; ОП-1, ОП-2 — первая и вторая ступени ослабления поля; α — коэффициент ослабления поля

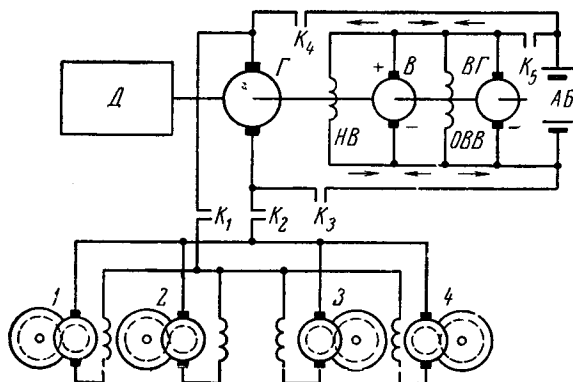


Рис. 27.4. Принципиальная схема электрической передачи

Электрическое оборудование тепловоза аналогично электровозам (§ 26.3).

Электрическая передача надежна, обладает гибкостью и простотой управления и обслуживания. Тяговая характеристика тепловоза с электрической передачей практически идеальна (рис. 27.3, б). Недостатки передачи: большой вес, высокая стоимость, значительные расходы цветных металлов.

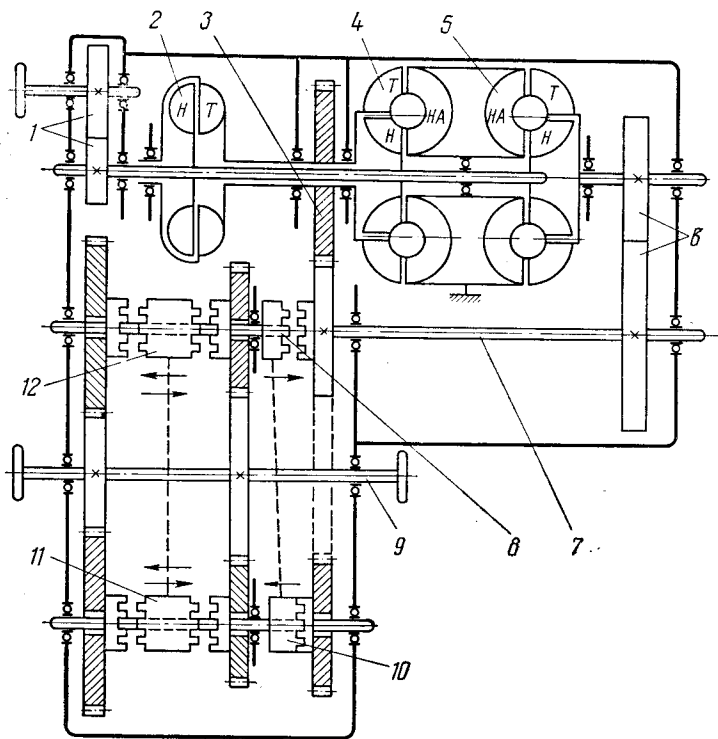


Рис. 27.5. Принципиальная схема гидравлической передачи

Различают гидродинамические передачи, у которых мощность передается только через гидравлические аппараты, и передачи, у которых мощность частично или полностью передается на отдельных режимах, минуя гидравлические элементы, через коробку передач. Первые называют просто гидравлическими, вторые — гидромеханическими.

На рис. 27.5 представлена трехлопастная (мощность передается поочередно тремя гидроаппаратами) гидравлическая передача, устанавливаемая на маневровых тепловозах ТГМЗА, ТГМ10. Насосные колеса гидромуфты 2 и гидротрансформаторов 4 и 5 жестко закреплены на общем валу, связанном с коленчатым валом дизеля повышающей зубчатой передачей 1. На первой скорости заполняется рабочей жидкостью гидротрансформатор 5 и его турбина передает вращающий момент валу 7 через зубчатую пару 6. На второй скорости включается гидротрансформатор 4, на третьей — гидромуфта 2. В обоих случаях вал 7 приводится во вращение через зубчатую пару 3. Переход с одной скорости на другую

производится плавно, так как циклы опорожнения и заполнения гидроаппаратов накладываются. Переключение скоростей осуществляется автоматически в зависимости от скорости движения и скорости вращения коленчатого вала. Посредством двухрежимного реверсивного редуктора от вала 7 вращающий момент передается выходному валу 9 и далее карданом к колесным парам. Переход с маневрового режима на поездной и обратно осуществляется кулачковыми муфтами 11 и 12 при остановке тепловоза, а реверсирование муфтами 8 (передний ход) и 10 (задний ход). Тяговая характеристика тепловоза с гидропередачей приближается к идеальной (рис. 27.3, в).

По сравнению с электрическими передачами гидродинамические имеют меньшие размеры, вес и стоимость на единицу мощности, а также малый расход цветных металлов.

III. Вспомогательное оборудование

К нему относятся топливная, масляная, водяная и воздушная системы, вентиляторы холодильника и тяговых двигателей, воздухоочистители и т. п.

Топливная система обеспечивает питание дизеля топливом и состоит из топливных баков, топливных насосов и форсунок, распыляющих топливо в цилиндрах дизеля.

Масляная система состоит из насосов, фильтров, секций холодильников и служит для смазки трущихся деталей дизеля и отвода тепла от них. На тепловозах с гидропередачей масло играет роль рабочей жидкости. В масляную систему гидропередачи включаются также секции холодильника для отвода тепла.

Система водяного охлаждения состоит из насосов, фильтров, секций холодильников, через которые для интенсивного охлаждения перегоняется воздух специальным вентилятором.

§ 27.3. ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ТЕПЛОВОЗОВ

На карьерах применяют магистральные и маневровые тепловозы железных дорог СССР. Специальные тепловозы для карьерных условий промышленность не выпускает.

Наиболее распространенным является двухсекционный тепловоз с электрической передачей ТЭ-3 (рис. 27.6). Каждая секция закрыта кузовом, опирающимся на две трехосные тележки 13. В крайних частях секций находятся кабины машиниста с пультом управления 14. В средней части секции на главной раме 10 расположена дизель-генераторная установка, состоящая из двухтактного дизеля 5 типа 2Д100 мощностью 2000 л. с. и главного генератора 4 типа МПТ-99/47А. На каждой оси тепловоза подвешен тяговый двигатель 11 типа ЭДТ-200Б. Для охлаждения тяговых двигателей служат вентиляторы 2 и 6, приводимые от вала дизеля через передний 3 и задний 7 редукторы. Вентилятор засасывает воздух через сетчатый фильтр и подает его в три двигателя одной тележки. С передним редуктором связан также двухмашинный агрегат 1; от заднего редуктора приводится тормозной компрессор 8 и вентилятор 9 холодильника, который просасывает воздух через секции 16 холодильника и выбрасывает нагретый воздух через крышу тепловоза. Большая часть электрооборудования расположена в высоковольтной камере 15. Запас топлива

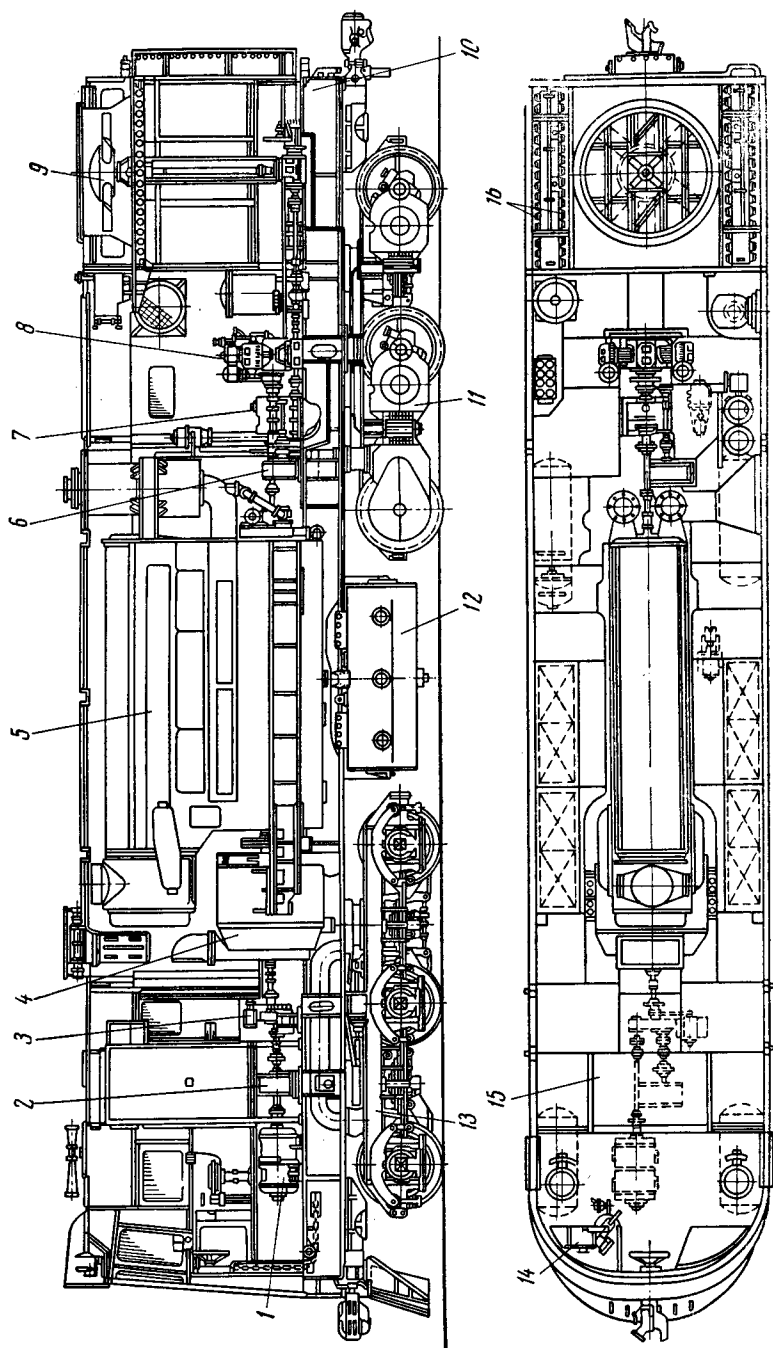


Рис. 27.6. Тепловоз ТЭ-3 — продольный разрез и план одной секции

хранится в баке 12, подвешенном к главной раме. Секции тепловоза могут эксплуатироваться раздельно. При совместной работе обе секции управляются одновременно с поста управления головной секции. Большинство тепловозов с электрической передачей имеет такое же расположение оборудования.

На тепловозах с гидропередачей место главного генератора занимает собственно гидропередача, а вместо тяговых двигателей на осях подвешены осевые редукторы, которые при помощи карданных валов связаны с передачей. Тепловозы с гидропередачей получили распространение на маневровых работах.

Тепловозы с механической передачей применяются на маломощных карьерах с узкой колеей.

Основные характеристики тепловозов приведены в табл. 27.1.

Таблица 27.1

Характеристика тепловозов

Параметры	Тип тепловоза				
	ТЭ-10	ТЭ-3	ТЭМ-2	ТГМ-3А	МД54-4
Мощность, л. с.	3000	2×2000	1200	750	54
Длина по автосцепкам, мм	18 610	2×16 974	16 969	12 600	7152
Осевая формула	3 ₀ —3 ₀	2 (3 ₀ —3 ₀)	3 ₀ —3 ₀	2—2	2—2
Ширина колеи, мм	1524	1524	1524	1524	750
Сцепной вес, Т	129	2×126	122	68	10
Нагрузка на ось, Т	21,5	21	20,4	17	2,5
Максимальная сила тяги по машине, кГ	24 900	40 400	20 500	20 000	2400
Конструкционная скорость, км/ч	100	100	100	60	20
Минимальный радиус кривых, м	125	125	80	40	25
Тип передачи	Электрическая			Гидравлическая	Механическая

Большинство тепловозов строят с электрической передачей постоянного тока. С целью применения более простых и надежных асинхронных машин в настоящее время ведут работы по созданию электрической передачи переменного тока.

Основное направление в развитии гидропередач — создание точных и надежных систем автоматического регулирования, унификация элементов, создание схем, обеспечивающих непосредственную передачу вращающего момента через гидравлические аппараты на оси локомотива без карданного соединения. Современное состояние и направление тепловозостроения показывает, что практически во всем диапазоне мощностей будут применяться как гидравлические, так и электрические передачи. Опытные образцы тепловозов с гидропередачей имеют мощность до 4000 л. с. в секции.

Вспомогательное оборудование на современных тепловозах монтируют блоками, которые легко снимаются для ремонта. Важнейшим резервом для уменьшения объема и веса охлаждающих устройств является высокотемпературное охлаждение, достигаемое созданием в водяной системе некоторого избыточного давления. Уменьшить количество агрегатов

и снизить вес тепловоза позволяет централизованное воздушоснабжение, в котором один вентилятор и общий фильтр обеспечивают очищенным воздухом все машины и агрегаты.

Должное внимание при конструировании локомотивов необходимо уделять улучшению условий труда локомотивных бригад, совершенствованию звукоизоляции, отопления, вентиляции, пульта управления.

§ 27.4. РАСЧЕТ

Расчет аналогичен § 26.5.

Особенности расчета.

1. Вес состава определяют из условия движения на руководящий подъем i_p с постоянной скоростью при реализации максимальной силы тяги по машине (24.36) и по сцеплению (24.37). Значения $F_{\text{м.м}}$ приведены в табл. 27. 1. ψ принимают равным ψ карьерных электровозов постоянного тока (§ 24.2). Для тепловозов с электрической передачей вес состава определяют также из условия движения на среднем уклоне i_0 (24.52) с постоянной скоростью при реализации максимальной силы тяги по нагреву двигателей. В выражение (24.36) подставляют значение силы тяги, соответствующее ограничению по длительному току (рис. 27.3, б).

Вес состава проверяют по торможению (24.45), принимая $t_n = 7,0 \text{ сек}$ и $l_t = 300 \text{ м}$, и на трогание с места как по сцеплению (24.39), так и по машине. В последнем случае в (24.39) подставляют значение максимальной силы тяги по машине из табл. 27.1. Для тепловозов с электрической передачей, кроме этого, производят проверку на трогание по нагреву двигателей, подставляя в (24.39) значение силы тяги, соответствующее ограничению по пусковому току (рис. 27.3, б).

2. Для определения расхода топлива тепловозами с электропередачей находят $a_{\text{н. дв}}$ (26.2), затем расход топлива за цикл

$$q_n = \frac{860 k_{\text{м.с}} a_{\text{н. дв}}}{10000 \eta_T} \approx (0,38 - 0,40) a_{\text{н. дв}}, \text{ кг}, \quad (27.1)$$

где $k_{\text{м.с}}$ — см. § 26.5;

$\eta_T \approx 0,28$ — общий к. п. д. тепловоза;

860 ккал/квт·ч — тепловой эквивалент;

10 000 ккал/кг — теплотворная способность топлива.

§ 27.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОВОЗОВ, ОХРАНА ТРУДА

До запуска дизеля бригада обязана закончить осмотр всех узлов тепловоза, все замеченные неисправности должны быть устранены. Перед пуском дизеля необходимо открыть все индикаторные краны на цилиндрах и повернуть коленчатый вал. Это делается для того, чтобы удалить из камер сжатия скопившееся масло. Несоблюдение этого условия может привести в момент пуска дизеля к гидравлическому удару или взрыву. Машинисту и его помощнику запрещается входить в высоковольтную камеру, когда электрооборудование находится под напряжением. Во время движения запрещается высовываться из окон и дверей, находиться на подножках и крыше. Перед следованием тепловоза по электрифицированному участку, необходимо убедиться в том, что ни одна его часть не выходит за пределы 5300 мм от головки рельса. На электрифицированных путях без снятия напряжения на контактом проводе запрещается подниматься на крышу и производить там какие-либо работы.

Каждый тепловоз оснащается противопожарным инвентарем, который должен находиться в исправном состоянии и на определенных местах. Смазочные материалы должны храниться в металлических бидонах с плотно закрывающимися крышками, а обтирочные материалы в металлических ящиках с крышками. Горящую аппаратуру и электромашины запрещается тушить под напряжением водой или пенными огнетушителями. Тушение их должно производиться углекислотными огнетушителями или сухим песком. После пожара тепловоз должен быть тщательно осмотрен. В случае повреждения дизеля, вспомогательных устройств, аппаратов, проводов электрических машин, без которых дальнейшая эксплуатация невозможна, тепловоз следует в нерабочем состоянии транспортировать до ближайшего локомотивного депо.

§ 27.6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты включают капиталовложения в подвижной состав и постоянные устройства: локомотивные депо и экипировочные хозяйства, земляное полотно и верхнее строение рельсового пути, путевые мастерские, диспетчерские пункты. Например, капитальные затраты на откатку десятью тепловозами ТЭ-3 (одна секция) составами из шести думпкаров типа ВС-60 при длине откатки 10 км составляют 2 500 000 руб. (тепловозы — 40%, думпкары — 16%, депо и экипировочные хозяйства — 7%, земляное полотно и верхнее строение пути — 35%).

Эксплуатационные затраты складываются из расходов на зарплату персоналу, амортизацию, топливо, материалы, на ремонт и эксплуатацию. Для указанной выше откатки они составляют 1 000 000 руб. в год (зарплата — 35%, амортизация — 30%, топливо — 17%, материалы — 15%).

Себестоимость транспортирования тепловозами составляет 1,2—2 коп./Т·км.

Литература к гл. 27: 31, 44, 59, 128, 132, 140, 144, 152, 166, 172, 178.

ГЛАВА 28

ПРОЧИЕ ВИДЫ ТЯГИ

§ 28.1. РУДНИЧНАЯ ТЯГА

1. Дизелевозы

Основные части дизелевоза (рис. 28.1): дизель с пусковой системой, тяговая передача и экипажная часть.

Дизелевозы оборудуют четырехтактными дизелями средней быстроходности с водяным охлаждением. Применение теплового двигателя в шахтных условиях вызывает необходимость обезвреживания выхлопных газов. Уменьшения количества выделяемых ядовитых газов достигают подбором режима работы дизеля на обедненной горючей смеси. Кроме этого, перед выпуском в атмосферу выхлопные газы пропускают через катализатор, где происходит беспламенное дожигание угарного газа в окись углерода, и затем промывают химическими растворами. Взрывопожарную безопас-

ность дизелевоза обеспечивают водяным охлаждением нагретых деталей, наличием автоматически действующей противопожарной системы, охлаждением выхлопных газов, пакетной защитой на всасе и выхлопе. Запуск двигателя осуществляют пневматическим, гидравлическим или инерционным пускателем.

Необходимую тяговую характеристику дизелевозу создает тяговая передача. На дизелевозах мощностью до 60 л. с. устанавливают механическую коробку передач. Более мощные дизелевозы оборудуют гидродинамической передачей (гидромукфы в сочетании с гидротрансформатором).

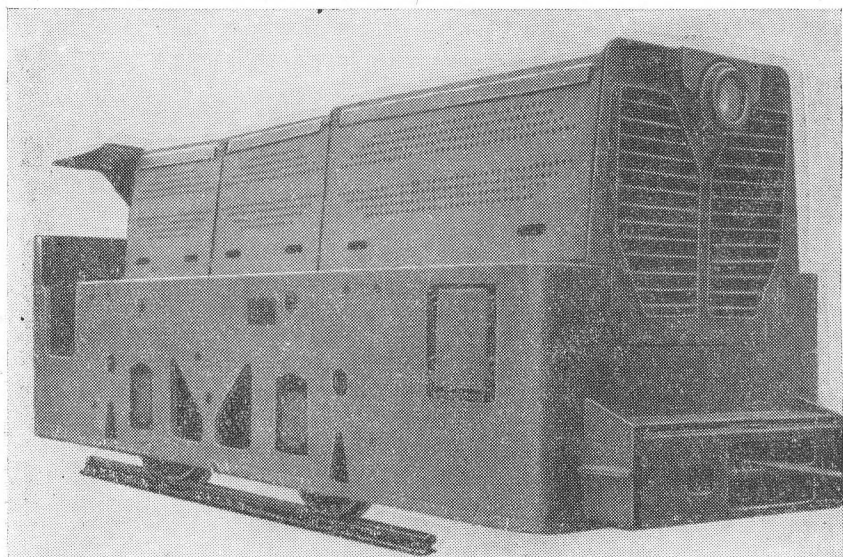


Рис. 28.1. Рудничный дизелевоз

На дизелевозах США нашли применение объемные гидropередачи, обеспечивающие локомотиву идеальную механическую характеристику.

Экипажная часть дизелевозов не отличается от электровозной.

Основное достоинство дизелевозов по сравнению с аккумуляторными электровозами: большая мощность и, следовательно, возможность работы на больших уклонах. Недостатками дизелевозов являются: сложность взрывобезопасного исполнения, загрязнение атмосферы, необходимость квалифицированного обслуживания и ремонта. При применении дизелевозов необходима дополнительная подача воздуха в шахту (2 м³/мин на 1 л. с. мощности).

Дизелевозы получили широкое распространение за рубежом. Например, в Англии они составляют 70% всего шахтного локомотивного парка. В СССР работы по созданию взрывобезопасного дизелевоза начались недавно — изготовленный Дружковским машиностроительным заводом дизелевоз 8ДР успешно прошел промышленные испытания.

Область применения дизелевозов — вспомогательный транспорт на гидрошахтах, транспорт при проходке выработок и тоннелей.

II. Воздуховозы

Рудничный воздуховоз (рис. 28.2) — это локомотив, использующий энергию сжатого воздуха. Основные части воздуховоза: аккумулирующие баллоны, пневмодвигатели, передача, экипажная часть.

Емкость баллонов невелика, и для аккумулирования достаточного количества пневмоэнергии воздух в них нагнетается до давления 200 кг/см^2 . Для зарядки баллонов в пределах околостольного двора устанавливают зарядные станции, которые оборудованы воздушными аккумуляторами и зарядными постами со специальными кранами-наполнителями.

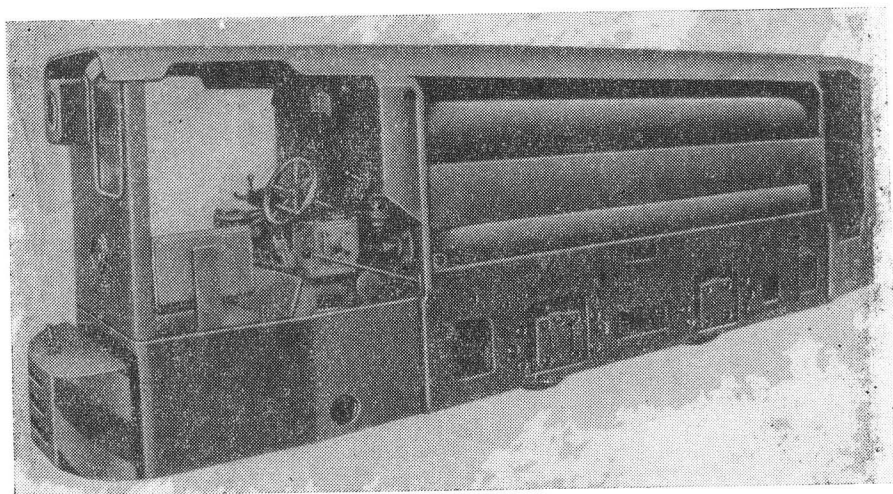


Рис. 28.2. Рудничный воздуховоз

Воздуховозы оборудуют двумя одноцилиндровыми или одним быстроходным многоцилиндровым двигателем. Одноцилиндровые пневмодвигатели устанавливают горизонтально с боковых сторон рамы. В цилиндр первого двигателя воздух подается из баллонов через редукционный клапан, где его давление понижается до $16\text{--}18 \text{ кг/см}^2$. При таком глубоком расширении температура воздуха резко падает (до -15°C) и поэтому его предварительно подогревают рудничным воздухом в специальном воздухоподогревателе. Расширяясь в первом двигателе, воздух отдает часть энергии, затем вновь подогревается и поступает в цилиндр второго двигателя. Ступенчатое расширение с промежуточным обогревом применяют для повышения к. п. д. локомотива и предотвращения замерзания водяных паров при расширении воздуха. Число ступеней расширения зависит от назначения локомотива. Воздуховозы с большим радиусом действия имеют три или четыре ступени, маневровые — две ступени расширения. В первом случае один или оба двигателя представляют собой поршневую машину двойного действия, у которой воздух расширяется с обеих сторон поршня поочередно. Площади поршней одноцилиндровых двигателей подбирают таким образом, чтобы усилия на штоках были одинаковы. Штоки поршней связаны с приводными колесными парами посредством кривошипно-

шатунного механизма. Распределение воздуха, регулирование степени наполнения цилиндров и реверсирование хода локомотива осуществляют распределительным механизмом аналогично паровозу.

Многоцилиндровые двигатели имеют четыре-шесть цилиндров (расположенных звездообразно или вертикально), работающих на один коленчатый вал. Воздух поступает в цилиндры под давлением 30—40 кг/см². Крутящий момент от коленчатого вала передается через коробку передач и далее цепной передачей к колесным парам. Применение таких двигателей позволяет сделать ход воздухопровода более равномерным, увеличить пространство для установки аккумулирующих баллонов.

Мощность современных воздухопроводов достигает 70 л. с., радиус действия 7 км, средняя скорость движения 9 км/ч, расход воздуха на 1 Т·км составляет 0,8—1 м³.

Достоинства воздухопроводов: полная взрывобезопасность, значительная перегрузочная способность, незначительная продолжительность зарядки, подсевание атмосферы при работе в глухих забоях. Недостатки: низкий к. п. д., большой расход воздуха, наличие дорогостоящего компрессорного оборудования.

Воздухопроводы применяют на шахтах, опасных по газу или пыли, на главных откаточных выработках, на вентиляционных горизонтах, в глухих забоях подготовительных выработок.

Широкое распространение воздухопроводы получили в Чехословакии и ФРГ. В СССР воздухопроводы не выпускают. На шахтах Центрального Донбасса эксплуатируют воздухопроводы BVD-35 чехословацкого производства.

III. Гировозы

Гировоз — локомотив, у которого в качестве аккумулятора энергии и двигателя используют вращающийся маховик.

Маховик гировоза представляет собой массивный диск весом до 2 Т, изготовленный из легированной стали. Он установлен на вертикальной оси и помещен в корпус, который крепится к раме локомотива. Раскручивание маховика (зарядку кинетической энергией) осуществляют на остановках сжатым воздухом от пневмосети, электрической энергией от кабельной сети либо гидротурбиной от силовых водоводов (на гидрошахтах). У отечественных гировозов ГР-4, ГР-5 (рис. 28.3) зарядку маховика осуществляют пневмодвигателем, установленным на корпусе маховика совместно с редуктором, а передачу механической энергии к колесным парам — при помощи коробки передач. На некоторых гировозах зарубежных конструкций гидропривод представляет собой агрегат, состоящий из маховика и электрической машины, смонтированных на общем валу и заключенных в общий корпус. Во время зарядки электрическая машина работает как двигатель, а во время тягового режима — в качестве генератора, питающего тяговые двигатели. Кожух такого привода заполняют разреженным водородом для охлаждения двигателя и уменьшения потерь на трение. Такая система характеризуется более совершенным регулированием скорости, малыми потерями, надежной передачей вращающего момента от маховика к тяговым колесам.

Основное достоинство гировозов — взрывобезопасность (при пневмо- и гидроразрядке). Недостатки: малый пробег и отсутствие постоянной готовности к действию.

Практическое использование транспортных машин с инерционно-кинетическим аккумулятором энергии началось недавно. Первый опытный образец гировоза был создан в 1957 г. Дружковским машиностроительным заводом. В настоящее время ежегодный выпуск гировозов составляет 100 шт.

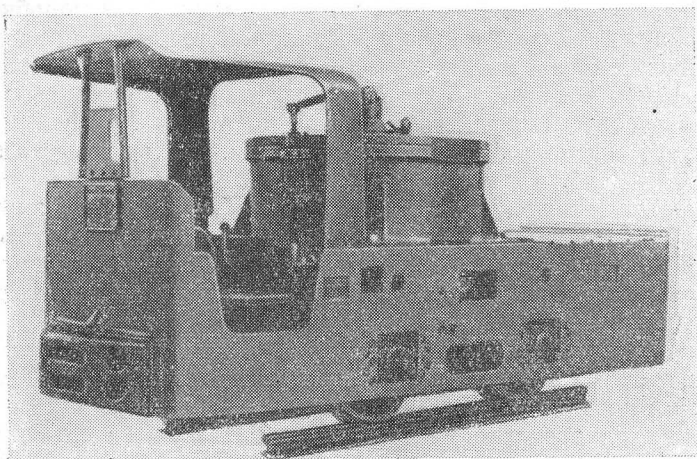


Рис. 28.3. Гировоз

Гировозы применяют на вентиляционных горизонтах шахт, опасных по газу или пыли. На шахтах Центрального Донбасса в 1966 г. эксплуатировалось около 400 машин.

Перспективы применения гировозов — транспорт на вентиляционных горизонтах угольных шахт, вспомогательный транспорт на гидрошахтах, транспорт на шахтах-новостройках.

IV. Бункерные поезда

Бункерный поезд (рис. 28.4) — транспортный агрегат, позволяющий производить погрузку материала без маневровых работ. В качестве емкости у бункерных поездов используют сплошной желоб, состоящий из шарнирно соединенных секций или отдельных вагонеток. По способу размещения горной массы по желобу бункерные поезда разделяют на конвейерные, вибрационные и скреперные.

Конвейерные бункерные поезда загружают погрузочной машиной с одного конца, а встроенный в днище цепной конвейер равномерно распределяет горную массу по длине желоба. Разгрузку бункерного поезда производят также донным конвейером в бункер между рельсами или на отвал. Привод конвейера может быть электрическим или пневматическим.

В Швеции при проходке выработок используют поезда, состоящие из отдельных вагонеток с открытыми торцами и встроенным в днище цепным конвейером. Погрузочная машина осуществляет погрузку с торца первой вагонетки. Для перегрузки материала из одной вагонетки в другую один конец кузова вагонетки поднимают гидродомкратами (рис. 28.5). Насос гидросистемы и донный конвейер приводятся пневмодвигателями.

Конструкция сцепного устройства позволяет разгружать вагонетки в междурельсовое пространство без расцепки. Емкость состава из трех вагонеток достигает 30 м^3 .

Вибрационные бункерные поезда загружаются и разгружаются благодаря направленной вибрации днищ секций.

У скреперных бункерных поездов для размещения материала по емкости и для разгрузки используют скрепер, движущийся по специальным направляющим в верхней части бункера или непосредственно по его

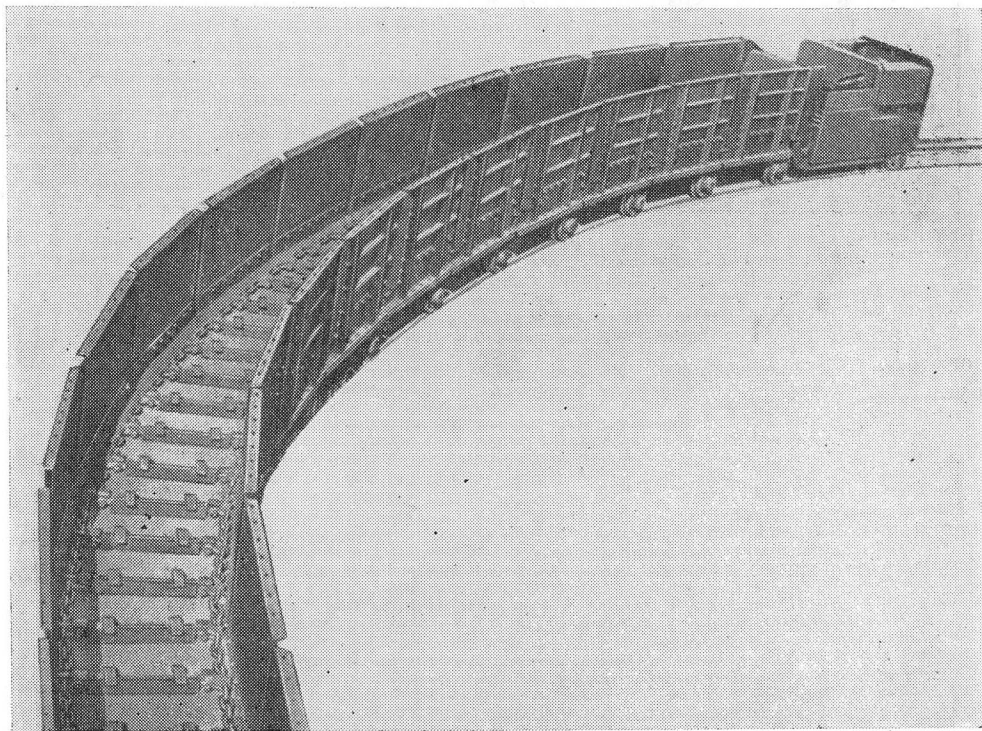


Рис. 28.4. Бункерный поезд

днищу. Скреперный бункер-поезд может состоять из отдельных вагонеток. При этом промежутки между вагонетками перекрывают мостиками, на уровне которых устанавливают направляющие рельсы для скрепера. При загрузке скреперный блок устанавливают у забоя, а переднюю вагонетку оборудуют наклонным полком. Такие бункерные поезда могут разгружаться как обычный состав. Производительность загрузки и разгрузки скреперных бункерных поездов ниже, чем конвейерных. Откатку бункерных поездов осуществляют локомотивами.

Основное достоинство бункерных поездов заключается в возможности непрерывной уборки в емкость поезда значительной части или всего объема горной массы, отбитой за цикл. Это позволяет наиболее эффективно использовать погрузочные машины при проходке штреков, длинных штолен и тоннелей. Общими недостатками бункерных поездов являются:

громоздкость и сложность конструкции, значительные затраты времени при монтаже.

Бункерные поезда получили распространение в США, ФРГ, Италии, Финляндии. Первый отечественный бункер-поезд прошел промышленные испытания в 1961—1962 гг. на шахте «Саксагань» в Кривом Роге.

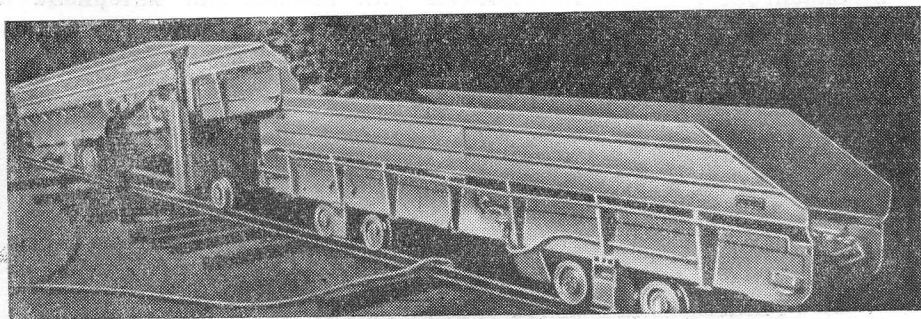


Рис. 28.5. Загрузка вагонеток типа HRST

Помимо горнопроходческих работ бункерные поезда могут использоваться для транспортирования полезного ископаемого от погрузочных пунктов лав, а также вспомогательного оборудования и материалов.

§ 28.2. КАРЬЕРНАЯ ТЯГА

І. Паровозы

Паровоз состоит из котла, паровой машины и экипажной части. Образующийся в котле пар поступает в цилиндры паровой машины. Паровая машина паровоза представляет собой поршневую машину двойного действия. Для впуска пара попеременно в ту и другую полость цилиндра, регулирования степени наполнения цилиндров (силы тяги паровоза), а также для изменения направления движения паровоза служит парораспределительный механизм. Посредством кривошипно-шатунного механизма возвратно-поступательное движение поршня преобразуется во вращательное движение колес. Колесные пары, непосредственно связанные с поршнем, называются ведущими, а колесные пары, соединенные с ведущими при помощи дышел, носят название спаренных.

Запасы воды и топлива, необходимые для питания котла, помещаются в тендере, который прицеплен сзади паровоза. В некоторых сериях паровозов тендер располагается на самом паровозе. Такие локомотивы называют танк-паровозами.

Паровозы различают по ширине колеи, числу и расположению осей, системе машины, роду пара. Условиями работы в карьерах в наибольшей степени отвечают паровозы серии Э (рис. 28.6) с колесной формулой 0—5—0. Они развивают значительную силу тяги, хорошо вписываются в кривые сравнительно небольших радиусов, достаточно маневренны.

Основное преимущество паровоза — наличие собственной паросиловой установки, что делает его относительно независимым от источника питания. Наряду с этим, паровозам присущи следующие недостатки:

низкий к. п. д. (6—7%), резкое падение скорости при увеличении подъема пути, снижение эффективности применения в зимних условиях, расход топлива для поддержания готовности к работе.

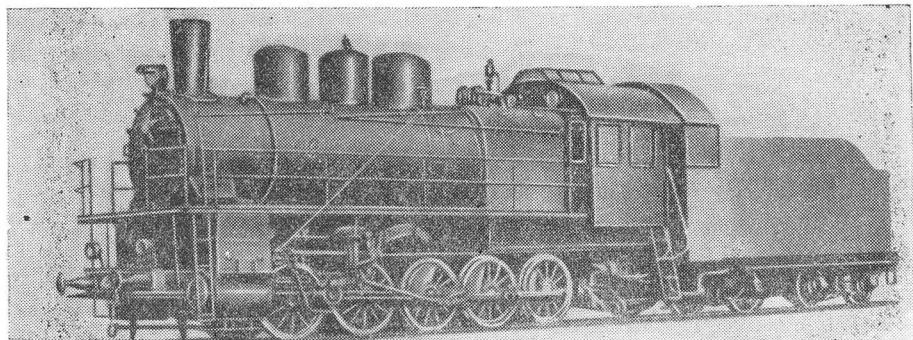


Рис. 28.6. Паровоз

Применение паровозов в некоторой степени целесообразно в период строительства карьеров, когда существенна их автономность. Однако и в этих условиях паровозы заменяются тепловозами. Выпуск паровозов в СССР прекращен в 1957 г.

II. Дизель-электровозы

Дизель-электровоз — это контактный электровоз с дизель-генераторной установкой. На электрифицированных участках пути такой локомотив работает как обычный электровоз, а на участках, не оборудованных контактной сетью (под экскаватором и на отвале), как тепловоз с электрической передачей. Для перехода с одного режима на другой достаточно повернуть рукоятку переключения питания, при этом одновременно опускается или поднимается токоприемник.

Как правило, мощность дизель-генераторной установки значительно меньше суммарной мощности тяговых электродвигателей и поэтому скорость локомотива при движении по неэлектрифицированным путям и максимальной силе тяги также меньше, чем при работе локомотива под контактным проводом.

Транспорт дизель-электровозами позволяет устранить неудобства, возникающие при эксплуатации контактных электровозов, т. е. отпадает необходимость постоянной передвигки контактной сети. Кроме этого, создаются благоприятные условия для погрузки горной массы и перехода экскаватора из забоя в забой. Недостатками дизель-электровозов являются: более сложная эксплуатация и необходимость квалифицированного обслуживания и ремонта. Эксплуатационные расходы при транспорте дизель-электровозами несколько выше из-за применения дизельного топлива.

Впервые дизель-электровозы получили распространение в США, где зарекомендовали себя надежными и удобными в эксплуатации. В СССР намечается применение дизель-электровозов завода «Ганц Баймлер» (ГДР), которые в настоящее время проходят эксплуатационные испытания.

Эти локомотивы (рис. 28.7) рассчитаны на питание однофазным переменным током напряжением 10 кВ от верхнего или бокового контактного провода или от установленных на них дизель-генераторов.

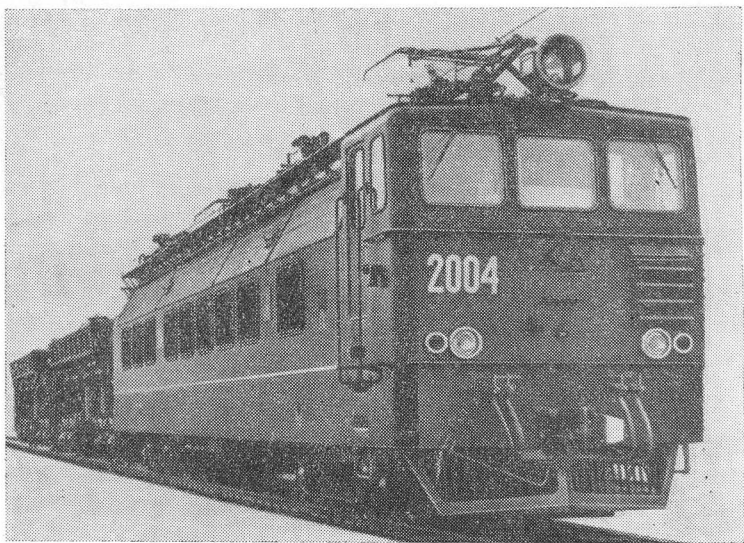


Рис. 28.7. Дизель-электровоз с моторными думпками (ГДР)

III. Самоходные вагоны

Экономическая целесообразность разработки месторождений, залегающих на глубине 200—500 м, обеспечивается только при увеличении подъемов выездных путей до 60—80‰.

В этих условиях целесообразно применение самоходных вагонов, оборудованных тяговыми двигателями. Они объединяют в себе конструкцию электровоза и вагона (чаще всего думпкара). Наряду с грузонесущим кузовом, самоходные вагоны имеют тяговое оборудование, аппаратуру управления, токоприемник, кабину управления электрическим и пневматическим оборудованием. Тяговые двигатели установлены на каждой оси вагона.

Движение может осуществляться как одиночными вагонами, так и поездами. Движение одиночными вагонами на большинстве карьеров не приемлемо из-за ограниченной пропускной способности железнодорожных путей. Поезд в зависимости от величины подъема пути может быть составлен только из самоходных вагонов или из секций, каждая из которых состоит из одного самоходного вагона и нескольких прицепных. Управление поездом осуществляют по системе многих единиц.

Преимущества транспорта самоходными вагонами: способность преодолевать подъемы до 80—100‰; уменьшение количества металла, потребного для транспортных средств, ввиду того, что необходимый сцепной вес создается в основном за счет транспортируемого груза; существенное снижение длины выездных траншей, длины откатки и количества подвижного состава по сравнению с электровозным транспортом; снижение расхода электроэнергии за счет отсутствия электровоза, на преодоление

сопротивления движению которого бесполезно затрачивается значительное количество электроэнергии; снижение стоимости горных работ по вскрытию месторождений вследствие увеличения руководящих подъемов; уменьшение количества тупиковых заездов, что существенно сокращает время оборота состава.

Недостатком самоходных вагонов является некоторое усложнение эксплуатации.

Удобным в эксплуатации зарекомендовал себя тяговый агрегат завода «Ганц Баймлер» (рис. 28.7), состоящий из двух моторных думпкаров, которые получают питание и управляются с электровоза. Этот тяговый агрегат является самым мощным промышленным локомотивом в мире. Он имеет 12 тяговых двигателей суммарной часовой мощностью 4920 *квт* и рассчитан на работу на линиях с подъемом до 60—70‰.

Литература к гл. 28: 47, 67, 86, 87, 98, 132, 162.

САМОХОДНЫЕ ВАГОНЫ И АВТОТРАНСПОРТ

ГЛАВА 29

САМОХОДНЫЕ ВАГОНЫ

§ 29.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Шахтный самоходный вагон состоит (рис. 29.1, а) из бункер-кузова 1 (со встроенным в его днище конвейером 2), смонтированного на самоходном шасси 3.

При погрузке горная масса направляется погрузочным агрегатом в широкую загрузочную часть кузова. По мере заполнения периодически

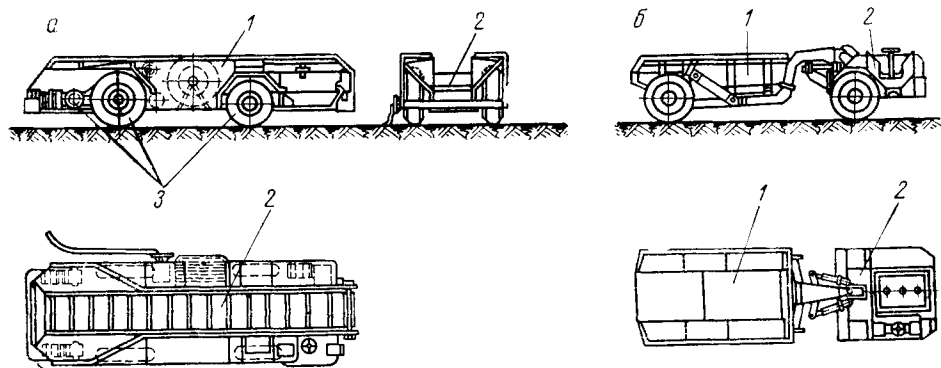


Рис. 29.1. Схемы самоходных вагонов:

а — шахтный самоходный вагон; б — челночный самосвал, 1 — кузов, 2 — одноосный тягач

включается конвейер, протягивающий груз в кузове от загрузочной части к более узкой — разгрузочной. После заполнения кузова вагон движется к пункту разгрузки, разгружается при помощи конвейера, возвращается в забой, и цикл повторяется. Движение вагона происходит без разворотов в шахтных выработках (под погрузку вагон всегда движется загрузочным концом вперед), поэтому самоходные вагоны иногда называют челночными вагонами. Иногда вместо кузова с конвейером вагоны могут иметь опрокидной кузов. В этом случае они представляют собой челночные самосвалы (рис. 29.1, б).

Вагоны классифицируют по следующим признакам:

по назначению — угольные (для мягких пород — уголь, сланцы, соли, гипс и т. д.); рудные (для абразивных пород — руды цветных и черных металлов, скальные породы);

по типу разгрузки — с донным конвейером (собственно самоходные вагоны, рис. 29.1, а); с опрокидным кузовом (челночные самосвалы, рис. 29.1, б);

по высоте разгрузки — с постоянной высотой (рис. 29.1, а); с регулируемой высотой, когда при перегрузке в рельсовые вагонетки или на конвейер разгрузочный конец конвейера приподнимается;

по количеству колес — с четырьмя; с шестью; с восемью;

по типу привода — электрические (постоянного тока с кабельным, троллейным или аккумуляторным питанием либо переменного тока с кабельным питанием); дизельные (механическая, гидравлическая или электрическая передача момента к ведущим колесам);

по исполнению электрооборудования — с нормальным; с рудничным взрывобезопасным.

Вагоны применяют для сыпучих грузов любой крупности, твердости и влажности. Максимальный размер куска не более 0,6—0,7 м. Для кабельных вагонов длина откатки до 300—400 м. Производительность одного 20-тонного вагона при такой длине достигает 400—500 т в смену. Предельные углы подъема пути 12—15°. Минимальные радиусы закруглений выработок, по которым могут двигаться вагоны, до 9—10 м. Минимальная высота выработок до 0,8 м.

Достоинства: высокая производительность, высокая маневренность (малые радиусы, большие подъемы), отсутствие транспортного стационарного оборудования в выработках (рельсы, лебедки, канаты и т. п.).

Недостатки: высокая стоимость, сложность конструкции, трудоемкость ремонта, быстрый износ шин.

В СССР вагоны применяют на очистных работах в рудной промышленности при камерной и камерно-столбовой системах разработки (рис. 29.4), где более перспективны самосвалы, производство которых осваивается нашими заводами. В угольной промышленности США самоходные вагоны — основной вид транспорта на эксплуатационном участке. Широко применяются они при проведении выработок.

§ 29.2. УСТРОЙСТВО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Кузов с конвейером. Для любых грузов применяют, как правило, скребковый двухцепной конвейер с пластинчатыми цепями. Шаг цепей 65—80 мм, шаг скребков 350—400 мм. Для увеличения полезного объема кузова конвейер стремятся делать минимальной высоты. Скорость цепи 0,1—0,2 м/сек, редко до 0,35 м/сек. Более высокие скорости не дают уменьшения времени разгрузки, так как при этом начинается интенсивное перемешивание груза в кузове.

Приводом конвейера обычно служит отдельный электродвигатель (редко — два), устанавливаемый у приводного вала конвейера. Применяют двигатели двухскоростные на переменном токе или с шунтовой обмоткой на постоянном. Включение конвейера производится фрикционной муфтой; это предохраняет от поломок детали конвейера. В большинстве конструкций двигатель конвейера используют одновременно и для привода масляных насосов рулевого управления, тормозов, кабельного барабана и т. д. В этом случае насосы вращаются от постоянно включенного двигателя, а конвейер при помощи фрикционной муфты подключается к двигателю в моменты погрузочно-разгрузочных операций. В вагонах с дизельным приводом отбор мощности на конвейер происходит от раздаточной коробки при помощи карданной передачи.

Ходовая часть (шасси) вагонов состоит из рамы, ведущих и направляющих мостов, привода ходовой части, рулевого и тормозного

управлений, кабины, кабельного барабана или источника энергии (в виде дизельной, дизельно-генераторной или аккумуляторной установки) (рис. 29.2).

Рама вагона представляет собой сварную металлоконструкцию, связывающую в одно целое кузов с конвейером и мосты. На раме монтируется все оборудование вагона при помощи специальных подрамников. В передней части рамы проходит приводной вал конвейера, в задней — натяжной вал. Мосты крепятся к раме в специальных щеках: задний мост крепится жестко с обоих боков рамы, а передний только в одной точке — посередине рамы. Таким образом, вагон всегда имеет три точки опоры: два задних колеса и баланси́р передней оси. Это придает устойчивость при езде.

Передний и задний концы рамы несут массивные буфера, предохраняющие оборудование вагона от ударов.

Передний мост самоходных вагонов всегда является направляющим (поворотным). Колеса переднего моста крепятся к баланси́рной балке при помощи поворотных кулаков и цапф, что позволяет им поворачиваться в горизонтальной плоскости, изменяя направление движения вагона. Поворотные кулаки связаны с рулевым управлением тягами; между собой оба колеса направляющего моста связывает рулевая трапеция. Для увеличения тягового усилия в ряде случаев вагоны выполняются со всеми ведущими колесами, т. е. передний мост является одновременно и направляющим, и ведущим. Тогда конструкция колес его аналогична колесам задних мостов. Пример такого колеса заднего моста показан на рис. 29.3. Конструкция характерна для большинства вагонов фирмы «Джой» (США) — 10-SC; 14-RC; 20-RC и др. Червячный вал 2 получает вращение от электродвигателя ходовой части через зубчатую муфту 1. Червячное колесо 3, помещенное в неподвижном относительно рамы корпусе 4, вращает полувал шарнира 5 равных угловых скоростей. Второй полувал шарнира передает вращение центральной шестерне 6 планетарного редуктора 7—8, размещенного в корпусе 10 колесного редуктора. На диск 9 этого редуктора надевается обод колеса с шиной. Корпус 10 с планетарным редуктором при помощи двух поворотных шкворней 11 сверху и снизу соединяется с неподвижным корпусом 4 и при помощи верхнего шарового пальца может качаться в горизонтальной плоскости. К шаровому пальцу присоединяется тяга рулевого управления, которая сообщает качание колесу при повороте.

При двух ведущих мостах через вагон (рис. 29.2) проходит карданный вал, который передает вращение редуктору переднего колеса.

Очень часто задний мост самоходных вагонов нет необходимости изготавливать поворотным. При этом колеса крепятся на жесткой (неповоротной) оси к раме вагона, а вращение на них передается при помощи цепной передачи от редуктора ходовой части.

Наиболее важной частью самоходных вагонов являются шины. Обычные автомобильные шины не приспособлены для работы в тяжелых условиях шахт. Плохое состояние дорог и почвы выработок, большие нагрузки на шины являются причиной снижения срока их службы. Поэтому на самоходных вагонах стремятся применять специальные шины особой прочности. Она создается за счет увеличения слоев корда, применения усиленного металлического корда. Для лучшего сцепления шин с почвой на них делают специальный профиль. Прочные грунтозацепы рассчитаны

на движение по скальным основаниям. Давление воздуха в шинах составляет 5—7 ат.

Шины выходят из строя в большинстве случаев не из-за износа, а по причинам аварийного характера: проколы, порезы, порывы и т. д. Срок службы их в рудниках с абразивным полезным ископаемым не превышает 400—500 смен.

Привод ведущего моста состоит из двух двигателей (по одному на колесо), ходовых редукторов и цепных передач, а при двух ведущих

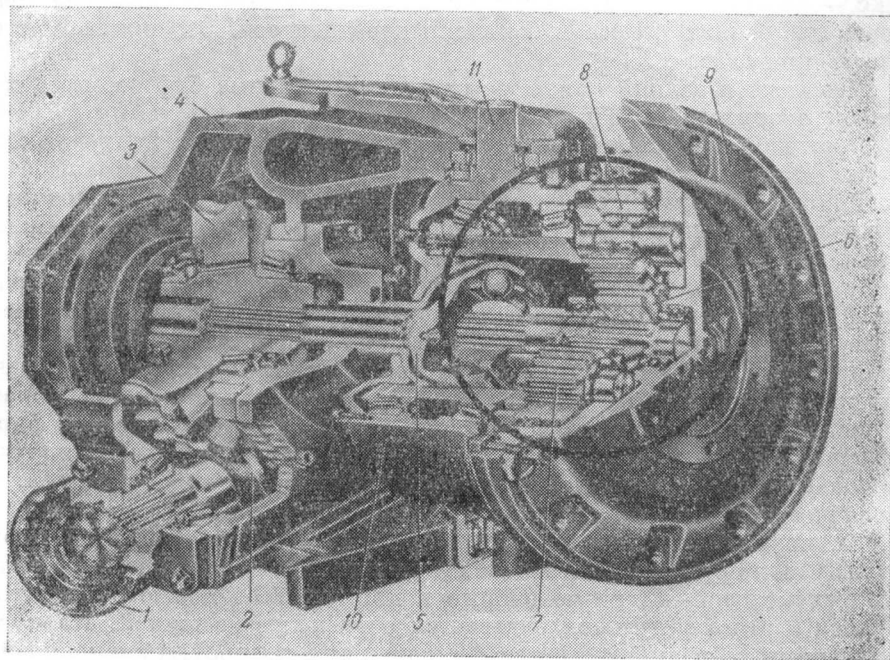


Рис. 29.3. Разрез ведущего колеса

мостах каждый двигатель через ходовой редуктор и карданные передачи приводит во вращение оба колеса на одной стороне вагона.

Основной тип применяемых электродвигателей — серийные двигатели постоянного тока. При кабельном питании перспективен асинхронный многоскоростной двигатель с повышенным скольжением (последнее необходимо для прохода по кривым, когда скорости вращения колес на разных сторонах вагона заметно отличаются).

Рулевое управление большинства самоходных вагонов гидравлическое. Поворот рулевого колеса в кабине водителя переключает золотник рулевого управления. При этом жидкость от гидронасоса поступает в ту или иную полость силового цилиндра рулевого управления и производит поворот колес.

Поворот задних и передних колес при двух направляющих мостах происходит синхронно при помощи рычагов и тяг, соединяющих рулевые трапеции обоих мостов (рис. 29.2).

Тормозное управление вагонов состоит из двух систем: стояночного (ручного) тормоза и ходовых тормозов. Стояночный тормоз служит для удержания вагона на уклоне при длительной его стоянке, а также для аварийного торможения. Рукояткой из кабины водитель воздействует на колодки, сжимающие диск или барабан на одном из валов трансмиссии. Реже стояночный тормоз связан с колодками в колесах вагона.

Ходовые тормоза в большинстве случаев располагаются в колесах, где тормозные колодки удерживают при торможении барабан ходового колеса. Иногда ходовые тормоза устанавливаются на одном из валов ходового редуктора. Во всех случаях привод ходовых тормозов гидравлический.

Кабина, из которой осуществляется управление вагоном, оборудуется колонкой с рулевым колесом, сдвоенными педалями движения и торможения, рукояткой управления конвейером и рукоятками включения вспомогательного оборудования: насоса, освещения, сигнала и т. д. На щитке управления имеются приборы, показывающие давление и наличие масла, наличие топлива, температуру воды (для дизельных вагонов) и т. д. Два обращенных друг к другу сиденья позволяют водителю всегда находиться лицом в сторону движения.

Для питания энергией от шахтной электросети на вагонах устанавливается кабельный барабан, выполненный в виде катушки, на которую наматывается питающий кабель. Один конец кабеля подсоединяется к источнику питания, а другой (внутри кабельного барабана) к подвижным кольцам токопроводящего устройства. Неподвижные кольца сидят на оси барабана и соединены с электрооборудованием вагона.

Для более плотной укладки кабеля в 6—10 слоев на барабане применяется кабелеукладочный механизм.

У вагонов с дизельным приводом и механической передачей вращение ведущих колес и приводного вала конвейера осуществляется при помощи карданных передач от раздаточной коробки. Между колесами одной оси устанавливают дифференциалы.

В дизель-электрических и дизель-гидравлических системах дизель вращает генератор постоянного тока или гидронасос. На приводах ведущих колес и конвейера устанавливаются индивидуальные двигатели постоянного тока или гидродвигатели.

Преимущество дизельного привода — неограниченный радиус действия и отсутствие кабельного или аккумуляторного хозяйства. Пока этот привод не получил распространения из-за отсутствия эффективных схем газоочистки (см. § 28.1).

§ 29.3. ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ САМОХОДНЫХ ВАГОНОВ

В табл. 29.1 даны параметры современных отечественных вагонов.

Типоразмер определяется грузоподъемностью (5, 10, 15 и 20 Т). Каждый типоразмер может иметь модификации в соответствии с классификацией, приведенной в § 29.1. Кроме того, вагоны могут иметь несколько схем конструктивного исполнения: один или два поворотных моста — в зависимости от требуемых радиусов поворота; один или два ведущих моста — в зависимости от требуемых углов наклона шахтных дорог и от величины коэффициента сцепления колес с почвой; левое или правое расположение кабины по ходу движения на разгрузку (и соответственно правое или левое расположение кабельного барабана или

Таблица 29.1

Типаж шахтных самоходных вагонов

Типоразмер	Номинальная грузоподъемность, Т	Особые размеры, мм, не более				Емкость кузова, м³		Вес машины, Т	Скорость движения, км/ч		Емкость кабельного барабана, м		Подъем пути, град	Минимальный радиус поворота по внешнему габариту, м
		длина	ширина	высота		базовой модели	модификации		с грузом	без груза	на постоянном токе	на переменном токе		
				базовой модели	модификации									
I	5	6500	1900	1250/1400*		2,5/4,0		6,5	4,0	6,0	140	90	6	8,0
II	10	7200	2400	1380/1450; 1650		6,3/7,1; 10,0		11,5	7,0	10,0	220	150	12—7**	8,5
III	15	8000	2500	1650/1750		8,0/10,0		15,5	7,0	10,0	220	150	12—7**	9,0
IV	20	8100	2900	1000/2200		11,0/14,0		20,5	8,0	10,0	220	150	12—7**	9,0

Примечание. * В числителе значение для базовой модели, в знаменателе — для модификации.

** 12° — при всех ведущих колесах; 7° — при половине ведущих колес.

Таблица 29.2

Технические характеристики некоторых зарубежных самоходных вагонов

Параметры	Тип вагона					
	С-60 фирмы «Джой»	10-SC фирмы «Джой»	14-RC фирмы «Джой»	20-SC фирмы «Джой»	ПР-8 к фирмы «Зальц- гиттер»	ПР-8л фирмы «Зальцгиттер»
Грузоподъемность, Т	10	5—15	15	18	14	14
Длина вагона, мм	7400	7260	7900	8230—9100	7730	7730
Ширина вагона, мм	2360	2290; 2490	2390	2810	2800	2460
Ширина конвейера, мм	1000	914; 1120	915	1220	1000	1000
Высота базовая, мм	1400	1090; 1220; 1370	1440	1584—1675	1700	1700
Клиренс, мм	190	2000; 270	318	330	300	300
Скорость движения, км/ч:						
с грузом	2,8	6,3	5,3	—	8	8
без груза	3,5	7,1	6,9	до 20 км/час	10	10
Наибольший уклон пути, град	8	—	18	—	—	—
Тяговые двигатели	2×15 л. с.	2×25 л. с.	2×25 л. с.	Дизельные двигатели мощностью от 68 до 135 л. с.	2×25 кет	2×25 кет
Двигатели конвейера	1×15 л. с.	2×10 л. с.	1×15 л. с.	—	1×18 кет	1×18 кет
Длина питающего кабеля, м	220	220	150	—	140 м	Дизель-генераторная установка. Дизель мощностью 92 л. с.
Вес вагона, Т	12	7—13	—	—	15,5	16

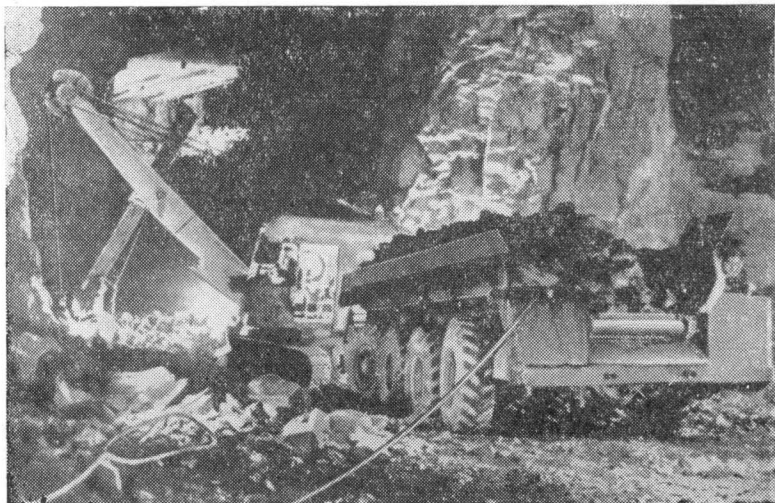


Рис. 29.4. Вагон самоходный BC20M на Джезказганском руднике

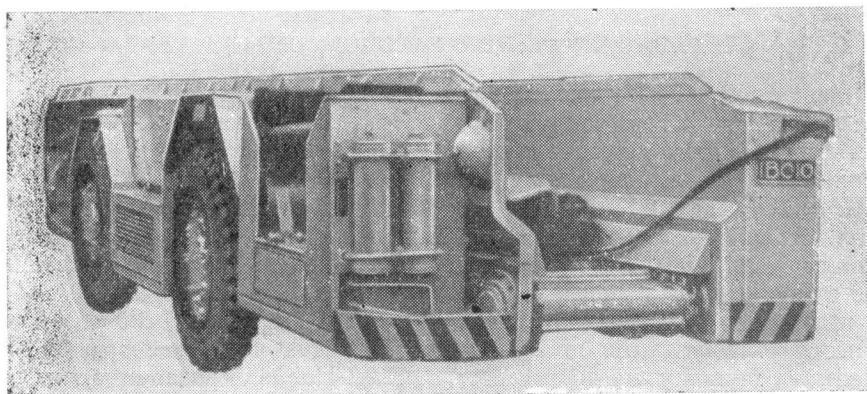


Рис. 29.5. Самоходный вагон IBC-10

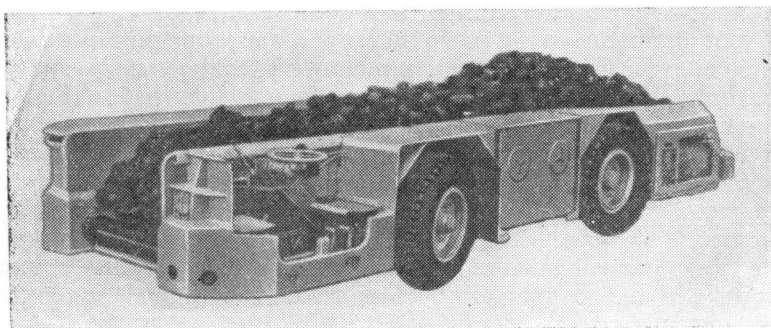


Рис. 29.6. Самоходный дизель-электрический вагон грузоподъемностью 14 Т фирмы «ANF» (Франция)

дизельного двигателя) — для удобства работы нескольких самоходных вагонов. Электрооборудование вагонов может быть постоянного или переменного тока.

Технические характеристики некоторых зарубежных вагонов приведены в табл. 29.2.

Основными задачами улучшения конструкций являются создание большегрузных малогабаритных типов вагонов (для повышения полезной емкости вагона), применение привода на переменном токе (для повышения взрывобезопасности) и дизельного привода, повышение скорости движения, в связи с чем необходимо вводить подрессоривание вагонов;

§ 29.4. РАСЧЕТ

Расчет вагонов с электроприводом аналогичен расчету шахтной электровозной откатки (§ 25.5) и автомобильного транспорта (§ 30.5).

При определении времени пауз время погрузки можно принимать по технической (паспортной) производительности погрузочной машины (20—30 сек на 1 *T* грузоподъемности); время разгрузки 85—180 сек (зависит от вида груза и скорости движения цепи); время маневров под погрузкой 15—35 сек. Коэффициент сцепления ведущих колес с почвой и коэффициент сопротивления движению принимают по § 30.5.

§ 29.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВАГОНОВ, ОХРАНА ТРУДА

Эксплуатация. Перед выездом машинист проверяет нормальную работу рулевого и тормозного управлений, кабельного барабана, целостность кабеля и шин. После окончания работ вагон отводится в депо или в безопасное при ведении взрывных работ место.

При вступлении на смену ежедневно машинист проводит осмотр вагона. Регулировка и смазка узлов производятся согласно инструкции по эксплуатации и карте смазки. Текущие ремонты осуществляются 1 раз в месяц, капитальные — 1 раз в год (или после 6—8 тыс. км пробега или после 100—120 тыс. *T* перевезенного груза). Особое внимание уделяется эксплуатации шин и кабеля, тщательному осмотру их, своевременному ремонту, вулканизации, замене. После определенного периода работы шины подлежат перестановке с ведущих колес на ведомые и наоборот согласно схеме в инструкции по эксплуатации.

Охрана труда. Основные случаи травматизма: поражение электрическим током, отравление выхлопными газами дизельных вагонов, удары кабелем или попавшими на него посторонними предметами людей, находящихся вблизи вагона, удары кусками груза при погрузке или разгрузке вагонов, травмы при производстве ремонтных работ и смене изношенных шин.

Для самоходных вагонов действуют Правила безопасности, установленные для шахтных электровозов. Так как на некоторых вагонах рабочее напряжение 550 и 660 в, водители должны иметь допуск к работе на установках с напряжением до 1000 в. Пункты разгрузки должны иметь ограждения для пылеподавления, необходимое освещение, специальные ограждения для предотвращения съезда вагонов в рудоспуски, на конвейер, на перегрузатель и т. д.

Необходимо строго соблюдать правила движения вагонов. В кольцевых выработках езда разрешается только в одну сторону. Объезд должен

осуществляться в местах, предназначенных для разминок. На поворотах и пересечениях выработок необходима установка специальных сигналов. Перед заездом на погрузку необходимо осмотреть дорогу, убрать посторонние предметы, проверить целостность кабеля.

§ 29.6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты включают стоимость вагона и питающей подстанции. Например, для двух двадцатитонных кабельных вагонов капитальные затраты равны 65—70 тыс. руб. (90—92% — стоимость вагонов, 8—10% — подстанция и кабельные коммуникации).

Эксплуатационные расходы. На две камеры штат в добычную смену состоит из водителей вагонов (по одному на вагон) и электрослесаря, в ремонтную — трех слесарей. Срок службы шин 600—800 смен, кабеля — один год, а в шахтах с абразивным полезным ископаемым указанные сроки службы сокращаются в 1,5—1,8 раза. Для двух двадцатитонных кабельных вагонов в условиях Джезказганского рудника, например, эксплуатационные расходы на один вагон составят 20—22 тыс. руб. в год [30—35% — заработная плата, 50—55% — амортизация, 8—10% — материалы (шины, кабель, смазка), 5—8% — электроэнергия].

Себестоимость транспортирования и погрузки для условий Джезказгана (экскаваторная погрузка и доставка на расстояние 200—300 м) составляет 0,1—0,12 руб.: она снижается при повышении производительности и растет при увеличении длины доставки.

Литература к гл. 29: 5, 101, 103, 174.

ГЛАВА 30

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

§ 30.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Подвижной состав классифицируют по следующим признакам:

по размещению грузонесущего кузова — самосвалы (рис. 30.1, а), у которых кузов размещается на шасси автомобиля и весь вес передается на колеса автомобиля; прицепы (рис. 30.1, б), у которых кузов размещается на ходовых колесах и вес кузова не передается на колеса автомобиля; полуприцепы (рис. 30.1, в), у которых на колеса автомобиля передается часть веса кузова;

по способу разгрузки — назад (рис. 30.1, а); вперед (рис. 30.1, г); на обе стороны и назад; на одну или на обе стороны; под кузов (рис. 30.1, б); назад или на стороны с предварительным подъемом кузова;

по виду привода — автомобили (с двигателем внутреннего сгорания); троллейбусы (с электродвигателем, питающимся от контактной сети — рис. 30.1, д); дизель-троллейбусы (с дизельным приводом в забоях и с электрическим — по остальным участкам).

Автотранспорт может перевозить любые грузы. Производительность автоединицы достигает 500 м³ в смену, длина транспортирования

до 5—6 км, радиусы поворота до 15—20 м, преодолеваемый уклон до 80—100‰.

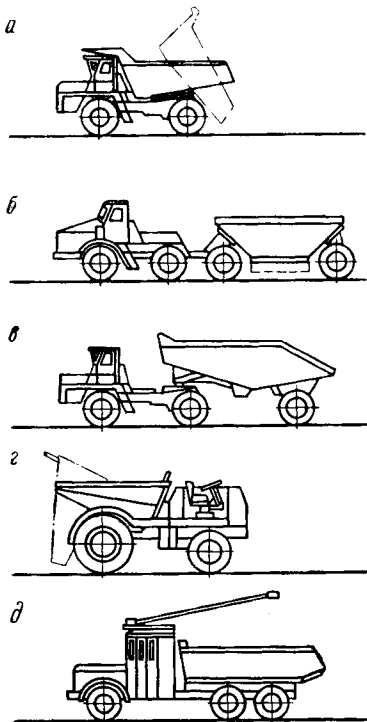
Общие достоинства автотранспорта: высокая маневренность; значительные уклоны дорог и небольшие радиусы поворота, что снижает объем горных работ и срок строительства карьеров; малые простои экскаваторов из-за отсутствия транспорта; небольшие капитальные затраты; автономность питания; выход из строя одной автоединицы незначительно влияет на работу карьера.

Недостатки автотранспорта: ограниченность расстояний транспортирования, определяющихся экономическими соображениями; зависимость работы транспорта от привозного жидкого топлива; сложность организации топливного и смазочного хозяйства; сложность эксплуатации автомобилей в зимнее время, особенно имеющих дизельные двигатели; быстрый износ двигателей машин при постоянной работе на крутых подъемах; высокие амортизационные отчисления на 1 т·км перевезенной горной массы, сравнительно высокая себестоимость автомобильных перевозок; высокая удельная мощность двигателя на 1 т грузоподъемности и низкий к. п. д. (до 20%).

Для устранения недостатков двигателей внутреннего сгорания (потребность в жидком топливе, сложность эксплуатации зимой) были предложены троллейвозы, основные преимущества которых — простота эксплуатации и ремонта, относительно высокий коэффициент полезного действия и надежность работы в любое время года. Недостатком троллейвозов является наличие контактной сети на забойных участках карьера, что в значительной степени снижает маневренность, делая их менее мобильными по сравнению с автосамосвалами. Для устранения этого недостатка применяют дизель-троллейвозы, мощность дизеля которых невелика, так как забойные пути горизонтальны и скорость движения на этих участках незначительна.

Рис. 30.1. Подвижной состав автомобильного транспорта:

а — самосвал с задней разгрузкой; б — прицеп с донной разгрузкой; в — полуприцеп-самосвал с задней разгрузкой; г — самосвал с передней разгрузкой (дмуптор); д — троллейвоз



Автотранспорт — один из основных видов карьерного транспорта. Его применяют при ограниченных размерах залежи полезного ископаемого в плане (50—150 м); при разработке месторождений с небольшими запасами; при селективной выемке нескольких сортов или видов ископаемого; при сравнительно небольших (до 5—6 км) расстояниях транспортирования; при доработке нижних горизонтов месторождений; при строительстве новых карьеров; при разработке месторождений, расположенных далеко от магистральной железной дороги, и др.

§ 30.2. УСТРОЙСТВО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Автомобиль состоит из трех основных узлов: двигателя, шасси и кузова. В зависимости от вида топлива различают следующие типы двигателей: дизельные, работающие на тяжелом нефтетопливе (дизтопливо, соляровое масло); карбюраторные, работающие на легком нефтетопливе (бензине); газогенераторные, работающие на газе, вырабатываемом из различных сортов твердого топлива в установке, расположенной на самом автомобиле.

В карбюраторных двигателях рабочая смесь (горючего с воздухом) готовится с помощью карбюратора. Смесь поступает в цилиндр

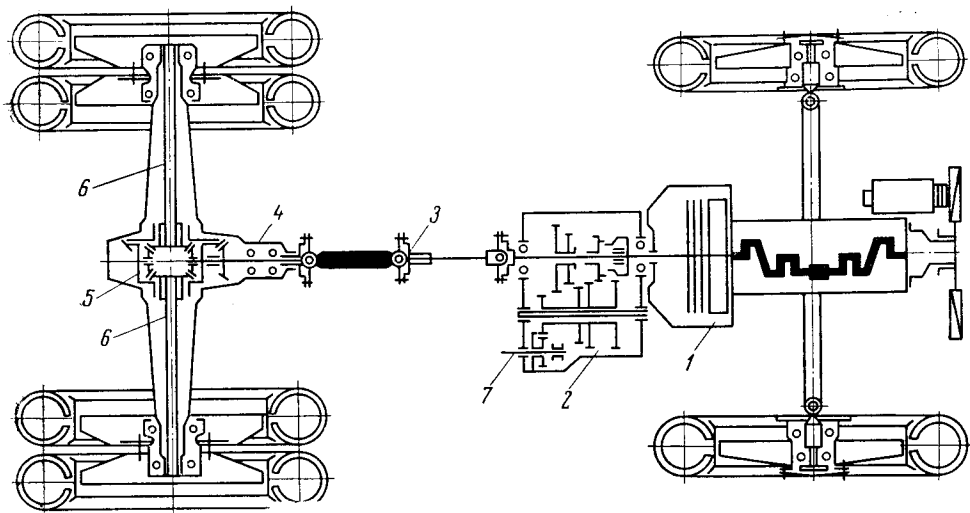


Рис. 30.2. Кинематическая схема автомобиля:

1 — сцепление; 2 — коробка передач; 3 — карданная передача; 4 — главная передача; 5 — дифференциал; 6 — полуоси; 7 — вал коробки отбора мощности

и зажигается искрой от электрической свечи. У дизельных двигателей в цилиндры поступает не готовая рабочая смесь, а отдельно воздух и тонкораспыленное топливо, воспламеняющееся под влиянием высокой температуры сжатого в цилиндрах воздуха. Вследствие применения высоких степеней сжатия дизельные двигатели расходуют топлива на единицу мощности меньше карбюраторных на 35—40%. Дизельное топливо дешевле, чем горючее для карбюраторных двигателей. На карьерах в основном применяют автомобили с дизельными двигателями.

По типу Ярославского завода автомобильных двигателей намечается изготовление дизелей трех моделей со скоростью вращения 2100 об/мин: шестицилиндровых — мощностью 180 л. с.; восьмицилиндровых — мощностью 240 л. с.; двенадцатицилиндровых — мощностью 300 л. с. При наличии наддува (повышение предварительного давления рабочей смеси в цилиндрах двигателя) мощность двигателей соответственно составит 270, 360 и 540 л. с. Больших мощностей иногда достигают установкой на автомобиле двух параллельно работающих двигателей.

В связи с постоянно увеличивающейся грузоподъемностью карьерных машин перспективны газотурбинные двигатели, использование которых

снижает вес, облегчает управление машиной, допускает использование низкосортного дизельного топлива. Газотурбинные двигатели заводятся при низких температурах (до -55°C) в течение 30 сек, двигатели компактны, отличаются большой работоспособностью. Мощность газотурбинных двигателей обычно составляет 500—600 л. с. В настоящее время для автосамосвалов созданы газотурбинные двигатели мощностью 1200 л. с. весом 16 т и объемом $0,2\text{ м}^3$ (США). Недостатками газотурбинных двигателей являются большой расход топлива и значительная стоимость по сравнению с двигателями внутреннего сгорания.

Существенного увеличения моторесурса двигателей достигают очисткой подаваемого воздуха от пыли, особенно от абразивной. На новых автосамосвалах применяют двухступенчатую систему фильтрации при помощи бумажных фильтров и др.

К шасси относятся все агрегаты для передачи вращающего момента от двигателя к ведущим колесам (силовая передача), механизм передвижения (ходовая часть) и механизм управления (рис. 30.2).

Коробка передач позволяет изменять скорость движения автомобиля и увеличивать силу тяги на ведущих колесах за счет снижения скорости движения при неизменной скорости вращения вала двигателя. Кроме того, коробка передач обеспечивает движение задним ходом, не изменяя направления вращения вала двигателя. У самосвалов БелАЗ-540 и БелАЗ-548 предусмотрены также гидротрансформаторы, обеспечивающие бесступенчатое и автоматическое изменение скорости вращения ведомого вала, что упрощает управление.

От коробки передач усилие подводится через карданную передачу к главной передаче автомобиля и дифференциалу, находящимся в ведущем мосте машины. У трехосных автомашин с двумя задними ведущими осями (КрАЗ-222, КрАЗ-256, БелАЗ-549), кроме коробки передач предусмотрена раздаточная коробка, от которой отходят две карданные передачи — каждая на одну из ведущих осей.

Главная передача выполнена в виде пары конических шестерен, служит для снижения скорости вращения, передаваемой от двигателя на ведущие колеса и обеспечивает передачу вращения с карданного вала на независимые полуоси колес.

Дифференциал состоит из системы шестерен, позволяющих каждому из ведущих колес вращаться с различной скоростью. Это необходимо при прохождении закруглений пути и неровностей, когда левые и правые колеса машины проходят за одинаковое время путь различной длины. Главная передача и дифференциал с полуосями заключены в специальный кожух, называемый ведущим мостом.

Перспективно применение для привода колес встроенных электродвигателей постоянного тока — мотор-колес. Крутящий момент от двигателя обычно передается планетарным редуктором; весь привод расположен в ступице колеса. Электродвигатель питают от генератора, приводимого во вращение дизельным или газотурбинным двигателем автосамосвала.

Установленная мощность тяговых двигателей достигает 1500 л. с. Такие автосамосвалы способны преодолевать уклоны до 150‰ , обладают повышенной надежностью, долговечностью и проходимостью, расходуют меньше топлива; работа шофера облегчается.

Ходовая часть машины представляет собой тележку, к которой крепят различные агрегаты, шасси и кузов. К ходовой части относятся: рама,

оси, колеса, рессорная подвеска. Рама служит основанием, на котором крепятся все узлы автомобиля и кузова.

Для снижения нагрузки на шины и увеличения поверхности сцепления их с дорогой задние колеса делают двухскатными. Передние колеса обычно являются только направляющими.

Рессорная подвеска и пневматические шины, устанавливаемые на ободах колес, служат для смягчения толчков. Шина состоит из камеры и покрышки. Основанием покрышки является прочный каркас из нескольких слоев прорезиненной ткани. Сверху каркас покрыт толстым слоем резины (протектором), выполняемым с рисунком различной формы, чем обеспечивается лучшее сцепление колес с дорогой.

Различают шины низкого ($1,5-2,5 \text{ кг/см}^2$) и высокого ($3-6 \text{ кг/см}^2$) давления. Применение шин низкого давления обеспечивает машинам большую проходимость. Размер шин обозначают двумя числами в дюймах — первое число обозначает ширину профиля, второе — диаметр обода колеса.

К механизму управления относится рулевое управление и система тормозов. Для большегрузных автосамосвалов, когда для поворота колес необходимо прикладывать значительные усилия, применяют гидравлический усилительный механизм. Тормоза обычно применяют пневматические.

Современные автосамосвалы оборудуют гидравлическим механизмом подъема кузова. Механизм подъема кузова состоит из коробки отбора мощности, карданной передачи, масляного насоса с краном управления, гидравлического цилиндра и системы рычагов, шарнирно соединенных с опрокидывающимся кузовом.

Кузова карьерных автосамосвалов не имеют заднего борта; выполняются двух типов — ковшового и совкового. У кузова ковшового типа днище горизонтально, а задняя часть имеет наклон вверх (КрАЗ-256, МАЗ-525). Днище кузова совкового типа наклонено вперед для понижения центра тяжести автосамосвала (БелАЗ-540, БелАЗ-548). Для обогрева кузова в зимнее время предусматривают отвод отработанных газов двигателя между двойным дном и стенками кузова.

Уменьшения веса кузова при сохранении его прочности достигают заменой черных металлов легкими сплавами. За рубежом выпускают автосамосвалы с алюминиевыми кузовами или из стеклопласта, армированного нитями синтетических волокон, устанавливаемыми на алюминиевой раме. Кабины защищены мощными козырьками и оборудованы установками для кондиционирования воздуха.

§ 30.3. ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Основными типами подвижного состава являются автосамосвалы с разгрузкой назад, колесные тягачи с полуприцепами — самосвалами с задней или с донной разгрузкой, колесные тягачи с прицепами. Некоторое распространение имеют короткобазовые самосвалы (думпторы) и троллейвозы.

Основные параметры подвижного состава следующие: емкость кузова V_n , м^3 , грузоподъемность G_n , T , собственный вес G_0 , T , коэффициент тары (см. § 23.2).

Геометрические параметры, определяющие проходимость и маневренность (рис. 30.3): радиус поворота по колее наружного колеса R_2 , по колее внутреннего колеса R_3 , по наружному габариту R_1 , по внутрен-

нему габариту R_4 , продольный R_5 и поперечный R_6 радиусы проходимости, углы свесов передний α_1 и задний α_2 , клиренс (просвет) h .

Проходимость характеризует способность работать на плохих дорогах. Она обеспечивается приспособленностью ведущих колес для преодоления неровности пути и препятствия; улучшается с уменьшением продольного и поперечного радиусов проходимости и с увеличением клиренса и углов свеса.

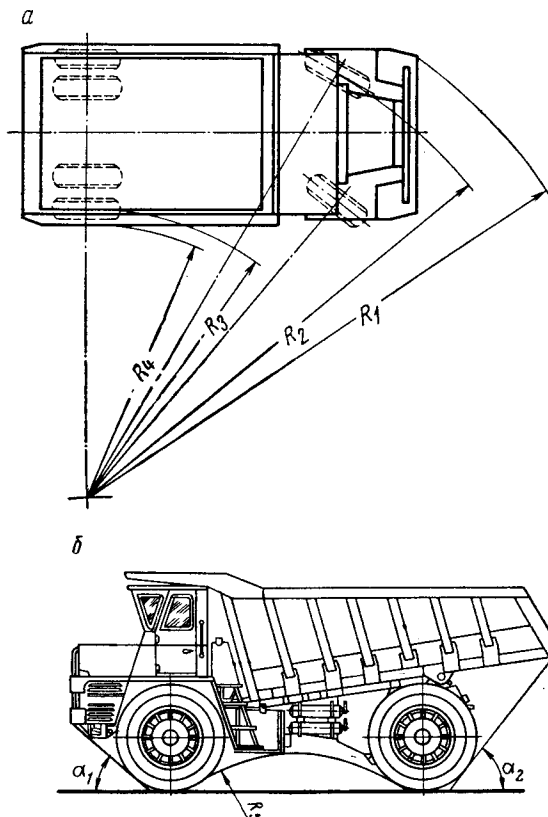
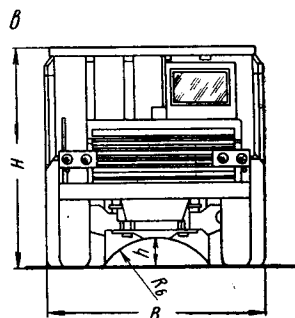


Рис. 30.3. Геометрические параметры автомобиля:

a — радиусы поворота автомашины; b и $в$ — геометрические параметры автомашины, определяющие проходимость



Маневренность автосамосвала определяется его способностью быстро изменять направление движения на небольшой площади разворота, что зависит от радиусов поворотов, габаритов машины и скорости движения во время поворота. Маневренность полуприцепов ниже, чем автосамосвалов, из-за уменьшения внутреннего радиуса поворота и трудностей маневрирования задним ходом.

Устойчивость автомобиля характеризуется способностью движения без потери управляемости, заносов и опрокидывания. Устойчивость определяется максимально допустимым подъемом дороги, радиусом закругления и скоростью движения, при которых машина может двигаться без заносов и опрокидывания.

Легкость управления влияет на скорость и безопасность движения. Максимальная скорость — максимально возможная скорость движения автосамосвала с полной нагрузкой на горизонтальном участке автодороги

с гладким, ровным и твердым покрытием. Экономическая скорость (по расходу топлива) — скорость движения машины на прямой передаче, соответствующая наименьшему расходу топлива. Оптимальная скорость — скорость движения автосамосвала, при которой достигается наименьшая стоимость перевозки; для карьерных автосамосвалов — максимально

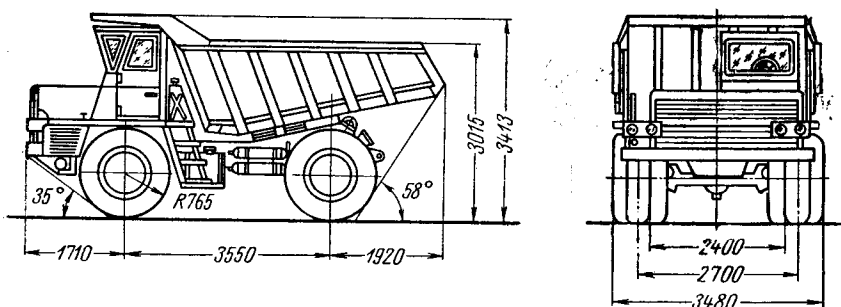


Рис. 30.4. Автосамосвал БелАЗ-540 грузоподъемностью 27 Т

возможная скорость. Техническая скорость — средняя скорость движения самосвала, определенная путем деления пройденного расстояния на чистое время движения без стоянок.

Динамические качества подвижного состава характеризуются максимальной скоростью движения, способностью обеспечить высокие ускорения при разгоне, быстрое торможение и преодоление крутых подъемов.

Осуществление ленинского плана ГОЭЛРО (Государственный план электрификации России) и первых пятилетних народнохозяйственных

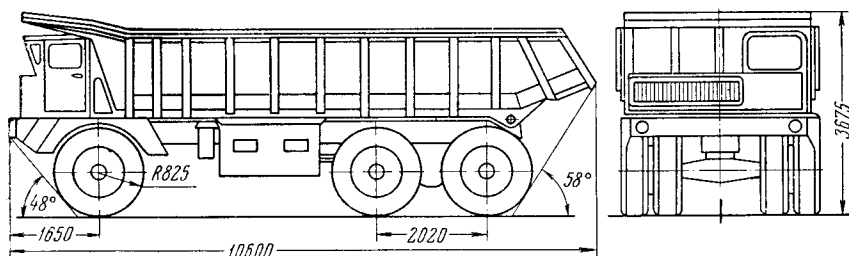


Рис. 30.5. Автосамосвал БелАЗ-549 грузоподъемностью 65 Т

планов обеспечило бурное экономическое развитие страны. Советский Союз стал мощной индустриальной державой. Были созданы совершенно новые отрасли промышленности — автомобильная, тракторная, ряд отраслей химии и многие другие.

Для карьерных условий автосамосвалы выпускаются Белорусским, Кременчугским автозаводами и частично Могилевским заводом подъемно-транспортного оборудования.

До последнего времени Белорусский автозавод выпускал автосамосвалы МАЗ-525, которые заменены на БелАЗ-540 (рис. 30.4).

Автосамосвал БелАЗ-540 по сравнению с МАЗ-525 имеет меньший собственный вес при повышенной грузоподъемности, повышена устойчивость машины, тягово-динамические качества и проходимость, улучшены

Таблица 30.1

Краткие технические характеристики карьерных автосамосвалов

Показатели	Кременчугский завод				Белорусский завод			Могилевский завод
	КрА3-222	КрА3-254	КрА3-266	КрА3-261	МАЗ-525	БелА3-340	БелА3-348	БелА3-349
Грузоподъемность, <i>T</i>	10	10	10	11	25	27	40	65
Колесная формула	6×4	6×4	6×4	6×4	4×2	4×2	4×2	6×4
Мощность двигателя, <i>л. с.</i>	180	180	240	240	300	360	520	2×360
Собственный вес, <i>T</i>	12,2	11,5	11,4	10,55	22	21	26,5	45
Коэффициент тары	1,22	1,15	1,14	0,96	0,88	0,78	0,66	0,69
Удельная мощность, <i>л. с./T</i> веса	8,2	8,4	11,2	11,16	6,4	7,5	7,8	6,55
Максимальная скорость, <i>км/ч</i>	47	60	62	65	30	52	52	47
База, <i>мм</i>	4780	4780	4780	4000	4780	3550	4300	6500
Размер шин	12—20"	12—20"	12—20"	11—20"	18—25"	18—25"	20—38"	20—33"
Геометрическая емкость кузова, <i>м³</i>	8	8	8	6—8	14,3	15,2	22,3	32,5—36
Направление и угол подъема платформы (<i>град</i>)	Назад 60	На обе стороны 50	Назад 60	Назад 60	Назад 65	Назад 55	Назад 60	Назад 60
Колес, <i>мм</i> :								
передних колес	1950	1950	1950	1950	2500	2700	2700	2400
задних колес	1920	1920	1920	1850	2200	2400	2540	2400
Размеры, <i>мм</i> :								
длина	8190	7927	8190	7470	8300	7180	8380	11 300—12 300
ширина	2650	2700	2650	2500	3500	3500	3700	3700
высота	2760	2760	2760	2870	3675	3413	3675	3750
Дорожный просвет, <i>мм</i>	290	290	290	290	500	475	535	535
Угол свеса, <i>град</i> :								
передний	42	42	42	36	—	30	42	42
задний	52	52	52	52	—	58	52	52
Радиус поворота по колес наружного колеса, <i>м</i>	10,5	10,5	10,5	10,0	10,4	8,3	11,0	14
8,0								

условия работы шоферов. Автосамосвал выполнен с одноместной кабиной, расположенной с левой стороны рядом с двигателем. Кузов совкового типа, широкий, низкопосаженный, установлен на резиновых амортизаторах, обогревается отходящими газами. Автосамосвал оборудован одним двигателем ЯМЗ-240, одноступенчатым гидротрансформатором, централь-

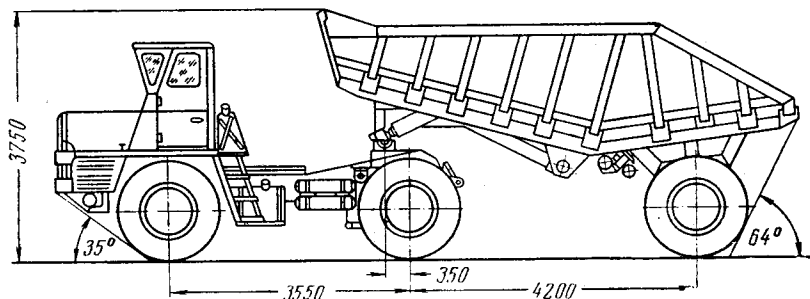


Рис. 30.6. Полуприцеп БелАЗ-540В с безрамным полуприцепом грузоподъемностью 45 Т

ным и аварийным пневматическим и ручным тормозами. Подъем кузова производится двумя телескопическими цилиндрами двустороннего действия.

Автосамосвал БелАЗ-549 (рис. 30.5) трехосный с двумя ведущими мостами, оборудован двумя двигателями ЯМЗ-240 мощностью по 360 л. с. В дальнейшем самосвал будут выпускать в виде дизельтроллейвоза БелАЗ-Э524-792 с мотор-колесами.

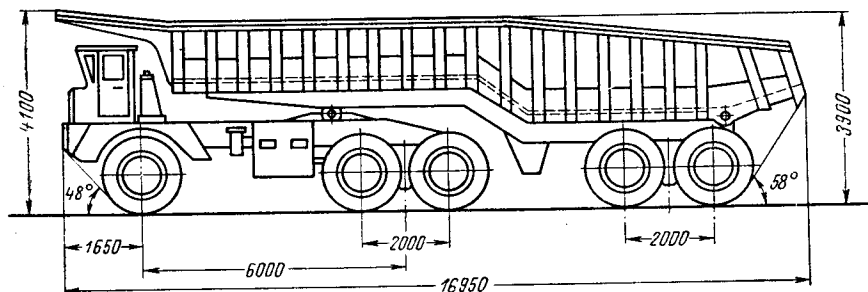


Рис. 30.7. Автомобильный тягач БелАЗ-549В с полуприцепом грузоподъемностью 110 Т

Кременчугский автозавод выпускает несколько моделей автосамосвалов грузоподъемностью 10—11 Т, все они имеют кузов ковшового типа, оборудованы двигателями ЯМЗ-238 мощностью 240 л. с.

В табл. 30.1 приведены краткие технические характеристики выпускаемых и намеченных к выпуску автосамосвалов.

Основными направлениями развития конструкций карьерных автосамосвалов являются уменьшение коэффициента тары, создание большегрузных самосвалов с мотор-колесами, дизель-троллейвозов. Подвижной состав грузоподъемностью свыше 65 Т будет представлять собой агрегаты с полуприцепами или прицепами. В США изготавливают автосамосвалы с донной разгрузкой грузоподъемностью 240 Т с двумя двигателями (по

Технические характеристики колесных

Показатели	Многоос						
	КраЗ-221	КраЗ-238	КраЗ-252	МАЗ-525Г	МАЗ-525С	БелАЗ-540В	БелАЗ-548В
Максимальное тяговое усилие, $\kappa\Gamma$	—	—	—	—	—	—	—
Собственный вес, $\kappa\Gamma$	10 100	10 000	9 040	19 000	17 000	17 000	21 000
Нагрузка на седло тягача от прицепа, $\kappa\Gamma$	—	—	17 000	25 000	25 000	26 000	45 000
Полная нагрузка на ось тягача, $\kappa\Gamma$	—	—	—	—	—	—	—
Вес груженого полуприцепа, T	30,0	30,0	30,0	45,0	53,0	58,0	89,0
Скорость движения, $\kappa\text{м}/\text{ч}$	47	47	65	30	40	50	50
Колея, мм	1 920	1 920	1 850	2 200	2 200	2 400	2 540
Дорожный просвет, мм	290	290	290	334	375	475	535
Размеры, мм :							
длина	7 375	7 375	7 010	6 720	6 400	6 200	8 380
ширина	2 640	2 640	2 480	3 400	3 220	3 480	3 700
высота	2 620	2 620	2 670	3 220	3 400	3 250	3 675
Тип двигателя	ЯАЗ-206	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238	Д-12А	Д-12А	Д-12А	ЯМЗ-240Н
Мощность двигателя, л. с.	180	240	240	300	375	450	520
Размер шин	12—20"	12—20"	11—22"	17—32"	17—32"	18—25"	19.50—33"

одному на каждом конце кузова) общей мощностью 2000 л. с. Длина автосамосвала 29 м, ширина 4,5 м, радиус поворота 25 м.

Колесные тягачи с полуприцепами-самосвалами выполняют с кузовами ковшового типа с разгрузкой назад, на обе стороны и через дно. Белорусский автозавод выпускает тягач БелАЗ-540В с безрамным полуприцепом 5271 (рис. 30.6) грузоподъемностью 45 Т. На базе проектируемого тягача БелАЗ-549В предполагается создать автопоезд грузоподъемностью 110 Т (рис. 30.7).

В табл. 30.2 приведены технические характеристики выпускаемых и намеченных к выпуску колесных тягачей, а в табл. 30.3 — характеристики полуприцепов.

Полуприцепы с донной разгрузкой применяют для транспортирования мягких пород, угля и мелкокусковых руд. Полуприцепы с боковой и задней разгрузкой используют для транспортирования крупнокусковой скальной горной массы.

Короткобазовый автомобиль-самосвал (думптор — рис. 30.1, г) после загрузки движется кузовом вперед. Опрокидывание кузова осу-

Таблица 30.2

тягачей, выпускаемых в СССР

ные			Одноосные				
БелАЗ-549В	МоАЗ-542	МАЗ-525В	МАЗ-533	МАЗ-529В	БелАЗ-531	МАЗ-531Б	МоАЗ-546
—	—	—	7 000	10 000	23 000	23 000	10 500
40 000	18 000	19 000	5 500	8 500	14 000	14 000	9 600
70 000	16 000	25 000	4 500	8 000	16 000	16 000	9 400
—	—	—	10 000	17 000	3 000	30 000	19 000
158,0	35,0	46,0	14,5	24,5	44,0	44,0	—
50	40	45	43,5	40	45	45	45
2 540	2 400	2 500	—	—	2 490	2 490	2 400
535	540	460	500	570	670	670	565
12 300	6 400	6 720	3 500	4 150	4 700	4 700	4 440
3 700	3 150	3 210	2 600	2 950	3 230	3 230	3 150
3 750	2 925	3 400	2 500	2 925	3 350	3 350	2 975
ЯМЗ-240Н	ЯМЗ-238	Д-12А	ЯМЗ-204А	ЯАЗ-206Н	ЯМЗ-240	ЯМЗ-240Н	ЯМЗ-238
2×520	240	300	110	180	360	520	240
19.50—33"	26.50—32"	17—32"	18—24"	19.50—33"	27—33"	27—33"	26.50—25"

ществуется под действием собственного веса при освобождении фиксатора платформы, угол подъема регулируется и достигает 90° к горизонту. В транспортное положение кузов возвращается под действием пружин, сжатых при его подъеме. После разгрузки шофер поворачивается вместе с сиденьем на 180° , и самосвал движется на погрузку передним ходом. Грузоподъемность до 10 *T*. Применяются они при незначительных объемах работ, в условиях отсутствия усовершенствованных дорог и площадей для разворота, при малых плечах откатки (до 3 км).

Троллейвоз (рис. 30.1, д) представляет собой самосвал с электрическим тяговым двигателем, получающим электроэнергию от двухпроводной контактной сети постоянного тока. Применение электрического привода улучшает тяговые свойства троллейвоза по сравнению с автосамосвалами. В настоящее время троллейвозы грузоподъемностью 10 *T* эксплуатируют на Богураевском известковом карьере, а дизельтроллейвоз грузоподъемностью 65 *T* работает на Красногорском карьере Кузбасса. Опыт эксплуатации троллейвозов показал, что они имеют производительность на 20—25% выше, а стоимость транспортирования на 25—35%.

Таблица 30.3

Технические характеристики полурицепоп, выпускаемых и намечаемых к выпуску в СССР

Показатели	ЧМЗАП-5302М	БелАЗ-5270	Полуприцеп к тягачу БелАЗ-534	БелАЗ-5274	БелАЗ-5272	Полуприцеп к тягачу БелАЗ-549В
Тип тягача	БелАЗ-525Г	БелАЗ-525С	БелАЗ-534	БелАЗ-540В	БелАЗ-548В	БелАЗ-549В
Грузоподъемность, т	36—40	40	30	42—45	65	110
Емкость кузова, м ³	46—48	23	17	23,42	34	60
Собственный вес, т	12,5	13,0	13,4	15,0	19,2	48,0
Число осей	4	4	4	4	4	2
Размер шин	17—32"	17—32"	27—33"	18—25"	18—25"	19,50—33"
Число шин	4	4	4	4	4	8
Колея, мм	2200	2200	2490	2400	2540	2500
База (от оси опорно-сцепного устройства до оси полу-прицепа), мм	7832	4550	4400	4550	5100	7840
Размеры, мм:						
длина	9180	7000	5250	7000	12540	16950
ширина	4000	3220	3230	3480	4000	3550
высота	2492	3560	3350	3700	3950	4100
Погрузочная высота, мм	2100	3400	3300	3470	3300	3900

ниже, чем автосамосвалы равной грузоподъемности. При затяжных уклонах, дальности транспортирования до 7—10 км троллейвозы могут быть экономичным видом транспорта.

§ 30.4. РАСЧЕТ АВТОТРАНСПОРТА

Постановка задачи. Дано: план и профиль дорог; расположение пунктов погрузки и пунктов своза грузов; $A_1, A_2, A_j, \dots, A_n$ — средняя сменная производительность пунктов погрузки, T (м³); t_0 — время смены, ч; характеристика груза (γ_{π} — объемный вес в целике, $T/\text{м}^3$; $k_{\text{куз}}$ — коэффициент разрыхления груза в кузове); техническая характеристика экскаваторов; техническая характеристика автомобиля. Установить возможность работы при принятом профиле дорог, потребное количество автоединиц, расход топлива.

Из выражения (21.33) определяем действительную грузоподъемность автомобиля. По выражению (24.21) находим силу тяги при установившемся движении на максимальный подъем. В (24.21) G_0 — вес прицепа, если он имеется; w_0 см. ниже; $w_{\text{кр}} = (0,05—0,08) w_0$; $W_{\text{в}}$ находят по формуле

$$W_{\text{в}} = \frac{p\Omega v^2}{12,96}, \text{ кг}, \quad (30.1)$$

где $p = 0,06—0,075$ — коэффициент обтекаемости автомобиля;

Ω — площадь лобового сопротивления (приближенно определяется как произведение колеи автомобиля на его высоту), м²;

v — скорость движения, км/ч.

Средние значения основного удельного сопротивления движению w_0

Поверхность дороги	Удельное сопротивление движению, кг/Т
Бетонные и асфальтовые дороги	10
Гравийные и щебеночные, обработанные битумом; брусчатка	15
Гравийные и щебеночные, укатанные . .	20
Булыжная мостовая; гравийные и щебеночные необработанные в неудовлетворительном состоянии с неровностями	30—40
Грунтовая дорога сухая укатанная . .	40—50
Укатанная зимняя дорога	20—30
Забойные дороги, гравийные и щебеночные, необработанные и неукатанные	40—60
Грунтовые дороги в забоях	50—60
Песчаные рыхлые дороги и сильная грязь	150—220
Отвальные дороги неукатанные	90—120

Полученную силу тяги проверяют по сцеплению ведущих колес с дорожным полотном и по силе тяги на первой передаче, ограничиваемой мощностью двигателя. Силу тяги по сцеплению определяют по (24.10). Для автосамосвалов $P_{\text{сч}} = 0,7P$; для полуприцепов $P_{\text{сч}} = 0,6P$. Коэффициенты сцепления приведены в табл. 30.4.

Таблица 30.4

Коэффициенты сцепления

Тип дороги	Состояние дорожного покрытия		
	Сухое	Мокрое	Загрязненное

Постоянные откаточные дороги

Щебеночное шоссе с поверхностной обработкой	0,75	0,5	0,4
Булыжная мостовая	0,70	0,40	0,35
Брусчатая мостовая	0,65	0,40	0,30
Асфальтовое шоссе	0,70	0,40	0,25
Асфальтовое и бетонное шоссе	0,70	0,45	0,30

Временные забойные и отвальные дороги

Забойные укатанные проезды . .	0,60	0,40—0,50	—
Отвальные укатанные проезды . .	0,40—0,50	0,20—0,30	—

Примечание. Для дорог, покрытых снегом, коэффициент сцепления снижается до 0,20—0,30; при гололеде — до 0,17—0,24; при обледенелых, но тающих — до 0,15—0,20.

Силу тяги по машине на первой ступени скорости берут по характеристике автомобиля. Если она не указана, то ее можно определить по мощности двигателя. Из (24.7)

$$F_{к.м} = \frac{270N\eta_x\eta_k}{v}, \text{ кГ}, \quad (30.2)$$

где N — мощность двигателя, л. с.;

η_x — к. п. д. передач от вала двигателя до ведущих колес ($\eta_x = 0,85—0,93$ при механической передаче и $0,8—0,85$ при гидродинамической);

$\eta_k = 0,7—0,9$ — к. п. д. ведущего колеса;

v — максимальная скорость движения на первой передаче, км/ч.

Если сила тяги F_k (24.21) не превышает силы тяги по сцеплению $F_{к.с}$ (24.10) или по машине $F_{к.м}$, то движение на заданный подъем возможно, в противном случае нужно уменьшать подъем. Количество рабочих единиц для обслуживания j -того погрузочного пункта определяют по (24.60) при коэффициенте неравномерности откатки $k_x = 1,15—1,25$. Время рейса T , находят из (24.53); время пауз θ_j — из (24.54); время погрузки из (24.55). Время разгрузки для автосамосвалов КраЗ-222 и КраЗ-256 — 0,8 мин; МАЗ-535 и БелАЗ-540 — 1,0—1,2 мин; БелАЗ-548 — 1,5 мин.

Время маневров складывается из времени въезда под погрузку и обратный выезд (1—2 мин), времени на разворот (0,5—1 мин) и времени на ожидание погрузки или разгрузки (1,0—2,0 мин). Для определения времени хода трассу дороги разбивают на участки, на которых скорость движения существенно различается — различные подъемы, типы дорожного покрытия и кривизна трассы. На уступах и отвалах отдельные участки не выделяют, так как скорость невелика и изменяется незначительно.

На прямолинейных участках скорость движения определяется мощностью двигателя и ограничивается условиями торможения. Из (24.22) определяем динамический фактор и находим скорость движения по динамической характеристике автомобиля (рис. 30.8), представляющей зависимость скорости движения от динамического фактора. Рабочая точка находится на спускающейся (устойчивой) части характеристики. При отсутствии динамической характеристики скорости приблизительно можно определить из (30.2).

Полученную скорость движения сравнивают с допускаемой по условиям торможения (24.47). B_r находят из (24.14)

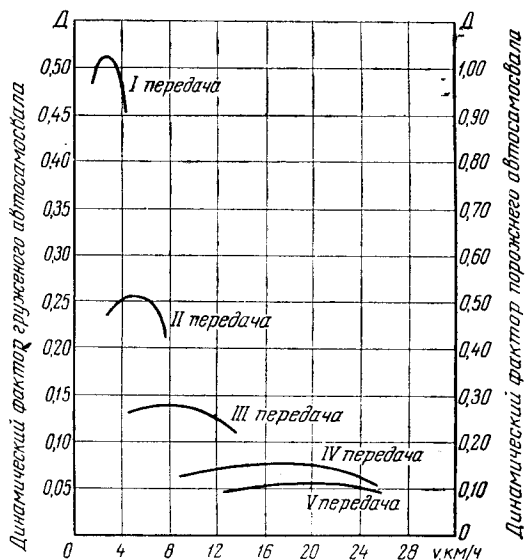


Рис. 30.8. Динамическая характеристика автосамосвала МАЗ-525

Таблица 30.5
Средние технические скорости движения автосамосвалов

Участок пути	Скорость, км/ч									
	МАЗ-205 (МАЗ-503)		КрАЗ-222		МАЗ-525 МАЗ-530		БелАЗ-540		БелАЗ-548	
	гру- женный	порож- ный	гру- женный	порож- ный	гру- женный	порож- ный	гру- женный	порож- ный	гру- женный	порож- ный
Главные откаточные дороги по поверхности и дороги в капитальных траншеях:										
горизонтальные	35	40	30	35	23	25	23	25	23	25
спуски до 500/∞	25	35	25	28	20	25	20	25	20	25
спуски от 50 до 1000/∞	22	22	18	20	18	20	18	20	18	20
Подъемы до 500/∞	26	28	22	26	15	22	15	22	15	22
Подъемы от 50 до 1000/∞	20	25	16	25	10—13	16—18	10—13	16—18	10—13	16—18
Постоянные заезды на отвал:										
подъемы до 500/∞	25	28	20	25	15	22	15	22	15	22
подъемы от 500/∞ до 1000/∞	20	22	15	20	10—13	16—18	10—13	16—18	10—13	16—18
Дорожные проезды на отвалах и в забоях	10—15	10—18	10—12	10—15	8—10	8—10	8—10	8—10	8—10	8—10

по полному весу автомобиля, поскольку все его оси снабжены тормозами; l_d — из (24.41), принимая l_r по расстоянию видимости (40—50 м) или по интервалу между соседними машинами; предтормозное время составляет $t_n = 1,5—2$ сек.

Безопасная скорость на кривой ограничивается заносом автомобиля

$$v = \sqrt{gR(0,32\psi \pm i_v)}, \text{ м/сек.} \quad (30.3)$$

где R — радиус поворота, м;

ψ — коэффициент сцепления;

$i_v = 0—0,06$ — уклон виража (поперечный уклон дороги).

Для определения скорости хода можно пользоваться также практическими данными (табл. 30.5).

Определив из (24.60) потребное число автоединиц для обслуживания j -того погрузочного пункта находим общее число рабочих автоединиц из (24.61) или (24.62) Инвентарное число — из (24.64) при $k_{инв} = 1,2—1,4$.

Таблица 30.6

Нормы расхода топлива автосамосвалами

Тип автосамосвала	Расход топлива, л		
	на 100 км пробега	на 100 Т·км	на 100 подъемов кузова при разгрузке
МАЗ-525	150	6,0	10
КрАЗ-222	65	8,0	5
МАЗ-503Б	88	8,4	4
БелАЗ-540	125	5,0	20

Расход топлива определяют в зависимости от пробега. В табл. 30.6 приведены нормативы удельного расхода по данным заводов-изготовителей. Действительный расход может быть значительно выше.

Если тип автомобиля не задан, то принимают несколько вариантов и сравни-

вают результаты технико-экономических расчетов, выбирая наилучший вариант.

Практикой эксплуатации установлено, что количество ковшей n , помещающихся в кузове (21.31), (21.32), не должно быть меньше 4—5 и больше 10—12. При $n < 5$ затруднена прицельная погрузка в кузов и растет продолжительность цикла экскавации. При $n > 10—12$ растут простои автосамосвалов.

§ 30.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН, ОХРАНА ТРУДА

Содержание автопарка в исправности достигается системой планово-предупредительных ремонтов. В зависимости от величины пробега машин производят техническое обслуживание (ТО-1 и ТО-2), текущий и капитальный ремонты.

Текущий ремонт производят при обнаружении дефектов в автосамосвале во время его осмотра или при каких-либо поломках в процессе эксплуатации. При текущем ремонте проводят регулировку аппаратуры, устраняют неисправности отдельных узлов и деталей, замену масла и смазки. Работы по текущему ремонту выполняет в межсменное время ремонтная бригада. В текущем ремонте автосамосвал находится 8—10% общего времени пребывания машин в автохозяйстве. Трудоемкость текущих ремонтов на 100 км пробега составляет 1,5—1,6 чел-ч.

При капитальном ремонте производят полную разборку машин, проверку состояния всех деталей и узлов, их ремонт или замену. Капитальный ремонт производят после пробега 60—90 тыс. км, продолжительность ремонта составляет 20—40 дней, трудоемкость для КрАЗ-222 около 1500 чел.-ч, для МАЗ-525—2300 чел.-ч.

Срок службы шин автосамосвалов составляет 12—20 тыс. км, а их стоимость — до 20% стоимости машины.

При загрузке автосамосвалов (автопоездов) экскаваторами, ожидающий загрузки автосамосвал располагают за пределами радиуса действия экскаваторного ковша и ставят под загрузку только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора; находящийся под загрузкой автосамосвал должен быть заторможен; груженный автосамосвал отправляют после разрешающего сигнала машиниста экскаватора. Погрузку горной массы в кузов производят только сбоку или сзади, перенос ковша экскаватора над кабиной автосамосвала или тягача запрещается.

Движение автосамосвалов допускают только с опущенным кузовом. Перевозка людей в кузовах запрещена.

На отвале автосамосвалы разгружают за возможной призмой обрушения (сползания) породы.

Заезд в карьер автотранспорта, принадлежащего другим предприятиям и организациям, допускают только с разрешения администрации карьера после инструктажа водителя.

§ 30.6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты по карьерному автотранспорту включают стоимость автомобилей, гаражей или мест стоянок с заправочным и ремонтным хозяйством, автомобильных дорог. Например, для карьера с годовым объемом перевозок 20 млн. *T* горной массы при среднем расстоянии откатки 3 км (дороги щебеночные, обработанные вяжущими веществами) при инвентарном парке в 65 автосамосвалов БелАЗ-540 (место стоянки открытого типа) капитальные затраты составляют около 3 500 000 руб., из них на подвижной состав — 54%, на гаражное хозяйство — 27% и на строительство дорог — 19%.

Эксплуатационные расходы включают обычные элементы и для указанного примера составляют около 5 000 000 руб. в год. Из них 48% — амортизационные отчисления на подвижной состав (38% — реновация, 10% — капитальный ремонт); 12% — затраты на ремонт и восстановление шин; 14% — расходы на горюче-смазочные материалы; 17% — заработная плата обслуживающего персонала; 3% — затраты на содержание, ремонт и восстановление автодорог.

Себестоимость транспортирования составляет в средних условиях 6—12 коп./*T*·км.

ГЛАВА 31

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ КАРЬЕРОВ

§ 31.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дороги карьеров классифицируют по следующим признакам:

по условиям эксплуатации — постоянные дороги на поверхности; постоянные дороги в капитальных траншеях и на выездах на отвалы; временные автодороги на соединительных бермах внутри карьера; полустационарные дороги на отвалах; временные автодороги на рабочих уступах и на отвалах;

постоянные дороги по интенсивности движения — I; II; III категории.

Категория дороги	I	II	III
Интенсивность движения в одном направлении, машин/ч	Более 100	100—15	Менее 15

Интенсивность движения исчисляют для автосамосвалов грузоподъемностью 10 *T*. Для другой грузоподъемности вводятся переводные коэффициенты:

Грузоподъемность автосамосвалов, <i>T</i>	3,5—4	5	10	25	40	65
Переводный коэффициент	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,41

Постоянные дороги существуют длительное время (3—5 лет и более). В капитальных траншеях их удлиняют по мере углубки карьера.

Временные дороги на соединительных бермах являются полустационарными и служат в течение срока отработки одного-двух и реже трех горизонтов. Эти дороги должны иметь специальные покрытия упрощенного типа.

Временные автодороги на рабочих уступах и отвалах служат непродолжительный срок, исчисляющийся несколькими месяцами. Эти дороги обычно не имеют специального дорожного покрытия, которое выполняется только в случае низкой несущей способности грунтов, слагающих основание дороги, сырых или поддающихся быстрому размоканию.

Карьерные автомобильные дороги отличаются от автомобильных дорог общего назначения относительно небольшой длиной, сложным профилем и планом трассы со значительными уклонами, частыми поворотами с малыми радиусами кривых, большой интенсивностью движения и относительно небольшим сроком службы. Автомобильные дороги карьеров должны отвечать следующим основным требованиям: иметь простую конструкцию, быть дешевыми, достаточно прочными и износоустойчивыми, ровными, допускать движение автотранспорта с большими скоростями при минимальном износе шин; должны строиться в короткие сроки. Современные дороги служат для движения автосамосвалов грузоподъемностью до 70 *T* и автопоездов грузоподъемностью свыше 150 *T*. Интенсивность движения достигает 10—12 тыс. автоединиц в сутки.

§ 31.2. УСТРОЙСТВО ДОРОГ

Автомобильная дорога состоит (рис. 31.1) из земляного полотна 1, дорожного покрытия 2, образующего проезжую часть дороги, обочин 3, водоотводных сооружений 4, бERM 5 и ограждающих сооружений 6.

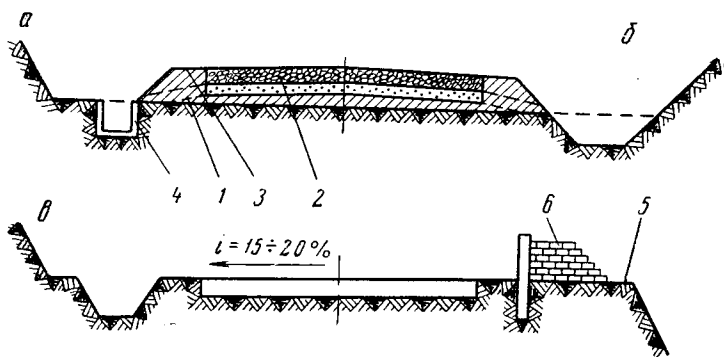


Рис. 31.1. Поперечный профиль автомобильной дороги:
а — в траншее в мягких породах; б — в скальных породах; в — на съезде
в карьер

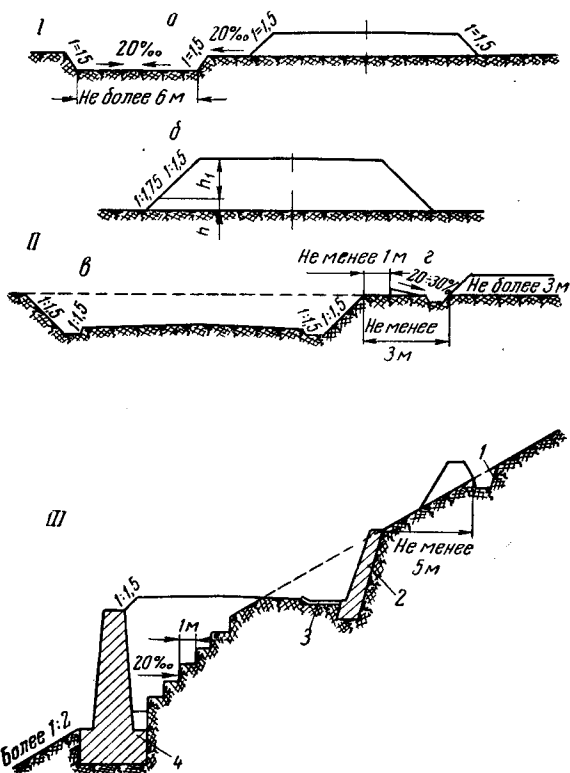


Рис. 31.2. Типовые профили земляного полотна:

I — насыпи, а — при высоте до 1,0 м, б — при высоте более 1,0 м;
II — выемки, а — без кавальеров, б — с кавальерами;
III — дорога на косогоре, 1 — нагорная водоотводная канава, 2 — одевающая или подпорная стенка, 3 — укрепление, 4 — подпорная стенка

Земляное полотно должно быть прочным независимо от изменения температурного и водного режима, что достигается устройством его из устойчивых грунтов и обеспечением отвода поверхностных и грунтовых вод. Земляное полотно автомобильных дорог сооружают в виде насыпей, выемок или нулевых мест по типовым поперечным профилям (рис. 31.2). Крутизну откосов насыпей высотой до 1 м принимают от 1 : 1,5 до 1 : 3, более 1 м — 1 : 1,5.

Для отвода воды вдоль дороги устраивают кюветы или лотки с продольным уклоном 20—40‰. На косогорных участках с верхней стороны устраивают нагорную канаву.

Ширина земляного полотна складывается из ширины проезжей части и двух обочин. Проезжая часть автодорог воспринимает основную нагрузку от воздействия колес автомашин. Ширину проезжей части устанавливают в зависимости от вида подвижного состава, схем движения и интенсивности движения. В зависимости от интенсивности и схемы движения в карьере, принимают автодороги с одно- и двухполосным движением. Ширина проезжей части постоянных и временных дорог для однополосного движения

$$B_1 = A + 2n, \text{ м}; \quad (31.1)$$

для двухполосного движения

$$B_2 = 2A + m + 2n, \text{ м}, \quad (31.2)$$

где A — габаритная ширина автомобиля, м;

n — ширина полосы наката, равная 0,4—1,0 м;

m — зазор между встречными машинами (0,7—1,7 м).

Данные о ширине земляного полотна постоянных дорог приведены в табл. 31.1.

Таблица 31.1

Ширина земляного полотна постоянных автомобильных дорог, м

Марка автосамосвала	Однополосное движение	Двухполосное движение для дорог категории			Трехполосное движение
		III	II	I	
МАЗ-525	7,5—7,0	12—10	12,5—10,5	13—11	17—15
БелАЗ-548	8,0—7,5	12,5—9,5	13—11	13,5—11,5	18—17
БелАЗ-540	7,5—7,0	12—10	12,5—10,5	13—11	17—15
КрАЗ-222	6,5—6,0	11—9	11—9	12—10	15,5—13,5
МАЗ-503	6,5—6,0	11—9	11—9	12—10	15,5—13,5

На криволинейных участках дороги для безопасности движения проезжую часть дороги выполняют с уширением, размер которого при двухполосном движении и при радиусах кривых 15—30 м составляет 2,0—2,5 м на длине не менее 20—30 м; при однополосном движении размер уширения составляет 1,0—1,25 м.

Ширину обочин карьерных автодорог принимают для однополосного движения 1,25—1,50 м, для двух- и трехполосного движения постоянных дорог — 2 м и для внутрикарьерных дорог — 1,0—1,15 м.

В карьерах, подвергающихся снежным заносам, обочину увеличивают по возможности до 2,0—2,5 м для складирования снега при очистке проезжей части дорог.

Автомобильные дороги, расположенные на насыпях и откосах, ограждают железобетонными или каменными тумбами и стенками, усиливаемыми породным валом.

Поверхность проезжей части выполняют двух- и односкатной. Двухскатные дороги устраивают на прямолинейных участках капитальных траншей и на поверхности. Поперечный профиль двухскатной дороги в зависимости от типа покрытия имеет уклон от 15 до 40‰. Поперечный уклон обочины на 20‰ больше.

На закруглениях принимают односкатный профиль с уклоном к центру кривой, что увеличивает устойчивость автомобиля против бокового опрокидывания и скольжения под действием центробежной силы. Уклон выража в зависимости от радиуса поворота: при радиусе более 60 м уклон 20‰; от 50 до 60 м — 30‰; от 40 до 50 м — 50‰; менее 40 м и на серпантинных — 60‰.

Покрытие проезжей части применяют для обеспечения высоких скоростей движения автотранспорта и предохранения дороги от разрушения подвижным составом и природными климатическими факторами. Кроме того, поверхность дорожного покрытия должна обладать достаточной шероховатостью, обеспечивающей надежное сцепление колес машин с дорогой.

Дорожное покрытие состоит из одного или нескольких конструктивных слоев: верхнего — слоя износа и нижнего — несущего. Верхний слой характеризует эксплуатационные качества дороги — сцепление шин с дорогой, сопротивление качению колес на дороге и износоустойчивость покрытия. Нижний слой обеспечивает устойчивость конструкции одежды, он располагается на дорожном основании, выполняя функции дренирующего слоя, и передает нагрузку на земляное полотно. Искусственное основание применяют только в тех случаях, когда подстилающими грунтами являются породы, изменяющие свои свойства при увлажнении. Материалом для дорожного основания служат скальные породы вскрыши и др. На скальной горной массе искусственное основание автодорог не предусматривают.

Основными типами дорожных покрытий являются: усовершенствованные капитальные покрытия, цементобетонные, асфальтобетонные и железобетонные, усовершенствованные облегченные покрытия (щебеночные с поверхностной обработкой), покрытия переходного типа (щебеночные, обработанные черными вяжущими материалами) и покрытия низшего типа (укатанные дороги).

Каждый тип дорожного покрытия характеризуется определенной работоспособностью, прочностью дорожной одежды, стоимостью строительства и ремонта дороги, удельным сопротивлением движению, сроком службы покрытия и др. Покрытия дороги должны выдерживать нагрузку в 1,5—2 раза большую, чем расчетная нагрузка на колеса ведущей оси.

Улучшенные грунтовые дороги имеют проезжую часть, укрепленную добавками прочных материалов, иногда с последующей обработкой черными вяжущими материалами на небольшую глубину (10—15 см). Щебеночные покрытия устраивают в один или два слоя на песчаном или шлаковом основании. Толщину слоя рассчитывают в зависимости от типа подвижного состава; обычно он составляет 40—80 см. Верхний слой щебня

обрабатывают вяжущими веществами или при укатке поливают водой.

Бетонные дороги делают одно- или многослойными. Бетонное покрытие имеет вид плит, отделенных друг от друга температурными швами. Прочность бетона в однослойных и в верхних слоях многослойных одежд составляет 300—400 кг/см². Общая толщина бетонной одежды 20—40 см.

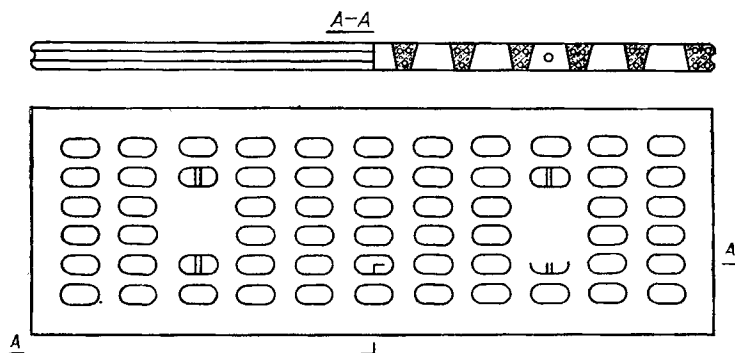


Рис. 31.3. Железобетонная плита дорожного покрытия

Основанием для бетонного покрытия служит песчаный слой толщиной 5—20 см.

Асфальтобетонные дороги устраивают из смеси щебня или гравия с асфальтовым вяжущим веществом. Асфальтобетон укладывают на прочное и ровное щебеночное или гравийное основание. Толщина асфальтобетонного покрытия 2,5—5 см при однослойной одежде и 7—8 см при двухслойной одежде.

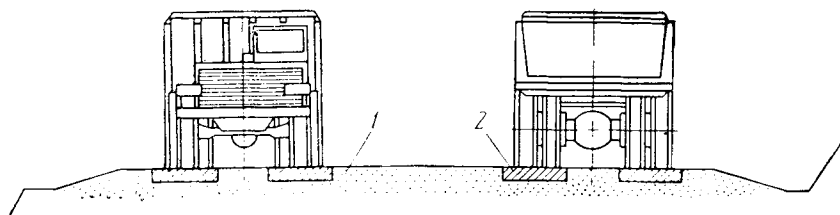


Рис. 31.4. Конструкция колеиной дороги из железобетонных решетчатых плит для автосамосвалов МАЗ-525, БелАЗ-540 и БелАЗ-548:

1 — тщательно укатанное и утрамбованное двухслойное щебеночное покрытие; 2 — плита

В последнее время получают распространение сборно-разборные решетчатые железобетонные дорожные покрытия. Они обладают высокой прочностью, простотой устройства, транспортабельностью и возможностью неоднократной их укладки, что позволяет применять плиты не только для постоянных, но и для временных автодорог. Изготавливают плиты (рис. 31.3) из морозостойкого бетона с маркой не ниже М-300. Плиты имеют несколько рядов сквозных отверстий округленной формы, что обеспечивает повышенное сцепление колес подвижного состава с покрытием. Решетчатая форма позволяет на 25—30% сократить расход бетона сравнительно со сплошными плитами.

Таблица 31.2

Характеристика решетчатых плит для сборно-разборных покрытий дорог в карьерах

Показатели	Для автосамосвалов		
	МАЗ-503	КраЗ-222 КраЗ-256	БелАЗ-540
Основные размеры плит, мм:			
высота	140	160	200
ширина	1000	1000	1200
длина	2500	2500	3000
Вес плит, кг	600	700	1200
Расход материала на одну плиту:			
бетон, м³	0,25	0,28	0,50
арматурная сталь, кг	20,5	32,6	50,2

Дороги со сборно-разборным железобетонным покрытием выполняют двух типов: со сплошным покрытием на всю ширину проезжей части; с покрытием колесного типа в виде параллельных полос (рис. 31.4).

Дороги первого типа применяют при интенсивном (более 100 машин/ч) двухполосном движении, второго типа — при кольцевом или встречном движении небольшой интенсивности с устройством развязов. Сплошное покрытие обычно применяют для постоянных дорог, колесное — для забойных и отвальных дорог. Основные характеристики плит приведены в табл. 31.2.

§ 31.3. ПЛАН И ПРОФИЛЬ ДОРОГ

Дорога в плане состоит из прямолинейных участков, соединенных кривыми. На действующих карьерах более одной трети протяженности

Таблица 31.3

Наименьшие радиусы закруглений в зависимости от дорожных условий для различных типов автосамосвалов

Марки автосамосвалов и дорожные условия	Радиус, м, при категории дороги		
	I	II	III
БелАЗ-548:			
в обычных условиях	40	30	20
на серпантинах, в траншеях, на откаточных бермах	30	25	20
МАЗ-525, КраЗ-222, БелАЗ-540:			
в обычных условиях	35	25	15
на серпантинах, в траншеях, на откаточных бермах	20	15	15
МАЗ-503:			
в обычных условиях	35	20	12
на серпантинах, в траншеях, на откаточных бермах	20	15	12

Примечания: 1. Для временных карьерных дорог радиусы могут быть уменьшены на 20%.
2. Приведенные в таблице радиусы меньше предусмотренных Н и ТУСПО1-58 в соответствии с уменьшенными для горнорудных предприятий расчетными скоростями.

всех дорог составляют кривые. В связи с этим снижаются скорости движения автосамосвалов, однако кривые малого радиуса позволяют наиболее полно использовать основное достоинство автотранспорта — маневренность. Минимальные радиусы закруглений, допускаемые для автосамосвалов, приведены в табл. 31.3.

План карьерных автодорог должен обеспечивать безопасность движения автотранспорта с возможно большими скоростями.

Во всех случаях необходимо соблюдать расстояния видимости не менее 50 м.

При значительных глубинах работ применяют трассы сложной формы — петлевые и спиральные. При петлевой трассе прямые участки противоположных направлений соединяют при помощи серпантина (рис. 31.5). В пределах серпантина устраивают односкатный вираж с попе-

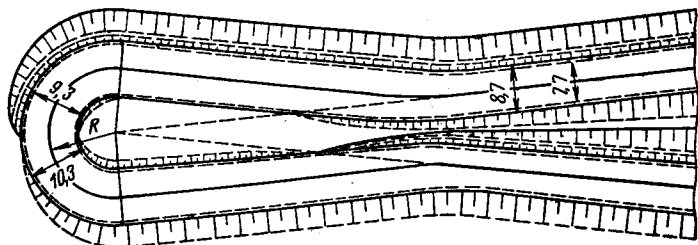


Рис. 31.5. Петлевое соединение на карьерной автодороге

речным уклоном до 60‰ . Наибольший продольный уклон в пределах серпантина 45‰ . Располагается петля на выположенных участках борта карьера, иногда с оставлением целиков или отсыпной полунасыпи.

Продольный профиль автодороги состоит из площадок, уклонов и вертикальных кривых, соединяющих участки с различными продольными уклонами. Для современных машин руководящий уклон принимают $70\text{--}80\text{‰}$. На длинных затяжных уклонах в районах, где наблюдается обледенение поверхности дорог, предусматривают вставки с уклоном до 20‰ и длиной не менее $50\text{--}60\text{ м}$ через каждые $500\text{--}600\text{ м}$ длины уклона. На забойных и отвальных дорогах величина продольного уклона не должна превышать 40‰ .

При совпадении подъема с кривой производят его смягчение на величину

$$\Delta i = 0,03 \frac{200 - R}{200}, \text{‰}, \quad (31.3)$$

где R — радиус кривой, м.

На серпантинах и поворотах дорог уклон ограничивают до $40\text{--}50\text{‰}$.

Наименьшие радиусы вертикальных кривых принимают в зависимости от скорости движения и типа подвижного состава от 250 до 2500 м на выпуклых сопряжениях и от 100 до 500 м на вогнутых сопряжениях.

§ 31.4. ДОРОЖНЫЕ РАБОТЫ

Дорожные покрытия карьерных автомобильных дорог находятся постоянно под воздействием природных факторов (воды, температурных колебаний и др.) и нагрузок от подвижного состава, вызывающих посте-

пенное изнашивание дорожной одежды. Особенно вредное влияние на состояние дорог оказывают грунтовые и поверхностные воды.

В летний период года асфальтобетонные, черные щебеночные и черные гравийные покрытия становятся мягкими и пластичными. При значительном понижении температуры на асфальтобетонных и цементно-бетонных покрытиях образуются трещины.

Наиболее характерными повреждениями дорожных покрытий являются трещины, выбоины, сдвиги, вмятины, волны и колея.

Для поддержания дорог в рабочем состоянии проводят дорожно-ремонтные работы, включающие содержание автодорог, текущий и капитальный ремонты. К содержанию относятся работы по уходу за дорогой и дорожными сооружениями и поддержанию их в чистоте, которые производят круглогодично. К текущему ремонту относят работы по предупреждению и исправлению мелких повреждений дороги. К капитальному ремонту относят работы по ликвидации износа дорожного покрытия и восстановлению его неровностей (табл. 31.4).

Таблица 31.4

Ориентировочный срок службы покрытий карьерных автодорог в годах

Тип покрытий	МАЗ-525, БелАЗ-540			КрАЗ-222, КрАЗ-256		
	Суточная интенсивность движения машин					
	200	500	1000	200	500	1000
Черное щебеночное шоссе	2,5	—	—	5,6	2,3	2,0
Мостовая из булыжного или колотого камня . .	3—4	—	—	7—8	4—5	2—2,5
Асфальтобетон на булыж- ной мостовой	6—7	3—4	2—5	14—15	7—8	4—5
Асфальтобетон на бетон- ном основании	11—12	5—6	3—4	20—22	12—13	6—8
Цементнобетонные покры- тия с поверхностной об- работкой	20—22	10—11	5—6	30—35	20—22	12—13

Для выполнения работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог используют бульдозеры, грейдеры, рыхлители, дорожные катки, снегоочистители и поливочные машины.

В зимнее время при обмерзании дорог их посыпают шлаком, расход которого составляет 40—50 т на 1 км дороги. Расход воды на полив дорог в летнее время составляет 5—7 тыс. м³ на 1 км дороги.

§ 31.5. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ АВТОДОРОГ

Под пропускной способностью понимают максимально допустимую по условиям безопасности интенсивность движения автомашин — количество машин, проходящих в единицу времени через определенный пункт дороги в одном направлении:

$$N = \frac{1000vn}{kL}, \text{ машин/ч,} \quad (31.4)$$

где v — скорость движения, км/ч;

n — число полос движения в одном направлении;

$L = 50\text{—}100$ м — наименьшее расстояние между движущимися одна за другой машинами по условию безопасности;

$k = 1,75\text{—}2,0$ — коэффициент неравномерности.

Провозная способность автодороги измеряется весом груза, перевозимого по дороге в единицу времени,

$$W = NG, \text{ Т/ч,} \quad (31.5)$$

где G — грузоподъемность автосамосвала, Т.

Литература к гл. 31: 24, 168, 185.

КАНАТНО-ТРАНСПОРТНЫЕ УСТАНОВКИ

ГЛАВА 32

КОНЦЕВЫЕ КАНАТНЫЕ ОТКАТКИ

§ 32.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Принцип действия (рис. 32.1) — перемещение вагонеток 3 по рельсовым путям с помощью каната 2, навивающегося на барабан лебедки 1, 5.

Установки классифицируют по следующим признакам:

по углу наклона — для наклонных выработок (рис. 32.1, а, в), когда обратное движение осуществляется за счет веса состава (при углах более 5°); для горизонтальных выработок (рис. 32.1, б, в, д), когда обратное движение осуществляется канатами;

по типу лебедок — с однобарабанными лебедками (рис. 32.1, а, б); с двухбарабанными лебедками (рис. 32.1, в, г, д);

с однобарабанными лебедками — по количеству лебедок — одноконцевые (с одной лебедкой — рис. 32.1, а); с головным и хвостовым канатом (с двумя лебедками — рис. 32.1, б);

с двухбарабанными лебедками — по количеству путей — по однопутевым выработкам (с головным и хвостовым канатом — рис. 32.1, в); по двухпутевым выработкам (двухконцевая — рис. 32.1, г, с соединительным канатом — рис. 32.1, д). Можно перевозить любые грузы: ископаемое, породу, материалы, людей. Производительность зависит от длины и составляет для одноконцевых откаток до 100 т/ч, для двухконцевых 200 т/ч. Длина определяется канатоемкостью барабана и составляет обычно 600—700 м. При применении малых подъемных машин доходит до 2000 м.

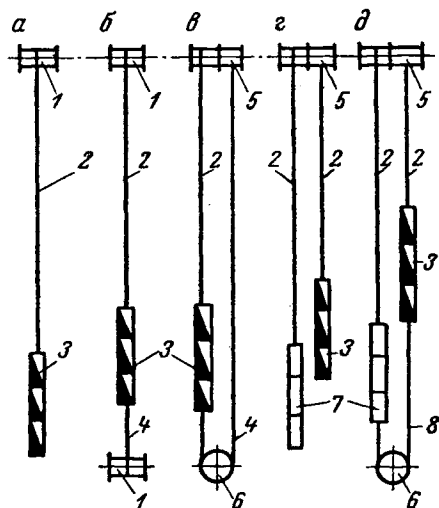


Рис. 32.1. Принципиальные схемы концевых канатных откаток:

1 — однобарабанная лебедка; 2 — головной канат; 3 — грузный состав; 4 — хвостовой канат; 5 — двухбарабанная лебедка; 6 — отклоняющий шкив; 7 — порожний состав; 8 — соединительный канат

Вид пути в плане лучше всего — прямолинейный. Допускают искривления с минимальными радиусами по нормам для горизонтальных рельсовых путей (§ 19.2). Максимальный угол наклона для вагонеток — 30° . При углах более 25° вагонетки снабжают щитками, препятствующими ссыпанию груза. Профиль может быть волнистым.

Достоинства: возможность применения при больших углах наклона, при волнистом профиле и искривленном в плане пути, сравнительная простота устройства и малая стоимость установки, возможность перевозки

людей и оборудования, отсутствие узлов перегрузки ископаемого в конечных пунктах при откатке в вагонетках.

Недостатки: малая производительность, особенно при больших длинах откатки, трудоемкость по прицепке и отцепке вагонеток, интенсивный износ каната, невозможность автоматизации при откатке в вагонах, большие размеры лебедок и камер для них при откатке по длинным наклонным выработкам, необходимость устройства специальных станций отправления-приема составов вагонеток, сравнительно высокий травматизм.

Концевая откатка на горных предприятиях России начала применяться с 1752 г. (Чагирский рудник, Алтай, автор проекта Нартов). Долго не могла получить распространения из-за отсутствия машиностроительной базы. Начиная с 1932 г. одно- и двухконцевые откатки становятся одним из основных видов транспорта по капитальным наклонным выработкам угольных шахт. В последние годы, в связи с появлением высокопроизводительных комбайнов и комплексов и увеличением производительности шахт, канатные откатки вытесняются конвейерами.

В перспективе откатка будет применяться: для транспорта в скипах при больших углах наклона; для вспомогательного транспорта параллельно конвейерам в наклонных выработках. Для горизонтальных выработок откатки применяются практически только в качестве вспомогательного или маневрового оборудования. На поверхности шахт их применяют на отвалах породы и для подтягивания железнодорожных вагонов при погрузке под бункерами.

§ 32.2. УСТРОЙСТВО ОДНОКОНЦЕВЫХ ОТКАТОК ПО НАКЛОННЫМ ВЫРАБОТКАМ

Откатку выполняют по схеме с наклонными заездами (рис. 32.2, а), с горизонтальными заездами (рис. 32.2, б) и по комбинированной схеме (разные заезды сверху и снизу).

Если длина откатки изменяется со временем, то неподвижный конец откатки (основной горизонт) может иметь любой заезд, а удлиняющийся конец — только наклонный, так как через горизонтальную площадку, оставшуюся от горизонтального заезда, состав вниз пройти не сможет. Наклонный заезд может остаться в качестве промежуточного горизонта (рис. 32.2, а).

К оборудованию откатки относятся: лебедка или малая подъемная машина, канат, прицепные устройства, поддерживающие и отклоняющие ролики, предохранительные устройства, оборудование заездов.

Лебедки от малых подъемных машин отличаются диаметром барабана. Лебедки имеют диаметр до 2 м, малые подъемные машины — от 2 (включительно) до 3 м. Лебедки по назначению делятся на грузовые (БГ), имеющие один рабочий тормоз, и грузо-людские (БЛ), имеющие рабочий и предохранительный тормоза.

На рис. 32.3 показана малая подъемная машина.

Лебедки и малые подъемные машины не требуют для размещения подвального помещения. Для возможности перевозки по выработкам барабаны диаметром 2 м и более делают разъемными.

Характеристика лебедок и малых подъемных машин приведена в табл. 32.1 и 32.2.

Канаты применяют параллельной и крестовой свивки. Первые меньше изнашиваются, но сильно подвержены раскручиванию, поэтому приме-

Таблица 32.1

Характеристика шахтных одно- и двухбарабанных лебедок

Тип лебедки	Барабаны		Нагрузка		Наибольший диаметр каната, мм	Наибольшая высота подъема при навивке каната наибольшего диаметра на барабане, м			Передачное число редуктора	Скорость каната (м/сек) при скорости вращения вала двигателя, об/мин			Вес машины без электрооборудования, т
	диаметр, мм	ширина, мм	наибольшее статическое натяжение ветви каната, Т	наибольшая разность статических натяжений канатов, Т		в один слой	в два слоя	в три слоя		580	720	960	
БЛ1200/1000	1200	1000	2,5	2,5	17,5	140 90	325	515	30	—	1,5	2	7,2
2БЛ1200/800	1200	800	2,5	1,5	18,5	95	240	380	20 30	—	2,2 1,5	3 2	8,4
БЛ1600/1200	1600	1200	4	4	25	165 110	385	605	24	2	2,6	3,4	10
2БЛ1600/800 БГ-800/600-2М	1600 800	800 600	4 1,2	2,5 1,2	25 15,5	95 —	240 —	390 375*	24 30	2 —	2,6 1,1	3,4 1,5	11,9 1,5

* При навивке в четыре слоя.

няются в случаях, когда нет перецепки сосудов (например, при откатке в скипах). Вторые меньше раскручиваются, но интенсивнее изнашиваются и отличаются повышенной жесткостью. Для уменьшения износа возможно применение канатов компаунд, у которых наружные проволоки прядей толще внутренних. Соединяется канат с вагонетками прицепным устройством (рис. 32.4). Канат закрепляют внутри барабана зажимами. На барабане должно быть не менее трех витков трения.

Для направления канатов, уменьшения износа шпал, стоек и канатов применяют поддерживающие и направляющие ролики (рис. 32.5). Для улавливания вагонеток при обрыве каната применяют ловители, которые делятся на путевые и прицепляемые к вагонам (рис. 32.6).

Перемещение составов и отдельных вагонеток на приемно-отправительных площадках наклонных выработок осуществляется маневровыми лебедками, толкателями (рис. 32.2) или самокатом. Если верхняя приемно-отправительная площадка выполнена по схеме с горизонтальными ездами, то предохранение самопроизвольного скатывания вагонеток с нее осуществляется с помощью барьеров, которые устанавливают перед наклонными участками и открывают вручную или с помощью механизмов перед спуском состава.

Электропривод лебедок — асинхронный двигатель с фазным ротором. Соединение двигателя с редуктором — эластичной муфтой. Тип

Таблица 32.2

Характеристика малых подъемных машин

Тип машины	Барабаны		Нагрузка		Наибольший диаметр каната, мм	Наибольшая высота подъема (м) при навивке каната наибольшего диаметра на барабан			Передаточное число редуктора	Скорость каната (м/сек) при скорости вращения вала двигателя, об/мин				Вес машины без электрооборудования, т
	диаметр, мм	ширина, мм	наибольшее статическое натяжение ветви каната на барабан, т	наибольшая разность статических натяжений канатов, т		в один слой	в два слоя	в три слоя		480	580	720	960	
БМ2000/1500	2000	1500	5	5	25	280 220*	620 —	965 —	30 20	— —	— —	2,5 3,7	3,3 5	22,7
2БМ2000/1000	2000	1000	5	3	25	170	400	630	30 20	— —	— —	2,5 3,7	3,3 5	31,3
БМ2500/2000	2500	2000	6,5	6,5	31	430 390* —	900 — —	1370 — —	30 20 11,5	— — 5,45	2,5 3,75 6,6	3,15 4,7 —	— — —	37,5
2БМ2500/1200	2500	1200	7,5	4	31	215	495	780	30 20 11,5	— — 5,45	2,5 3,75 6,6	3,15 4,7 —	— — —	34
БМ3000/2000	3000	2000	10	5	— 37	— 365	— —	— —	30 20 11,5	— — 6	3 4,5 8	3,7 5,6 —	— — —	40,8
2БМ3000/1500	3000	1500	10	5	37	285	645	1005	11,5	6	8	5,6	—	47,9

* При использовании для двухконцевой откатки.

и исполнение двигателя выбирают в соответствии с технической характеристикой и местом установки лебедки. Основные требования к электроприводу: плавный пуск и остановка; движение с малой устойчивой скоростью (порядка 0,5—1 м/сек) при проходе вагонетками стрелочных переводов, закруглений, заездов и др. как при подъеме, так и при спуске; устойчивое движение при спуске составов (при отрицательных статических моментах на валу лебедки).

Плавность пуска и остановки обеспечивается применением жидкостных или многоступенчатых металлических реостатов. Особые трудности представляет обеспечение устойчивой малой скорости движения. При ручном управлении лебедкой малая устойчивая скорость обеспечивается машинистом путем одновременного изменения сопротивления в цепи ротора и регулирования тормозного момента рабочим тормозом лебедки. Автоматическое дозирование тормозного момента в ряде случаев осуществляется

применением электрогидропривода на рабочем тормозе лебедки, двигатель которого включается в цепь ротора главного двигателя. В этом случае с изменением скорости движения вагонеток меняется частота роторного тока главного двигателя, соответственно которой изменяются скорость

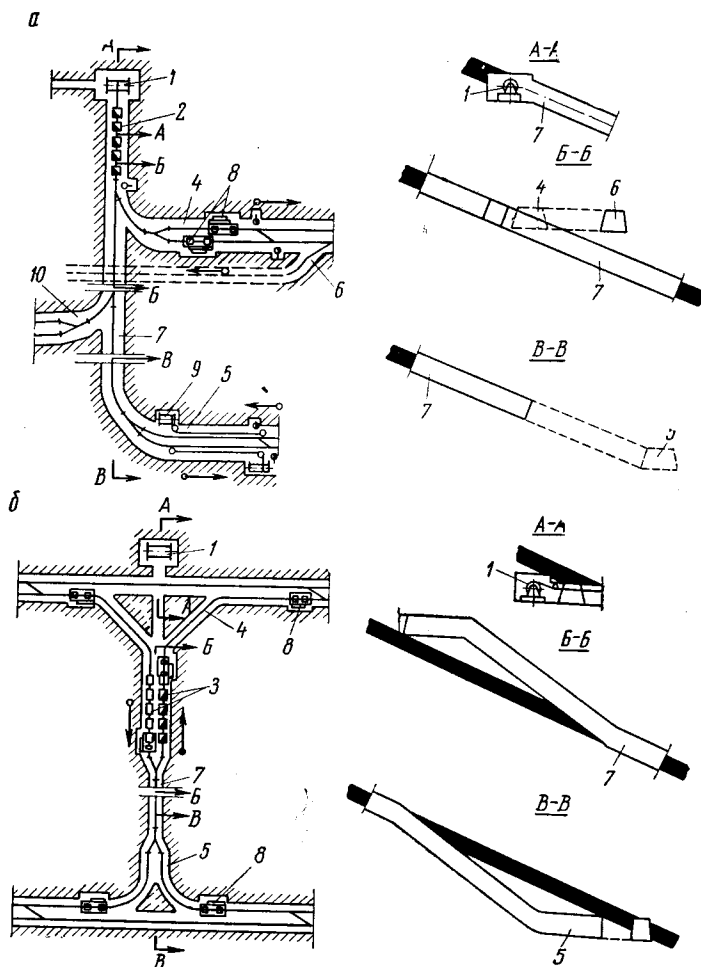


Рис. 32.2. Схемы наклонных выработок при одноконцевых откатах:

1 — лебедка однобарабанная; 2 — состав вагонет на участке переподъема; 3 — состав на горизонтальной площадке; 4 — верхняя и 5 — нижняя приемно-отправительные площадки; 6 — обходная выработка; 7 — наклонная (по пласти) выработка; 8 — толкатель; 9 — маневровая лебедка; 10 — заезд на промежуточный горизонт

вращения двигателя электрогидропривода и тормозной момент тормоза в сторону, обеспечивающую поддержание требуемой скорости.

Возможны также методы поддержания малой скорости движения: импульсным включением двигателя лебедки на одну из искусственных характеристик, переключением двигателя лебедки с одной характеристики на другую, применением микроприводов и др.

При спуске составов, когда на валу лебедки имеется отрицательный статический момент, осуществляется электродинамическое торможение.

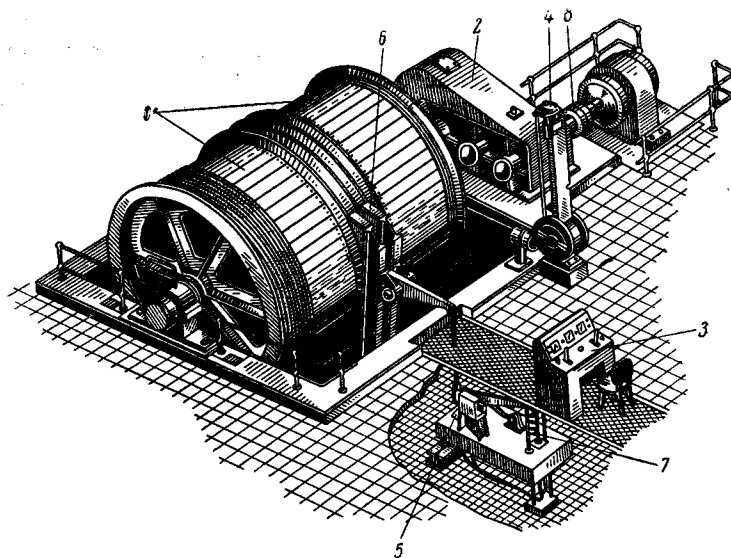


Рис. 32.3. Двух-
барабанная малая
подъемная маши-
на:

1 — барабан; 2 — редуктор; 3 — пульт управления; 4 — указатель глубины; 5 — гидравлический привод тормоза; 6 — тормоз с прессмассовыми колодками; 7 — четырехходовой кран предохранительного тормоза; 8 — эластичная соединительная муфта

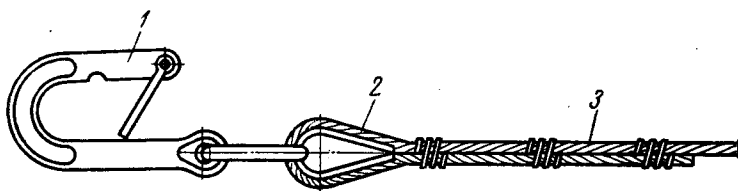


Рис. 32.4. Прицепное устройство:

1 — крюк; 2 — скоба; 3 — канатная петля

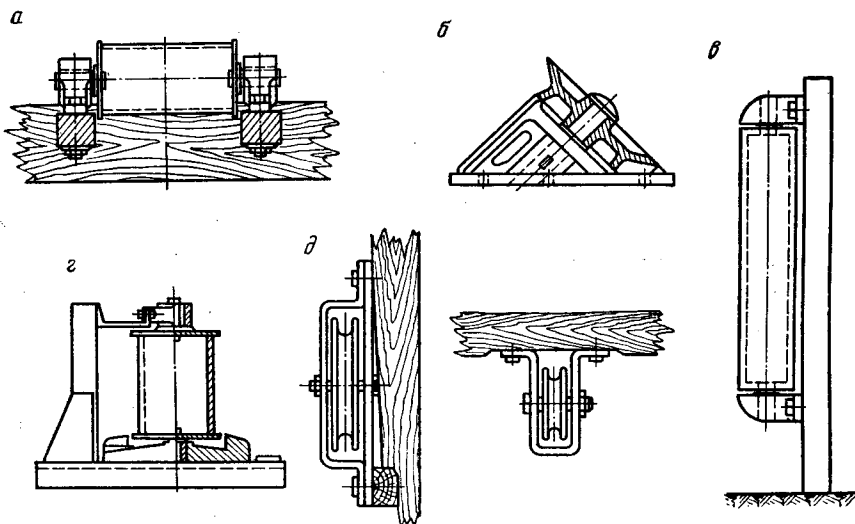


Рис. 32.5. Ролики для концевых откаток:

а — путевой поддерживающий; б, в, г — отклоняющие для установок на закруглениях; д, е — поддерживающие для хвостового каната

В качестве источника постоянного тока для питания обмотки статора при электродинамическом торможении часто применяют полупроводниковые выпрямители.

Рабочий (маневровый) и предохранительный тормоза колодочного типа. Дистанционное управление рабочим тормозом осуществляется

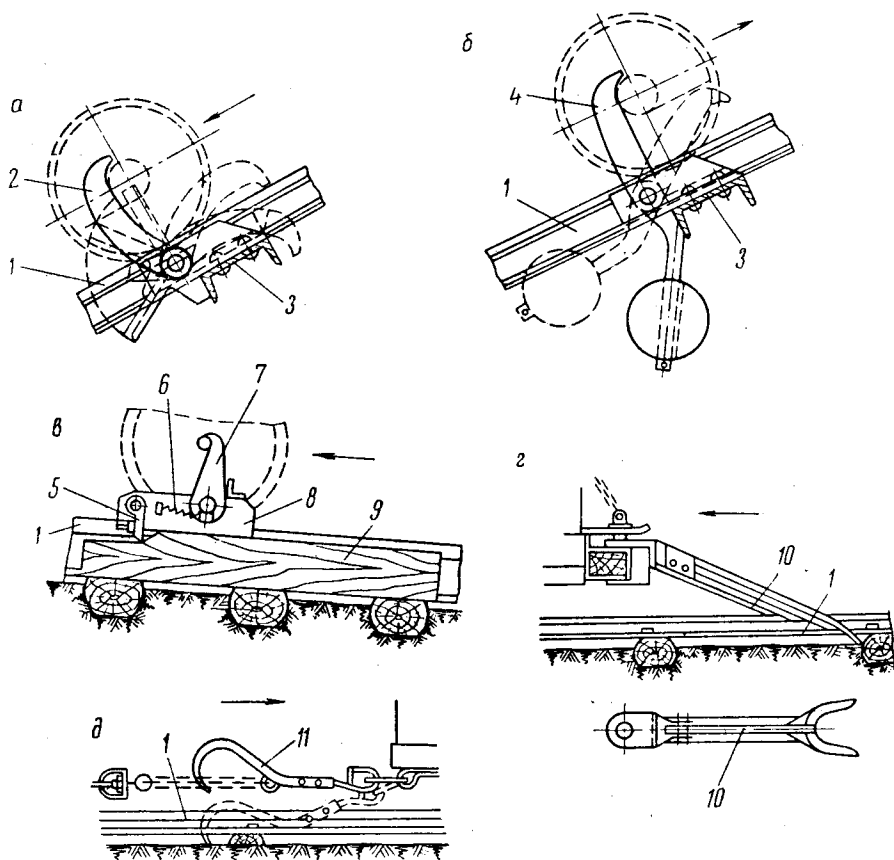


Рис. 32.6. Ловители вагонеток:

а — для вагонеток, движущихся вниз; б, в, г — для вагонеток, движущихся вверх; д — для движения в обоих направлениях; 1 — рельс; 2 — двухплечий рычаг; 3 — упор; 4 — рычаг с противовесом; 5 — резец; 6 — пружина возврата; 7 — кулак; 8 — каретка ловителя; 9 — деревянный брус; 10 — предохранительная вилка («ноза»); 11 — предохранительный крюк («кошка»)

посредством электромагнита, ручное — рукояткой с пульта управления. Привод предохранительного тормоза (рис. 32.7) электрогидравлический типа ЭГП. Он поднимает и удерживает груз тормоза во время работы лебедки. Управление предохранительным тормозом — местное и дистанционное.

Если откатка служит для перевозки людей, то к ней предъявляют особые требования. Перевозка должна производиться только в специальных вагонетках (§ 22.3), в специальных выработках (на новых шахтах и горизонтах), без перецепки каната с грузовых подъемов на людские и наоборот. Лебедки — только грузо-людские (БЛ) или малые подъемные

машины (БМ). Они должны иметь указатель глубины, конечные выключатели для защиты от переподъема вагонеток, а также два тормоза — рабочий и предохранительный. Должна быть предусмотрена рабочая и аварийная сигнализация. Первая должна

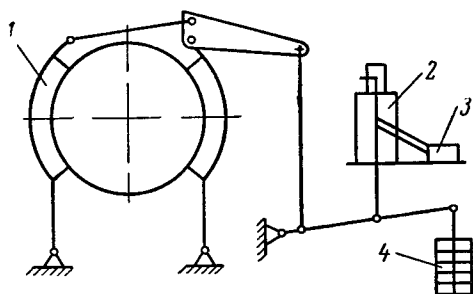


Рис. 32.7. Кинематическая схема предохранительного тормоза лебедок типа БЛ:

1 — исполнительный орган тормоза; 2 — электрогидравлический привод тормоза (ЭГП); 3 — выключатель блокировки тормоза; 4 — тормозной груз

указывать машинисту с какого горизонта подан сигнал, вторая (система с замыканием контактного провода на рельсы или радиотелефон) — для сигнализации из вагонеток.

Канаты для людских откаток должны быть изготовлены из проволоки марки В (высшая марка по механическим свойствам).

Для посадки людей в вагонетки наклонные выработки оборудуются специальными посадочными площадками (свободный проход не менее 1 м), которые на одноконцевых откатках рекомендуется делать двусторонними (обеспечивается одновременный вход и выход пассажиров). При углах до 30° площадки оборудуют трапами и поручнями, а при больших углах — лестницами, поручнями и ступенчатыми сходами. На площадках или возле них устраивают камеры ожидания с сиденьями и ходки. Площадки, камеры ожидания и ходки должны быть освещены.

§ 32.3. УСТРОЙСТВО ДВУХКОНЦЕВЫХ ОТКАТОК ПО НАКЛОННЫМ ВЫРАБОТКАМ

Откатку выполняют обязательно с верхним горизонтальным заездом (рис. 32.8). Нижний заезд может быть как горизонтальным (рис. 32.8), так и наклонным. Верхняя площадка имеет три пути (два грузовых и один порожняковый). Грузовой состав направляется то на один, то на другой путь с тем, чтобы избежать перекрепления канатов.

Промежуточный горизонт устроить нельзя.

В отличие от одноконцевых откаток, применяют двухбарабанные лебедки или малые подъемные машины. Прочее оборудование — канаты, прицепные устройства, поддерживающие и направляющие ролики, предохранительные устройства — не отличается от применяемых для одноконцевой откатки.

§ 32.4. РАСЧЕТ

1. Одноконцевая откатка с верхним наклонным заездом

Постановка задачи. Дано: план и профиль путей (рис. 32.9, а), A — сменная производительность, T — характеристика вагонетки; газовый режим шахты (нужен для выбора электрооборудования). Требуется проверить возможность осуществления откатки на заданную длину, определить число вагонеток в составе, выбрать канат, лебедку и двигатель.

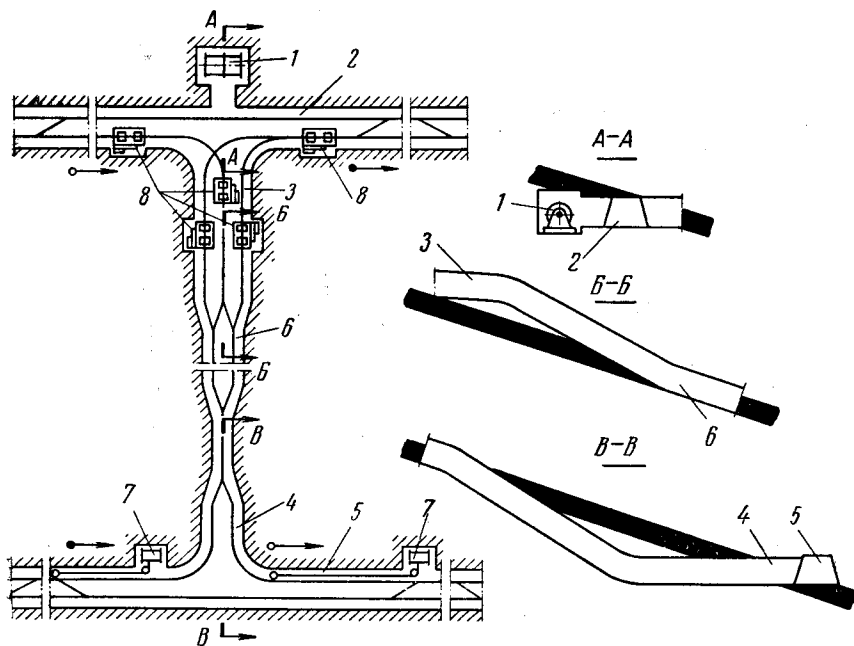


Рис. 32.8. Схема двухконцевой откатки:

1 — двухбарабанная лебедка; 2 — верхний и 5 — нижний откаточные штреки; 3 — верхняя трехпутевая и 4 — нижняя двухпутевая горизонтальные приемно-отправительные площадки; 6 — наклонная двухпутевая выработка; 7 — маневровые лебедки; 8 — толкатели

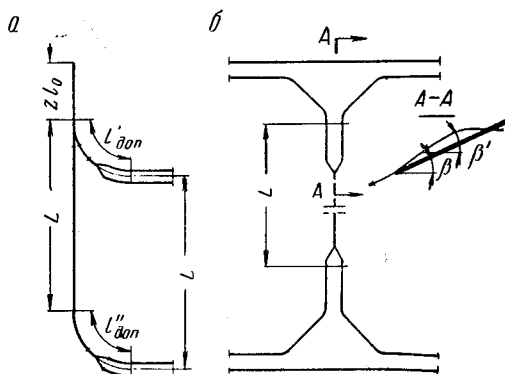


Рис. 32.9. Расчетные схемы откатки:
а — с наклонными заездами; б — с горизонтальными заездами

Паспортная производительность установли определяется по (2.2). Подставляя в (2.2) Q_p из (2.14) вместо Q_n , получим

$$z = \frac{A k k_{\text{н}} T}{3,6 G t_{\text{н.о}}} = \frac{A k_{\text{от}} T}{3,6 G t_{\text{н.о}}}, \quad (32.1)$$

где G — полезная грузоподъемность вагонетки, $\kappa\Gamma$;

T — время цикла сек;

$k_{\text{от}} = k k_{\text{н}} = 1,6-1,8$ — коэффициент неравномерности откатки, зависящий как от неравномерности поступления груза k , так и от неравномерности времени цикла $k_{\text{н}}$.

В соответствии с рис. 32.9, а

$$T = \frac{2L}{v_{\text{ср}}} + \frac{4z l_0 c}{v_{\text{ср}}} + \frac{2l_{\text{доп}} c}{v_{\text{ср}}} + \Theta, \text{ сек}, \quad (32.2)$$

где L — расстояние между горизонтами, м;

l_0 — длина вагонетки с растянутой сцепкой, м;

$l_{\text{доп}} = l'_{\text{доп}} + l''_{\text{доп}} \approx (50-80)$ м — суммарная длина заездов;

$\Theta = 100-120$ сек — пауза на отцепку канатов и перемену хода на участке переподъема;

$v_{\text{ср}}$ — средняя скорость движения с грузом и порожняком, м/сек;

$c = 2-3$ — коэффициент уменьшения скорости при движении по заездам и на участке переподъема.

Подставив T (32.2) в (32.1), получим

$$z = \frac{2(L + l_{\text{доп}} c) + \Theta v_{\text{ср}}}{\frac{3,6 G t_{\text{н.о}} v_{\text{ср}}}{A k_{\text{от}}} - 4 l_0 c}. \quad (32.3)$$

$$v_{\text{ср}} = (0,9-0,95) v, \quad (32.4)$$

где $0,9-0,95$ — коэффициент, учитывающий разгон и торможение;
 v — скорость каната по паспорту лебедки.

Лебедку выбирают предварительно по длине откатки. Максимальная скорость, допускаемая ПБ по наклонным выработкам, 5 м/сек. Для удобства работы обычно не принимают z более 15 однотонных вагонеток и 10 вагонеток большей емкости.

Допускаемое число вагонеток по прочности сцепки можно найти из (2.26)

$$z_{\text{max}} = \frac{S_{\text{сч}}}{(G + G_0)(w' \cos \beta + \sin \beta)}, \quad (32.5)$$

где $S_{\text{сч}} = 6000 \kappa\Gamma$ — допускаемое натяжение сцепки;

G_0 — мертвый вес вагонетки, $\kappa\Gamma$;

$w' = 0,025-0,03$ — коэффициент сопротивления движению вагонетки;

β — угол наклона.

Если окажется что z (32.3) $> z_{\text{max}}$ (32.5), то нужно повысить v , а если этого сделать нельзя, то откатка не может обеспечить заданную производительность.

Приняв z , рассчитывают канат по максимальному статическому натяжению. В соответствии с (2.26) при подъеме груженого состава натяжение каната

$$S_{\text{max}} = z(G + G_0)(w' \cos \beta + \sin \beta) + p L_{\text{max}}(w' \cos \beta + \sin \beta), \quad (32.6)$$

где $L_{\max}$ — максимальная длина каната, м;
 p — погонный вес каната (нам пока не известный), $\kappa\Gamma/\text{м}$;
 $w'_\kappa = 0,5-0,6$ — коэффициент сопротивления движению каната по почве;
 $w'_\kappa = 0,35$ — то же, по роликам.

Выразим p через $S_{\max}$. Площадь сечения проволок каната

$$F = \frac{p}{1000\gamma_0}, \text{ м}^2, \quad (32.7)$$

где $\gamma_0 = 9 \text{ Т/м}^3$ — приведенный объемный вес каната (с учетом свивки и наличия сердечника).

Допускаемая нагрузка на канат

$$S_{\max} = \frac{10^6 F \sigma_{\text{вр}}}{m} = \frac{1000 \sigma_{\text{вр}} p}{m \gamma_0}, \kappa\Gamma, \quad (32.8)$$

где m — запас прочности;

$\sigma_{\text{вр}}$ — предел прочности проволок, $\kappa\Gamma/\text{мм}^2$.

Подставляя в (32.6) значение p из (32.8), мы получим уравнение с одним неизвестным $S_{\max}$. Получив $S_{\max}$ и умножив его на запас прочности, будем иметь необходимое разрывное усилие всех проволок каната, по которому выбираем канат:

$$S_{\text{раз}} = \frac{zm(G + G_0)(w' \cos \beta + \sin \beta)}{1 - \frac{L_{\max} m \gamma_0}{1000 \sigma_{\text{вр}}}(w'_\kappa \cos \beta + \sin \beta)}, \kappa\Gamma. \quad (32.9)$$

Запас прочности по ПБ $m = 9$ для чисто людских подъемов; $m = 7,5$ для грузо-людских; $m = 6,5$ для чисто грузовых установок. Приняв канат, проверяют возможность осуществления откатки на заданную длину.

Натяжение сбегающей с барабана ветви каната при спуске в соответствии с (2.43) при $S_{\text{нб}} = 0$

$$S_{\text{сб}} = -F_0 = -\sum F = z(G + G_0)(\sin \beta - w' \cos \beta) + pL_{\max}(\sin \beta - w'_\kappa \cos \beta), \kappa\Gamma \quad (32.10)$$

Для возможности осуществления откатки необходимо, чтобы канат был растянут ($S_{\text{сб}} \geq 200-300 \kappa\Gamma$). Если откатка невозможна (это бывает на уклонах, когда спускают порожние вагоны), то используют панцирные вагонетки — вагонетки, загруженные породой и постоянно прикрепленные к канату.

Мощность двигателя определяют как для длительного циклического режима работы (рис. 2.8, а).

Действительная нагрузочная диаграмма сложна из-за изменения угла наклона на заездах и длины каната и др. Упрощенно считаем, что тяговое усилие барабана при подъеме постоянно:

$$F_{0. \text{под}} = z(G + G_0)(w' \cos \beta_{\text{ор}} + \sin \beta_{\text{ор}}) + pL_{\text{ор}}(w'_\kappa \cos \beta_{\text{ор}} + \sin \beta_{\text{ор}}), \quad (32.11)$$

где $L_{\text{ор}}$ и $\beta_{\text{ор}}$ — средняя длина каната и средний угол наклона выработки.

Тяговое усилие барабана при спуске $F_{0. \text{сп}}$ также считаем постоянным и находим из (32.11) при знаке минус перед $\sin \beta_{\text{ор}}$. $F_{0. \text{сп}}$ всегда отрицательно. Время подъема и спуска считаем одинаковым

$$t_{\text{под}} = t_{\text{сп}} = \frac{T - \theta}{2}, \text{ сек.} \quad (32.12)$$

Подставляя в (2.57) значения усилий двигателя при подъеме из (2.47) и при спуске из (2.48), получим ($c_2 = 1/3$)

$$F_3 = \sqrt{\frac{\frac{F_{0. \text{под}}^2}{\eta^2} + F_{0. \text{сп}}^2 \eta^2}{2 + \frac{2}{3} \frac{\Theta}{T - \Theta}}}, \text{ кГ}, \quad (32.13)$$

где $\eta = 0,75-0,8$ — полный к. п. д. лебедки (редуктора и барабана).

По F_3 из (2.56) определяем мощность по нагреву. Выбранный по нагреву двигатель проверяют на мгновенную перегрузку для случая подъема груженого состава снизу (2.58).

Минимальный диаметр барабана равен 60 диаметрам каната. Минимальная ширина барабана должна соответствовать длине наматываемого каната

$$B = \left(\frac{L + l_{\text{зап}}}{\pi D} + n_{\text{т}} + 2n_{\text{с}} - 1 \right) \frac{d + \varepsilon}{n_{\text{с}}}, \text{ мм}, \quad (32.14)$$

где L — длина навивки каната, м;

$l_{\text{зап}} = 200-300 \text{ м}$ — запас каната на барабане лебедки для возможности периодической обрезки нижней быстро изнашивающейся части его, что позволяет более длительную эксплуатацию всего каната без замены;

$n_{\text{т}}$ — число витков трения (для деревянной футеровки 3, для металлической 5);

d — диаметр каната, мм;

D — диаметр барабана, м;

$\varepsilon = 2-3 \text{ мм}$ — зазор между смежными витками;

$n_{\text{с}}$ — число слоев навивки каната (до 3 при углах наклона до 30° и до 2 при углах от 30 до 60°).

Предварительно выбранная лебедка остается, если она имеет достаточные размеры барабана, а наибольшее статическое натяжение каната, мощность двигателя и скорость его вращения не превышают указанных в характеристике лебедки.

II. Одноконцевая откатка с верхним горизонтальным заездом

Постановка задачи и порядок аналогичны предыдущей задаче.

Особенности расчета следующие. Время цикла находится непосредственно, так как отсутствует участок zl_0 (рис. 32.9, а), неизвестной длины.

По рис. 32.9, б

$$T = \frac{2L}{v_{\text{сп}}} + \Theta, \text{ сек.} \quad (32.15)$$

Если нижняя площадка с наклонными заездами, то нужно учесть длину наклонного заезда $l'_{\text{дон}}$ (рис. 32.9, а) и езду по нему с пониженной скоростью по аналогии с (32.2). Получив T из (32.1), находим z . При проверке прочности сцепок (32.5), при расчете каната (32.9), при проверке двигателя на мгновенную перегрузку вагонетки располагают на участках профиля с повышенным углом наклона.

III. Двухконцевая откатка

Порядок расчета аналогичен предыдущему пункту. Время цикла

$$T = \frac{L}{v_{cp}} + \Theta, \text{ сек}, \quad (32.16)$$

где $\Theta = 60-70$ сек.

В соответствии с (2.44) тяговое усилие барабана

$$F_0 = \sum F = z(G + G_0)(w' \cos \beta + \sin \beta) + pL(w'_x \cos \beta + \sin \beta) + \\ + zG_0(w' \cos \beta - \sin \beta) + pL(w'_x \cos \beta - \sin \beta), \text{ кг}. \quad (32.17)$$

Среднее тяговое усилие барабана $F_{0. \text{cp}}$ находится из (32.17) при средней длине каната и среднем угле наклона. Время действия этого усилия за цикл $T - \Theta$, поэтому из (2.57) при $c_2 = 1/3$

$$F_a = F_{0. \text{cp}} \sqrt{\frac{1}{1 - \frac{1}{3} \frac{\Theta}{T - \Theta}}}, \text{ кг}. \quad (32.18)$$

Выбранный из (2.56) по нагреву двигатель проверяют на мгновенную перегрузку для моментов подъема груженого состава снизу или при выезде его на верхнюю площадку как для одноконцевой откатки.

IV. Канатные откатки для перевозки людей

Постановка задачи. Дано: N_x — число людей, перевозимых в одном направлении за срок перевозки; $t_{п. x}$ — срок перевозки людей (обычно 30—40 мин); длина и профиль выработки. Требуется определить количество вагонеток в составе, выбрать канат, лебедку, двигатель.

По углу наклона выработки принимаем тип вагонетки (§ 22.3). По длине выработки и допускаемой для принятых вагонеток скорости движения принимаем лебедку. По (32.15) находим время рейса, считая $\Theta = 120$ сек.

Возможное число рейсов за отведенное для перевозки время

$$r = \frac{t_{п. л}}{T}. \quad (32.19)$$

Потребное число вагонов в составе

$$z = \frac{N_x k}{rn}, \quad (32.20)$$

где $k = 2$ — коэффициент неравномерности;

n — число мест в вагонетке.

z проверяют по прочности сцепки по выражению (32.5) при $S_{ск} = 5000$ кг. По условию одновременности действия парашютов z принимают не более 5. Дальнейший расчет аналогичен грузовым откаткам.

§ 32.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТАНОВОК, ОХРАНА ТРУДА

Эксплуатация сводится к осмотру, ремонту (или замене) откаточных канатов, путевого хозяйства, прицепных устройств лебедок по заранее намеченным графикам.

Основными источниками опасности являются: износ каната и потеря его прочности, износ тормозных колодок и невозможность обеспечения необходимого тормозного момента, износ эластичных втулок муфты между двигателем и редуктором и возможность поломки соединительных пальцев муфты, неисправности рельсового пути и крепления выработки.

Особое внимание уделяется состоянию отклоняющих и путевых роликов, смазке каната, удалению концов переломавшихся проволок. Канат заменяется новым при уменьшении диаметра наружных проволок на 50%, наличии на одном шаге свивки 10% лопнувших проволок и при уменьшении диаметра каната на 10%. Регулярно проверяются зазоры между тормозными колодками и шкивом (они должны быть не более 1,5 мм).

При движении составов вверх или вниз резкое торможение барабана лебедки приводит к большим динамическим нагрузкам на канат, лебедки, сцепки. Это может привести к авариям, что недопустимо, особенно при перевозке людей. Поэтому на лебедках и малых подъемных машинах, где установлены предохранительные тормоза, регулируется величина создаваемого ими тормозного момента.

Кратность тормозного момента к статическому
в зависимости от угла наклона выработки

Угол наклона, град	5—15	20	25	30
$k = \frac{M_{\text{торм}}}{M_{\text{стат}}}$	1,8	2,0	2,6	3,0

При эксплуатации канатных откаток для перевозки людей особое внимание уделяют исправности людских вагонеток, посадочных площадок и выработки, по которой осуществляется перевозка, исправности системы сигнализации из вагонеток машинисту лебедки (радиотелефон или контактный провод с дугой). Необходим тщательный осмотр лебедок раз в неделю, ежемесячно — ремонтный осмотр, раз в три месяца — текущий ремонт, раз в полгода — ревизия. Капитальный ремонт лебедки проводится раз в 1—2 года.

§ 32.6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты складываются из стоимости откаточной лебедки (малой подъемной машины), электродвигателей, каната, пуско-регулирующей аппаратуры (принимается 30% стоимости откаточной лебедки, подъемной машины), расходов на оборудование лебедочной камеры.

Например, капитальные затраты на одноконцевую канатную откатку в наклонной выработке протяженностью 1000 м при применении подъемной машины БМ2000 составляют 30 000 руб. (50% — стоимость подъемной машины и электродвигателя, 2% — каната, 13% — пуско-регулирующей аппаратуры, 35% — лебедочной камеры),

При расчете заработной платы учитываются машинисты откаточной установки (один человек в смену) электрослесари по ремонту и осмотру откаточной лебедки (подъемной машины) и оборудования, установленного в наклонной выработке (направляющие ролики, ловители и др.) из расчета 1 чел. на 1 км выработки при односменной работе плюс 0,5 выхода в каждую смену при многосменной работе вне зависимости от длины выработки.

Например, эксплуатационные расходы при откатке одноконцевым канатом в выработке протяженностью 1000 м с грузопотоком 1200 т в сутки

составляет 74 руб. в сутки (45% — зарплата обслуживающего персонала, 30% — расходы на электроэнергию, 15% — амортизация электромеханического оборудования, 5% — расходы на канат, 5% — прочие расходы).

Себестоимость транспортирования одноконцевой откаткой без учета расходов на приемно-отправительные площадки

$$c = \frac{6,71L + 80,54}{A} + 0,02L, \text{ pyб/Т,}$$

где A — суточный грузопоток, T ;

L — протяженность наклонной выработки, км.

Литература к гл. 32: 15, 32, 33, 47, 70, 93, 117, 130, 155, 171, 176, 177.

ГЛАВА 33

БЕСКОНЕЧНЫЕ ОТКАТКИ

§ 33.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Принцип действия (рис. 31.1, а) — перемещение вагонеток 3 по рельсовым путям с помощью бесконечного каната 2, приводимого в движение лебедкой 1 со шкивом трения. Грузные и порожние вагонетки по одной

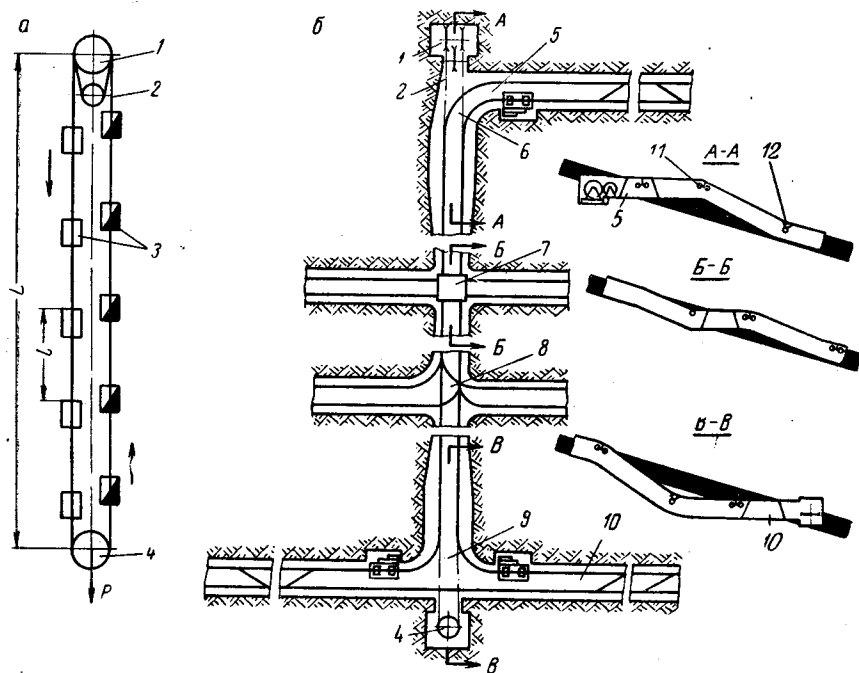


Рис. 33.1. Схемы бесконечной откатки:

а — принципиальная схема; б — схема выработок и рельсовых путей; 1 — лебедка; 2 — канат; 3 — вагонетки; 4 — натяжной шкив; 5 — верхний штрек; 6 — верхняя односторонняя площадка; 7 — промежуточная площадка с платформой; 8 — промежуточная площадка со стрелочными переводами; 9 — нижняя двусторонняя прямоотправительная площадка; 10 — нижний штрек; 11 — поддерживающий ролик; 12 — отжимный потолочный ролик

прицепляют к движущемуся канату вручную прицепными устройствами (рис. 32.2).

Бесконечной откаткой можно перевозить любые грузы, кроме людей. Производительность до 400 $T/ч$. Длина откатки по наклонным выработкам до 1000 м и более. В плане допускает искривления, но лучше, если трасса прямолинейна. Профиль трассы может быть волнистым с максимальными углами подъема до 25° . На наклонных выработках горизонтальные участки должны иметь небольшую длину, иначе опускающийся вагон может остановиться и отцепиться от каната.

Основные достоинства: большая производительность, непрерывность действия, небольшая мощность двигателя, возможность применения при сложной трассе. Недостатки: большая трудоемкость обслуживания, высокие травматизм и аварийность, интенсивный износ каната прицепными устройствами, невозможность перевозки людей, наличие двухпутевой выработки и загромождение ее по всей длине канатом.

Бесконечная откатка получила широкое распространение в 30-х годах в наклонных и горизонтальных выработках. В последних она в скором времени была вытеснена электровозной откаткой. В наклонных выработках применяется до настоящего времени. В последние годы она постепенно заменяется ленточными конвейерами. Широких перспектив применения не имеет и в проектах новых шахт не предусматривается.

§ 33.2. УСТРОЙСТВО БЕСКОНЕЧНОЙ ОТКАТКИ ПО НАКЛОННЫМ ВЫРАБОТКАМ

Откатка может иметь двусторонние и односторонние площадки (рис. 33.1, б). На промежуточных площадках устраивают сопряжения, допускающие проход вагонеток с каждой ветви на оба штрека и наоборот.

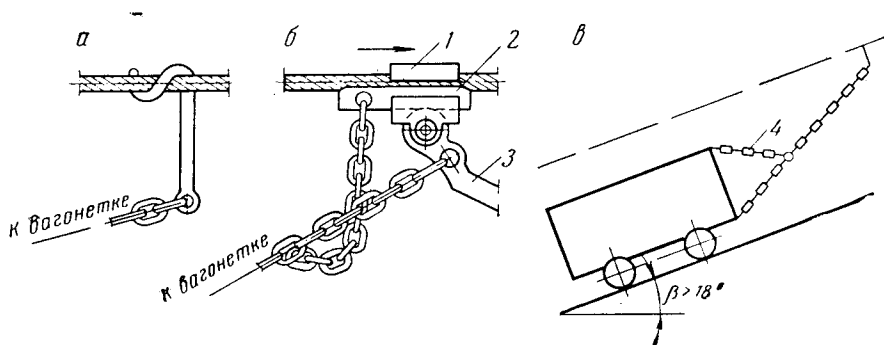


Рис. 33.2. Прицепные устройства:

1 — обойма; 2 — клин; 3 — рычаг, зажимающий клин; 4 — контрцепь

Для сокращения размеров эти сопряжения иногда выполняют в виде литых плит-заездов. На старых установках встречаются гладкие плиты. Все площадки делают горизонтальными. Промежуточные имеют длину 5—6 м, чтобы движущиеся вниз вагонетки не останавливались и проходили площадку по инерции. Промежуточные штреки, разделенные на крылья наклонной выработкой, иногда соединяют обходными выработками, тогда откатку на обоих крыльях может выполнять один электровоз.

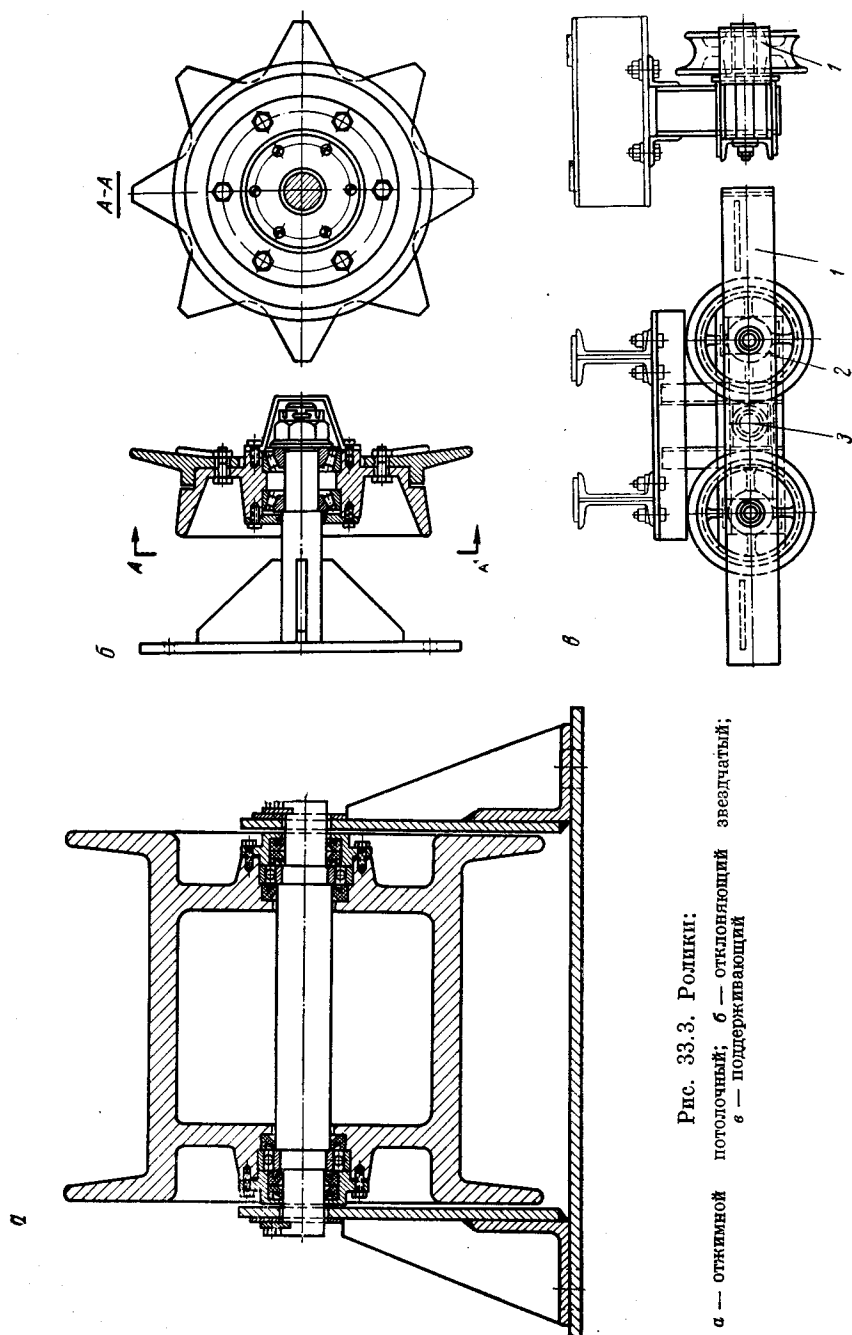


Рис. 33.3. Ролики:

a — отрицательный; *б* — отклоняющий звездчатый;
в — поддерживающий

К оборудованию откатки относятся: бесконечный канат, натяжная станция, поддерживающие и отклоняющие ролики, предохранительные устройства, оборудование заездов, лебедка.

Канаты для бесконечных откаток обычно применяют шестипрядные с сердечником, параллельной свивки. По условиям работы прицепных устройств диаметр каната должен быть не более 34 мм.

Натяжные устройства грузовые с ходом не менее 0,5% длины откатки.

Вагонетки прицепляют к бесконечному канату в большинстве случаев с помощью баранчика (рис. 33.2, а) который плотно зажимает

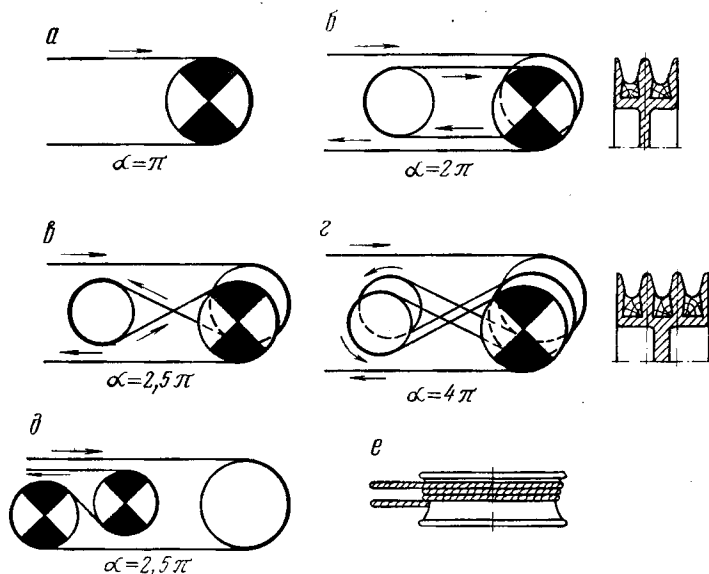


Рис. 33.4. Схемы обводки каната на лебедках для бесконечных откаток:

а — одножелезчатый шкив; б, в — двух- и трехжелезчатый шкив с противостоящими шкивами; г — два ведущих шкива; е — многообхватный шкив с параболическим или коническим желобом

и несколько изгибает тяговый канат силой, приложенной к его стержню от продольной составляющей веса вагонетки (на наклонном участке). На горизонтальном участке пути, где отцепляется вагонетка, составляющая веса исчезает и баранчик легко снимается с каната. Максимальное тяговое усилие, которое может обеспечить баранчик, 600 кГ. Клиновой зажим (рис. 33.2, б) более сложен, но он меньше деформирует канат, чем баранчик. Применяется там, где нет поддерживающих канат роликов. При откатке по выработкам с углом наклона более 18° для увеличения устойчивости вагонеток применяют прицепные устройства с контрцепями (рис. 33.2, в).

Для поддержания и направления каната применяют путевые, поддерживающие, отжимные потолочные, звездчатые ролики (рис. 33.3)

Путевые (рис. 33.3, а) устанавливают через 15 м, когда расстояние между вагонетками превышает 40 м и провес его между вагонетками велик. Поддерживающие (рис. 33.3, в) устанавливают в местах выпуклого перегиба профиля выработки и на приемно-отправительных площадках (рис. 33.3, б). Для пропуска прицепного устройства отбойник

(рис. 33.3, *в*) отклоняет баранчик в сторону. Ролик двойной для уменьшения давления каната. Обойма 2 качается вокруг оси 3 для уменьшения ударов при проходе баранчика. В местах вогнутого перегиба (рис. 33.4, *б*), где канат стремится к кровле выработки, устанавливают отжимные поточные ролики (рис. 33.3, *а*).

На поворотах пути в плане устанавливают отклоняющие звездчатые ролики (рис. 33.3, *б*), которые вращаются на вертикальной или наклонной оси, поддерживают канат и допускают проход прицепного баранчика в вырезах звездочки.

Ловители — рельсовые, стационарные (рис. 32.6, *а*, *б*, *в*).

Подкатка выгонеток на приемно-отправительных площадках осуществляется самодвижением, а также с помощью маневровых лебедок и толкателей. Лебедки для бесконечной откатки передают тяговое усилие канату за счет сил трения, возникающих между шкивом и канатом. Теория передачи тягового усилия, рассмотренная в гл. 4 для ленточных конвейеров, справедлива и для этих лебедок. Тяговые свойства здесь тоже повышаются или путем увеличения угла обхвата канатом шкива (шкивов), или увеличением коэффициента трения его на шкиве. Увеличение угла обхвата достигается применением: многожелобчатых приводных шкивов с противощкивами (рис. 33.4, *б*, *в*, *г*); нескольких ведущих шкивов (рис. 33.4, *д*); многообхватных шкивов с параболическим или коническим желобом (рис. 33.4, *е*).

Лебедки с многожелобчатыми шкивами равноценны приводам ленточного конвейера с жесткой кинематической связью барабанов, т. е. при неравномерном износе шкивов возможно появление рынков каната на приводе (§ 4.3). Для устранения этого по аналогии с соответствующей схемой привода ленточного конвейера (§ 4.3) применяют лебедки с двумя ведущими шкивами с приводом от дифференциала (рис. 33.5). Коэффициент трения каната по чугунному или стальному шкиву 0,1—0,14. Для увеличения его до 0,16—0,18 шкивы футеруют деревом (в торец) или конвейерной лентой (тоже в торец). Эффект, равнозначный увеличению коэффициента

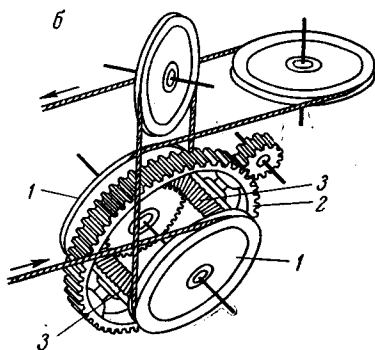
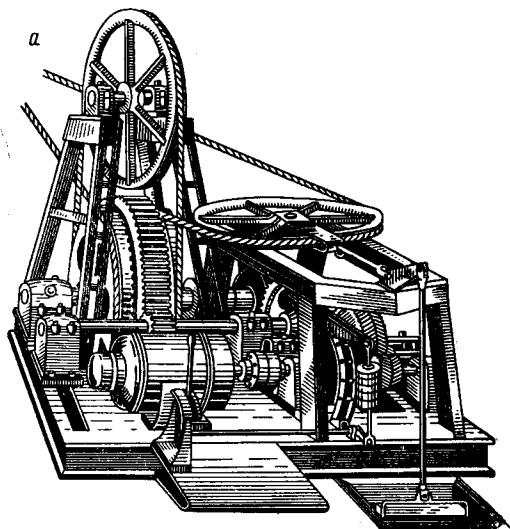


Рис. 33.5. Лебедка с двумя ведущими шкивами и дифференциальным редуктором:

а — общий вид; *б* — схема обводки каната, 1 — шкивы трения, 2 — большое зубчатое колесо (водило), 3 — планетарные шестерни

трения каната о желоб в 3—4 раза, достигается при применении зажимных шкивов. Схему заводки каната на таких лебедках см. на рис. 33.4, а. По всей окружности шкива вместо желобка на небольшом расстоянии друг от друга располагаются кулачковые зажимы (рис. 33.6). При набегании каната на зажим шарнир 3 опускается, отроги 2 скользят по шкиву и щеки 1 зажимают канат. Пружины 4 облегчают выход каната из зажима на сбегавшей ветви. Недостатком таких лебедок является повышенный износ каната и зажимов.

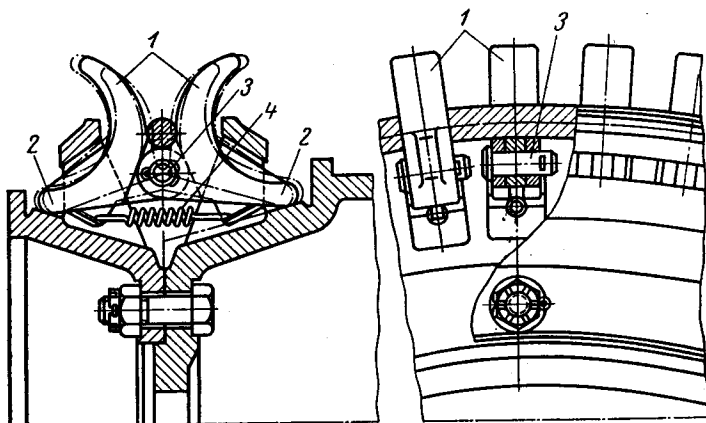


Рис. 33.6. Зажимной шкив

Лебедки для бесконечной откатки оборудуют маневровыми и предохранительными тормозами. Между двигателем и редуктором устанавливают предохранительную муфту (фрикционную, турбомуфту), настроенную

Таблица 33.1

Характеристика лебедок для бесконечной откатки

Тип лебедки	Число приводных шкивов	Диаметр шкива, мм	Наибольший диаметр каната, мм	Скорость каната, м/сек	Предельная мощность двигателя, кВт	Скорость вращения двигателя, об/мин	Вес лебедки без электродвигателя, кг	Размеры, мм			Наибольшее натяжение каната, кг	Наибольшая разность натяжения двух ветвей каната, кг
								длина	ширина без двигателя	высота от уровня пола		
ОЛ1200/60-2М	1	1200	21,5	0,75 1,0	30 40	720,960	3300	3330	1142	1300	3500	3000
ОЛ1600/80-2М	1	1600	28	0,75 1,0	50 70	720,960	8450	5150	2825	1210	6000	5000
ОЛ2100/100-4	1	2100	34	0,75 1,0	100 135	720,960	17750	5700	3900	1670	12000	9600
ОЛЗ2100/100	1	2100	34	0,75 1,0	100 135	720,960	23000	5700	3900	1670	1200	9600

Примечание: Вес лебедки ОЛЗ2100/100 приведен с электрооборудованием.

так, чтобы не допускать пробуксовки каната по шкиву. Это особенно важно для лебедок с зажимным шкивом. Характеристика откаточных лебедок приведена в табл. 33.1.

К электроприводу лебедок предъявляют следующие требования: плавный пуск (при резком рывке вагонетки сходят с рельсов); реверсирование с малой скоростью порядка 0,1 м/сек (при устранении неполадок); наличие промежуточной скорости в прямом направлении (30—35% номинальной) в тех случаях, когда имеются промежуточные площадки и транспортируются длиномерные грузы (при полной скорости вагонетки сходят с рельсов на перегибах профиля).

Применяют короткозамкнутый асинхронный двигатель с турбомуфтой, что обеспечивает плавный пуск и реверсирование, малая скорость которого достигается импульсными включениями двигателя, но не обеспечивает промежуточной скорости. Основная система привода — асинхронный двигатель с фазным ротором.

Автоматизировать установку нельзя, поскольку нельзя автоматизировать прицепку-отцепку вагонеток, но широко применяют дистанционно-автоматизированное управление лебедкой, которое должно, помимо общих требований, выполнять дистанционный пуск и остановку двигателя, реверсирование с малой скоростью, переход на промежуточную скорость, автоматическое отключение двигателя и включение предохранительного тормоза при перегреве подшипников, работе двигателя на одной фазе, пробуксовке каната на шкиве, самопроизвольном возникновении обратного хода.

Должна исключаться возможность пуска или переход на полную скорость, если хотя бы один пульт управления поставлен в положение остановки или движения с малой скоростью.

§ 33.3. РАСЧЕТ

Дано: A — сменная производительность установки, $T/см$; L — длина откатки, $м$; профиль рельсовых путей; характеристика принятой вагонетки. Необходимо выбрать канат, лебедку, двигатель. Расчетная схема откатки принята по рис. 33.1, а.

Из выражения (2.14) определяем расчетный грузопоток Q_p , $T/ч$. Из (2.2) средний интервал времени между прицепками вагонеток

$$T = \frac{3,6G}{Q_p}, \text{ сек}, \quad (33.1)$$

где G — полезная грузоподъемность вагонетки, $кГ$.

Значение T должно быть не менее 25 сек при подкатке вагонеток к пункту прицепки самокатом или механическим способом и не менее 40 сек при подкатке вручную.

Расстояние между вагонетками

$$l = Tv, \text{ м}, \quad (33.2)$$

где v — скорость каната, для всех лебедок до 1 м/сек.

l не должно быть меньше 15 м.

Число вагонеток на каждой ветви каната

$$z = \frac{L}{l}. \quad (33.3)$$

Силу тяги грузовой и холостой ветвей находим из (32.11). Погонный вес каната здесь не играет роли, и его принимают ориентировочно (для каната диаметром 25—34 мм). Если канат на всей ветви лежит на вагонетках, то $w'_k = w'$.

Из (2.44) находим тяговое усилие привода, по которому выбираем лебедку. Дальнейший тяговый расчет аналогичен § 4.4 при $S_{н.р} = 300—500$ кг.

Запасы прочности каната при навеске для бесконечной откатки

Длина откатки, м	До 300	300—600	600—900	900—1200	Более 1200
Запас прочности каната (не ниже)	5,5	5	4,5	4	3,5

Отношение диаметра шкива к диаметру каната должно быть не менее 60. Лебедка, канат и двигатель выбраны правильно, если расчетные значения диаметра каната, его скорости и предельной мощности двигателя не превышают величин, приведенных в характеристике лебедок.

§ 33.4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТАНОВОК, ОХРАНА ТРУДА

Прицепку вагонов к канату следует производить через интервалы не менее допустимых. На расстоянии допустимого интервала выше и ниже площадок устанавливают светильники для контроля интервала. Для предотвращения аварий необходимо особо следить за состоянием прицепных устройств, а изношенные своевременно заменять новыми. В исправном состоянии поддерживают также рельсовые пути, ловители, ходовые части вагонеток. Ежедневно проверяется исправность предохранительного тормоза лебедки, исправность футеровки ведущих шкивов, электрооборудования, сигнализации.

Для эксплуатации бесконечной откатки задалживается много людей; большинство выполняет тяжелый ручной труд по подкатке-откатке вагонеток, развороту на плитах (если площадка без стрелочных переводов), прицепке к канату и отцепке в конечных пунктах. Процент травматизма на бесконечной откатке высок, поэтому особое внимание должно здесь уделяться соблюдению правил охраны труда: возможно большая механизация процессов на приемно-отправительных площадках, тщательный осмотр канатов, прицепных устройств и сигнализации, исправность всех ловителей, систематический инструктаж работников, обслуживающих откатку.

§ 33.5. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты при откатке бесконечным канатом по наклонным выработкам состоят из стоимости откаточной лебедки, каната, пуско-регулирующей электроаппаратуры, расходов на оборудование лебедочной камеры.

Например, капитальные затраты при оборудовании откатки бесконечным канатом лебедкой ОЛЗ 2100 в выработке протяженностью 1 км составляют 22 000 руб. (40% — стоимость откаточной лебедки, 40% — лебедочной камеры, 10% — пуско-регулирующей электроаппаратуры, 10% — каната).

При определении заработной платы обслуживающего персонала учитываются машинисты откаточной лебедки и электрослесари по ремонту

и осмотру за откаточной установкой. На откаточную установку в рабочую смену при отсутствии дистанционного управления принимается один машинист. Число выходов электрослесарей аналогично § 32.6.

Например, при откатке бесконечным канатом в выработке протяженностью 1 км с суточной нагрузкой 1200 Т эксплуатационные расходы составляют 65 руб. в сутки (37% — зарплата; 10% — расходы на электроэнергию; 6% — амортизация электромеханического оборудования; 3% — амортизация лебедочной камеры; 8% — расходы на канат и запчасти).

При оборудовании наклонной выработки откаткой бесконечным канатом себестоимость транспортирования (без расходов на приемно-отправительные площадки) определяется по формуле

$$C = \frac{32L + 60}{A}, \text{ руб/Т,} \quad (33.4)$$

где A — суточный грузопоток, Т;

L — протяженность наклонной выработки, км.

Литература к гл. 33: 15, 32, 33, 47, 70, 93, 122, 155, 171, 176, 177.

ГЛАВА 34

ПОДВЕСНЫЕ КАНАТНЫЕ ДОРОГИ

§ 34.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Подвесные канатные дороги — транспортные устройства, вагонетки которых перемещаются по подвешенному канатному пути. Классифицируются по следующим признакам:

по количеству канатов — одноканатные; двухканатные;

по характеру движения вагонеток — кольцевые (аналогично схеме рис. 33.1, а); маятниковые (аналогично схеме рис. 32.1, б).

Одноканатные дороги имеют только тяговый канат (рис. 34.1, а, б), к которому прикрепляют вагонетки. Разгрузка осуществляется или возле опоры (рис. 34.1, а), или в пролете (рис. 34.1, б). В последнем случае на специальном канате подвешивается отбойник для открывания днищ вагонеток, который может быть установлен в любом месте пролета. Одноканатные дороги применяют редко из-за малой производительности и длины.

Распространены двухканатные дороги (рис. 34.1, в), у которых вагонетки тяговым канатом перемещаются по неподвижному несущему канату, подвешенному на опорах.

Составные элементы дорог показаны на рис. 34.1.

Двухканатная дорога имеет конечные (погрузочная, разгрузочная) и промежуточные станции, между которых натянута два несущих каната. На станциях канаты заменены рельсами. Конструкции станций весьма разнообразны и зависят от условий, требуемого расположения путей и способа погрузки и разгрузки. Механизация передвижения вагонеток на станции — подвесными толкающими конвейерами или самокатом. Загрузка вагонеток — автоматическая с использованием весовых или объемных дозаторов, разгрузка тоже автоматическая (во время движения

вагонеток). Для возвращения опрокинутых кузовов в исходное положение на станции установлена направляющая шина (спираль). Регулирование выпуска вагонеток на линию производится автоматически, специальными приборами.

Промежуточные станции могут быть погрузочными, разгрузочными и проходными. Последние возникают на стыке приводных участков дорог или в узлах скрещивания нескольких участков сети дорог.

В качестве несущих применяют спиральные канаты одинарной свивки преимущественно закрытого типа (рис. 34.2, а), которые изготавливаются

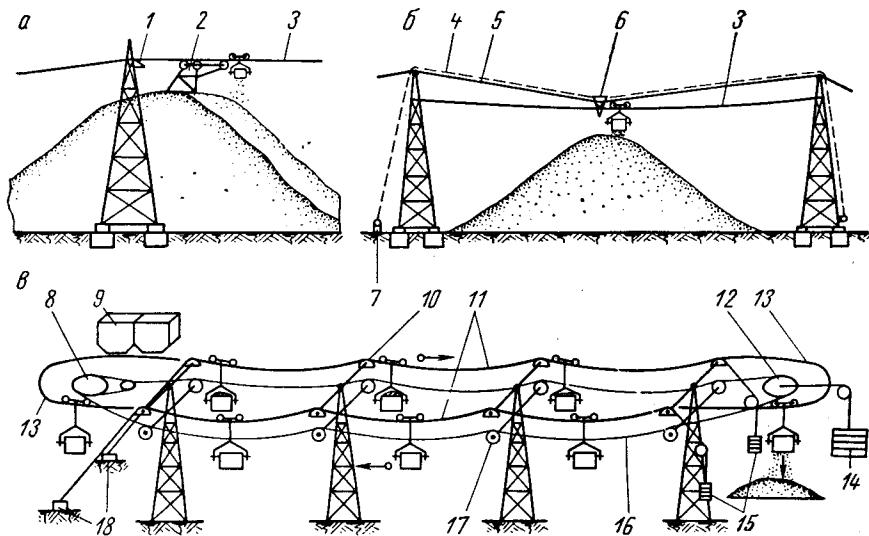


Рис. 34.1. Канатные подвесные дороги с кольцевым движением вагонеток:

а — одноканатная с разгрузочным устройством для постепенного образования отвала; б — одноканатная с разгрузкой в любом месте; в — двухканатная; 1 — опрокидной упор; 2 — передвижная рама с упором для опрокидывания кузова; 3 — тягово-несущий канат; 4 — канат для передвижения тележки с упором; 5 — несущий канат для тележки с упором; 6 — передвижная тележка с упором для опрокидывания кузова; 7 — ручная лебедка для передвижения тележки; 8 — ведущий шкив; 9 — бункер; 10 — опорные башмаки; 11 — несущий канат; 12 — натяжной шкив; 13 — криволинейный рельс; 14 — груз натяжения тягового каната; 15 — грузы натяжения несущего каната; 16 — тяговый канат; 17 — роликоопоры тягового каната; 18 — фундаменты для закрепления концов несущего каната

из светлой проволоки марки В диаметром (на дорогах СССР) 30—50 мм. Несущие канаты на длинных дорогах разбиваются на участки длиной 1—2 км, поэтому на линии ставят промежуточные натяжные или якорные станции.

Тяговый канат, к которому подключают вагонетки, счален и образует замкнутую петлю. На опорах (рис. 34.2) он поддерживается роликами, а на станциях огибает направляющие и приводные блоки; один из блоков делается натяжным. В качестве тягового применяют шестипрядные канаты двойной односторонней (параллельной) свивки диаметром 26—32 мм. Длина одного приводного участка зависит от производительности и профиля дороги и меняется от 6 до 12 км, а в отдельных случаях достигает 20 км.

Вагонетки (рис. 34.2) состоят из ходовой тележки, подвески и кузова. Подвеска шарнирно подвешена к ходовой тележке и всегда сохраняет вертикальное положение. Для соединения с тяговым канатом вагонетки

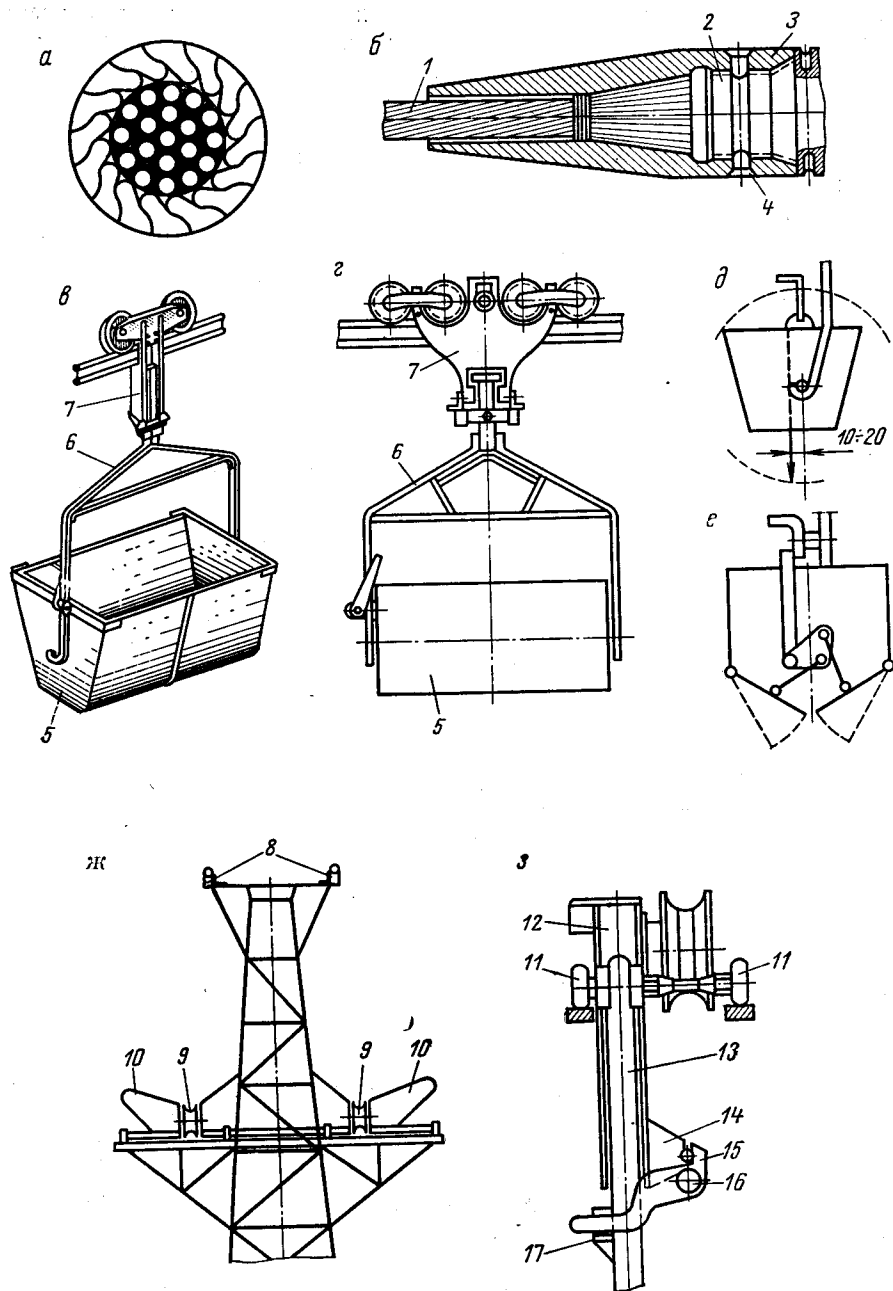


Рис. 34.2. Составные элементы подвесных канатных дорог:

а — канат закрытого типа; б — линейная соединительная муфта; в, г — нормальные вагонетки с опрокидным кузовом; ж — схема опрокидного кузова и з — кузова с раскрывающимся днищем; ж — опора двухканатной дороги; з — схема грузового спешного прибора; 1 — канат; 2 — винтовая стяжка; 3 — гильза; 4 — штифт; 5 — кузов; 6 — подвеска; 7 — ходовая тележка со спешным прибором; 8 — опорные башмаки; 9 — ролики; 10 — предохранительные дуги; 11 — выключающие ролики; 12 — корпус тележки с неподвижной щекой; 13 — ползун с осью; 14 — неподвижная щека; 15 — подвижная щека; 16 — ось вращения подвижной щеки; 17 — упор подвижной щеки

снабжают сцепными приборами, которые помещают на ходовой тележке или на подвеске. Кузов вагонетки для сыпучих грузов опрокидной трапецеидальной сварной. Центр тяжести груженого кузова — выше и порожнего — ниже оси вращения, что обеспечивает возврат его в исходное положение после разгрузки. Для предотвращения нежелательной раскачки при разгрузке вагонеток с опрокидным кузовом большегрузные вагонетки делают с раскрывающимся днищем (рис. 34.2). Емкость кузова грузовых вагонов $0,3\text{--}1,6\text{ м}^3$, грузоподъемность $1000\text{--}3000\text{ кГ}$.

Ходовые тележки — двух- или четырехколесные; давление на колесо обычно порядка 600 кГ , а в тяжелых вагонетках — до 900 кГ . Диаметр колес $200\text{--}250\text{ мм}$. Иногда колеса футеруют резиной или пластмассами, при этом значительно возрастает срок службы дороги.

Сцепные приборы — наиболее ответственная деталь. Они обеспечивают автоматическое сцепление и расцепление вагонеток с тяговым канатом, имеют достаточную силу сцепления для преодоления крутых подъемов. По принципу действия бывают грузовые (зажатие каната весом подвески и кузова) и принудительного действия (винтовые и пружинные). На рис. 34.2, з показана схема сцепного прибора грузового действия.

Опоры дорог (рис. 34.2, ж) выполняют из металла, дерева или железобетона. В зависимости от местных условий они имеют разнообразную форму и высоту, достигающую иногда 100 м и более. Наиболее распространены металлические опоры. Оборудование опор: опорные башмаки для несущего каната и поддерживающие ролики для тягового каната. В местах пересечения дорогой рек, застроенных участков, автомобильных и железных дорог устанавливают сетевые опоры, между которыми натягивают предохранительные сетки. Расстояние между опорными башмаками (колея дороги) обычно 3 м . Иногда, при обслуживании открытых складов, ее увеличивают до $5\text{--}6\text{ м}$. Допускаемое боковое качание грузовых вагонов $8\text{--}9^\circ$, а людских — до 12° .

Маятниковые дороги бывают одно- и двухпутные. В двухпутной на каждой линии имеется одна вагонетка или состав вагонеток, которые наглухо присоединены к тяговому канату. Привод (лебедка) может быть со шкивом трения и с барабаном.

На рис. 34.3 приведен пример маятниковой двухпутной дороги (трест Чиагурмарганец). Вагонетка разгружается здесь при ударе рычага задвиги кузова о станционный упор; закрывается днище автоматически, посредством направляющей шины.

В последние годы подвесные канатные и монорельсовые дороги находят применение в подземных условиях на гидрошахтах, где выработки имеют сравнительно большой уклон (порядка 5°) и вспомогательные транспортные операции (перевозка материалов, оборудования, людей и др.) электровозами осуществлены быть не могут. Груз перемещается в тележках по несущему канату диаметром $12\text{--}20\text{ мм}$. Канат поддерживается специальными подвесками (рис. 34.4), расположенными через $4\text{--}8\text{ м}$ и закрепленными на крепи выработки. Концы несущего каната закрепляют зажимами после предварительного натяжения натяжным устройством полиспастного типа. Ходовая тележка перемещается с помощью тягового каната диаметром $4\text{--}8\text{ мм}$, приводимого в действие электро- или пневмолебедкой. Подъем и опускание грузов осуществляют с помощью ручной лебедки, смонтированной на самой тележке. Наращивание длины производится путем установки дополнительных кронштейнов и переноски концевой упорной балки с натяжным устройством.

Монорельсовые подвесные дороги (подвешен рельс или двутавр) позволяют транспортировать грузы как по прямолинейным, так и по криволинейным выработкам. За рубежом (Англия) применяются монорельсовые дороги с индивидуальным приводом ходовых тележек.

Виды грузов, которые могут транспортироваться подвесными канатными дорогами, — любые. Производительность двухканатной дороги обычно до 250 $t/ч$, в отдельных случаях — до 400 $T/ч$; имеются проекты

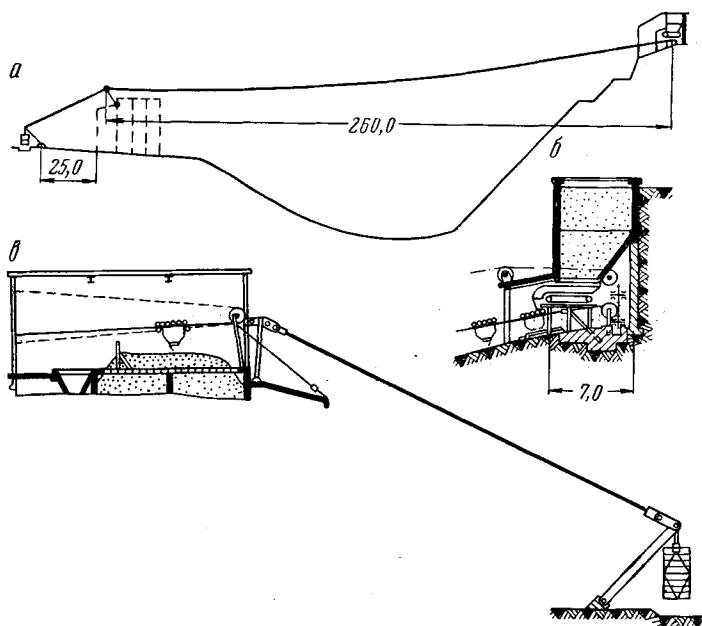


Рис. 34.3. Двухпутная маятниковая дорога:

а — профиль; б — погрузочная станция; в — разгрузочная станция с качающимся натяжным грузом несущего каната

дорог производительностью 800 $T/ч$. Ограничивается производительность грузоподъемностью вагонетки, скоростью каната и интервалом времени между выходом вагонов со станции, который обычно колеблется в пределах 30—60 сек, а при напряженной работе иногда и 18—20 сек. Скорость каната не превышает 2,5—3,5 $м/сек$ и ограничивается требованием плавности прицепки; при глухом креплении вагонетки к канату (маятниковые дороги) скорость достигает 6—10 $м/сек$, если на несущем канате нет соединительных муфт.

Длина дороги практически не ограничена. При длине в несколько десятков и даже сотен километров дорога составляется из отдельных несущих и тяговых участков. В одном тяговом участке при горизонтальном профиле и малой производительности длина достигает 20 км. В плане дорога может быть прямолинейной или ломаной (изломы производят на поворотных станциях), в профиле — любой; максимальный угол наклона при грузовых сцепных приборах 30°, при винтовых 45°.

Достоинства подвесных канатных дорог: независимость от профиля местности; возможность сооружения по кратчайшей трассе; независимость работы от атмосферных условий (гололед, снежные заносы и др.); совмещение в одной установке транспортных и подъемных операций; малая трудоемкость обслуживания.

Недостатки: сравнительно небольшая производительность; чувствительность к поперечным ветрам, вызывающим опасные боковые отклонения вагонеток (рассчитываются дороги на работу при боковом давлении ветра до 20 кГ/м^2); большие капитальные затраты на сооружение дороги.

В России первые подвесные канатные дороги с проволочными канатами были построены в 70-х годах XIX века; за этот период построено более 1000 км дорог, причем из них за последние десять лет — свыше 400 км.

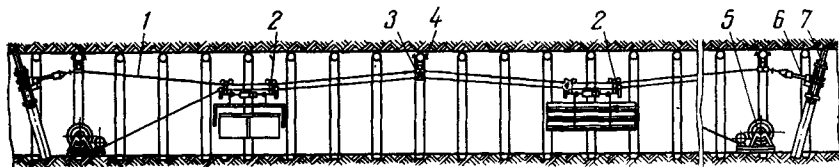


Рис. 34.4. Подвешенная канатная дорожка (ДКП-1):

1 — несущий канат; 2 — грузовая тележка; 3 — поддерживающее устройство; 4 — кронштейн; 5 — тяговая лебедка; 6 — натяжное устройство; 7 — концевая балка

Дороги применяют в самых различных отраслях хозяйства, в том числе в горной промышленности.

Кольцевые дороги широко применяют как средство транспорта ископаемого от рудников к обогачительным фабрикам в горных и пересеченных местностях (Тырныауз, Чиатуры, Каджаран и т. д.). Кольцевые и маятниковые дороги — один из основных видов транспортирования породы в отвалы (§ 44.2).

Маятниковые дороги с подвесным канатом и с подвесным рельсом (монорельсовые) применяют для вспомогательного транспорта в шахтах.

Специальные пассажирские дороги применяют для доставки людей к рудникам (Тырныауз и др.). В последнее время появляются пассажирские дороги для спуска людей в шахту по наклонным стволам.

Литература к гл. 34: 26, 27, 32, 45, 47, 62, 72, 88, 96, 164, 171, 177.

ГЛАВА 35

СКРЕПЕРНЫЕ УСТАНОВКИ

§ 35.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Принцип действия скреперных установок (рис. 35.1) — перемещение груза волочением по почве скреперным ковшом 4, перемещаемым лебедкой 1 с помощью канатов 3, 5 и блоков (концевых, подвесных и отклоняющих) 6, 7, 8. Скрепер самозагружается, внедряясь в штабель груза, и разгружается высыпанием через отверстия в грохоте 2 или полке 9.

Скреперные установки классифицируют по следующим признакам:
по назначению — подземные (для рудных и угольных шахт); складские (для складов на поверхности);

по виду трассы — с постоянной трассой (прямолинейной — рис. 35.1, а или криволинейной — рис. 35.1, б); с переменной трассой (рис. 35.1, б, г, д, е);

по количеству барабанов лебедки — двухбарабанные (рис. 35.1, а, б, в, е); трехбарабанные (рис. 35.1, г, д).

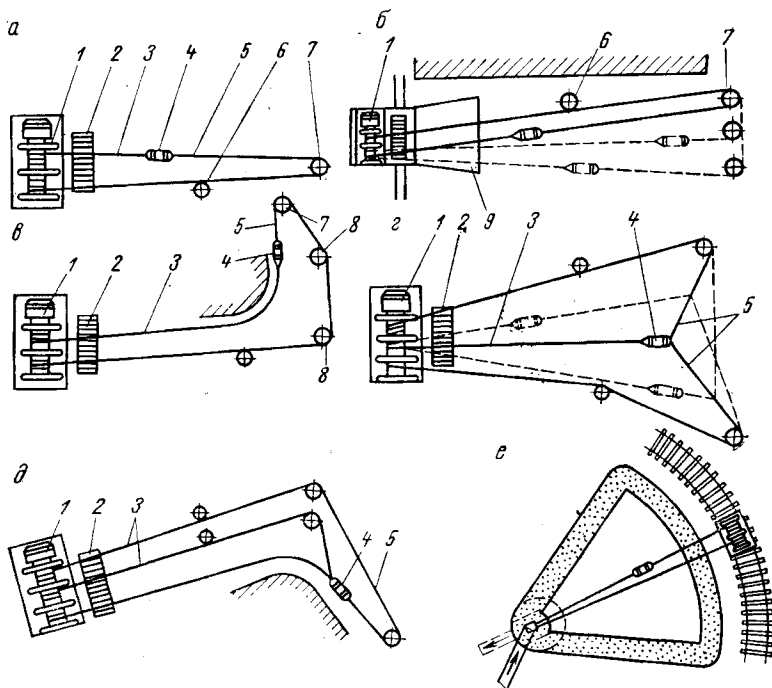


Рис. 35.1. Схемы скреперных установок:

а — доставка по прямой трассе к грохоту; б — то же, к полку; в — доставка по ломаной трассе; г — доставка по прямой переменной трассе трехбарабанной лебедкой с двумя холостыми канатами; д — доставка по изогнутой трассе трехбарабанной лебедкой с двумя грузовыми канатами; е — доставка на складе

Транспортируют любые кусковые грузы крупностью до 800—1000 мм, насыщенным весом от 1,5 до 3,0 Т/м³. Производительность в средних условиях до 150—250 Т/с (иногда до 800 Т/с). Длина транспортирования от 5 до 50—60 м. Трасса может быть криволинейной. Предельный угол подъема до 30—45°.

Основные достоинства: самозагружаемость, возможность взрыва крупных глыб, оказавшихся на трассе, криволинейность трассы, легкое удлинение или укорочение длины доставки, малая металлоемкость, простота устройства, монтажа и демонтажа, приспособляемость к материалам с любыми свойствами.

Основные недостатки: ограниченная производительность и снижение ее при увеличении длины транспортирования, быстрый износ канатов.

На угольных шахтах применяются в лавах в виде скреперо-стругов, для закладочных работ и на поверхности на угольных складах шахт и обогатительных фабрик.

На рудных шахтах — основной вид транспорта на очистных работах (с их применением добывается более 80% руд черных и цветных металлов). Широко применяются и при проходке горизонтальных и наклонных выработок.

§ 35.2. УСТРОЙСТВО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Скреперы. Конструкция и параметры скрепера должны обеспечивать при минимальном весе и расходе энергии наилучшие зачерпывающие, транспортирующие и ходовые качества. Скреперы должны быть просты по устройству и изготовлению, обладать высокой прочностью и износостойчивостью. Классификация скреперов приведена в табл. 35.1. На рис. 35.2 приведены основные их конструкции.

Таблица 35.1

Классификация канатных скреперов

По принципу заполнения		Скреперы верхнего захвата материала				Скреперы нижнего захвата материала	
По конструктивному технологическому признаку		Гребковые	Ящичные	Гребково-ящичные	Многоковшовые	Совковые	Ковшовые
Дополнительные классификационные признаки	Конструкция скрепера	Жесткие, шарнирно складывающиеся ¹				Поворотные	Ковшовые с заборным лотком
	Расположение ножей	Одностороннее, двустороннее				На верхней лобовой стенке	На заборном лотке
	Изготовление	Литые, сварные, комбинированные				Сварные	
	Исполнение	Неразборные, разборные				Неразборные, разборные	

¹ Шарнирно складывающимися могут быть только гребковые.

Емкость ковша верхнего захвата

$$V = k_c B H^2, \text{ м}^3, \quad (35.1)$$

где $k_c = 1,2—1,3$ — для ящичных и $1,0—1,1$ для гребковых и многоковшовых скреперов;

B и H — соответственно ширина и высота скрепера, м.

Если имеют проверенный практикой эксплуатации ковш емкостью V_1 , то ковш емкостью V_2 делают геометрически подобным. Его размеры получают умножением размеров исходного ковша на коэффициент

$$k_{\kappa} = \sqrt[3]{\frac{V_2}{V_1}}; \quad (35.2)$$

поскольку объемы подобных фигур пропорциональны кубам линейных размеров.

Угол внедрения α принимается для мелких руд 15—30°, для крупных 30—60°.

Емкость ковша нижнего захвата (рис. 35.2, ж)

$$V = 0,4BH_r^2 (\operatorname{ctg} \varphi + 1 + \operatorname{ctg} \alpha_n), \text{ м}^3, \quad (35.3)$$

где φ — угол откоса материала.

Угол поворота скрепера α_n принимают из условия ссыпания груза с лобовины при разгрузке близким к углу трения груза по стали. Его

Таблица 35.2

Параметры скреперов типажного ряда

Типоразмер	Емкость, м ³	Основные размеры, мм			Вес, кг		Угол внедрения, град	Исполнение
		длина	ширина	высота	Модель			
					легкая (Л)	тяжелая (Т)		

Гребковые

СГ-0,16	0,16	1250	900	450	—	300	45 и 60	Неразборные То же
СГ-0,25	0,25	1400	1000	530	300	415	45 и 60	
СГ-0,40	0,40	1600	1120	630	475	750	45 и 60	
СГ-0,60	0,60	1800	1250	750	750	1180	45 и 60	Разборные То же
СГ-1,0	1,0	2000	1400	900	1180	1900	45 и 60	
СГ-1,6	1,6	2240	1600	1060	1900	—	45 и 60	

Ящичные

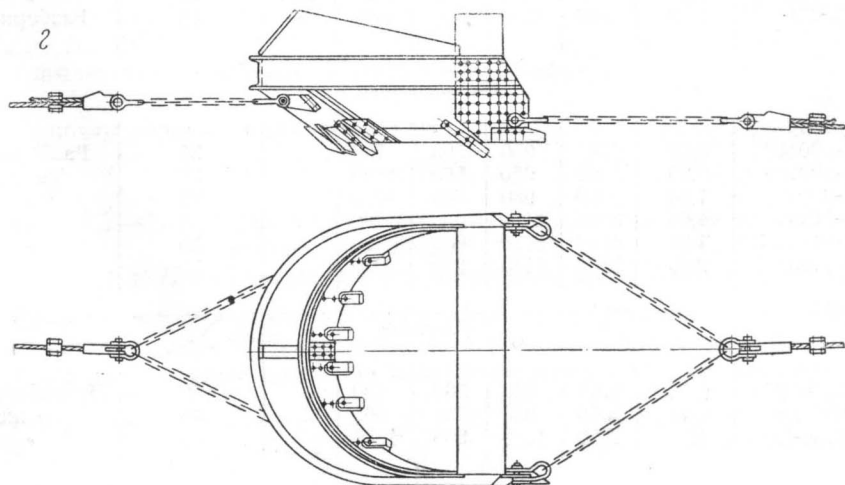
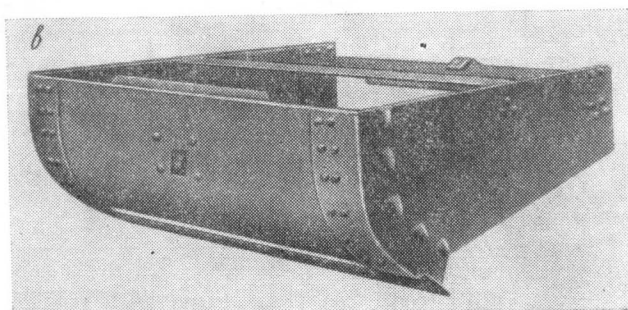
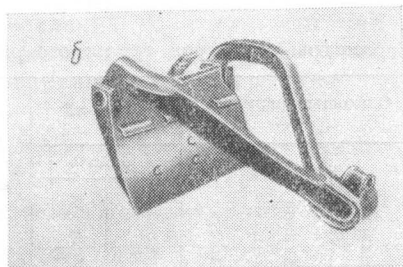
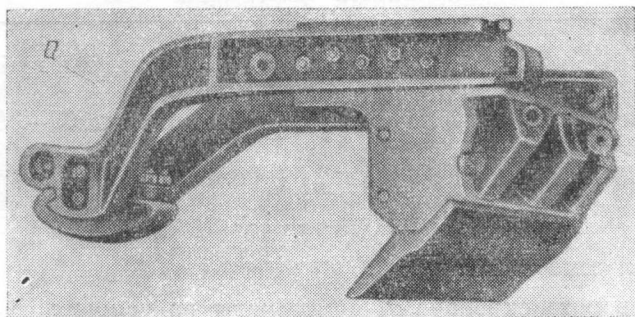
СЯ-0,25	0,25	900	900	400	—	400	45	Неразборные То же
СЯ-0,40	0,40	1120	1000	450	400	600	45	
СЯ-0,60	0,60	1400	1120	500	600	900	45	
СЯ-1,0	1,00	1800	1250	560	900	—	45	Разборные

Многоковшовые

СГМ-900×2	0,60	2700	950	560	750	—	35	Разборные То же
СГМ-900×3	0,90	4000	950	560	1180	—	35	
СГМ-900×4	1,20	5300	930	560	1600	—	35	
СГМ-1100×2	1,00	3000	1120	630	1180	—	35	»
СГМ-1100×3	1,50	4500	1120	630	1600	—	35	
СГМ-1100×4	2,00	5500	1120	630	2000	—	35	

Совковые

СС-750-0,25	0,25	1700	850	500	400	—	40	Неразборные То же
СС-900-0,40	0,40	2000	950	630	560	—	40	
СС-1200-1,0	1,0	2650	1250	900	1180	—	40	



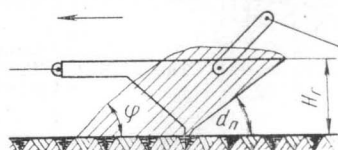
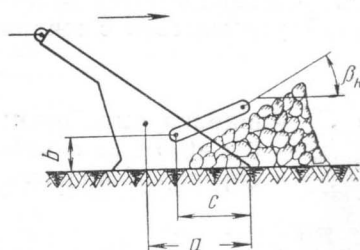
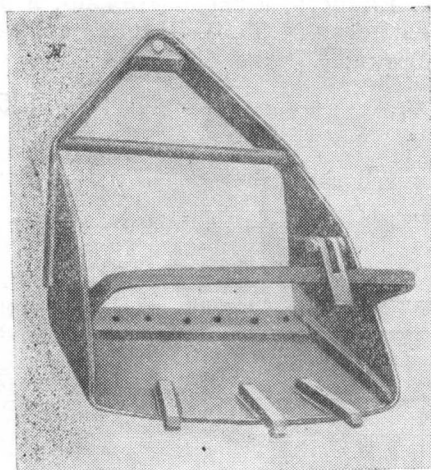
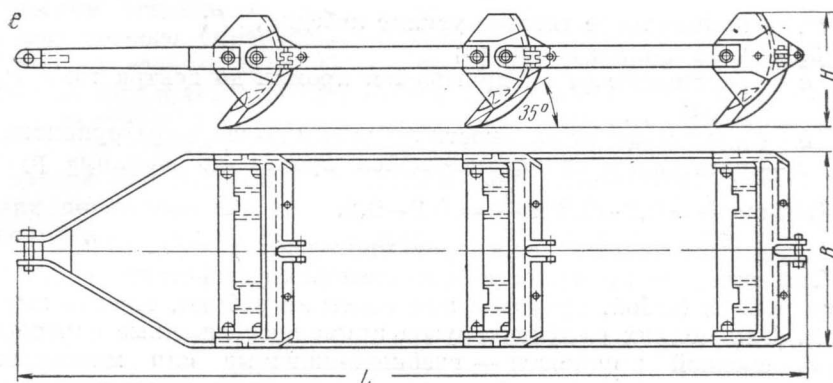
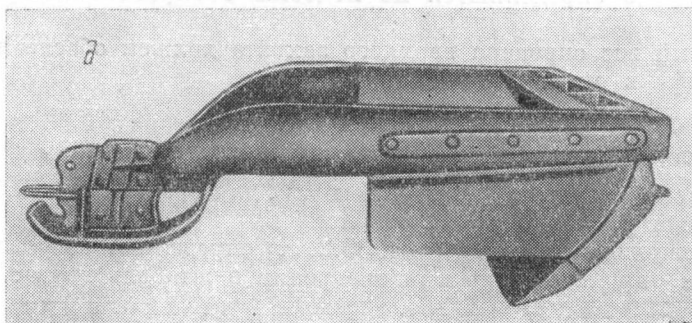


Рис. 35.2. Типы скреперов:

а — гребковой; б — гребковой, шарнирно складывающийся; в — ящичный; г — ящичный для угольных складов; д — гребково-ящичный; е — многоковшовый; ж — совковый

размеры также определяются по подобию с опробованными конструкциями.

Мертвый вес скрепера верхнего захвата должен обеспечить внедрение скрепера в руду:

$$G_0 = pB, \text{ кг}, \quad (35.4)$$

где p — вес, приходящийся на единицу ширины ножа.

Для мелкой руды $p = 1,2-2,5 \text{ кг/см}$, для средней $p = 2,5-4 \text{ кг/см}$, для крупной $p = 4-7 \text{ кг/см}$.

Вес совкового скрепера (рис. 35.2, ж) определяют из условия устойчивости на опрокидывание при внедрении в штабель груза:

$$G_0 = F_n \left(\sin \beta_n \frac{c}{a} + \cos \beta_n \frac{b}{a} \right), \text{ кг}, \quad (35.5)$$

где F_n — номинальное тяговое усилие лебедки, кг;

β_n — угол наклона каната;

a — расстояние от внедряющейся кромки до центра тяжести скрепера;

b — расстояние от плоскости лобовины до шарнира рукоятки;

c — расстояние от внедряющейся кромки до шарнира рукоятки.

Обычно $\frac{c}{a} = 0,5-0,8$ и $\frac{b}{a} = 0,2-0,5$.

Параметры типовых скреперов приведены в табл. 35.2.

Тип скрепера выбирают в соответствии со свойствами груза и условиями работы (забой, проходка или очистные работы, сечение выработки и др.). Для мелких сыпучих грузов применяют ящичные скреперы; для грузов средней крупности — гребково-ящичные или многоковшовые; для крупнокусковых — гребковые, жесткие или шарнирно складывающиеся (последние в сложенном состоянии легче проходят под дучками при холостом ходе). Совковые скреперы применяют для мелко- или среднекусковых руд в тупиковых забоях. Емкость, а следовательно, и размеры, устанавливаются по производительности (§ 35.3). Ширина ковша B должна увязываться с шириной выработки:

$$B \leq k_{\text{ш}} B_v, \quad (35.6)$$

где B_v — ширина выработки;

$k_{\text{ш}} = 0,4-0,5$ для скреперов верхнего захвата и $k_{\text{ш}} = 0,7-0,8$ для скреперов нижнего захвата.

Таблица 35.3

Параметры скреперов для угольных складов

Типоразмер	Емкость скрепера, м^3	Основные размеры скрепера, мм			Вес, кг
		длина	ширина	высота	
СП-1	1	1850	1400	700	570
СП-2	2	2350	1800	920	940
СП-4	4	3100	2300	1010	1730
СП-6	6	3250	2500	1250	2400

Если не выдержано условие (35.6), то скрепер из-за неизбежных отклонений от прямолинейного направления разбивает крепь выработки, по этой причине удобны многоковшовые скреперы, имеющие небольшую ширину и позволяющие обеспечить значительную производительность при малой ширине выработок.

В табл. 35.3 даны основные параметры скреперов для угольных складов (рис. 35.2, а).

Лебедки. Лебедки должны быть прочными, компактными, простыми по конструкции и обслуживанию, удобными для транспортирования по горизонтальным и вертикальным выработкам. Все современные скреперные лебедки одинаковы по кинематике и по способу включения барабанов с помощью фрикционных планетарных муфт. По исполнению лебедки бывают двухбарабанные и трехбарабанные, с соосным (2С, 3С) и параллельным (2П) расположением барабанов и двигателя.

Лебедки оснащаются устройствами для ручного, дистанционного и автоматического управления (§ 35.4).

Обычная лебедка (рис. 35.3) состоит из двигателя 1, редуктора 2, блоков рабочего и холостого барабанов 3 и 5 с планетарными редукторами 4 и 6, тормозного 8 и притормаживающего устройств 9, направляющих рамок 12 и ползьев 7, которые в лебедках с параллельным расположением двигателя и барабанов крепятся к раме. Особенность лебедок в том, что при переключениях направления движения скрепера двигатель не реверсируется, а вращается непрерывно в одном направлении. Вместе

Таблица 35.4

Скреперные лебедки типового ряда

Параметры	Основные типоразмеры лебедок					Модификация для специальных условий работы			
	10ЛС-2С	17ЛС-2С, 17ЛС-2П	30ЛС-2С, 30ЛС-2П, 30ЛС-3С	55ЛС-2С, 55ЛС-2П, 55ЛС-3С	100ЛС-2С, 100ЛС-2П, 100ЛС-3С	22ЛС-2С, 22ЛС-СП	40ЛС-2С, 40ЛС-2П	40ЛС-2С, 40ЛС-2П, 40ЛС-3С	75ЛС-2С, 75ЛС-2П, 75ЛС-3С
Номинальная мощность, <i>квт</i>	10	17	30	55	100	22	40	40	75
Синхронная скорость двигателя, <i>об/мин</i>	1500	1500	1500	1500	1500	1000	1000	1500	1500
Средняя скорость, <i>м/сек</i> : рабочего хода	1,08	1,10	1,20	1,32	1,32	0,80	0,85	1,32	1,32
холостого хода	1,48	1,52	1,65	1,80	1,82	0,80	0,85	1,80	1,82
Диаметр барабана, <i>мм</i>	220	260	300	360	450	300	360	360	450
Диаметр каната, <i>мм</i>	11,5	14,0	15,0— 14,0	19,0— 16,5	25,0— 21,5	16,5	20,0	19,0— 16,5	22,5— 20,0
Канатоемкость барабана, <i>м</i>	45	60	95— 120	100— 145	120— 155	85	100	100— 145	155— 195
Вес лебедки, <i>кг</i> : 2С	410	760	1200	2215	3655	1200	2215	2150	3550
2П	—	860	1345	2445	3955	1345	2415	2350	3850
3С	—	—	1515	2915	4155	—	—	2850	4650

Примечание. Лебедка 10ЛС-2С может иметь пневмодвигатель ДР-10У мощностью 10 *квт*.

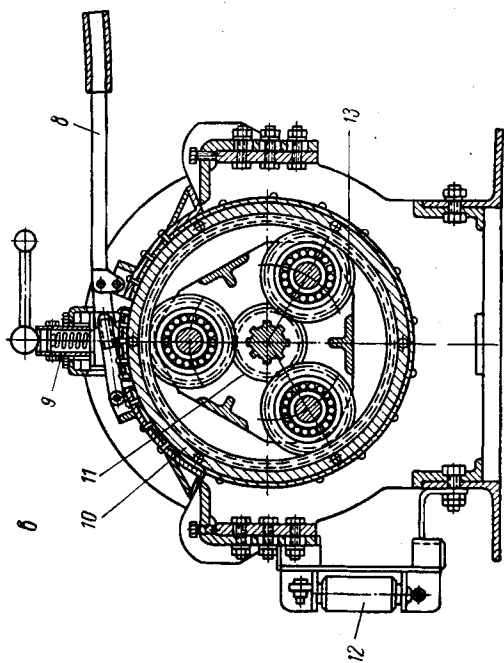
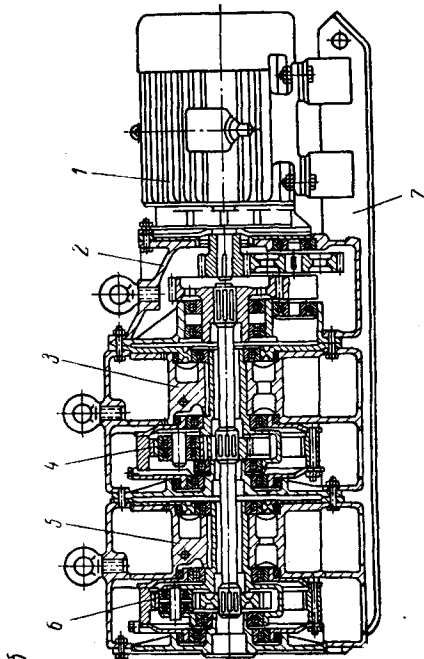
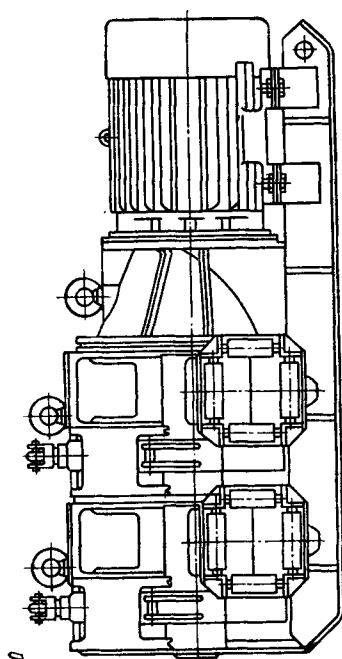


Рис. 35.3. Двухбарабанная скреперная лебедка в соосном исполнении (2С)

с ним непрерывно вращается центральный вал с насаженными на нем солнечными шестернями 11. С шестернями 11 находятся в зацеплении сателлиты 13, укрепленные на водилах, жестко связанных с барабанами. Сателлиты с другой стороны находятся в зацеплении с венцовой шестерней 10. Если шестерня 10 не заторможена, то она свободно вращается вместе с корпусом планетарного редуктора, а водило и, следовательно, барабаны не вращаются. При торможении венцовой шестерни сателлиты, вращаясь, увлекают за собой водило, т. е. начинают вращать барабан.

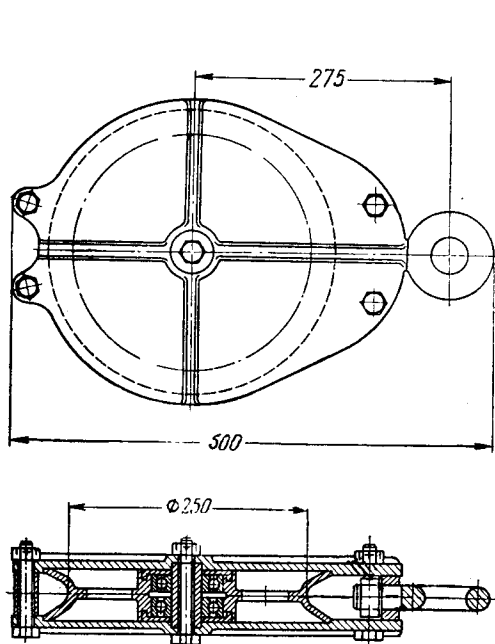


Рис. 35.4. Концевой блок

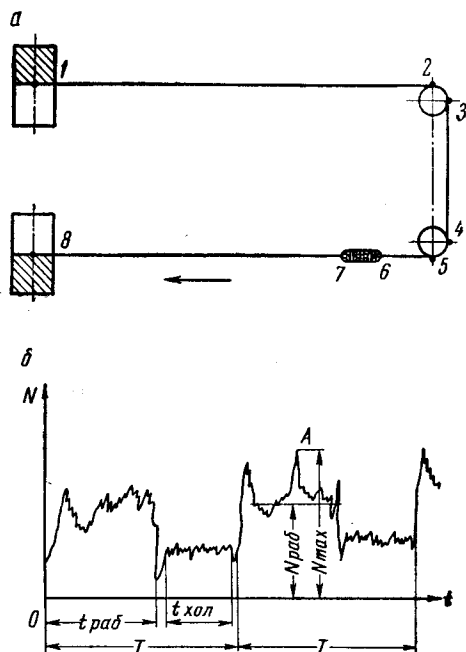


Рис. 35.5. Расчет установки

В табл. 35.4 приведены данные современных скреперных лебедок.

Канаты. Канаты должны обладать большой прочностью, эластичностью, гибкостью и износоустойчивостью при трении о руду, огибании барабанов, блоков и т. д. Применяются шестипрядные канаты с пеньковым сердечником с пределом прочности проволок 140—160 кГ/мм².

Канаты изнашиваются в основном от трения о руду и при навивке на барабаны. Если нет на скрепере специальных клиновых прицепных устройств с амортизаторами, то расход каната существенно возрастает. Порванные канаты часто связывают обычным узлом.

Блоки. Скреперные блоки (рис. 35.4) (концевые, отклоняющие, поддерживающие) должны быть легкими, прочными и обеспечивать возможность пропуска связанных узлов канатов, удобную и быструю заправку, работу под засышкой, т. е. необходима хорошая герметизация роликов и подшипниковых узлов.

Диаметр блока должен быть не менее 15—18 диаметров каната.

§ 35.3. РАСЧЕТ

Дано: A — сменная производительность, T ; l — длина доставки, m ; свойства груза и условия эксплуатации; $t_{н.о} = 3-4$ ч — плановое оперативное время работы в смену. Определить типоразмеры скрепера и лебедки, диаметр каната.

Из (2.14) при $k = 1,25$ находят расчетный грузопоток Q_p , $T/ч$.

Задаваясь скоростями канатов (табл. 35.4), из (2.4) определяют время цикла T (сек) при $\theta = 3-5$ сек. Из (2.2), (2.3) при $k_k = 1$ находят емкость скрепера

$$V = \frac{Q_p T}{3,6\psi\gamma}, \text{ м}^3, \quad (35.7)$$

где ψ — коэффициент заполнения;

γ — объемный вес груза, $T/м^3$.

$\psi = 0,8-1,0$ — для мелкой руды и угля; $0,7-0,8$ — для средней и $0,6-0,7$ — для кусковой руды.

Принимают ближайшую большую емкость типового скрепера V (табл. 35.2) и находят общий вес скрепера с рудой

$$G_{ср} = G + G_0 = 1000V\psi\gamma + G_0, \text{ кг}. \quad (35.8)$$

Натяжения каната находят методом обхода контура (§ 2.4).

В точке 1 (рис. 35.5, а) $S_1 = 200-400$ кг — усилие подтормаживания барабана.

Силами тяги для перемещения канатов и для огибания блоков можно пренебречь, тогда

$$S_6 = S_1;$$

$$S_7 = S_6 + F_{6-7};$$

$$S_8 = S_7 = S_6 + F_{6-7} = S_1 + F_{6-7}, \quad (35.9)$$

где F_{6-7} — сила тяги для перемещения скрепера (2.23) при $w' = 1,1-1,2$ для мелко- и среднекусовых и $w' = 1,2-1,3$ для крупнокусовых руд.

По усилию $S_{\max} = S_8$ выбирают из (2.72) канат по прочности при $m_{\min} = 6-4$. Поскольку левый барабан не связан с валом, то в (2.43) $S_{сб} = 0$ и $F_0 = S_8$, т. е. тяговое усилие лебедки равно натяжению каната.

Двигатель работает в длительном циклическом режиме (рис. 2.8, а). Типичная нагрузочная диаграмма представлена на рис. 35.5, б. Анализ диаграммы показывает, что мощность двигателя определяется не нагревом, а мгновенной перегрузкой в момент зачерпывания или движения. Средняя мощность рабочего хода

$$N_{\text{раб}} = \frac{S_8 v_{\text{ср. раб}}}{102\eta}, \text{ кВт}, \quad (35.10)$$

где $v_{\text{ср. раб}}$ — средняя скорость рабочего хода, $м/сек$;

$\eta = 0,75-0,85$ — к. п. д. лебедки.

Считают, что максимальная (пиковая) мощность пропорциональна $N_{\text{раб}}$, т. е.

$$c_p = \frac{N_{\max}}{N_{\text{раб}}}. \quad (35.11)$$

$c_p = 1,3-1,8$ для скреперов верхнего и $c_p = 1,8-3,0$ для скреперов нижнего захвата. Подставляя в (2.58) вместо отношения усилий отношение мощностей, получают мощность двигателя

$$N = \frac{1,25c_p N_{\text{раб}}}{\lambda}, \text{ кет}, \quad (35.12)$$

где λ — кратность максимальной мощности двигателей ($\lambda = 1,8-2,2$ для асинхронных и $\lambda = 1$ для пневматических двигателей).

По мощности двигателя, диаметру каната и канатоемкости барабана выбирают типоразмер лебедки.

§ 35.4. ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Электродвигатель работает постоянно включенным; включения и отключения относительно редки; особых требований к механической характеристике не предъявляется, поэтому, как правило, применяют короткозамкнутые асинхронные двигатели.

При дистанционном управлении скреперист находится в месте загрузки скрепера и управляет лебедкой, наблюдая за загрузкой скрепера и за выпуском руды, что существенно повышает производительность установки, так как скреперисту не приходится ходить от лебедки к дучкам, из которых выпускается руда. Схема должна обеспечивать дистанционное включение барабанов и автоматическое переключение хода скрепера на обратный при выходе скрепера на грохот, [поскольку скреперист на расстоянии не может заметить момент подхода скрепера к лебедке. В качестве приводов для включения барабанов применяют пневмо- или гидроцилиндры с золотниками, имеющими дистанционное электрическое управление; электродвигатели с механическим исполнительным органом (винт с гайкой) и др. В качестве датчиков положения скрепера используют счетчики оборотов барабана (например, гайка, перемещающаяся по винту, вращающемуся от барабана), контактные электрические датчики (замыкание цепи корпусом скрепера) и др.

При автоматическом управлении скреперист остается, но он занимается только выпуском руды и осуществляет общий контроль за работой одной или нескольких установок. Схема должна переключать ход скрепера в конечных пунктах (от датчиков положения скреперов) и отключать двигатель при обрыве канатов, что обеспечивается реле скорости, вращающимися от барабанов при сматывании с них каната (при обрыве каната барабан остановится).

При недогрузке скрепера или отсутствии руды в забое, а также при зацеплении скрепера схема должна обеспечивать несколько повторных движений.

Эффект автоматизации и дистанционного управления — в сокращении персонала и увеличении машинного времени установки. При ручном управлении коэффициент использования во времени (§ 47.7) $k_v = 0,3-0,5$ из-за того, что скреперист занят в основном выпуском руды и вторичным дроблением руды, а в это время установка простаивает.

§ 35.5. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОХРАНА ТРУДА

Монтаж. Скреперные лебедки монтируют на передвижных полках и на ходовых платформах. Стационарные лебедки монтируют на деревянной раме или на бетонном основании. Ось лебедки должна быть

перпендикулярна оси выработки. Лебедки крепят к бетонному основанию анкерными болтами или стойками и винтовыми домкратами. Через каждые 15—20 м укрепляют подвесные блочки, а в конце выработки у кровли — концевой блок. Для этого в шпурах крепятся штангами или клинами канаты, к которым подвешивают блоки. Все узлы монтируют так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Почву выработки армируют двумя-тремя нитками рельсов, которые укладывают на шналах или заливают бетоном. Концы рельсов тщательно проваривают или на стыках загибают вниз во избежание зацепления скрепером.

Правила эксплуатации. Скреперист производит ежедневный осмотр всех узлов, проверяет регулировку тормозных лент, болтовые крепления, наличие смазки в редукторе, исправность дистанционного управления, исправность крышек и ограждений, очищает лебедку. Нельзя допускать дробление негабаритов скрепером у лебедки.

Интервалы ремонтного осмотра 1 месяц, текущего ремонта 2—3 месяца, капитального ремонта 2—3 года.

Охрана труда. Основными источниками опасности являются неисправные лебедки (отсутствие ограждающих щитов, доступ к вращающимся деталям), изношенные канаты, дучки, неудовлетворительное крепление камер и лебедки, неисправное заземление и пусковая аппаратура.

§ 35.6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Капитальные затраты включают стоимость лебедок и электрооборудования. Для установки с двухбарабанной лебедкой мощность 30 кВт и скрепером 0,40 м³ капитальные затраты составляют 2200 руб. (93% — лебедка, 7% — кабель, пусковая аппаратура).

При определении эксплуатационных затрат считают, что работает один скреперист в смену. Расход материалов в среднем на транспортирование 15 000 т руды: скреперов — 1 шт., блоков — 5 шт., канатов — 400—500 кг. Амортизационные отчисления составляют 37% капитальных затрат. Для указанной выше установки эксплуатационные расходы 11—18 руб. в смену (50—70% — зарплата; 20—30% — материалы; 10—20% — амортизационные отчисления; 5% — электроэнергия).

Себестоимость транспортирования руды обычно 0,09—0,15 руб/т. Она зависит от параметров применяемого оборудования, производительности, физико-механических свойств руды, длины доставки, организации работ, трассы и состояния выработок.

Литература к гл. 35: 9, 36, 37, 49, 50, 56, 65, 158.

ГЛАВА 36

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ

§ 36.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В различных узлах технологической схемы горного предприятия расположено громоздкое и тяжелое оборудование, при монтаже и ремонте которого приходится перемещать в горизонтальном и вертикальном направлении тяжелые детали и узлы, а также целые машины. Эта работа выполняется грузоподъемными машинами (устройствами).

По своему назначению грузоподъемные машины служат для перемещения штучных грузов на сравнительно небольшие расстояния в вертикальном и горизонтальном направлении.

Ограниченное применение могут найти грузоподъемные машины и для выполнения транспортных операций (например, мостовые грейферные краны на складах — § 44.1).

Грузоподъемная машина в общем случае состоит из подъемного механизма, механизмов горизонтального перемещения груза и опорной рамы, на которой все эти механизмы размещают. В простейших конструкциях могут отсутствовать механизмы горизонтального перемещения и опорная рама.

Грузоподъемные машины характеризуются допустимым весом поднимаемого груза (грузоподъемность), высотой подъема, родом привода (машинным или ручным), скоростью подъема и передвижения и основными размерами.

Тип грузоподъемного устройства в каждом отдельном случае определяется характером и весом перемещаемых деталей (машин), характером и частотой совершаемых операций, сроком службы и местом расположения обслуживаемых установок.

ГОСТом установлены ряды грузоподъемности, нормализованы основные параметры, нормализовано большинство деталей и узлов: канаты и цепи, блоки, звездочки и пр.

В связи с тяжелыми последствиями, которые может вызвать поломка машины, все грузоподъемные машины и устройства находятся под наблюдением Госгортехнадзора.

§ 36.2. ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Домкраты служат для подъема груза на небольшую высоту и поддержания его при ремонтных, монтажных, выверочных работах. По конструкции они весьма разнообразны. Привод может быть ручной и электрический.

Один из наиболее распространенных видов домкрата — винтовой — показан на рис. 36.1, а. Он имеет пустотелый конический корпус 5, в верхней части которого закреплена гайка 4. Винт 6 с головкой 2 имеет шарнирно прикрепленную чашу 1. Головка винта 2 имеет отверстия под вороток 3.

Для поднимания и удержания значительных грузов находят применение гидравлические домкраты.

Полиспасты — простейшие грузоподъемные устройства, представляющие собой систему блоков. Полиспасты могут быть простые и двоянные. Простые бывают подвижные (рис. 36.1, б) и неподвижные (рис. 36.1, в).

Двоянные полиспасты (рис. 36.1, г) представляют собой два параллельно работающих простых полиспаста, блоки которых объединены в неподвижную и подвижную обоймы. Оба конца каната, сходящие с подвижной обоймы, закрепляют на одном или двух барабанах с правыми и левыми навивками. Число тянущих ветвей удваивается, уменьшается нагрузка на каждую ветвь, обеспечивается вертикальное перемещение груза.

Тали классифицируют по следующим признакам:

по конструкции — канатные, шестеренчатые, червячные;

по роду привода — ручные и электрические.

Канатные тали, в отличие от простого полиспаста, имеют по несколько блоков, смонтированных на осях верхней неподвижной и нижней подвижной обойм. Тяговый орган — обычно пеньковый канат.

Червячная таль (рис. 36.1, б) имеет зубчатое колесо 1, огибаемое приводной цепью 10. Движение через червяк 9 и червячное колесо 5 передается на звездочку 2. Цепь 6, перекатываясь через звездочку 2, производит подъем звездочки 7 с крюком 8. Таль подвешивается с помощью щек 3 и крюка 4.

Передвижная электроталь (тельфер) (рис. 36.2, а) имеет грузоподъемность 0,25—10 Т; состоит из электродвигателя 1, барабана 2, редуктора 3, дискового электромагнитного тормоза 4 и грузового крюка 5. Электротали

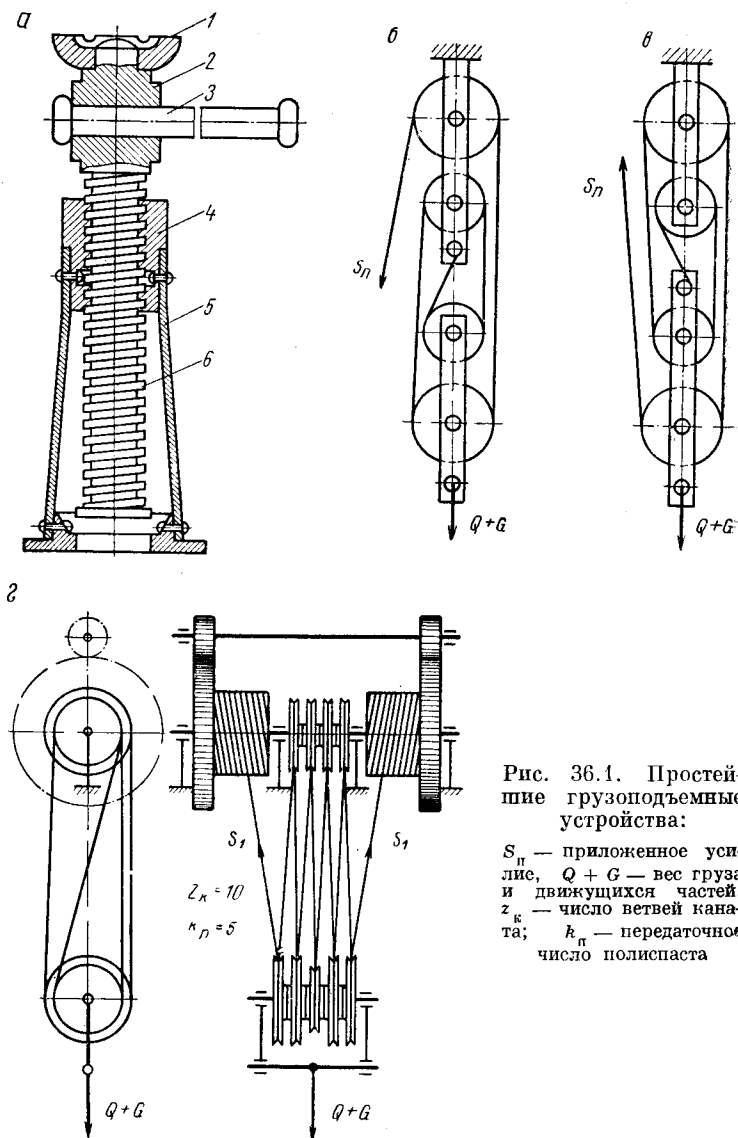


Рис. 36.1. Простейшие грузоподъемные устройства:

S_n — приложенное усилие, $Q + G$ — вес груза и движущихся частей, z_k — число ветвей каната; k_n — передаточное число полиспаста

грузоподъемностью до $0,5 T$ передвигаются вручную, большей грузоподъемности — имеют ходовые тележки с электроприводом.

Характеристики электроталей приведены в табл. 36.1.

Краны различают по следующим признакам:

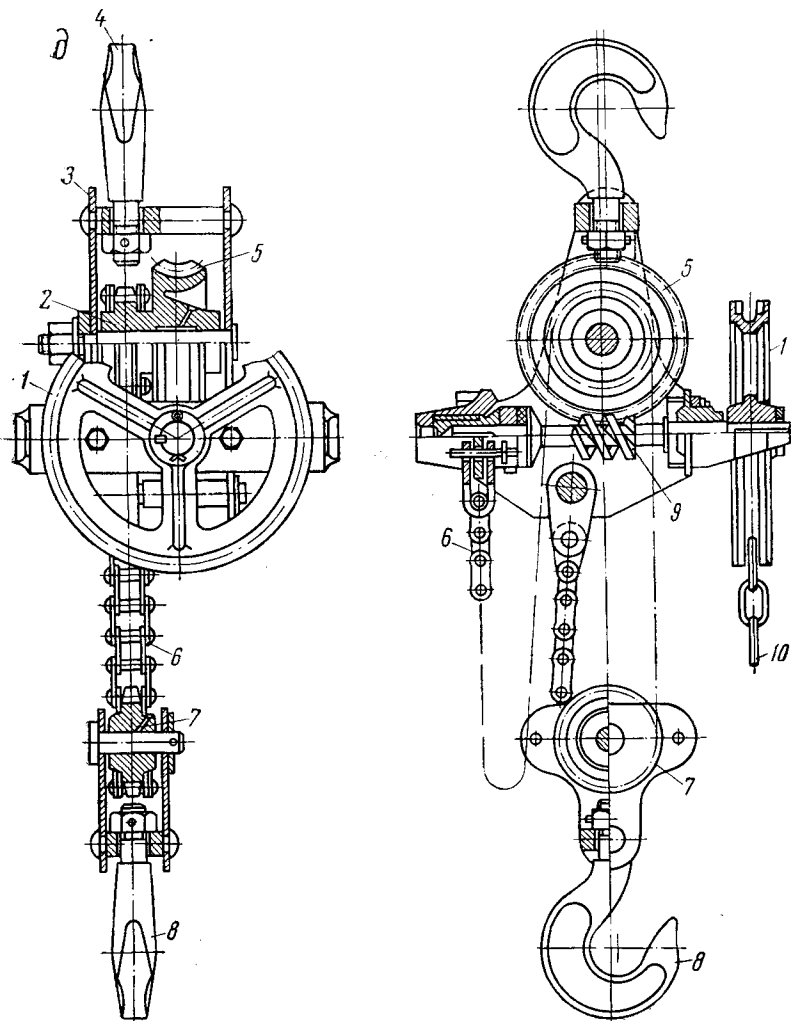
по конструкции — поворотные и мостовые;

по характеру работы — стационарные и передвижные;

по роду привода — с механическим и ручным приводом.

Простейший поворотный кран показан на рис. 36.2, б (так называемый «кран-укосина»). Кран монтируется на мачте или на стене здания и может поворачиваться канатом вручную на $270-300^\circ$. Такие краны, установленные с наружной стороны здания, поднимают груз на уровень монтажных проемов. Грузоподъемность $0,5-1 T$.

На рис. 36.2, а показан настенный поворотный кран. Ферма крана 1 имеет цапфы 2, 3 для поворота. Верхняя опора 4 фермы прикрепляется к стене здания, а нижняя 3 устанавливается на фундаменте. Подъем груза



производится лебедкой 5. Вылет крана L может изменяться передвижением тележки 6 с направляющими блоками 7 для каната 8. Передвижение производится цепью 9, огибающей направляющую 11 и ведущую 10 звездочки. Привод ручной — тяговой цепью 12 через цепное колесо 13 и пару зубчатых колес.

При монтаже оборудования, не содержащего особо громоздких и тяжелых узлов, вне помещения могут применяться поворотные подъемные краны на автомобильном ходу.

В тех местах, где невелики проходы и высота (например, на складах, главном корпусе обогатительной фабрики и пр.), находят применение

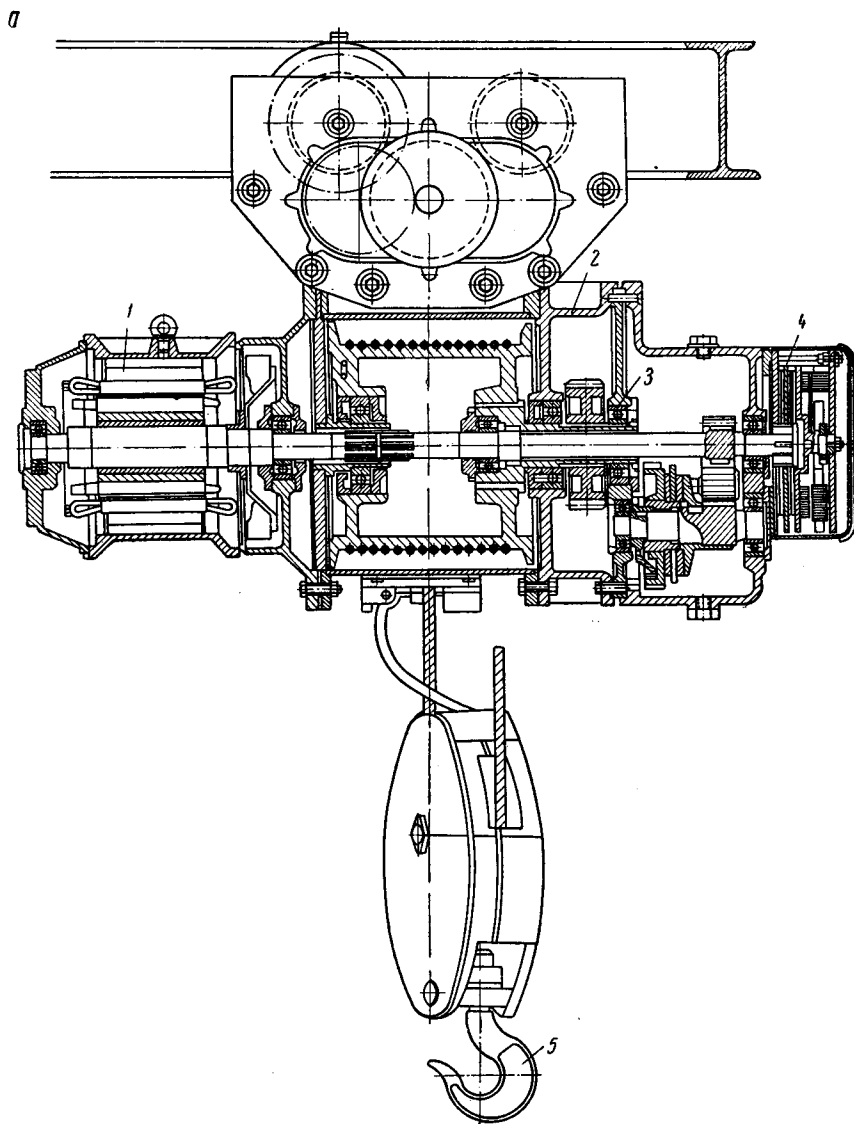


Рис. 36.2. Грузоподъемные машины

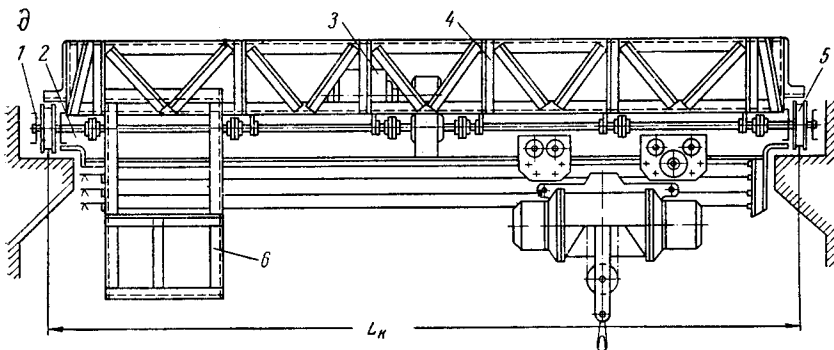
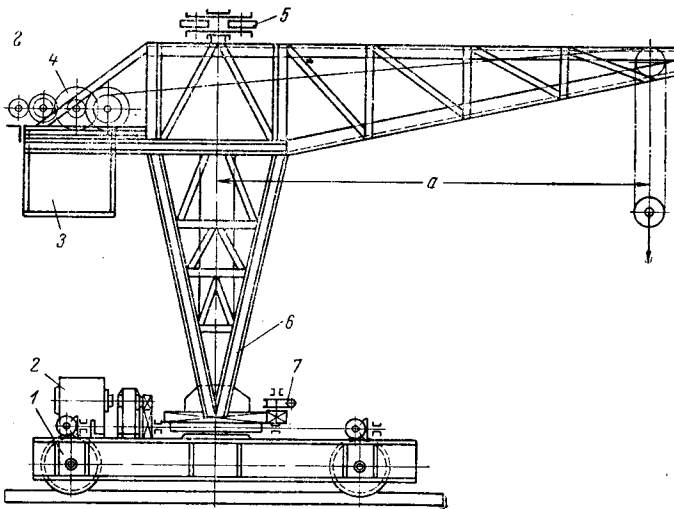
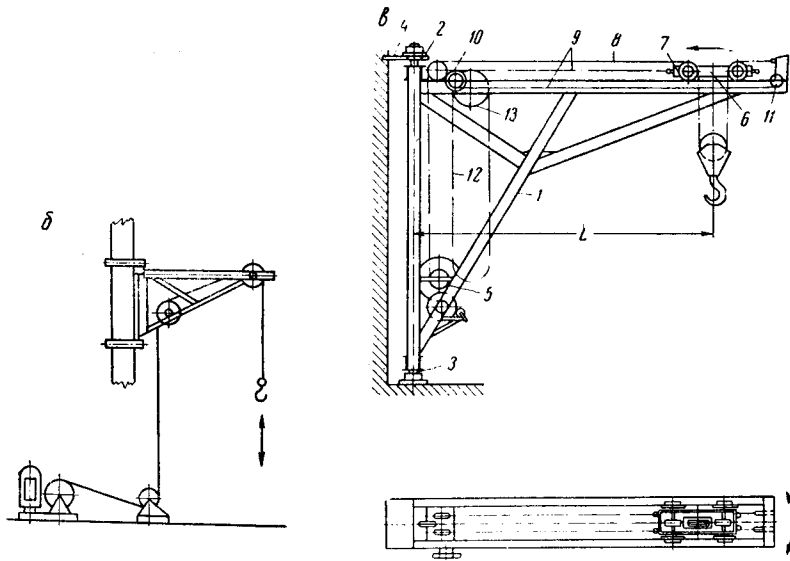


Таблица 36.1

Техническая характеристика электротельферов

Марка	Грузоподъемность, т	Высота подъема груза, м	Скорость, м/мин		Диаметр каната, мм	Электродвигатели					Вес, кг
			подъема груза	передвижения		подъема груза		передвижения тельфера			
						мощность, кВт	Скорость вращения вала, об/мин	мощность, кВт	Скорость вращения вала, об/мин	число тележек	
ТВ-0,25	2,5	6	8	Ручное	4,8	0,45	960	—	—	1	74
ТВ-0,5	5	6	8	Ручное	6,2	0,85	940	—	—	1	91
ТВ-112	10	12	8	30	8,7	2,4	960	0,65	1410	2	580
ТВ-121	10	6	8	20	8,7	2,4	960	0,65	1410	1	490
ТВ-212	20	12	8	30	11	3,5	960	0,65	1410	2	620
ТВ-221	20	6	8	20	11	3,5	960	0,65	1410	1	550
ТВ-301	30	6	8	30	13	4,0	900	1,5	1450	1	880
ТВ-305	30	25	8	30	13	4,0	900	1,7	1450	2	1325
ТВ-306	30	20	8	30	13	4,0	905	1,7	1450	2	1260
ТВ-308	30	30	8	30	13	4,0	900	1,7	1450	2	1800
ТВ-501	50	6	8	30	13	5,6	910	1,5	1450	2	1250
ТВ-504	50	20	8	30	13	7,5	900	1,7	1450	2	1630
ТВ-505	50	30	8	30	13	7,5	900	1,7	1450	2	1820

Таблица 36.2

Характеристика мостовых кранов общего назначения для среднего и тяжелого режимов работы

Грузо- подъем- ность, т	Пролеты	Высота подь- ема крюков, м		Скорость, м/мин						База крана, м	Колея тележки, м
		главного	вспомога- тельного	подъема главного крюка		подъема вспомога- тельного крюка	передвижения тележки	передвижения крана			
				ПВ-25%	ПВ-40%			ПВ-25%	ПВ-40%		
50	11—32	16	—	10	20	—	40	80	120	3,5—5,0	1,4
100		16	—	8	20	—	40	80	120	4,4—5,0	2,0
150		16	—	8	20	—	40	80	120	4,4—5,0	2,0
150/30	10,5—32	16	18	8	20	20	40	80	120	4,4—5,0	2,0
200/50		12	14	8	20	20	40	80	120	4,4—5,0	2,0
300/50		12	14	8	20	20	40	80	100	5,1	2,5
500/100		12	14	8	20	20	40	80	100	5,25	2,5

краны велосипедного типа. Кран (рис. 36.2, *з*) устанавливается на двухколесной тележке 1 (вручную или приводом 2), передвигаемой по рельсу. Колонна 6 сварная или клепаная. Механизм поворота 7 может быть с ручным или механическим приводом. Для устойчивости в верхней части крана крепятся ролики 5, передвигающиеся в направляющих. Для предохранения от опрокидывания служат противовесы 3. Механизм подъема 4 имеет электрический привод. Буквой *а* обозначен вылет стрелы. Наибольшее распространение на обогатительных фабриках нашли мостовые краны. Наипростейший кран (кран-балка) показан на рис. 36.2, *д*. Двухтавровая балка 2 опирается на концевые балки 1. Жесткость мосту придается решетчатыми фермами 4. Колеса 5 служат для передвижения кран-балки и приводятся в движение от двигателя 3. Пульт управления смонтирован в кабине 6. Такие кран-балки обладают грузоподъемностью до 50 *Т*. При больших грузоподъемностях конструкция крана усложняется и утяжеляется, принципиально оставаясь такой же. Характеристика мостовых кранов дана в табл. 36.2.

Литература к гл. 36: 21, 26, 100, 163.

ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ

ГЛАВА 37

ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ

§ 37.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение погрузочной машины — захват разрыхленной горной массы и перегрузка ее на последующее транспортное звено. Погрузочно-доставочная машина производит захват горной массы и ее транспортирование.

Основные составные части погрузочных машин (рис. 37.1, б): механизм зачерпывания 1 — служит для отделения погружаемой массы от штабеля; механизм передвижения 2 — для передвижения машины и создания усилия внедрения механизма зачерпывания в штабель; передаточный конвейер 3 — для передачи захваченной массой на последующее транспортное средство.

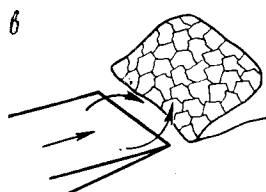
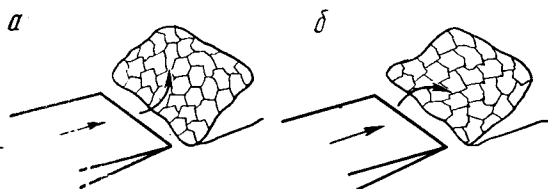
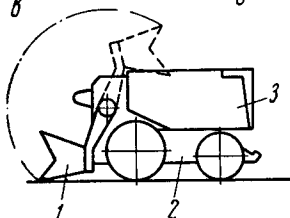
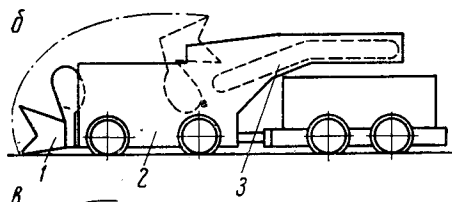
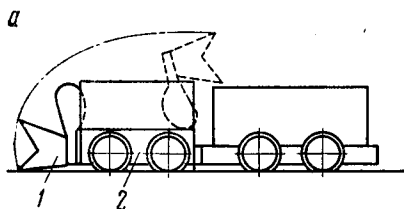


Рис. 37.1. Схемы погрузочных машин:

Рис. 37.2. Способы взаимодействия механизмов зачерпывания со штабелем

а — периодического действия прямой погрузки; б — периодического действия ступенчатой погрузки; в — погрузочно-доставочная машина

Погрузочные машины классифицируют по следующим признакам: по назначению — подземные (для горизонтальных и наклонных выработок); для складов на поверхности;

по характеру погрузки — периодического (рис. 37.1, а); непрерывного (рис. 37.7) действия;

по способу захвата горной массы — с нижним (рис. 37.2, а); с верхним (рис. 37.1, б); с боковым захватом (рис. 37.2, в);

по характеру передачи груза в транспортные средства — прямой погрузки (рис. 37.1, а); ступенчатой погрузки (рис. 37.1, б), когда имеется передаточный конвейер; с передачей массы через промежуточную емкость (рис. 37.1, в);

по типу привода — электрические; пневматические; с двигателем внутреннего сгорания.

Наибольшее применение погрузочные машины нашли для уборки породы при проходке выработок на угольных и рудных шахтах. В рудной промышленности применяются также на очистных работах при камерных системах разработок, при системах с выпуском руды на подошву откаточной выработки и др. С освоением производства отечественных самоходных вагонов (гл. 29) применение погрузочных машин на очистных работах значительно возрастет.

§ 37.2. УСТРОЙСТВО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Механизм зачерпывания. Основные требования: высокая эффективность внедрения в штабель при малых усилиях внедрения, высокая прочность и износоустойчивость, простота конструкции, небольшие

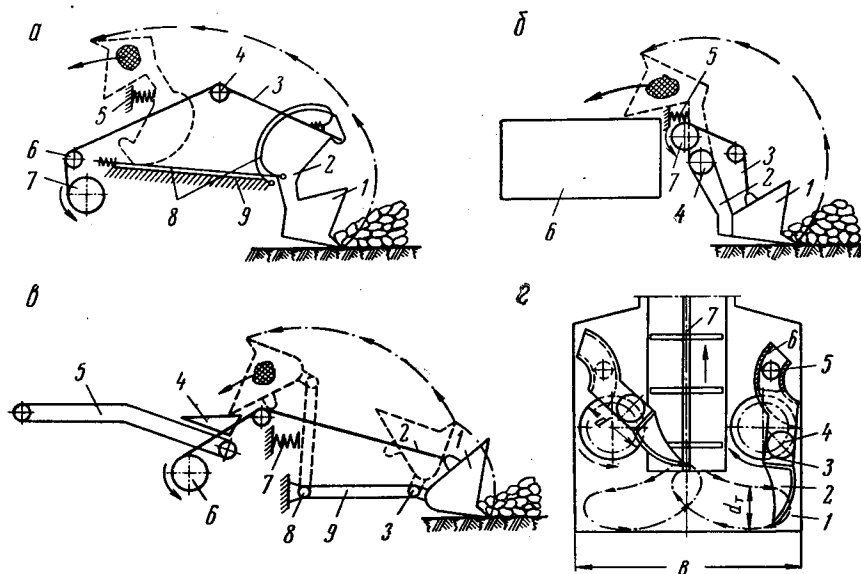


Рис. 37.3. Схемы механизмов зачерпывания

размеры, безопасность в работе. На рис. 37.3 приведены наиболее распространенные механизмы зачерпывания.

Ковш на перекатывающейся рукояти (рис. 37.3, а) приводится в действие цепью 3 (иногда двумя), наматывающейся на барабан (бобину) 7. Ковш 1 крепят к рукояти 2, перекатывающейся по направляющим 9. Канаты-стабилизаторы 8 предотвращают проскальзывание рукояти по направляющим. Ролики 4, 6, служат для направления и поддержания цепи. Ковш разгружается после удара рукояти об амортизаторы 5.

Механизм нашел широкое применение для погрузки угля, породы и руды любой крепости.

Ковш 1 на рукояти, вращающейся вокруг неподвижной оси (рис. 37.3, б), поднимается цепью 3, наматывающейся на бобину 7. Рукоять 2 вращается вокруг оси 4. Ковш разгружается в емкость 6 после удара об амортизаторы 5. Механизм пригоден для погрузки угля, крепких пород и руды; устанавливается на погрузочно-доставочных машинах и погрузочных машинах.

Ковш 1 на шарнирной рукояти (рис. 37.3, в) поднимается цепями 2, наматывающимися на барабаны 6. В начале подъема ковш 1 поворачивается вокруг шарнира 3, а затем рукоять 9 вместе с ковшом поворачивается вокруг оси 8. Ковш разгружается в приемную воронку 4 конвейера 5 после удара рукояти об амортизатор 7. Рукоять может поворачиваться вокруг вертикальной оси, обеспечивая широкий фронт погрузки. Механизм пригоден для кусковатых крепких пород, для работы в выработках значительной ширины, в наклонных выработках. Подъем стрелы можно осуществлять не канатами, а рычажной системой (рис. 37.8).

Нагребающие лапы 3 (рис. 37.3, г) монтируют на полке 1, приводят в действие от кривошипов 4, при вращении которых конец лапы 2 описывает траекторию, обеспечивающую захват горной массы и подачу ее на конвейер 7. Траектория зависит от профиля кулисы 6, взаимодействующей с неподвижным роликом 5. Механизм применялся для погрузки угля и мягких материалов, однако последнее время стал широко применяться для погрузки крепких пород и абразивных руд.

Кроме указанных, имеются другие механизмы зачерпывания; ковш с боковой разгрузкой, рифленые диски, консольные гребки, гребок верхнего зачерпывания, гребково-роторные, барабанно-лопастные и другие, не нашедшие широкого применения.

Ходовые механизмы. Основные требования: высокое напорное усилие, маневренность, проходимость, устойчивость, надежность и долговечность, безопасность в работе. Ходовые механизмы разделяют на колесно-рельсовые (рис. 37.4), гусеничные (рис. 37.6 и 7) и пневмошинные (рис. 37.9).

Колесно-рельсовый механизм состоит из двух ведущих полускатов. Применяют жесткую или эластичную подвеску. Конструкция колес позволяет работать на постоянном и временном (выдвижном) рельсовом пути. Достоинства: простота конструкции. Недостатки: низкий коэффициент сцепления колес с рельсами, что вызывает повышение веса машины, ограниченный фронт погрузки, сход колес с рельсов.

Гусеничный ходовой механизм состоит из двух гусениц с жесткой или балансирной подвеской. Машины имеют высокую маневренность, высокие напорные усилия. Фронт захвата обеспечивается по всей ширине выработки. Большая опорная поверхность гусениц позволяет применять машины в выработках со слабой почвой. Недостаток: сложная конструкция.

Пневмошинный ходовой механизм состоит из пневматических шин, привода и подвески. Приводными и рулевыми могут быть все колеса или пара из них. Механизм обеспечивает большую маневренность и подвижность, уменьшает вес машины. По данным зарубежной практики, погрузочные машины на пневмошинном ходу имеют больший срок службы и меньшие эксплуатационные затраты по сравнению с машинами на гусеничном ходу. Недостаток: малая опорная поверхность и значительные удельные давления на грунт.

Передаточные конвейеры. Основные требования: производительность передаточного конвейера должна быть больше производительности механизма зачерпывания; разгрузочная часть должна иметь переменную высоту разгрузки и поворот в горизонтальной плоскости; высокая износостойкость тягового органа и рештаков.

Количество конвейеров может быть один или два. По типу конвейеры бывают скребковые, ленточные, ленточно-цепные, пластинчатые. Наибольшее распространение получили ленточные и скребковые конвейеры. Последние обеспечивают поворот конвейера в горизонтальной и подъем в вертикальной плоскостях. Скребковые конвейеры получили широкое распространение на машинах для погрузки угля и малоабразивных пород. В последнее время для изготовления скребковых конвейеров используются высокопрочные материалы, что обеспечивает надежную их работу при погрузке крепких и абразивных пород и руд.

Привод. Пневматический привод применяется для легких ковшовых машин прямой погрузки. Тяжелые ковшовые и машины непрерывного действия имеют электрический привод. В зарубежной практике применяются машины с дизельным приводом. Наибольшее применение нашел индивидуальный привод, при котором каждый механизм (зачерпывания, хода, привода маслососа) имеет индивидуальный двигатель, что упрощает конструкцию, улучшает управление и повышает надежность работы.

§ 37.3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Различают техническую (среднюю и максимальную) и эксплуатационную производительность погрузочных машин.

Средняя техническая производительность — это объем материала, который машина может погрузить при непрерывной ее работе в единицу времени в типичных эксплуатационных условиях.

Для ковшовых машин

$$Q_t = V n k_1 k_2 k_3, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (37.1)$$

где V — емкость ковша, м^3 ;

$n = 4-6$ — теоретическое число рабочих циклов в минуту;

$k_1 = 0,4-1$ — коэффициент заполнения ковша;

$k_2 = 0,85-1$ — коэффициент, учитывающий изменение продолжительности рабочего цикла в реальных условиях;

$k_3 = 0,92-0,96$ — коэффициент дополнительного разрыхления породы в ковше.

Емкость ковша измеряют путем засыпки в него сыпучего материала с углом естественного откоса 30° в положении, когда угол между днищем ковша и уровнем почвы составляет 80° .

k_1 зависит от ряда факторов: объемного веса и кусковатости груза, высоты штабеля, формы и размеров ковша, глубины внедрения ковша, способа черпания, сцепного веса машины, квалификации машиниста.

k_2 зависит от типа привода (электрический или пневматический), а также от квалификации машиниста.

Максимальная техническая производительность — это пиковая мгновенная производительность машины, по которой должны выбираться конвейеры, работающие в комплексе с погрузочной машиной. Ее определяют как произведение средней технической производительности на коэффициент неравномерности, принимаемый равным 2.

Для машин с нагребающими лапами

$$Q_{\tau} = znV_x, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (37.2)$$

где $z = 2$ — число нагребающих лап;

n — число ходов каждой лапы в минуту;

V_x — объем насыпного груза, захватываемого каждой лапой за один рабочий цикл (ход), м^3 .

В соответствии с рис. 37.3, z

$$V_x = 0,5Bd_z h_r, \text{ м}^3, \quad (37.3)$$

где B — ширина захвата (ширина передней кромки приемной плиты), м ;

d_z — расстояние между участками траектории лап в период нагребания и обратного хода, м ;

h_r — средняя высота слоя груза, м ;

d_z — можно считать равным диаметру кривошипа d ; h_r равно двойной высоте лапы при скальных породах и высоте лапы при мелких грузах.

Эксплуатационная производительность — это объем материала, который машина может погрузить за смену с учетом затрат времени на техническое обслуживание машины, обмен вагонеток и простои по техническим и организационным причинам. Коэффициент использования машины во времени для обычных проходок 0,3—0,4, для скоростных — 0,4—0,7.

§ 37.4. ТИПЫ И ПАРАМЕТРЫ ПОГРУЗОЧНЫХ МАШИН

Наиболее распространены и наиболее перспективны три основных типа машин: периодического действия с ковшом на перекачивающейся рукояти прямой (рис. 37.4, рис. 37.6) и ступенчатой (рис. 37.5) погрузки и непрерывного действия с нагребающими лапами (рис. 37.7). Ходовые механизмы колесно-рельсовые или гусеничные. Привод электрический или пневматический (для рудных шахт и угольных шахт, разрабатывающих крутые пласты).

В уклонах при углах до 10—12° можно применять машины прямой погрузки (рис. 37.4). При больших углах они не обеспечивают загрузку вагонетки по длине, и необходимы машины с передаточным конвейером — скребковым или ленточным с вертикальными ребрами (во избежание скатывания груза). При колесно-рельсовом ходе машину оборудуют лебедкой для перемещения с помощью каната (рис. 37.8).

Типоразмеры машин регламентируются типажом (табл. 37.1).

Наименование машин расшифровывается так: ППН — погрузочная, периодического действия с нижним захватом (рис. 37.4; 37.6); ПНБ — погрузочная, непрерывного действия с боковым захватом (рис. 37.7). Класс машины обозначается цифрой, стоящей после шифра через черточку.

Кроме основных стандартных параметров погрузочных машин типаж предусматривает модификации этих машин.

Для обозначения модификации в шифр после цифры, обозначающей класс машины, вводится индекс по высоте разгрузки: с уменьшенной высотой — Н; стандартной — С и увеличенной высотой разгрузки — В;

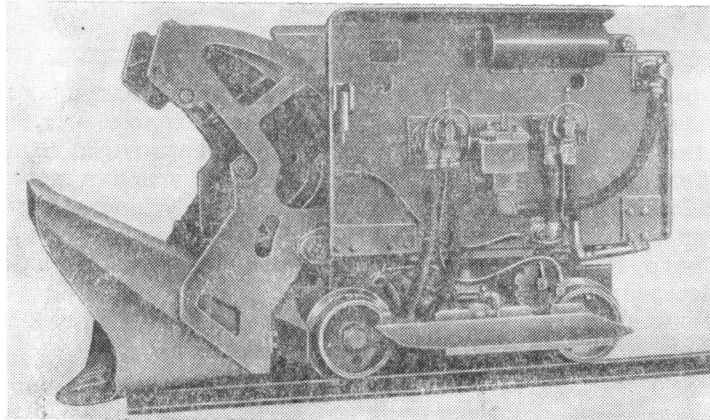


Рис. 37.4. Погрузочная машина типа ППН-3

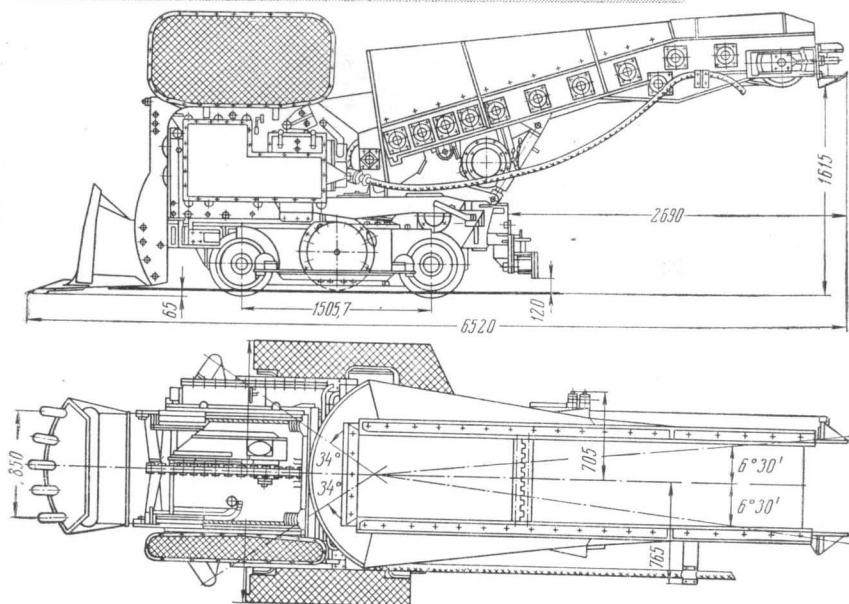


Рис. 37.5. Погрузочная машина ступенчатой погрузки МПР-6

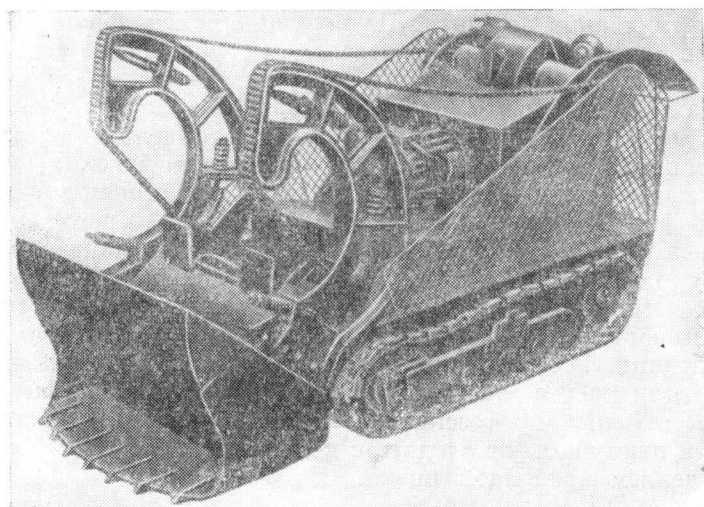


Рис. 37.6. Погрузочная машина ППН-4К института Гипрорудмаш

ковшовые погрузочные машины ступенчатой погрузки предусматриваются с конвейером стандартной длины и с удлиненным конвейером — Д.

Для обеспечения наиболее полного соответствия погрузочных машин большому разнообразию конкретных горнотехнических условий ковшовые машины прямой погрузки по требованию заказчика могут поставляться со сменными ковшами.

Иностранные погрузочные машины имеют параметры и конструкцию, аналогичные отечественным машинам.

Основными задачами дальнейшего улучшения конструкций является повышение срока службы машин и надежность их работы.

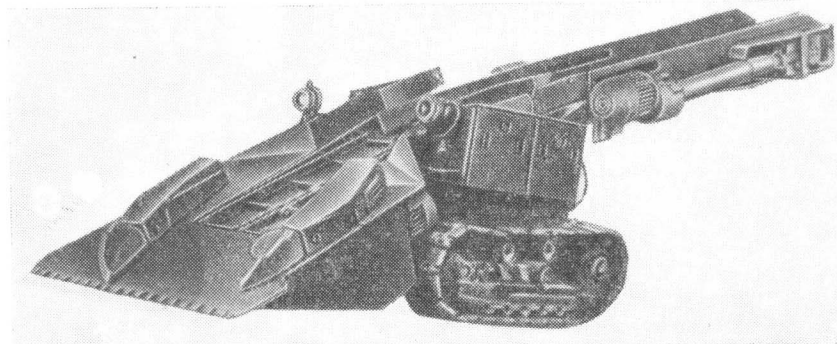


Рис. 37.7. Погрузочная машина ПНБ-3 института Гипрорудмаш

§ 37.5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИН, ОХРАНА ТРУДА

Эксплуатация. Безотказная работа погрузочной машины зависит от правильной эксплуатации и надлежащего технического ухода. В процессе эксплуатации необходимо уделять внимание состоянию крепления основных узлов и механизмов, проверять наличие смазки в редукторах и подшипниковых узлах. В машинах с пневмоприводом особое внимание необходимо уделять смазке пневматических двигателей, так как при недостаточной смазке имеет место интенсивный износ цилиндров, потеря мощности или заклинивание поршней. Подводящий рукав должен быть надежно закреплен на машине и на магистральном трубопроводе, так как срыв рукава при наличии сжатого воздуха может привести к тяжелому травмированию машиниста. При эксплуатации машин с электроприводом особое внимание необходимо уделять состоянию заземления машины. В ковшовых машинах необходимо следить за состоянием тяговых цепей и канатов стабилизации, в конвейерных машинах — за состоянием скребковых цепей. Профилактический осмотр новой машины производится после 2—3 месяцев работы, а затем через 4—6 месяцев. Капитальный ремонт машины производится не менее чем после одного года работы.

Охрана труда. Основными опасностями являются: поражение током, наезд машины на машиниста, обвал породы, заболевание пневмокониозом и воздействие вибрации. Особое внимание следует обращать на состояние пылевого режима при работе машины, уровень шума и вибрации, что может привести к тяжелым профессиональным заболеваниям. Машинист должен работать в перчатках, не сходить с подножки и следить за своевременным возведением временной крепи.

Таблица 37.1

Погрузочный орган		Ковш										Парные нагребающие лапы			
Тип машин		ППН-1		ППН-2		ППН-3		ППН-4		ППН-5	ППН-6	ПНБ-1	ПНБ-2	ПНБ-3	ПНБ-4
Исполнение		н	с	н	с	в	с	в	с	в	—	—	1ПНБ-2	2ПНБ-2	—
Способ захвата		Нижний										Боковой			
Характер погрузки		Периодический										Непрерывный			
Характер передачи груза		Прямая погрузка										Ступенчатая погрузка			
Емкость ковша (стандартная), м ³		0,12	0,2	0,32		0,5		1,0		0,32		0,5			
	Техническая	1,0	1,6	2,0		2,5		4,0		2,5		3,2		2,5	
Производительность, м ³ /мин, не менее	Максимальная	1,0	1,6	2,0		2,5		4,0		2,5		3,2		2,5	
	Средняя	0,5	0,8	1,0		1,25		2,0		1,25		1,6		2	
Вес, Т, не более		3,5		5,0		6,5		16,0		10,0		12,0		25,0	
Исполнение ходовой части		Колесно-рельсовое		Колесно-рельсовое и гусеничное				Гусеничное и колесно-рельсовое				Гусеничное			
Фронт погрузки, м		2,0	2,2	2,5		3,2		Неограниченный		4,0		4,5		Неограниченный	
Тип привода		Пневматический		Пневматический или электрический				Электрический				Электрический			

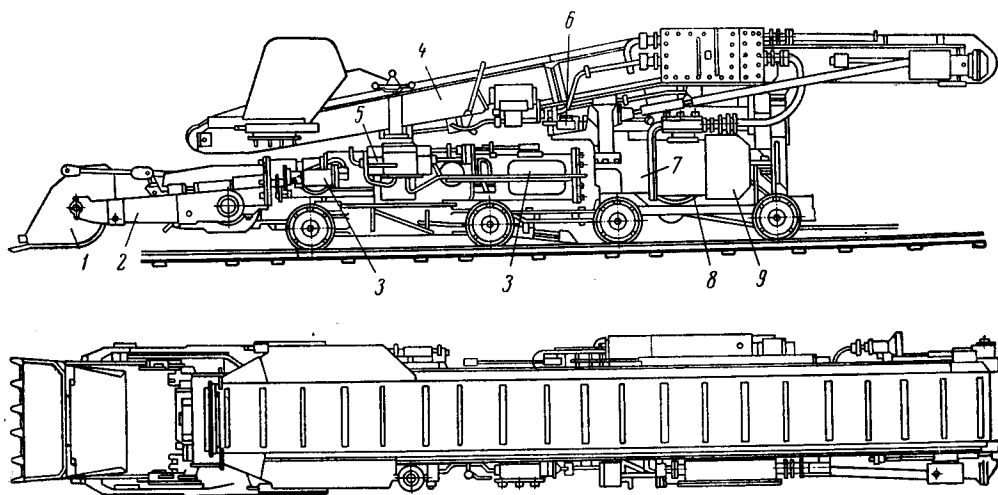


Рис. 37.8. Погрузочная машина «Проходчик» для уклонов:

1 — ковш; 2 — рычажно-ковшовая система; 3 — цилиндры гидравлической системы; 4 — конвейер; 5 — гидравлическая распределительная коробка; 6 — насосы; 7 — редуктор; 8 — лебедка; 9 — двигатель

§ 37.6. ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫЕ МАШИНЫ

Погрузочно-доставочные машины (рис. 37.1, в) состоят из механизма зачерпывания 1, ходового механизма 2 и аккумулярующей емкости 3. В качестве механизма зачерпывания наибольшее распространение нашел ковш на рукояти, вращающийся вокруг горизонтальной неподвижной оси (рис. 37.3, б). Некоторые машины имеют гребковый механизм зачерпывания верхнего действия, приводимый пневматическими цилиндрами.

Ходовые механизмы бывают пневмошинные, на грузошинах и гусеничные. Пневмошинный механизм состоит из ведущего и ведомого рулевого моста. В некоторых машинах рулевой мост имеет балансирующую подвеску. Пневмошинный ходовой механизм обеспечивает высокую маневренность, подвижность машины и достаточное напорное усилие.

Ходовые механизмы на грузошинах несколько уступают пневмошинным в подвижности. Наименьшую подвижность имеют машины на гусеничном ходу.

В качестве аккумулярующей емкости используют бункера или конвейеры. Бункера разгружаются через задний борт. Разгрузку осуществляют опрокидыванием бункера вокруг неподвижного шарнира или путем сталкивания оснащенного катками бункера по направляющим, профиль которых обеспечивает опускание разгрузочного конца бункера и подъем противоположного. Аккумулярующие конвейеры имеют небольшую скорость тягового органа при заполнении и вторую, более высокую для разгрузки материала. Для привода машин используются пневматические двигатели, электрические и дизели. Наибольшее распространение нашли погрузочно-доставочные машины фирмы «Атлас Копко» типа T2G (рис. 37.9) и T4G. Обе машины имеют ковшовый механизм зачерпывания и пневмошинный ходовой механизм с пневмоприводом. Для опрокидывания бун-

кера и для рулевого управления в машине Т4Г применен гидропривод. В табл. 37.2 приведены данные некоторых машин.

Таблица 37.2

Техническая характеристика погрузочно-доставочных машин

Наименование параметра	Тип машины			
	Т2Г	Т4Г	ПДВ-2	ПДН-1
Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$:				
при длине доставки 50 м	—	—	9	15
при длине доставки 25 м	—	—	11	18
Емкость ковша, м^3	0,12	0,3	—	0,125
Емкость бункера, м^3	0,75	1,8	1,0	1,0
Основные размеры, мм:				
длина	2130	2990	3000	2240
ширина	1170	1605	1280	1345
высота (транспортная)	1430	1710	1600	1260
высота ковша в верхнем положении	2070	2600	1700	1800
Скорость движения (максимальная), $\text{км}/\text{ч}$	5,8	3,6	5,0	6,0
Вес, кГ	2000	4650	3500	2500

Погрузочно-доставочные машины применяют для нарезных работ, на добычных и закладочных работах при небольшой длине и производительности. Они существенно упрощают технологию работ (отсутствуют

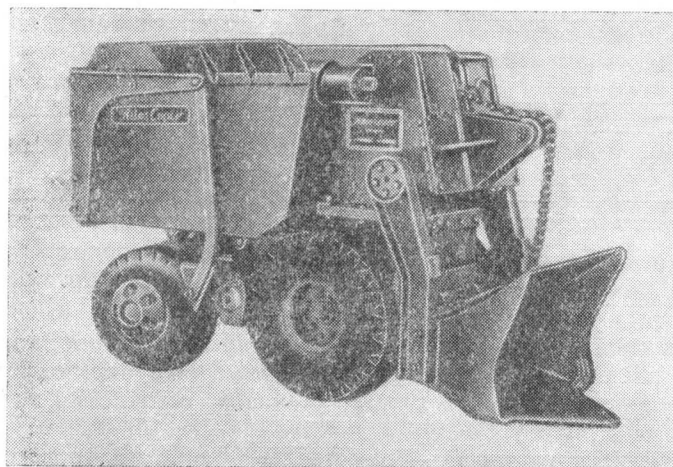


Рис. 37.9. Погрузочно-доставочная машина Т2Г фирмы «Атлас Копко»

специальные транспортные средства), снижают затраты и повышают производительность труда.

СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТА

ГЛАВА 38

СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТА

К специальному оборудованию относятся бункера, затворы, питатели, маневровое оборудование, устройства для очистки и уплотнения ваго-неток, опрокидыватели и т. п.

§ 38.1. БУНКЕРА

Бункер — это промежуточная емкость, служащая для сглаживания неравномерности грузопотоков (§ 2.2) или для компенсации перерывов в работе.

Их различают по следующим признакам:

по месту установки — подземные; для поверхности шахт и обога-тельных фабрик;

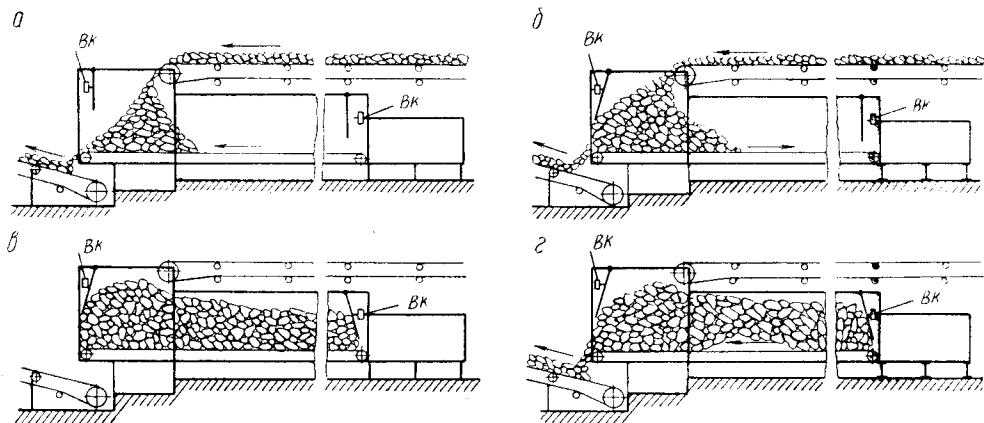


Рис. 38.1. Полустационарный бункер-конвейер

по времени нахождения на одном месте (подземные) — стационарные (у стволов, у наклонных выработок); полустационарные (со сроком службы до 1,5 лет — на стыках конвейерных линий, у скатов, гезенков и т. п.); передвижные;

по способу заполнения и разгрузки — самотечные; с механизированной разгрузкой и заполнением.

Требования к бункерам: надежность разгрузки (отсутствие зависания груза), достаточная емкость, минимум измельчения груза. Для ликвидации зависания днищу придают достаточный угол наклона и применяют вибраторы. Для снижения измельчения применяют загрузку

с помощью спиральных (винтовых) спусков (см. гл. 3), исключая падение с большой высоты.

На рис. 38.1 изображена схема полустационарного подземного бункер-конвейера с механизированной загрузкой и разгрузкой, который устанавливается на стыке конвейерных линий. При нормальной работе скребковая цепь бункерного конвейера обеспечивает беспрепятственную погрузку угля (рис. 38.1, а). При увеличении потока с загрузочного конвейера, с помощью флажковых датчиков и выключателей ВК изменяется направление движения цепи бункерного конвейера — происходит заполнение бункера (рис. 38.1, б). При остановке разгрузочного конвейера (рис. 38.1, в) уголь накапливается в бункере. При заполнении бункера автоматические выключатели отключают загрузочный и бункерный конвейеры. С включением разгрузочного конвейера (рис. 38.1, г) включается бункерный конвейер и уголь продвигается в направлении разгрузки. После разгрузки бункера включается загрузочный конвейер.

Передвижные бункера на рельсовом ходу устанавливают у погрузочных пунктов лав крутых пластов для устранения магазинирующих уступов. Накапливающийся уголь периодически разгружается через дно на конвейер, загружающий состав вагонеток.

§ 38.2. ЗАТВОРЫ

Затворы служат для периодической выдачи материала и регулировки струи его из бункеров, люков и самотечных устройств. Основные к ним требования: безопасность и надежность в эксплуатации, простота и надежность конструкции, отсутствие просыпания материала при закрытом затворе, минимальные размеры, предупреждение самооткрывания.

Затворы (рис. 38.2) по принципу действия делят на три группы: а — с отсечением струи материала (1 — шиберный, 2 — секторный прямой, 3 — секторный обратный, 4 — челюстной, 5 — пальцевый);

б — гусеничные, у которых отсечение струи происходит без скольжения затвора относительно струи, т. е. при перекатывании короткого «конвейера» (6 — ленточный, 7 — пластинчатый);

в — с подпором струи (8 — лотковый, 9 — конусный).

Наиболее распространены секторные затворы — их применяют для любых сыпучих материалов.

Шиберные затворы могут иметь направляющие скольжения и направляющие качения (при ширине затвора более 600 мм). Их недостатки: неудовлетворительная регулирующая способность, просыпание мелкого угля в щель между шибером и корпусом.

Пальцевые затворы предназначены для закрывания выпускных отверстий наклонных желобов. Рабочим органом пальцевого затвора являются пальцы, выгнутые из рельса или двутавра и насаженные на одну ось. Для предотвращения просыпания мелочи между пальцами к двум крайним пальцам прикреплен заслонка. Тяговые цепи крайних пальцев делают короче, чтобы при закрывании затвора спускались вначале средние пальцы, останавливая поток материала, а затем заслонка, задерживающая мелочь. Их достоинства: простота и надежность конструкции, исключение просыпания мелочи, возможность закрывания под завалом, возможность работы при крупности кусков до 800 мм.

Лотковые затворы применяют для материалов от крупнотемпальных до пылевидных. Они самооткрываются под нагрузкой, поэтому их оборудуют защелками или замками.

В конусном затворе рабочий орган (конус) движется в направляющих параллельно своей оси. Конусные затворы под завалом работать не могут и применяются в том случае, когда нужно полное опорожнение бункера.

Часто применяют комбинированные затворы, которые состоят из нескольких простых. Один из простых затворов отсекает поток насыпного

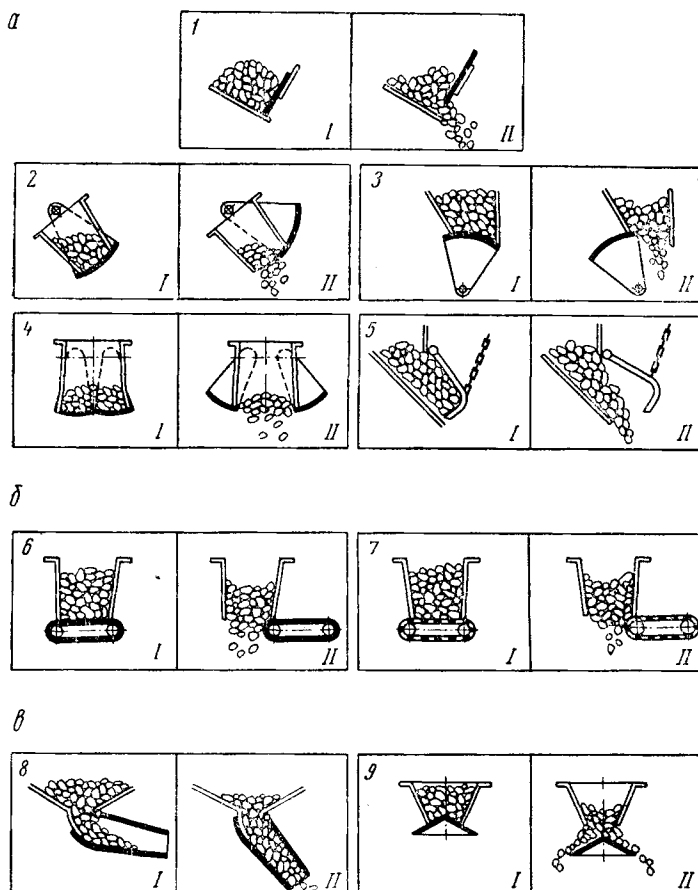


Рис. 38.2. Затворы:
I — закрыт; II — открыт

груза, а другой — регулирует поток. Их устраивают также для уменьшения усилий при ручном оперировании.

Для механизации и автоматизации работы затворов применяют затворы с механическими электроприводами или пневмоприводами.

При выдаче материалов из люков с затворами происходит 10—17% общего числа несчастных случаев с подземными рабочими.

Правила безопасности:

а) рукоятка затвора должна находиться сбоку от выпускного отверстия. Наиболее целесообразно применять дистанционное управление работой затвора;

- б) недопустима шуровка зависшего материала через открытый затвор. В местах зависания необходимо устанавливать вибраторы;
- в) расстояние между днищем затвора и бортом вагонетки не должно быть меньше 15 см;
- г) за состоянием затворов и их исправностью должен быть установлен систематический надзор. Работа с неисправным затвором недопустима.

§ 38.3. ПИТАТЕЛИ

Питатели служат для равномерной и непрерывной выгрузки материала из бункеров, приемных ям, силосов и других емкостей. Все питатели представляют собой конвейер или специальное устройство непрерывного действия, установленное под выпускным отверстием бункера. При отключении питателя под выпускным отверстием бункера образуется подпор, и истечение материала прекращается, т. е. питатель может служить и затвором.

Типы питателей показаны на рис. 38.3.

Поскольку все питатели — установки непрерывного действия, то их производительность находится из (2.11).

Ленточные питатели (рис. 38.3, а) очень просты и надежны и применяются очень широко. Их недостаток: быстрый износ ленты. Регулирование производительности аналогично пластинчатому питателю.

Дисковые питатели (рис. 38.3, б) применяют для сыпучих материалов крупностью до 80 мм. Максимальный размер кусков не должен превышать 0,05—0,06 диаметра диска. Регулирование производительности осуществляют поднятием или опусканием манжеты, надетой на патрубок, изменением положения ножа или скорости вращения диска. Их достоинства: простота и надежность, точность регулирования производительности. Их широко применяют на обогатительных фабриках, коксохимических заводах для точной дозировки.

Пластинчатые питатели (рис. 38.3, в) отличаются высокой прочностью, износостойкостью (допускают армировку). Регулирование производительности обычно производят изменением скорости движения конвейера. Их применяют для самых тяжелых условий работы: в узлах приема руды, в дробильных отделениях и на складах рудообогатительных фабрик и шахт. На угольных шахтах и обогатительных фабриках их применяют для крупной породы.

Цепные питатели (рис. 38.3, г) применяют для крупнокусовых и абразивных материалов. Они мало изнашиваются и не требуют большой мощности.

Шнековые (рис. 38.3, д), маятниковые (рис. 38.3, ж) и другие типы питателей применяются редко.

Качающийся питатель (рис. 38.3, е) выполнен в виде лотка или стола, при движении которого вперед (вправо) он увлекает с собой лежащий на нем насыпной груз, а в это время из отверстия бункера высыпается новое количество груза. При движении стола назад груз удерживается от обратного хода задней стенкой воронки и поэтому часть его сыпается через край. Регулирование производительности осуществляют изменением длины хода. Для мелких материалов можно регулировать высоту слоя подъемом или опусканием заслонки. Питатели просты и надежны в работе, но подвержены износу. Их очень широко применяют для углей.

Вибрационные питатели (рис. 38.3, з) имеют, как правило, электромагнитный привод, что позволяет производить регулирование

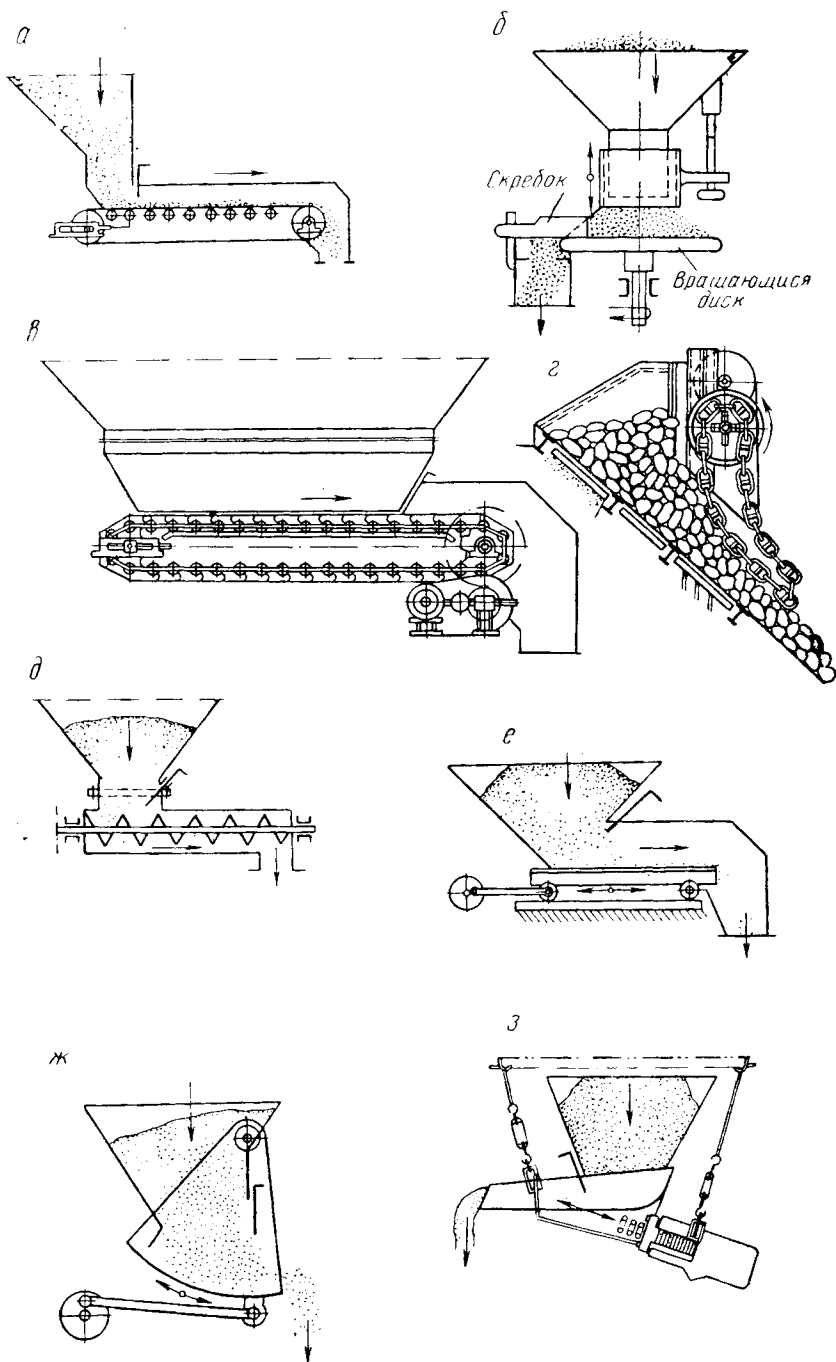


Рис. 38.3. Питатели

производительности электрическими методами. Недостаток питателя: непостоянство производительности, которая зависит от свойств материала (внутреннее трение, влажность, крупность кусков), т. е. потребность в частом регулировании работы. Они удобны в схемах с автоматическим регулированием процессов.

§ 38.4. СТОПОРНЫЕ И ТОРМОЗНЫЕ УСТРОЙСТВА

Путевые стопоры применяют для задержания вагонеток, движущихся со скоростью до 1,2 м/сек. При больших скоростях применяют путевые тормоза и гасители скорости.

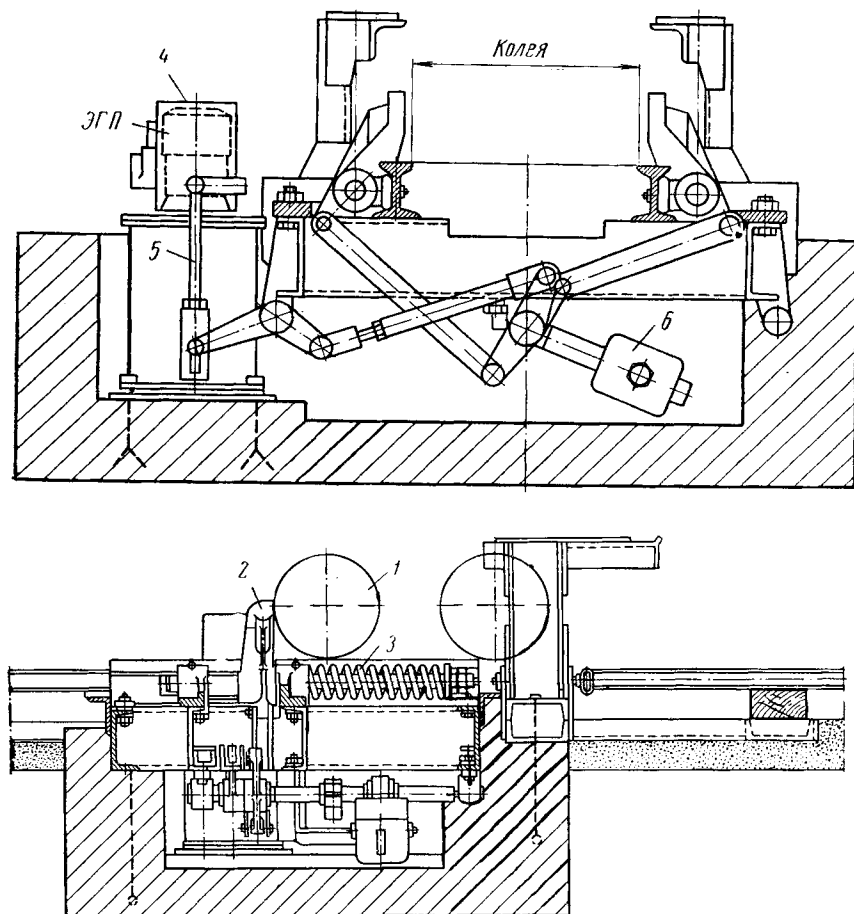


Рис. 38.4. Путевой стопор

Стопоры по назначению разделяют на задерживающие и дозирующие. Задерживающие стопоры (рис. 38.4) служат для остановки и удержания вагонеток.

Вагонетка 1 наезжает на кулаки стопора 2 и останавливается. Усилия, возникающие при остановке вагонетки, поглощаются пружинными амортизаторами 3, установленными на кулаках. Открывание стопора

осуществляется включением электропривода 4. При этом траверса 5 через систему тяг и рычагов открывает стопор. При включении привода траверса под действием контргруза 6 опускается и закрывает стопор.

Дозирующие стопоры служат для остановки вагонеток и пропуска их по одной (иногда две), для чего устанавливают два задерживающих

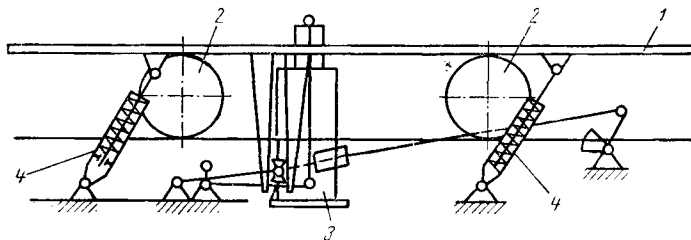


Рис. 38.5. Кинематическая схема путевых тормозов ПТ-5 и ПТ-6

стопора и блокируют их так, что когда один закрыт, то другой открыт, и наоборот.

Путевые тормоза служат для полной остановки вагонеток, движущихся с большой скоростью (до 3 м/сек). На рис. 38.5 показана кинематическая схема путевого тормоза. В нерабочем положении расстояние между лыжами 1 и рельсами меньше диаметра колеса вагонетки 2.

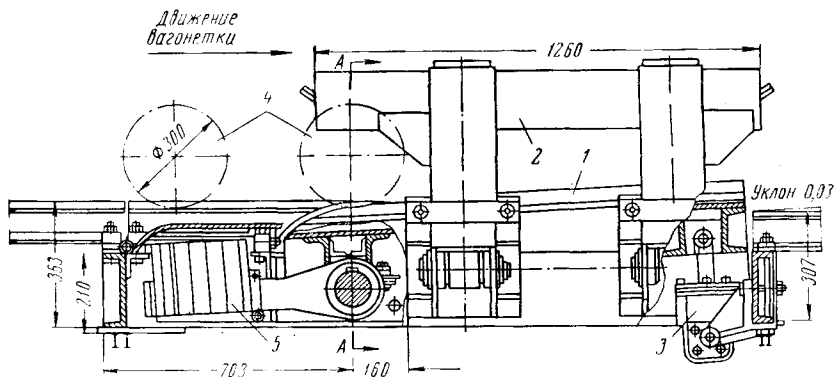


Рис. 38.6. Гаситель скорости

При входе колеса в тормоз лыжи 1 поднимаются и прижимаются к колесам; за счет грузов, укрепленных на рычагах, создается нормальное давление лыж на скаты. Возникающая между ними сила трения увлекает лыжи в направлении движения вагонетки, что увеличивает нормальное давление (за счет связи лыж с амортизаторами 4). Вагонетка плавно останавливается. Подъем лыж до вертикального положения амортизаторов 4 производится электрогидравлическим или пневматическим приводом 3. В этом положении скаты вагонетки освобождаются. Амортизаторы служат для смягчения удара, возникающего при входе вагонетки в тормоз.

Гаситель скорости предназначен для гашения (уменьшения) скорости движущихся самокатом вагонеток без полной длительной остановки последних в гасителе. Гасители скорости чаще всего устанавливаются

перед криволинейными участками пути, стрелочными переводами, задерживающими и дозирующими стопорами. Основным конструктивным отличием гасителей скорости от путевых тормозов является отсутствие в гасителях управляемого привода. Гасители скорости шинного типа имеют шины, которые под действием пружин или грузов прижимаются к кузову или к колесам вагонетки.

Наибольшее распространение получили гасители (рис. 38.6), имеющие качающуюся площадку с рельсами, над которой имеются неподвижные шины 2. Площадка поддерживается в поднятом положении гидравлическим демпфером 3. Вагонетка 4, заклиниваясь между площадкой 1 и шиной 2, останавливается. Когда гидродемпфер 3 опустит площадку 1, вагонетка автоматически выкатывается. Возврат площадки производится контргрузом 5.

При эксплуатации стопорных и тормозных устройств работы по их ремонту и осмотру должны вестись только после принятия мер по предупреждению поступления вагонеток к месту установки этих устройств. Место установки стопоров и гасителей скорости должно быть ограждено.

§ 38.5. МАНЕВРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Маневровое оборудование служит для передвижения составов или отдельных вагонеток на погрузочных пунктах, на приемно-отправительных площадках, в околостольных дворах и т. д. К маневровому оборудованию относятся толкатели и маневровые лебедки.

І. Толкатели

Толкатели классифицируют по следующим признакам:

по назначению — для обмена одиночных вагонеток в клетях и опрокидывателях; для проталкивания одиночных вагонеток и составов; для проталкивания нерасцепленных составов через опрокидыватель в околостольном дворе; для вытягивания вагонеток из клетки;

по способу захвата вагонеток — за подвагонный упор; за ось; за кузов; за буфер;

по виду привода — электрические; пневматические; электрогидравлические;

по расположению относительно вагонеток — нижнего и верхнего действия;

по роду тягового органа — цепные; канатные; поршневые; с толкающей тележкой;

по типу кулаков — с одинарными; с двойными;

по сроку работы — стационарные; передвижные.

На рис. 38.7 приведен стационарный цепной толкатель типа ТЦ с вертикально замкнутой цепью, предназначенный для проталкивания нерасцепленных составов через опрокидыватель в околостольных дворах. Шарнирно укрепленные на цепи кулаки, движущиеся в направляющих, захватывают вагонетки за специальный упор, прикрепленный к раме, или за ось. Для возможности реверсирования движения состава вагонеток устанавливают по два кулака один против другого.

На рис. 38.8 приведена схема электрогидравлического толкателя типа ПТВ, предназначенного для проталкивания одиночных и сцепленных в состав вагонеток в околостольных дворах и стационарных погрузочных

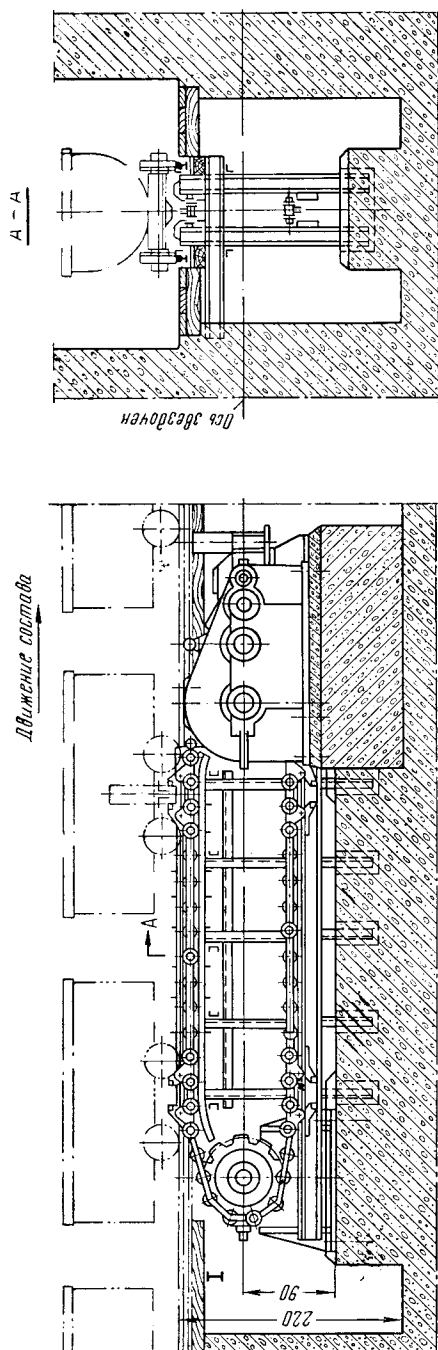


Рис. 38.7. Цепной толкатель типа ТЦ

пунктах. Толкатель устанавливают на шпалах рельсового пути. Насос с двигателем и масляным баком монтируют на отдельной раме и соединяют с толкателем гибкими плангами. Толкающее устройство имеет два цилиндра 1 и 2, поршни которых 3 и 4 заблокированы между собой зубчатыми рейками 5 и 6 и шестерней 7. На рейках укреплены кулаки 12. Масло от аккумулятора через золотниковое распределительное устройство 8 поступает в цилиндр 2 и двигает вперед поршень 4 и рейку 6, при этом рейка 5 и поршень 3 движутся назад. Масло из-под поршня 3 сливается в масляный бак. Когда рейка 5 достигнет своего крайнего положения, упор 9 надавит на шток 10 и переключит золотник 8. Масло от аккумулятора поступает в цилиндр 1, а из цилиндра 2 сливается в масляный бак. Вследствие незначительного сопротивления в дроссельной цепи и значительного сопротивления в цепи толкателя жидкость при открытом дроссельном кране 11 сбрасывается через него в масляный бак. Характерная особенность толкателя — непрерывная подача вагонов вперед при возвратно-поступательном движении поршня в цилиндре.

На рис. 38.9 приведен электрический передвижной толкатель, состоящий из двух основных частей: рабочего органа и привода. Рабочий орган представляет собой раму 1, в направляющих которой движется на катках 2 толкающая каретка, состоящая из двух шарнирно сочлененных обойм 3, 4, каждая из которых имеет на пальцах кулаки 5. Толкающая каретка приводится в движение тягой 6, шарнирно соединенной с качающимся рычагом 7 привода. Приводной рычаг, насаженный на ось, укрепленную

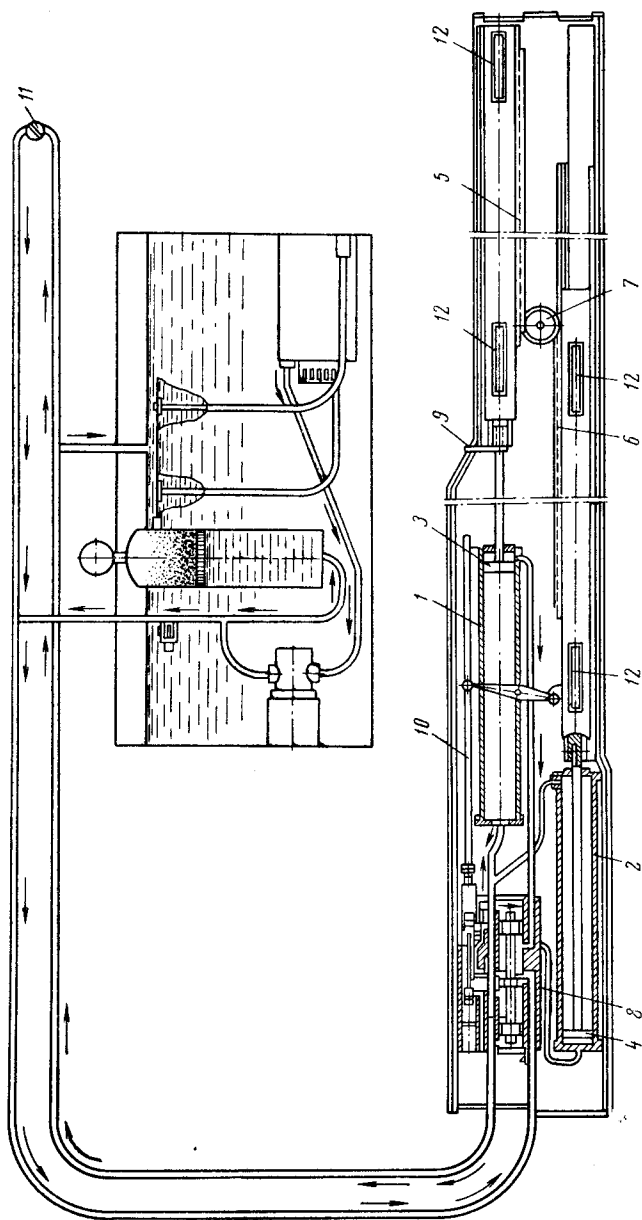


Рис. 38.8. Электрогидравлический толкатель типа ПТВ

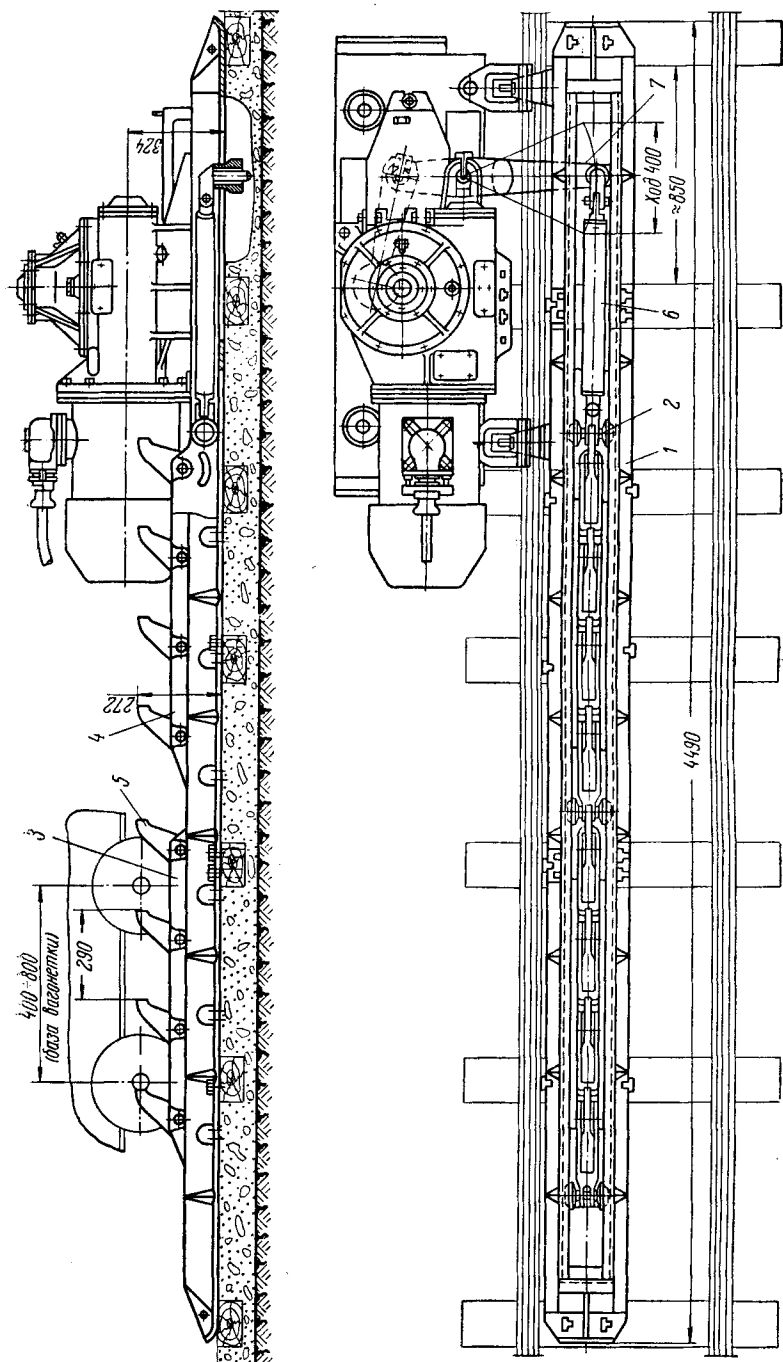


Рис. 38.9. Передвижной штанговый толкатель с электроприводом

в стальном корпусе редуктора, получает качательное движение от кривошипно-шатунного механизма привода. Размах возвратно-поступательного движения кулаков 400 м.

При движении обоймы вперед один из кулаков упирается в ось вагонетки, проталкивая состав в заданном направлении.

При обратном движении кулаки отклоняются осями вагонеток и возвращаются в исходное положение.

На рис. 38.10 приведена схема канатного толкателя ТК1Б. Толкатель состоит из направляющих 1, толкающей каретки 2, привода со шкивом трения 3, системы поддерживающих и направляющих роликов 4, 5 и натяжного устройства 6. Рабочим органом является толкающая каретка с укрепленным на ней шарнирным кулаком 7, которая может передвигаться вперед и назад с помощью канатов по направляющим, уложенным и укрепленным между рельсами откаточных путей. При движении вперед (рабочий ход) кулак толкателя захватывает вагонетку за ось или бугер и проталкивает ее, при движении назад (холостой ход) кулак поворачивается и свободно возвращается в исходное положение. Изменение движения каретки достигается реверсированием привода, а ограничение ее хода в переднем и заднем положении — концевыми выключателями.

Расчет толкателей сводится к выбору их по максимальному тяговому усилию. Из (21.10)

$$F_{\max} = z_r (G + G_0) (w_0'' \pm i_r + 108a) + z_n G_0 (w_0 \pm i_n + 108a), \text{ кГ},$$

где z_r и z_n — соответственно число груженых и порожних вагонеток;

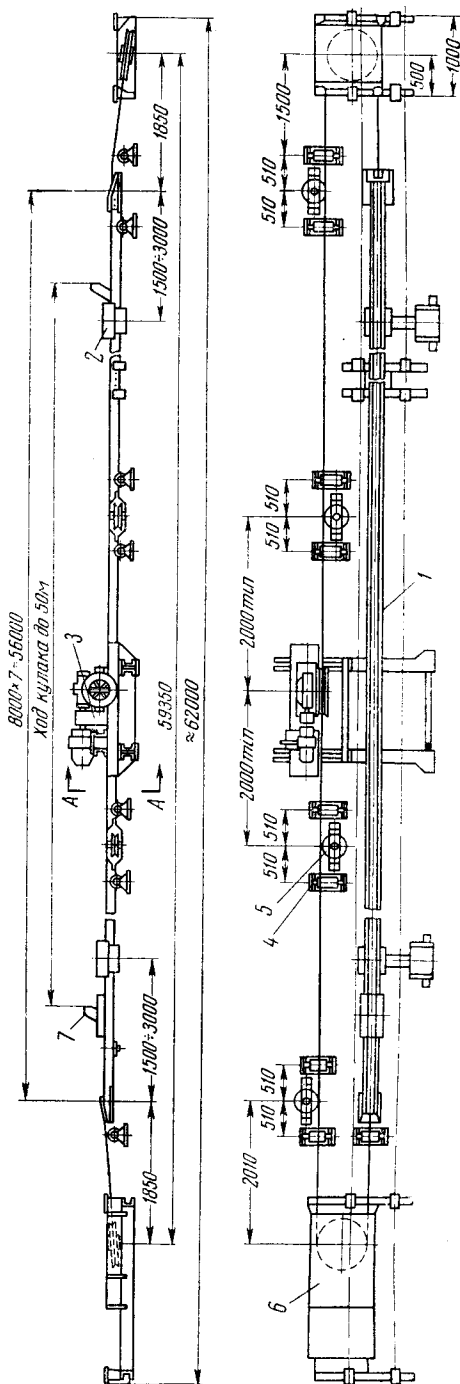


Рис. 38.10. Канатный толкатель ТК1Б

i_r и i_n — уклон путей грузовых и порожняковых, ‰;
 $a = 0,2-0,35 \text{ м/сек}^2$ — ускорение состава при трогании.

II. Маневровые лебедки

Маневровые лебедки классифицируют по следующим признакам:
по количеству барабанов — однобарабанные; двухбарабанные;
по количеству скоростей каната — односкоростные; двухскоростные
 (малая скорость для протягивания, большая для обмена составов);
по типу привода — электрические; пневматические;
по способу управления — ручное; дистанционное.

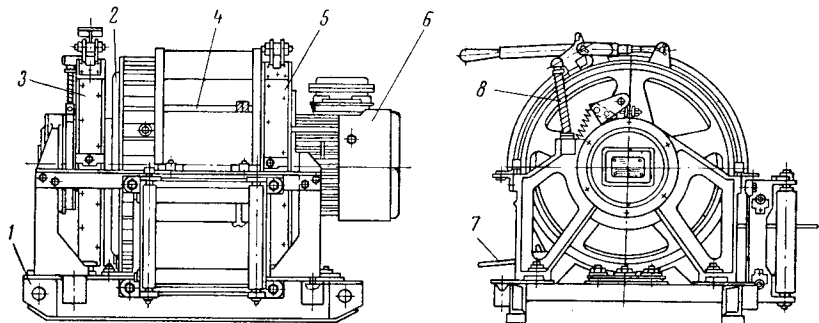


Рис. 38.11. Лебедка ЛВД-2:

1 — рама; 2 — редуктор; 3 — фрикцион; 4 — барабан; 5 — ленточный тормоз;
 6 — двигатель; 7 — храповой стопор; 8 — механизм дистанционного включения

На рис. 38.11 приведен вид типичной однобарабанной лебедки. Тормоз расположен на барабане и предназначен для притормаживания и полного стопорения барабана. Фрикцион 3 предназначен для плавного присоединения (отсоединения) барабана к приводу, а также для защиты деталей лебедки от поломки при перегрузках на канате. Механизм дистанционного управления 8 лебедкой конструктивно выполнен так, что при обычном включении двигателя тормоз фрикциона автоматически затягивается, барабан присоединяется к приводу и происходит навивка каната, а при пуске двигателя в обратном направлении вращения тормоз фрикциона автоматически раскрывается и отсоединяет барабан от привода, что необходимо при разматывании каната с лебедки, которое обычно производится электровозом, т. е. с произвольной скоростью.

§ 38.6. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВАГОНЕТОК

Вагонетки подвержены загрязнению и требуют регулярной очистки. Различают устройства, предохраняющие внутреннюю поверхность кузова от налипания, например «ложные» днища и устройства для очистки кузова: гидравлические, механические (щеточные, скребковые), ударного действия, инерционные (пневматические, электрические и электромагнитные вибраторы), ультразвуковые устройства.

Гидравлические устройства для промывки вагонеток струей воды просты, полностью очищают вагонетки любого типа, но требуют шламмового хозяйства, имеют низкую производительность и др.

Щеточные и скребковые устройства представляют наиболее многочисленную группу.

На рис. 38.12 показана машина щеточного типа для очистки вагонеток в перасцепляемом составе. Опрокидыватель 1 и машина монтируются на общей раме 2. Вращение щеток 3 осуществляется от электродвигателя 4 через редуктор. Кронштейн со щетками 3 связан зубчатой передачей с барабаном опрокидывателя. При вращении опрокидыватель увлекает за собой кронштейн. Щетки вращаются в сторону, противоположную вращению вагонетки. После разгрузки вагонетки кронштейны со щетками входят во внутреннюю полость кузова, и по мере дальнейшего вращения

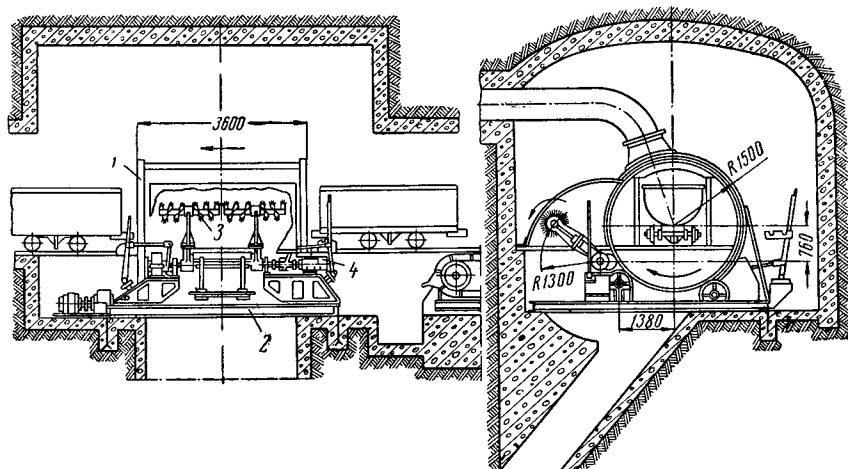


Рис. 38.12. Машина типа МОВ для очистки вагонеток обкатывающими щетками

барабанов щетки, обкатываясь по внутреннему контуру кузова вагонетки, очищают его от налипших остатков.

Наиболее просты и перспективны вибрационные средства очистки. Вибраторы могут быть с электрическим и с пневматическим приводом. Их монтируют в барабане опрокидывателя, и очистка производится в процессе разгрузки. Для прижатия вибратора к кузову вагонетки его монтируют на специальном подающем (прижимном) устройстве. Устройства вибрационного действия удобны в эксплуатации и недороги в изготовлении. Один из недостатков — повышенный износ вагонеток в результате дополнительных знакопеременных динамических нагрузок.

§ 38.7. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУЗА В ВАГОНЕТКАХ

Применение виброуплотнителей на погрузочных пунктах повышает грузоподъемность вагонеток на 10—15%.

На рис. 38.13 показан виброуплотнитель, смонтированный на качающейся раме. Вагонетка, наезжая кузовом на скосы качающейся рамы, приподнимается ее так, что обеспечивается контакт башмака вибратора

с кузовом. Такой уплотнитель можно применять и на передвижных погрузочных пунктах. Имеются виброплатформы, для устройства которых необходим котлован. Их применяют только на стационарных погрузочных пунктах.

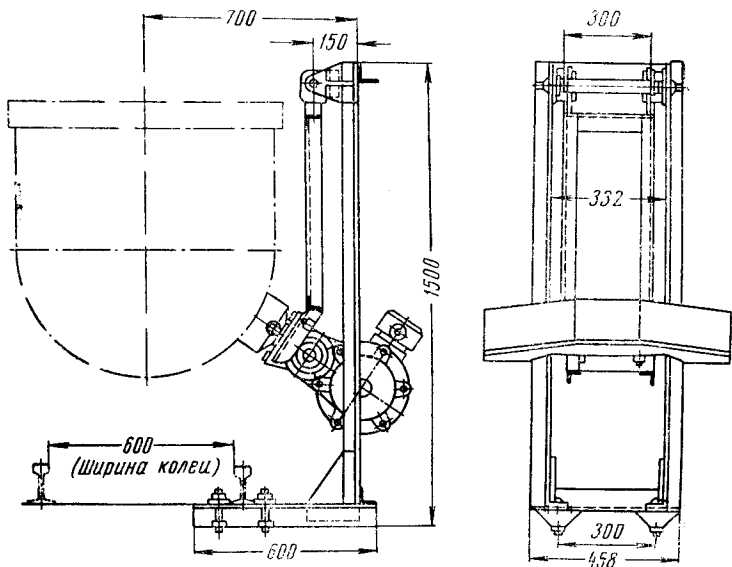


Рис. 38.13. Виброуплотнитель ПВ-1

§ 38.8. УСТРОЙСТВА ДЛЯ УЧЕТА ВЕСА И КОЛИЧЕСТВА ВАГОНЕТОК

Для подсчета количества вагонеток применяют различные виды датчиков, которые подают сигналы на счетные устройства, находящиеся на диспетчерском пункте.

Из электрических датчиков находят применение рельсовые датчики, подающие электрические импульсы в схему СЦБ при прохождении электровозом или вагонеткой специального изолированного рельсового участка. При прохождении колесом электровоза или вагонетки изолированного стыка вторичная обмотка трансформатора датчика замыкается, в трансформаторе резко возрастает ток, который включает реле датчика, передающего импульс на счетное устройство.

Из индуктивных датчиков для счета количества вагонеток могут быть применены концевые индуктивные датчики, которые срабатывают при прохождении каждой вагонетки контрольного участка рельсового пути.

На рис. 38.14 показана схема автоматического учета, взвешивания и сортировки вагонеток.

На погрузочном пункте каждого добычного участка устанавливается блок питания БП блока записывающих головок БЗГ, при помощи которых на борт вагонетки, находящейся под погрузкой, наносится комбинация магнитных меток-кодов. Каждый участок имеет свой код. Грузные вагонетки с магнитными метками поступают в околостольный двор или на верхнюю приемно-отправительную площадку. Для сортировки вагонеток перед стрелочным переводом устанавливают блоки считывающих

головок *БСГ* и считывающего устройства *БСУ*. При наличии меток на вагонетках блок считывающего устройства воздействует на стрелочный перевод, переводя стрелку в направление опрокидывателя. Считывающее устройство суммирует на блоке счетчиков *БСЧ* количество проходящих вагонеток с полезным ископаемым. При движении вагонетки мимо стирающих головок *СГ* магнитные метки стираются.

Учет веса транспортируемого материала ведется при помощи взвешивающих клеток. Грузная вагонетка, подходя к опрокидывателю, въезжает на взвешивающую клетку *ВК1*, взвешивается и поступает в опрокидыватель. Порожняя вагонетка после опрокидывателя взвешивается на

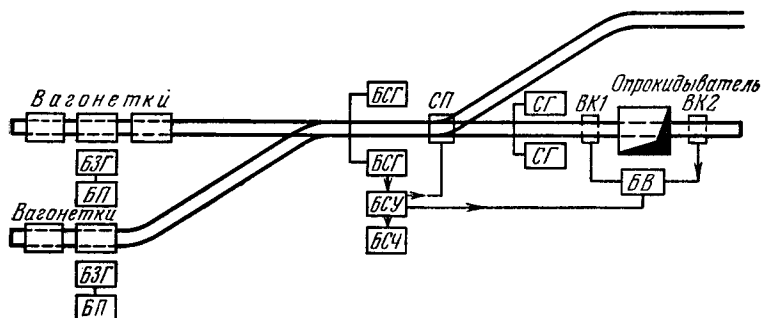


Рис. 38.14. Схема автоматического учета, взвешивания и сортировки вагонеток

взвешивающей клетки *ВК2*. Данные со взвешивающих клеток *ВК1* и *ВК2* поступают в блок взвешивания, где выдается информация о суммарном весе полезного ископаемого, выданного на поверхность.

§ 38.9. ОПРОКИДЫВАТЕЛИ

Опрокидыватели служат для выгрузки грузов из вагонеток или вагонов путем наклона или поворота в положение, обеспечивающее высыпание груза.

Опрокидыватели классифицируют по следующим признакам:

по назначению — для общесетевых вагонов; для вагонеток;

по назначению — для одиночных вагонеток; для нерасцепляемых составов (без пропуска электровоза и с пропуском);

по способу разгрузки — круговые; лобовые (торцовые); боковые (с платформой и со штоковым органом);

по количеству одновременно разгружаемых вагонеток — одна; две; три и т. д.;

по роду привода — электрические; пневматические; гидравлические;

по характеру работы привода — с непрерывной работой; с отключениями привода;

по способу управления — автоматические; полуавтоматические;

по размещению — стационарные; катучие (передвижные).

Наибольшее распространение получили круговые опрокидыватели. Круговой опрокидыватель (рис. 38.15) состоит из рамы, барабана, установленного на роликах, редуктора и двигателя.

Барабан состоит из двух колец, жестко связанных между собой фермой, в которой расположена рельсовая платформа. В опрокидывателях

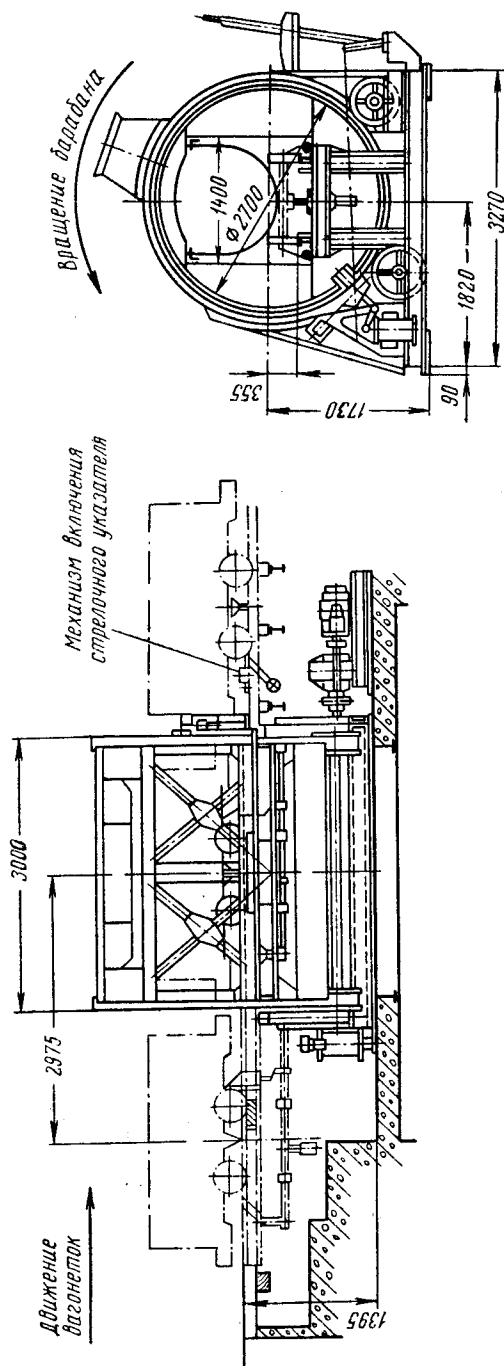


Рис. 38.15. Круговой опрокидыватель

с пропуском электровоза кольца имеют вырезы для прохода электровоза (рис. 38.16). Ротор приводится во вращение приводными роликами. Для предотвращения выкатывания вагонеток установлены различные удерживающие устройства.

Опрокидыватели для угля (рис. 38.15) обычно выполняются с непрерывной работой двигателя. Остановка барабана осуществляется поднятием его над приводными роликами на 3—5 мм. Подъем колодок, приподнимающих ротор, производится через систему рычагов вручную либо при помощи электрогидравлического привода или пневмопривода. Практика эксплуатации показала, что такой способ остановки барабана нерационален, так как торозные колодки быстро изнашиваются и требуемого зазора между ведущими роликами и опорными кольцами барабана не остается. При изношенных колодках имеют место сильные удары, которые приводят к разрушению металлической конструкции барабана и расстройству расположенных в нем механизмов.

Более совершенная система привода опрокидывателей для руды (рис. 38.16) с барабаном, постоянно опирающимся на все ролики, которые могут быть все приводными. Остановка барабана производится отключением двигателя и наложением тормозов.

Наиболее совершенные конструкции зарубежных опрокидывателей имеют

цепную передачу движения барабану и двухскоростные двигатели. Ролики являются только поддерживающими. Опрокидывание производится при большой скорости двигателя. Остановка — после перехода на малую скорость. Торможение на малой скорости при наличии цепной передачи обеспечивает точность остановки барабана и надежную работу опрокидывателя.

Одновременно с разгрузкой вагонеток производится их очистка. Наибольшее распространение для очистки получили вибрационные механизмы.

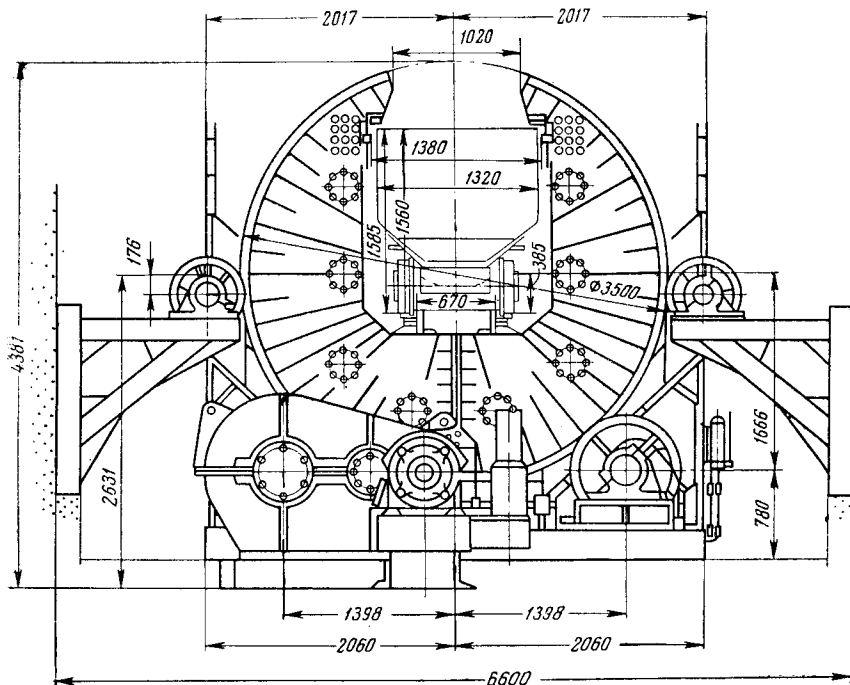


Рис. 38.16. Круговой опрокидыватель с пропуском электровоза

В 1962 г. разработан типаж, который охватывает следующие типы опрокидывателей для вагонеток:

опрокидыватели арочные для разгрузки вагонеток с опрокидным кузовом;

круговые — с пропуском и без пропуска электровоза;

штоковые — гидравлические и пневматические (рис. 3.3, а);

боковые с поворотной платформой — катучие;

боковые с поворотной платформой — стационарные.

Для вагонов магистрального и карьерного транспорта применяют круговые вагоноопрокидыватели (по типу рис. 38.15): торцовые (рис. 38.17, а) или боковые (рис. 38.17, б).

Торцовые вагоноопрокидыватели (рис. 38.17, а) применяют для перегрузки угля и других грузов из полувагонов узкой колеи в полувагоны широкой колеи. Узкоколейный полувагон втягивается лебедкой по наклонному пути на поворотный круг, поворачивается на 90° в горизонтальной плоскости и подается на платформу опрокидывателя 1, закреп-

ляясь в специальном стопоре 2. Электродвигателями приводятся в действие гидронасосы, поршни которых придают платформе с вагоном наклон 60° . Торцовая стенка 3 вагона под действием груза открывается, а груз высыпается в бункер 4. Переключением клапанов гидроцилиндров платформа с вагоном опускается до горизонтального положения. Производительность достигает 20 вагонов в час.

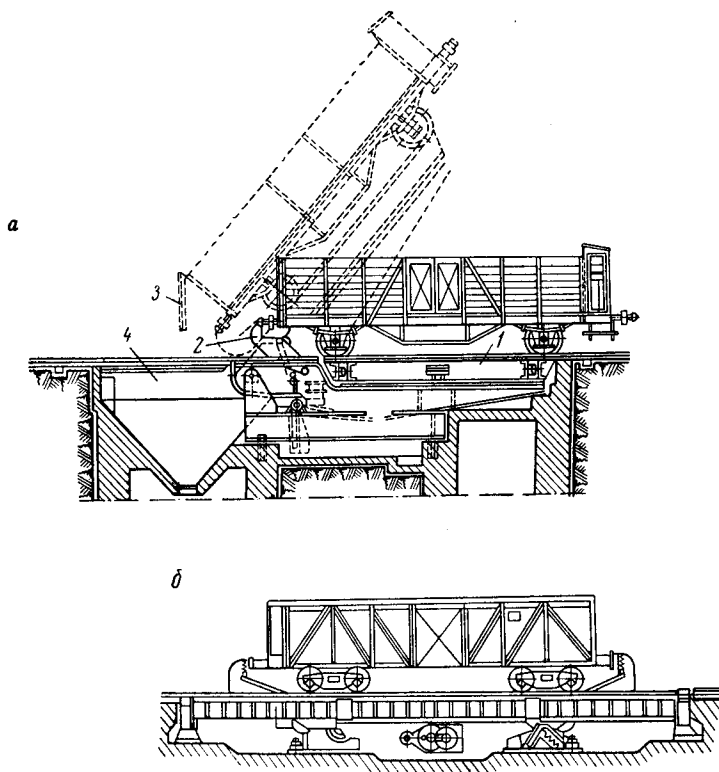


Рис. 38.17. Вагоноопрокидыватели:

а — торцовый; б — разгрузочная установка ЦНИИ МПС

Новый принцип выгрузки сыпучих материалов использован в разгрузочной установке ЦНИИ МПС (рис. 38.17, б). Платформе этой установки придается наклон 10° в сторону приемного бункера и продольное колебательное движение с частотой 120—126 колебаний в минуту. Такое качание вагона придает грузу подвижность, и вагон разгружается в течение 5—6 мин. Общий цикл, состоящий из подачи, закрепления, выгрузки и отвода вагона, составляет 10 мин. Управление всеми операциями по разгрузке вагона осуществляется одним оператором с дистанционным управлением. Это значительно сокращает потребность в рабочей силе и улучшает условия труда.

Расчет опрокидывателя заключается в подборе его по производительности по выражению (2.1). Паспортную производительность определяют из (2.2) при $k_d = 1,1$, считая за z число одновременно опрокидываемых

вагонов. Время цикла (одного опрокидывания) T принимают по технической характеристике опрокидывателя либо рассчитывают:

$$T = T_1 + T_2 + \Theta, \text{ сек},$$

где T_1 — продолжительность опрокидывания;

T_2 — продолжительность обмена вагонеток;

$\Theta = 1\text{--}2 \text{ сек}$ — продолжительность включения.

$$T_1 = \frac{\pi D}{v}, \text{ сек},$$

где D — диаметр барабана, м;

v — средняя скорость движения банджа барабана, м/сек.

T_2 — рассчитывают в зависимости от типа опрокидывателя, типа вагонетки, и маневрового оборудования. Например, при проталкивании нерасцепляемых составов цепным толкателем

$$T_2 = t_1 + t_2 + t_3, \text{ сек},$$

где $t_1 = \frac{v_n}{a_1}$ — время разгона;

$t_3 = \frac{v_n}{a_3}$ — время торможения;

$t_2 = \frac{z l_n - 0,5 v_n (t_1 + t_3)}{v_n}$ — время установившегося движения, где, в свою очередь,

v_n — номинальная скорость цепи толкателя, м/сек;

l_n — длина вагонетки, м;

$a_1 = a_3 = 0,2\text{--}0,35 \text{ м/сек}^2$ — ускорение.

Современные опрокидыватели изготавливаются на производительность до четырех опрокидываний в минуту. Для плохо высыпавшихся грузов не следует принимать более двух опрокидываний в минуту, чтобы груз успел высыпаться.

§ 38.10. КОМПЕНСАТОРЫ ВЫСОТЫ

Компенсатор служит для подъема вагонеток на самокатных откатках (§ 21.4), т. е. для компенсирования высоты, потерянной при самокатном движении.

На рис. 38.18 показан цепной компенсатор высоты, который состоит из бесконечной пластинчатой цепи 1 с кулаками, ловителей 2, привода 3, натяжного устройства 4 и поддерживающей рамы. Рама представляет собой сварную металлическую конструкцию, состоящую из нижней 5 и верхней криволинейных и прямолинейных секций (вставок). На раме крепят нижние и верхние направляющие, по которым движется рабочая цепь. Привод компенсатора состоит из электродвигателя и редуктора. Кулаки, непрерывно движущиеся по направляющим цепи компенсатора, захватывают вагонетку за ось и перемещают ее вдоль компенсатора. Для удержания вагонеток в случае порыва рабочей цепи или отключения электроэнергии на внешней стороне рамы по всей ее длине устанавливают ловители.

Для выбора компенсатора нужно иметь высоту компенсирования, число кулаков на цепи и мощность двигателя.

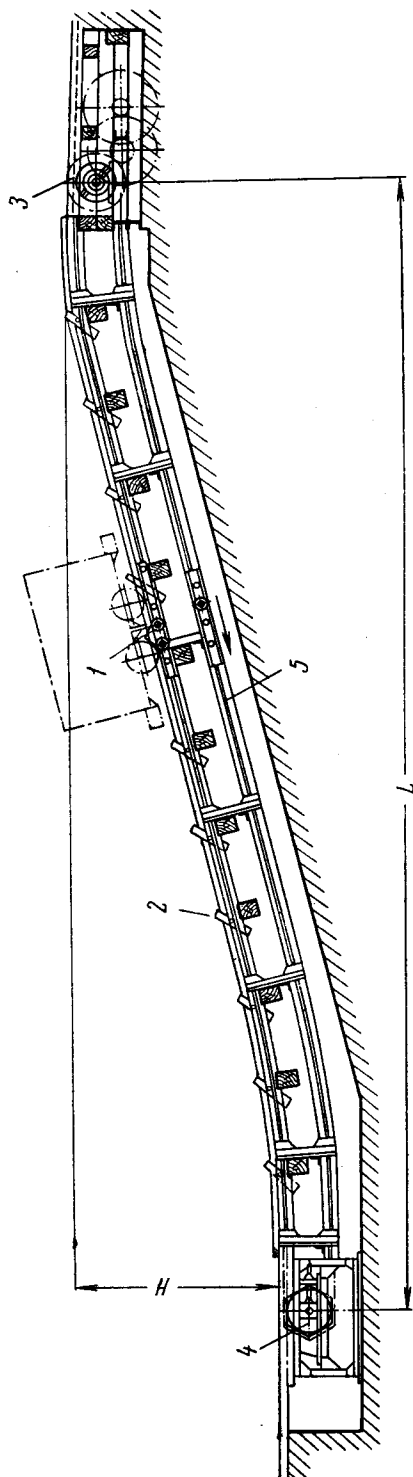


Рис. 38.18. Компенсатор высоты типа КВЦ

Высоту устанавливают по проекту профиля самокатных путей.

Число кулаков на цепи определяется по производительности.

Интервалы времени между вагонетками находятся из (33.1); расстояние l между ними — из (33.2); общее число кулаков на цепи

$$z_k = \frac{l_k}{l},$$

где l_k — полная длина цепи по контуру.

Число кулаков на рабочей ветви, т. е. количество одновременно поднимающихся вагонеток,

$$z = 0,5z_k.$$

Тяговое усилие привода

$$F_0 = F_1 + F_2, \text{ кГ},$$

где F_1 — сила тяги z вагонеток из (21.7);

F_2 — сила тяги цепи, идущая на преодоление сил трения от веса цепи и дополнительных сил трения от поворота звеньев, снабженных кулаками, из-за внецентренного приложения силы F_1 ,

$$F_2 = q_k l_k w' + \frac{2F_1 h w'}{l_0}, \text{ кГ},$$

где q_k — погонный вес цепи, кГ/м ;
 $w' = 0,1-0,15$ — коэффициент сопротивления движению;

l_0 — расстояние между роликами для звена с кулаком, м;

h — расстояние от точки приложения силы F_1 к кулаку до осевой линии звена цепи, м.

По F_0 и скорости цепи из (2.60) находят мощность двигателя.

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЯ СРЕДСТВ ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

ГЛАВА 39

ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ ДВОРЫ

§ 39.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Околоствольный двор (рис. 39.1, 39.2) — совокупность горных выработок, соединяющих шахтные стволы с откаточными выработками горизонта. Он является узлом сопряжения транспорта по подземным выработкам с транспортом по стволам (подъемом).

Транспортные функции — главные функции околоствольного двора, определяющие его тип, размеры грузовых и порожняковых ветвей, механизацию маневровых и разгрузочных работ и др.

Выработки околоствольного двора и располагаемые в этих выработках вентиляционные устройства (вентиляционные и противопожарные двери, герметизирующие устройства и пр.) служат для подачи в шахту свежей и выдачи из шахты исходящей струи воздуха.

В камерах околоствольного двора размещаются водоотливные установки, подземные электроподстанции, электровозное депо, зарядные и преобразовательные подстанции, стоянка противопожарного поезда, диспетчерский и медицинский пункты и другие служебные камеры. Выработка, к которой примыкает околоствольный двор, называется главной выработкой. Их может быть одна (рис. 39.3, а, б, в) или две (рис. 39.3, г; 39.7, д). Схемы путей получают параллельным разветвлением (рис. 39.3, г), поэтому часть путей, примыкающих к тому или иному подъему, именуют ветвью; скиповая ветвь, клетевая ветвь. Часть ветви, находящаяся со стороны подачи вагонеток, называется входная сторона, другая часть — выходная сторона.

Околоствольные дворы классифицируют по следующим признакам:
тип стволов — вертикальные; наклонные [с точки зрения транспорта дворы для последних аналогичны сопряжениям горизонтальных и наклонных выработок (см. гл. 40) и далее не рассматриваются];

вид шахтного подъема — скиповой, клетевой; гидротранспорт;

вид шахтного транспорта — электровозный; конвейерный; гидротранспорт;

тип вагонетки при электровозном транспорте — глухая; саморазгружающаяся (с разгрузкой через дно, через боковую стенку и т. п.);

тип прибывающих составов — специализированные (только с одним грузом); смешанные (ископаемое и порода или ископаемое, порода и материалы);

тип убывающих составов — специализированные; смешанные (грузовые вагонетки и материальные);

количество сортов ископаемого — один сорт; несколько сортов;

физико-механические свойства грузов — залипающие грузы и т. п.;

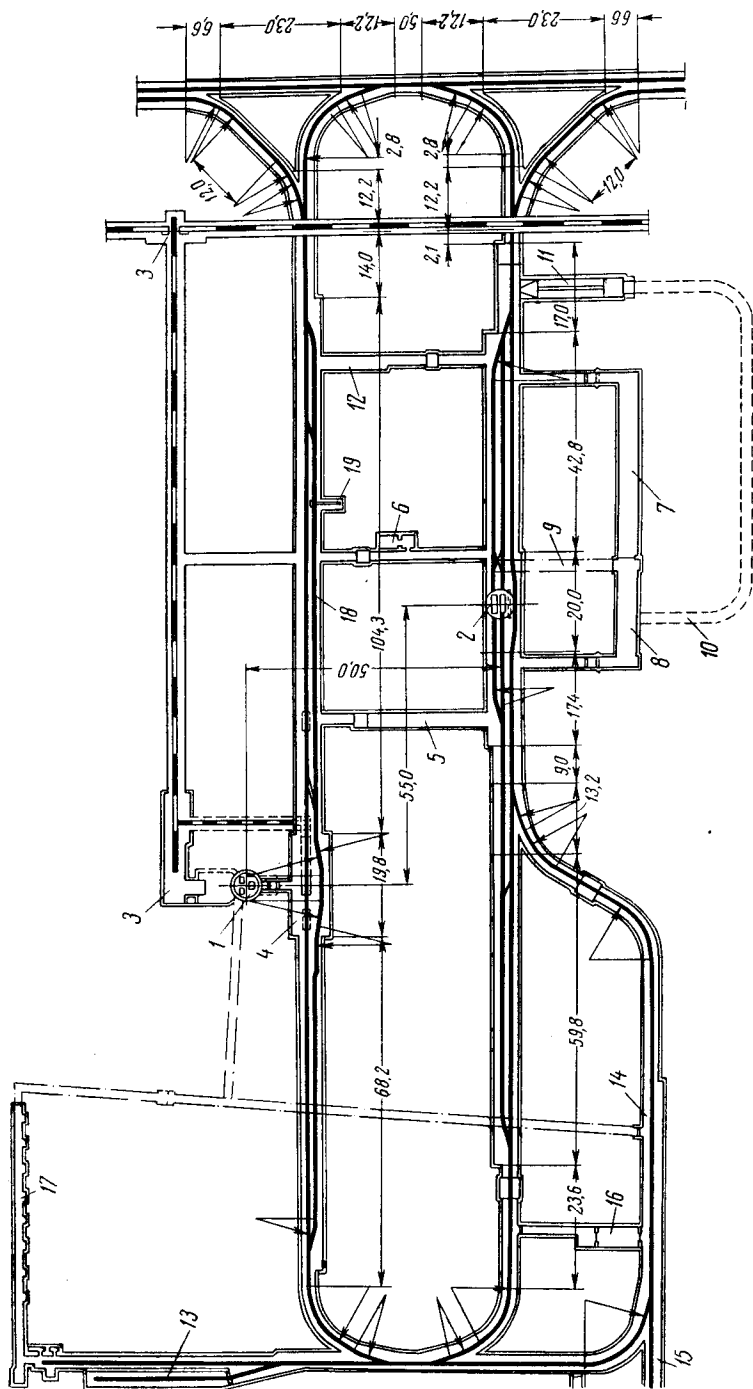


Рис. 39.1. Окрестостный двор угольной шахты с конвейерным транспортом угля:

1 — скиповый ствол; 2 — клетевой ствол; 3 — перегрузочный пункт; 4 — камера породного опрокидывателя; 5 — камера ожидания; 6 — камера ра мелпункта; 7 — центральная электроподстанция; 8 — камера водотлива; 9 — камера водоотлива; 10 — водотрубный холл; 11 — осветляющие резервуары; 12 — камера обезжелезивающей установки; 13 — тепло противопожарного поезда; 14 — гараж-зарядная; 15 — ремонтная мастерская; 16 — выпрямительная подстанция; 17 — склад ВМ; 18 — стоянка пассажирского поезда; 19 — санузел

наличие углубочных работ — без углубки; с углубкой (для ведения подготовки нижележащего горизонта нужно иметь углубочные подъемы, слепые стволы и пр. — рис. 39.2);

по количеству направлений подхода груза — односторонние (рис. 39.3, а, б); двусторонние (39.3, в); многосторонние (рис. 39.7, к); последние с помощью обходных выработок сводятся к двусторонним;

по ориентировке ветвей (по углу между осью клетки или опрокидывателя и осью главной выработки) — параллельные (рис. 39.7, а, в, г, е, з, к); перпендикулярные (рис. 39.7, б, ж); диагональные (рис. 39.7, и); комбинированные (рис. 39.7, д), когда ветви ориентированы по-разному;

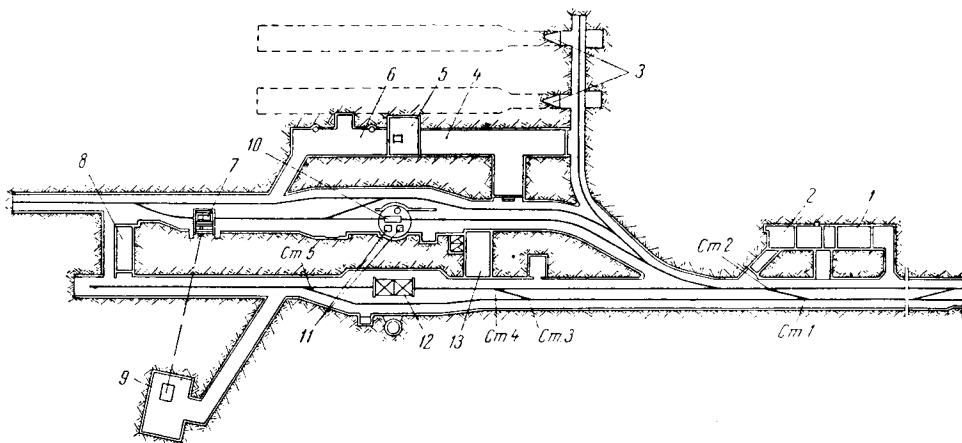


Рис. 39.2. Околоствольный двор железорудной шахты с транспортированием руды электровозами:

1 — диспетчерская; 2 — междупunkt; 3 — водосборники; 4 — электроподстанция; 5 — камера углубочного подъема; 6 — камера водоотлива; 7 — слепая шахта; 8 — компрессорная для местных нужд; 9 — камера подъема слепой шахты; 10 — клеть; 11 — скипы; 12 — опрокидыватель; 13 — камера ожидания

по характеру движения вагонеток на выходной стороне — круговые (рис. 39.3), когда вагонетки движутся вперед все время одной и той же лобовой стенкой; челноковые (рис. 39.7, а, г), когда вагонетки меняют направление движения — движутся вперед сначала одной лобовой стенкой, затем другой.

Круговой односторонний двор с одной главной выработкой (рис. 39.3, а; рис. 39.7, е) называют петлевым; челноковый односторонний (рис. 39.2; рис. 39.7, г) — тупиковым.

§ 39.2. УЗЕЛ СОПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗНОЙ ОТКАТКИ СО СКИПОВЫМ ПОДЪЕМОМ

Функции узла: рассортировка смешанных составов, разгрузка вагонеток, аккумуляирование груза, загрузка скипов.

Узел состоит из рельсовых путей для выполнения маневров и накопления груженых и порожних вагонеток, комплекса оборудования для разгрузки вагонеток и загрузки скипов.

1. Рассортировка смешанных составов

Сортировку можно производить на специальной сортировочной станции, находящейся вне околостольного двора, откуда в двор поступают уже специализированные составы (что встречается редко).

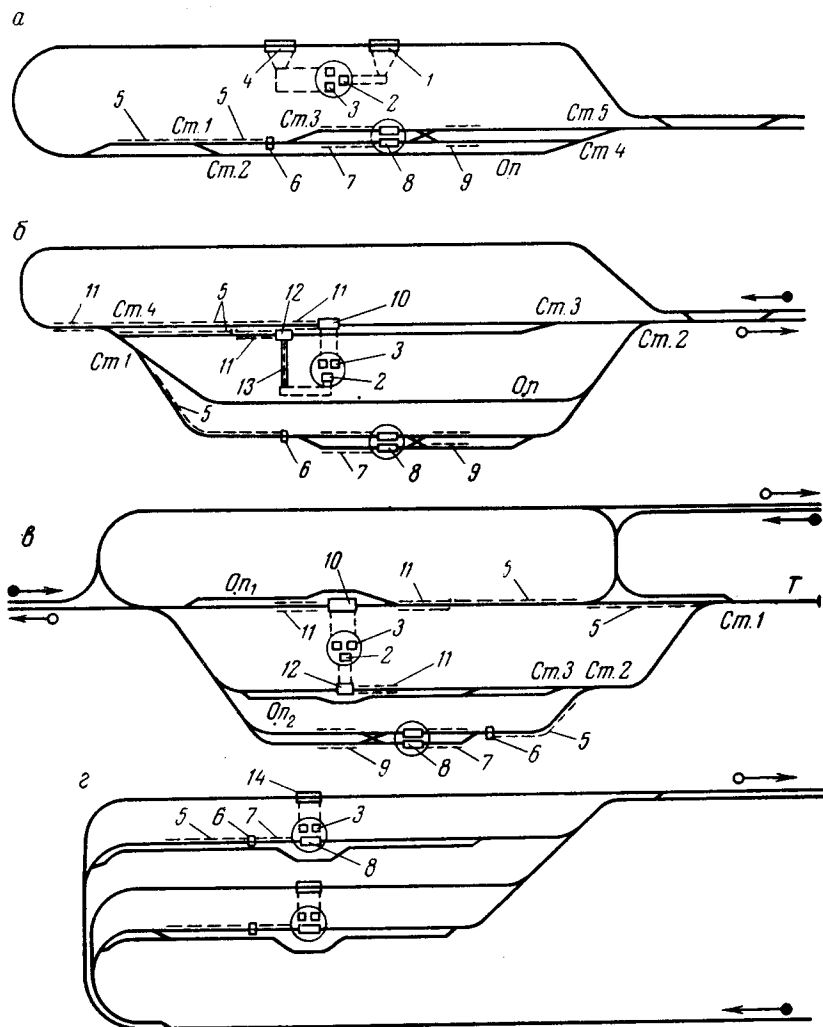


Рис. 39.3. Технологические схемы скипо-клетевых круговых параллельных дворов: а — односторонний (петлевой) для смешанных составов без сортировки для вагонеток с разгрузкой через дно; б — односторонний (петлевой) для смешанных составов с сортировкой на сортировочной горке для глухих вагонеток; в — двусторонний для смешанных составов с сортировкой на сортировочной станции для глухих вагонеток; г — односторонний с двумя скипо-клетевыми стволами со специализированными составами для глухих вагонеток с проходом электровоза сквозь опрокидыватель; 1 — породная яма; 2 — породный скип; 3 — угольные скипы; 4 — угольная яма; 5 — канатный толкатель; 6 — стопор; 7 — агрегат для смены вагонеток в клетях; 8 — клеть; 9 — подвагонная цепь; 10 — угольный опрокидыватель; 11 — толкатель; 12 — породный опрокидыватель; 13 — конвейер; 14 — опрокидыватель с проходом электровоза

При сортировке на сортировочной горке (рис. 39.3, б) груженный состав, двигаясь по верхнему пути, доходит до толкателя 11 и через стрелку 1 уходит на обгонный путь $O \cdot n$ и затем заходит за порожняком

или материалами. Оставшийся состав расцепляется на части, содержащие уголь и породу, и материальные вагонетки, и толкателем *II* проталкивается через стрелку *4* и затем самокатом движется к толкателям *5* угольной, породной или материальной ветвей.

При сортировке на сортировочной станции (рис. 39.3, *в*) груженный состав через стрелку *I* заходит в тупик *T* и затем на стрелках *1* и *2* сортируется электровозом на части, перемещаемые толкателями *5*. Затем электровоз по обгонному пути $O \cdot n_2$ переходит на выходную сторону двора, забирает порожняк или материалы и движется на участки.

II. Разгрузка вагонеток

При разгрузке требуется выполнять следующие операции: подачу груженого состава к месту разгрузки и проталкивание его в процессе разгрузки, разгрузку вагонеток, очистку вагонеток, подавление пыли, учет количества груза, перемещение порожних вагонеток.

При закреплении состава за электровозом (рудные шахты, угольные шахты с саморазгружающимися вагонетками) подачу состава к месту разгрузки и проталкивание при разгрузке осуществляет электровоз. При глухих вагонетках электровоз проходит мимо опрокидывателя и заталкивает вагонетки задним ходом в опрокидыватель. После окончания разгрузки электровоз уходит в голову поезда. Если опрокидыватель с пропуском электровоза (рис. 39.3, *г*), то последний проходит сквозь опрокидыватель и протягивает состав при разгрузке. При саморазгружающихся вагонетках схема аналогична, но вместо опрокидывателя устраивают разгрузочные ямы по типу, изображенному на рис. 40.2. Если на одном пути две ямы (рис. 39.3, *а*), то на первой по ходу яме устраивают разгрузочные пины с дистанционным управлением, для того чтобы разгружать только породные вагонетки.

Если состав не закреплен за электровозом (угольные шахты с глухими вагонетками), то электровоз подает вагонетки к опрокидывателю, а проталкивание осуществляется толкателями. Подачу состава электровоз может производить, находясь в голове или в хвосте состава.

Движение в голове («поточное движение») возможно при наличии обгонного пути $O \cdot n_1$ для обхода опрокидывателя — рис. 39.3, *в*, когда электровоз, оставив состав перед опрокидывателем у толкателя, проходит по обгонному пути за порожняком.

Движение в хвосте («движение с обгоном электровоза») имеет место при однопутевых выработках скиповой ветви (рис. 39.8), когда электровоз, оставив состав на участке *АБ*, заходит ему в хвост и проталкивает его до толкателя *Г*, затем по маршруту *ВДЖЗИ* идет за порожняком.

При разгрузке вагонеток с глухим кузовом требуется обеспечивать растяжение сцепок между вагонетками, находящимися в опрокидывателе, и соседними вагонетками состава. При одном толкателе (рис. 39.3, *б*; 39.8) это достигается устройством уклона путей за опрокидывателем порядка 25‰ на длине пяти вагонеток. При двух толкателях (рис. 39.3, *в*) толкатель перед опрокидывателем проталкивает состав только до второго, стоящего за опрокидывателем, а затем отключается. Второй толкатель при наличии стопора перед опрокидывателем, проталкивая состав, обеспечивает и растяжение сцепок. Недостаток схемы в том, что второй толкатель толкает порожнюю вагонетку, которая может терять продольную устойчивость (гл. 24). Для ее повышения можно на толкателе установить

шины над колесами вагонеток и создавать такой уклон путей, который уменьшит усилия толкателя.

Очистку вагонеток осуществляют либо непосредственно в опрокидывателе (вибраторами), либо в специальных пунктах для очистки вагонеток.

Все механизмы перегрузочного комплекса (толкатели, опрокидыватель, стопоры, стрелочные переводы, устройства для очистки вагонеток) заблокированы между собой и работают в автоматизированном режиме. При подаче на разгрузку очередного состава последовательно включается толкатель, установленный перед опрокидывателем, опрокидыватель, устройство для очистки вагонеток и толкатель на порожняковой ветви. Комплекс автоматически выключается при неисправности любого механизма или при застревании груза в бункере или загрузочном устройстве.

При разгрузке вагонеток образуется большое количество пыли. Ее удаляют обычно отсасывающими установками, состоящими из кожуха, охватывающего опрокидыватель, труб, вентилятора и циклона.

При учете добычи регистрируют не только количество ископаемого, но и участок, на котором оно добыто. Учет можно производить взвешиванием на автоматических весах или счетом вагонеток. Автоматические весы для вагонеток пока не изготавливаются.

Счет вагонеток осуществляет человек (по биркам, закладываемым на участках в специальные отверстия в кузове вагонеток) или устройство, автоматически считывающее магнитные записи на кузове вагонов. При учете счетом вагонеток нужно иметь контрольные весы для периодического контроля загрузки.

III. Аккумулирование груза

Аккумулирование груза служит для сглаживания неравномерности работы (§ 2.2) или для обеспечения поочередной выдачи одним подъемом нескольких марок ископаемого. Аккумулирование можно осуществлять в бункерах или «на колесах», т. е. в виде запаса вагонеток.

В схемах с проталкиванием состава электровозом (рис. 39.3, а, г) запаса вагонеток сделать нельзя, поэтому аккумулирование производят только в бункерах. В схемах с проталкиванием вагонеток толкателем (рис. 39.3, б, в) можно иметь запас вагонеток, и аккумулирование осуществляют обычно одновременно в бункерах и «на колесах».

Бункера могут быть с самотечной разгрузкой (рис. 39.4, 39.5) или с механической. В последнем случае в выработке устраивают длинную траншею, в днище которой устанавливают конвейер, разгружающийся в загрузочное устройство скипов. Как правило, принимают самотечные бункера, так как они надежнее в работе, хотя и требуют больших объемов горных работ.

Самотечные бункера можно располагать ниже уровня двора (рис. 39.4, 39.5) или выше. Во втором случае отсутствует зумпф, но требуется наклонный ходок с конвейером для подачи груза от опрокидывателя в бункер. При конвейерном транспорте (рис. 39.1) для этого используют подающий конвейер.

По величине бункера могут быть малой емкости (на один скип — рис. 39.4, а) или большой емкости (рис. 39.4, б; 39.5 — до нескольких сотен тонн). При малой емкости — объем горных работ невелик, малое

измельчение груза, возможно выдавать несколько сортов ископаемого одним бункером, но появляется жесткая связь работы подъема и откатки, отсутствует сглаживание неравномерности. Обычно применяют бункера большой емкости. Для породы на угольных шахтах принимают бункера малой емкости (рис. 39.4, а), чтобы избежать зависания размокающей породы.

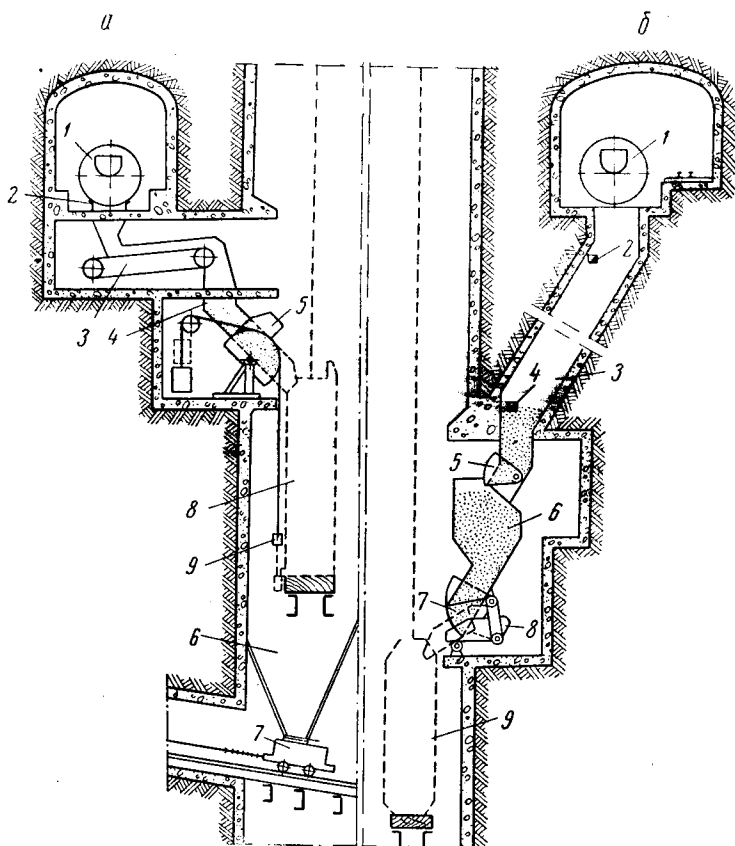


Рис. 39.4. Узлы сопряжения откатки в глухих вагонетках со скиповым подъемом на угольных шахтах:

а — с бункером малой емкости; б — с бункером большой емкости

Если один подъем выдает два вида груза, то бункера секционируют (рис. 39.5).

На рудных шахтах днища бункеров для предохранения от износа футеруют блумсами.

При аккумуляции «на колесах» емкость входной и выходной стороны путей принимают на 1,5—2 состава. Емкость бункеров принимают не менее двадцатиминутной (обычно часовой или полуторачасовой) производительности подъема.

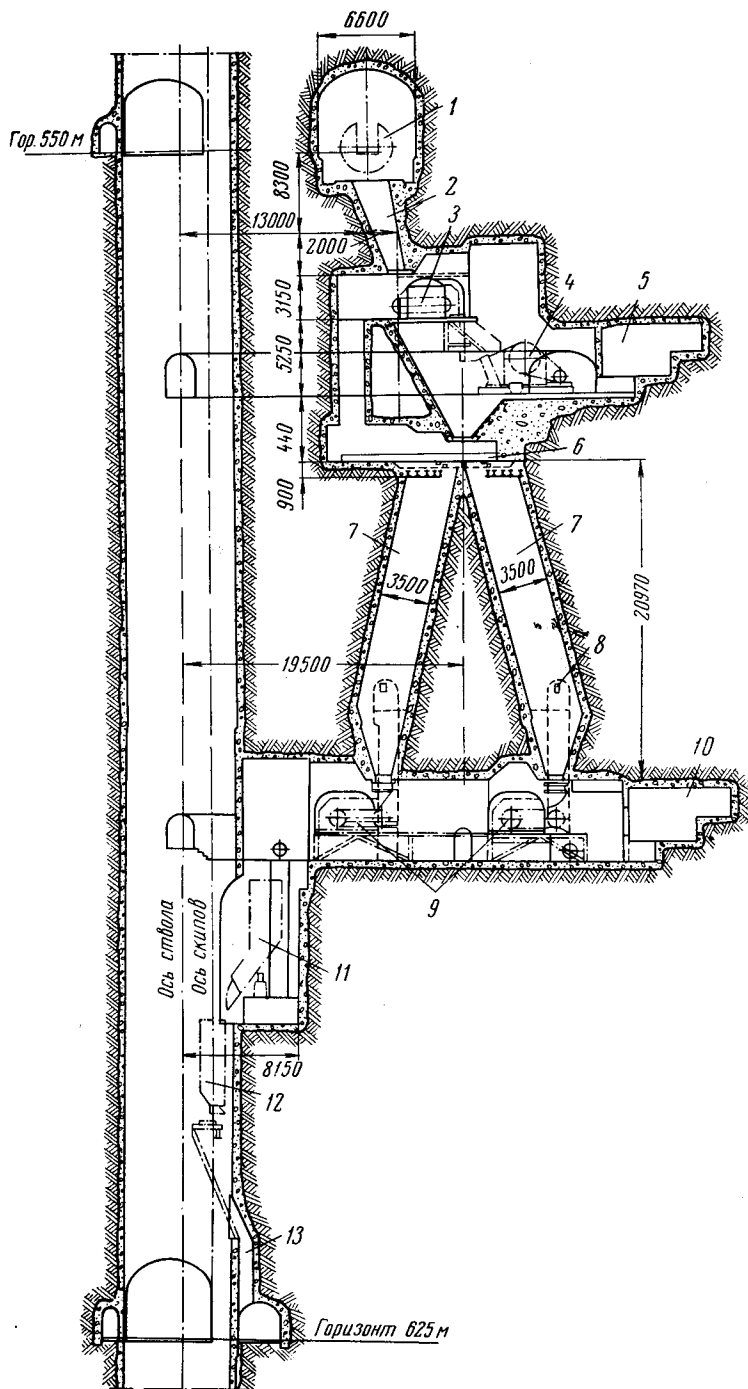


Рис. 39.5. Узел сопряжения откатки в глухих вагонетках со скиповым подъемом на железорудной шахте:

1 — опрокидыватель; 2 — бункер; 3 — питатель; 4 — дробилка; 5, 10 — камеры фильтров; 6 — передвижная воронка; 7 — основные бункера; 8 — датчик уровня; 9 — питатели; 11 — весовой дозатор; 12 — скип; 13 — рудоуловитель

IV. Загрузка скипов

При загрузке скипов требуется выполнять следующие операции: грохочение и дробление груза, дозировку скипов, уборку просыпей, герметизацию ствола.

Грохочение и дробление приходится выполнять в случае, если размеры кусков ископаемого или породы не соответствуют размерам скипа. Применяют обычно колосниковые грохоты. Дробление осуществляют дробилками (рис. 39.5) или пневматическими молотками большой мощности.

Дозировка скипов производится загрузочными устройствами, которые дозируют по объему или весу. Обычно применяют более простую объемную дозировку. Ее при бункерах малой емкости (рис. 39.4, а) осуществляют отсчетом вагонеток. Груз от опрокидывателя 1 подается конвейером 3 (нужен для обеспечения целика между стволом и камерой опрокидывателя) в бункер 4. Скип 8, опускаясь вниз, давит на педаль 9, от которой поворачивается секторный затвор 5. При бункерах большой емкости (рис. 39.4, б) из опрокидывателя 1 груз подается в бункер 3, откуда он вытекает в дозатор 6, после заполнения которого истечение груза прекращается за счет подпора. После прихода скипа 9 затвор 5 закрывают и открывают затвор 7, одновременно выдвигается лоток 8.

Весовую дозировку применяют на крупных шахтах при большой грузоподъемности скипов (рис. 39.5) или при выдаче одним подъемом грузов различного насыпного веса (например, уголь и порода).

При загрузке скипов образуются просыпи мелочи. Для их удаления устраивают улавливающий бункер, из которого специальным наклонным скиповым подъемником, концевой канатной откаткой (бункер 6 и вагонетка 7 на рис. 39.4, а), элеватором и т. п. просыпи поднимают на уровень двора. Если ниже имеется откаточный горизонт, бункер разгружается в вагонетки (рис. 39.5) на уровне горизонта откатки.

Обычно скиповый ствол бывает вентиляционным. Во избежание короткого тока воздуха необходимо изолировать ствол от откаточной выработки — произвести герметизацию ствола. При бункерах большой емкости она достигается образованием подушки груза в бункере толщиной 2,5—3 м, контролируемой датчиками уровня (датчики 4 и 2 на рис. 39.4, б). При бункерах малой емкости герметизация достигается шлюзованием: должны быть два затвора, заблокированные так, что когда один открыт, то другой закрыт, и наоборот. Например, на рис. 39.4, а, когда открывается затвор 5, опрокидыватель 1 находится в положении, при котором его защитное днище закрывает вход в желоб 2.

§ 39.3. УЗЕЛ СОПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗНОЙ ОТКАТКИ С КЛЕТЕВЫМ ПОДЪЕМОМ

Функции узла: прием и отправление людей, материалов и оборудования, породы, длинномерных материалов (рельсы, трубы). Узел состоит из рельсовых путей для выполнения маневров по рассортировке смешанных составов и подачи вагонеток к клетевому стволу; рельсовых путей для формирования составов с оборудованием и материалами для отправки на эксплуатационные участки; комплекса оборудования для подачи и обмена вагонеток в клетки и для приема длинномерных материалов (рис. 39.6).

I. Прием и отправление людей

При подъеме в обыкновенных клетях нужно иметь только камеру ожидания рядом со стволом. При подъеме в опрокидных клетях, когда верхняя клеть находится на уровне земли, то нижняя клеть — выше уровня околоствольного двора, поэтому на уровне этой клетки нужно иметь специальную посадочную площадку для людей.

II. Прием и отправление вагонеток

Для приема и отправления нужно произвести следующие операции: подачу состава к месту расформирования, расформирование (расцепку состава на вагонетки), подачу отдельных вагонеток к стволу, посадку клетки, открывание стволовых дверей, заталкивание вагонеток в клеть, перемещение вагонеток за клетью, формирование составов (сцепление вагонеток в составы), перемещение составов.

Подачу составов к месту расформирования осуществляет электровоз. Расформирование (расцепка) состава осуществляется вручную и сразу на всей длине состава.

Подачу вагонеток к стволу осуществляют самокатом (что ненадежно) или лучше маневровым оборудованием. Так как состав расцеплен, то толкают его с хвоста канатным толкателем (рис. 39.3, а, б, в, г) или маневровой лебедкой.

На выходе с участка расформирования устанавливают дозирующий стопор 6 (рис. 39.3), от которого вагонетки самокатом движутся к агрегатам для обмена вагонеток 7. Последние состоят (рис. 39.6) из путевых тормозов, задерживающих стопоров (перед клетями), заталкивателей вагонеток, посадочных устройств (брусьев, кулаков или качающиеся площадок) и стволовых дверей, объединенных в единую заблокированную систему.

При применении качающихся площадок в случае выхода вагонеток из клетки с большой скоростью (при максимальном угле наклона площадок) на выходной ветви клетевых стволов дополнительно устанавливают путевые тормоза.

Процесс обмена может идти полностью самокатом, для чего задерживающие стопора относят от клетки на несколько метров и уклон путей делают значительно больше пускового (§ 21.3) с тем, чтобы после открывания стопора вагонетка сама тронулась с места, приобрела значительную скорость и выбила вагонетку, стоящую в клетке, ударом. Смена ударом требует много времени и ведет к поломкам вагонеток.

Движение вагонеток за клетью осуществляется самокатом или проталкиванием толкателями 9 (рис. 39.3).

На путях формирования составов делают несколько участков для накопления материалов, предназначенных для одного получателя.

Перемещение составов осуществляется электровозом. При самокатном движении вагонеток теряется высота, поэтому составы оказываются ниже уровня путей главной выработки, и электровоз должен преодолеть уклон компенсации (для контактных электровозов — до $30^{\circ}/_{\infty}$), для аккумуляторных — до $15^{\circ}/_{\infty}$). Если уклон выше нормы, то на участке движения вагонеток устанавливают компенсаторы высоты.

§ 39.4. СХЕМЫ ДВОРОВ И ИХ ВЫБОР

Ветви скиповых и клетевых подъемов, конвейерные выработки, соединительные (обгонные) выработки совместно с главной выработкой составляют схему околоствольного двора.

При выборе схемы двора исходят из следующих требований:

- достаточная пропускная способность (§ 39.5);
- целесообразная компоновка поверхности шахты;
- простая увязка двора с примыкающими выработками;
- минимальная кубатура двора;
- простота маневров;
- отсутствие СЦБ или наибольшая ее простота;
- минимум обслуживающего персонала;
- устойчивость выработок;

для саморазгружающихся вагонеток некоторых типов (разгрузка через боковую стенку; разгрузка через дно старого типа) подход к разгрузочной яме всегда только одной и той же лобовой стенкой.

Выбор схемы состоит в определении основных признаков классификации и принятии технологии работы на скиповой и клетевой ветвях.

Первые 10 признаков классификации (§ 39.1) выбирать не приходится — они включаются в исходные данные.

Для выбора ориентировки принимают сначала расположение на поверхности шахты блоков 2 главного и 8 вспомогательного стволов (рис. 39.7, *л*), что определяет взаимное расположение стволов (размеры *a* и *b*); ориентировку скипов *б* и разгрузочной воронки *5*, а следовательно, и опрокидывателя *3* во дворе и скиповой ветви *4*; ориентировку клетей *7* и клетевой ветви *9* и направление загрузки клетей, т. е. входной стороны двора; ориентировку подъездных путей к шахте *1*. Если последние можно подвести только по одной трассе, т. е. для них нет выбора, то нет выбора и для ориентировки двора, так как фиксированное положение зданий на поверхности означает фиксированную ориентировку двора — получается, как правило, диагональный двор (рис. 39.7, *и*). Если по рельефу поверхности подъездные пути можно подвести как угодно, то выбирают ориентировку двора, по которой затем устанавливают ориентировку зданий на поверхности и подъездных путей.

Обычно принимают параллельные дворы (рис. 39.7, *а, в, г, е, з, к*), так как сокращается объем двора — используется главная выработка, которую в любом случае нужно проходить, и если главная выработка квершлаг (рис. 39.7, *г, е, ж, з, к*), то двор устойчивее. Перпендикулярные дворы удобнее при размещении на коротком квершлаг (рис. 39.7, *ж*) или при слабых породах в случае, когда главная выработка штрек (рис. 39.7, *б*).

При выборе характера движения вагонеток на выходной стороне учитывают, что круговые дворы имеют большую пропускную способность и более простую организацию движения, но и больший объем горных работ. Для угольных шахт они предпочтительнее челноковых при любых производительностях. Для рудных шахт, где стоимость горных выработок очень высока, круговые дворы (рис. 39.7, *д, е*) принимают для крупных шахт, для шахт средней и малой производственной мощности часто принимают челноковые схемы (рис. 39.7, *г*).

Для современных шахт принимают, как правило, «поточное движение» электровозов на скиповой ветви (рис. 39.3); движение «с обгоном состава»

(рис. 39.8) снижает пропускную способность двора, усложняет организацию движения.

Имея ориентировку двора, характер движения вагонеток и электровозов, составляют схему двора в привязке ее к главной выработке (рис. 39.7), затем привязывают к ней вспомогательные пути (рис. 39.1).

Расположение депо пожарного поезда должно обеспечить безманевровый выезд по любому направлению; площадку для пассажирского поезда размещают вблизи камеры ожидания.

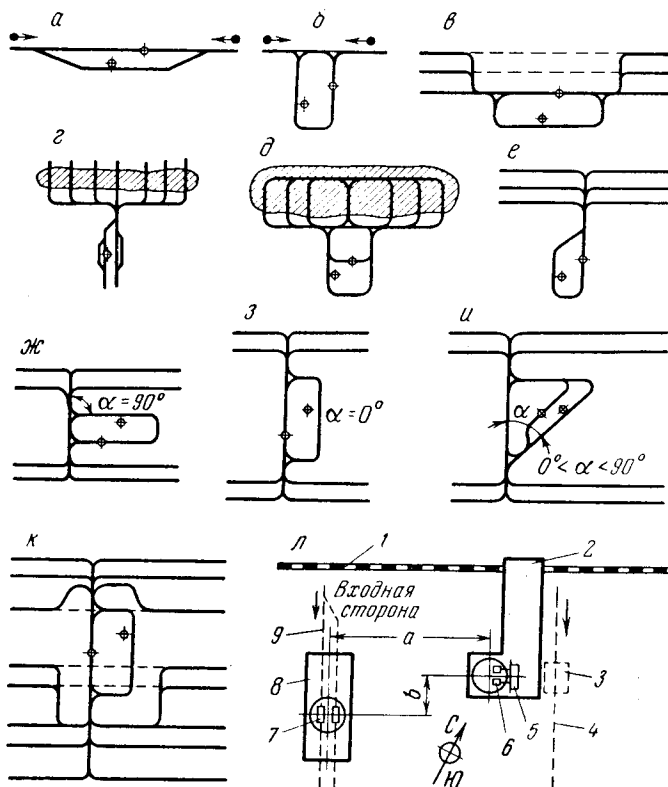


Рис. 39.7. Схемы привязки околоствольных дворов

При конвейерном транспорте (рис. 39.1) сначала составляют схему для откатки электровозами, а затем к ней привязывают конвейерные выработки.

Имея схему двора, определяют его размеры — длину прямолинейных участков скиповой ветви по их емкости (см. выше), длину криволинейных участков расчетом планировки (§ 18.4). Длину клетевой ветви устанавливают конструктивно из условия ее привязки к скиповой ветви.

Имея размеры путей в плане, устанавливают их профиль. На самокатных участках профиль рассчитывают (§ 21.3), на остальных принимают конструктивно. На скиповой и клетевой ветвях следует иметь уклон в сторону движения для облегчения работы толкателей.

Задача выбора схемы упрощается при наличии типовых схем дворов. Установив вид необходимой схемы (как было указано выше), можно

выбрать типовую схему. Для конкретных горнотехнических условий типовые схемы могут быть скорректированы: увеличены (уменьшены) длины ветвей главного и вспомогательного подъема, изменены профили рельсовых путей, предусмотрены дополнительные рельсовые пути для аккумуляирования ископаемого различных марок и др.

§ 39.5. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ДВОРОВ

Пропускная способность двора может ограничиваться производительностью подъема, производительностью разгрузки вагонеток и маневровой работой электровозов (собственно пропускная способность схемы двора). Под последней понимают количество груза, которое можно пропустить в смену при неограниченной производительности подъема и узла разгрузки вагонеток.

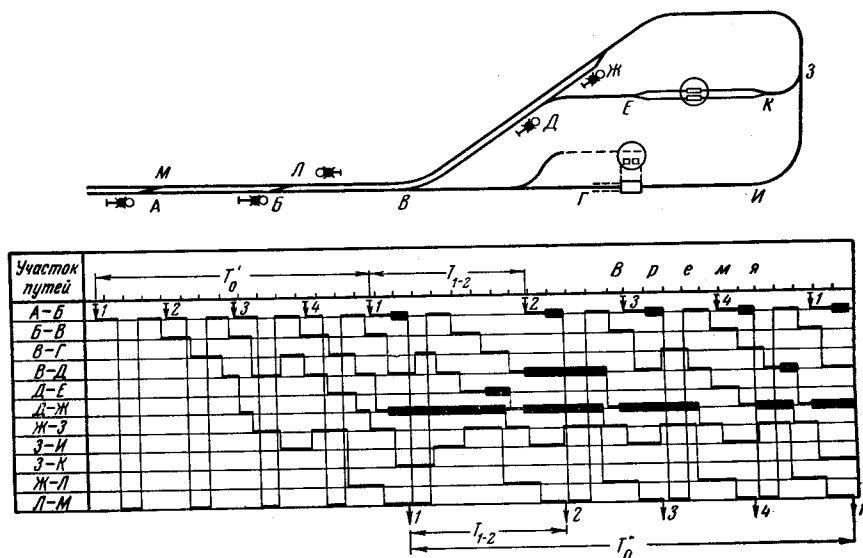


Рис. 39.8. Определение пропускной способности околоствольного двора

Назовем тактом работы двора T среднюю величину минимально возможных интервалов между поступлением составов во двор. Максимальная производительность двора за такт находится из (2.2), подставляя ее вместо Q_p в (2.14), получим сменную производительность двора по ископаемому

$$A = \frac{3,6z_n G t_{п.о}}{T k k_{\kappa}} = \frac{3,6z_n G t_{п.о}}{T k_{\Delta в}}, T, \quad (39.1)$$

где T — такт двора, сек;

G — грузоподъемность вагонетки, кг;

$t_{п.о}$ — плановое оперативное время в смену, ч;

$k_{\Delta в} = k k_{\kappa} = 1,5-1,8$ — коэффициент неравномерности работы двора, зависящий от неравномерности поступления составов k и неравномерности такта k_{κ} ;

z_n — среднее число вагонеток с ископаемым в составе (при смешанных составах оно меньше полного числа вагонеток).

Для определения такта пользуются графическим методом. Составляют перечень поездов, образующих цикл поездной работы двора, т. е. примерную очерченность прибытия поездов с различных направлений и различного вида. Например, для двора по рис. 39.8 принимаем первый поезд приходящим специализированным с углем и уходящим с порожняком; второй — приходящим смешанным — с углем и породой и уходящим смешанным — с порожняком и материалами; третий — аналогичным первому; четвертый — приходящим смешанным с углем и породой и уходящим с порожняком. Далее тип поездов начинает повторяться, т. е. число поездов цикла работы двора $z_k = 4$. Если двор двусторонний, то количество поездов с каждой стороны принимают пропорциональным грузопотокам.

Схему двора разбивают на участки, в пределах которых может находиться только один электровоз. На рис. 39.8 эти участки обозначены буквами. Время нахождения электровозов на каждом участке подсчитывают по нормативам.

**Затрата времени на маневрирование
в околоствольных дворах и на обменных пунктах**

Элементы маневрирования	Среднее значение
Скорость движения электровоза, м/сек:	
в хвосте состава при заталкивании	1,0
в голове груженого состава	1,25
в голове состава с порожняком	1,5
без состава	2,0
Проезд электровозом стрелок или съездов, сек	20
Перемена хода электровозом, сек	10
Продолжительность прицепки (отцепки) электровоза к составу, сек	10
Перевод централизованных стрелок и подготовка диспетчером маршрута, сек	10

Время следует определять с учетом длины поезда, т. е. начало занятия участка — по моменту входа электровоза, а конец — по моменту выхода хвоста поезда. Принимаем произвольный момент прихода поезда 1 и наносим на графике горизонтальные линии, соответствующие времени занятия участков. Последовательность нанесения этих линий соответствует последовательности пребывания электровоза на участках околоствольного двора при маневрировании. Возможность перехода с участка на участок должна увязываться со схемой СЦБ — на рис. 39.8 рядом с буквами А, Б, Д, Ж показаны светофоры.

Поезд 2 считают прибывающим без разрыва за первым и т. д. При вычерчивании последующих графиков предыдущие оставляют без изменения. Если окажется, что следующий участок занят (например, для поезда 3 занят участок Ж—З и поезд приходится держать перед светофором Ж, т. е. на участке ДЖ), то наносят сначала тонкой линией нормальное время, а остальную часть жирной линией, которая показывает время ожидания у светофора. Проделав построение графиков для всего цикла поездной работы, т. е. дойдя до поезда 1 следующей группы, замеряют время цикла на входе T'_0 и на выходе T''_0 . Если они не равны (для первого цикла графиков это всегда так), то аналогично строим графики для второго цикла, но принимая уже интервалы прихода поездов не произвольными, а равными интервалам на выходе с первого цикла. Обычно уже на втором цикле время T_0 на входе и выходе становится практически одинаковым,

что означает достижение установившегося режима работы двора. Такт двора

$$T = \frac{T_0}{z_n}, \text{ сек}, \quad (39.2)$$

где T_0 — время цикла поездной работы, сек;
 z_n — число поездов, образующих цикл.

Если пропускная способность недостаточна, то меры ее повышения устанавливают по графику. Например, по рис. 39.8 основная задержка (наибольшая длина жирных линий) — у светофора Ж, т. е. пропускную способность ограничивает однопутевая выходная сторона двора, и ее следует сделать двухпутевой.

Литература к гл. 39: 81, 93, 123, 155, 160, 162, 177.

ГЛАВА 40

СОПРЯЖЕНИЕ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА ПО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ И НАКЛОННЫМ ВЫРАБОТКАМ (ПРИЕМНО-ОТПРАВИТЕЛЬНЫЕ ПЛОЩАДКИ)

§ 40.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Узел сопряжения транспорта по наклонным и горизонтальным выработкам называют приемно-отправительной площадкой.

Тип приемно-отправительной площадки определяется: видом транспорта по наклонным и горизонтальным выработкам, местом проведения наклонной выработки (по пласту, по породе), расположением площадки (верхняя, промежуточная, нижняя), числом крыльев, примыкающих к наклонной выработке (односторонняя, двусторонняя), числом наклонных выработок, служащих для выдачи угля, породы, вспомогательных материалов и перевозки людей.

Протяженность и развитие рельсовых путей приемно-отправительной площадки должны обеспечивать: маневры с груженными и порожняковыми электровозными составами, прием — отправку вагонеток (составов вагонеток) у наклонной выработки, размещение вагонеток, служащих аккумулярующей емкостью.

Характерные технологические схемы приемно-отправительных площадок представлены на рис. 40.1, а в табл. 40.1 даны условия их применения.

§ 40.2. СОПРЯЖЕНИЕ ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТА С КАНАТНОЙ ОТКАТКОЙ

Технологическая схема приемной площадки (тип заезда, развитие рельсовых путей, средства механизации маневровых работ) должна обеспечивать прием вагонеток (составов вагонеток) с наклонной выработки и отправку вагонеток с приемно-отправительной площадки. Маневры по обмену груженых и порожняковых электровозных составов должны производиться локомотивом, для чего на приемной площадке

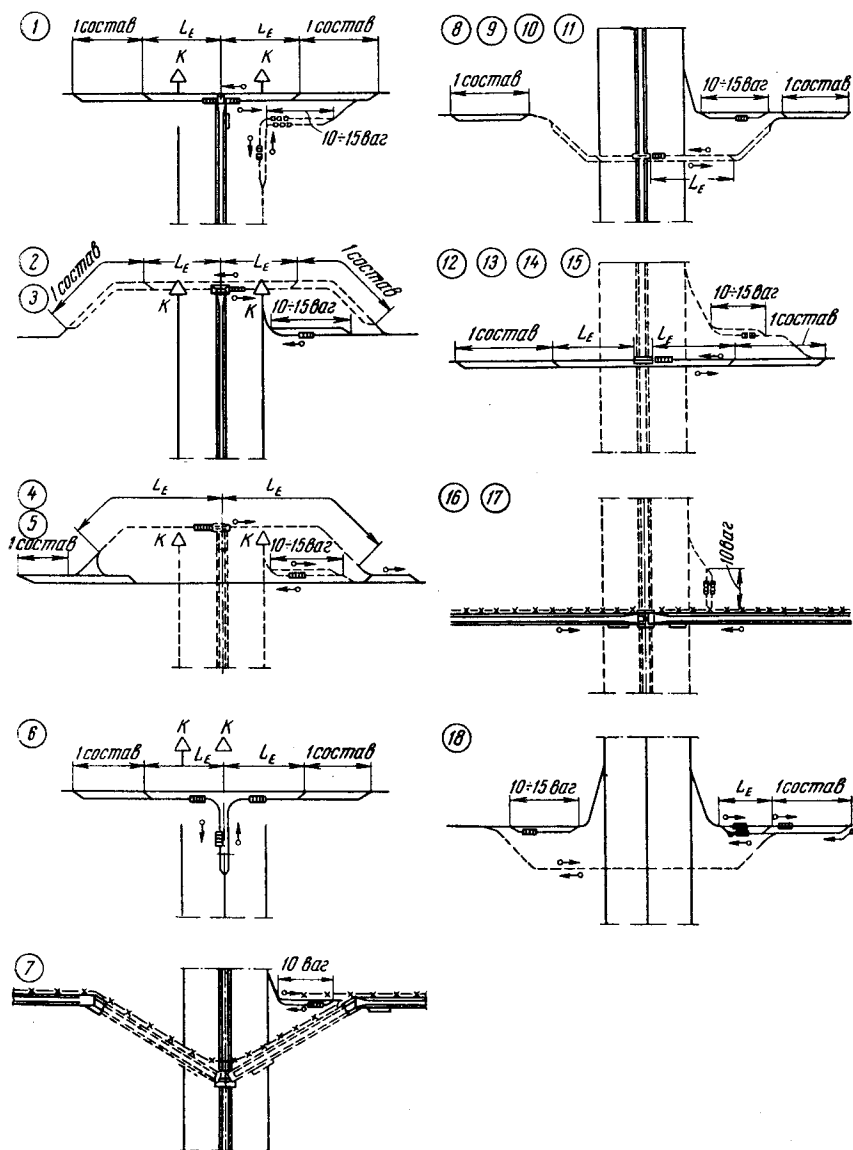


Рис. 40.1. Характерные схемы приемно-отправительных площадок

Характерные схемы приемо-

Позиция по рис. 40.1	Наименование приемо-отправительных площадок	Место заложения наклонных выработок			Вид транспорта по наклонным выработкам		
		главной	вспомогательной	людского хода	главной	вспомогательной	людскому ходу
1	Верхняя	По пласту	По пласту	По пласту	Конвейер	Канатная одноконцевая	Канатная одноконцевая
2	»	То же	То же	»	»	То же	То же
3	»	»	»	»	Скип	»	»
4	»	По породе	По породе	По породе	Конвейер	»	»
5	»	То же	То же	»	Скип	»	»
6	»	То же	То же	По пласту	»	»	»
7	Промежуточная	По пласту	По пласту	»	Конвейер	»	»
8	То же	То же	То же	»	То же	»	»
9	»	»	»	»	Скип	»	»
10	»	»	»	»	»	»	»
11	»	»	»	»	»	»	»
12	»	По породе	По породе	По породе	Конвейер	»	»
13	»	То же	»	»	Скип	»	»
14	»	»	»	»	Конвейер	»	»
15	»	»	»	»	Скип	»	»
16	»	»	»	»	Конвейер	»	»
17	»	»	»	»	Скип	»	»
18	»	По пласту	По пласту	По пласту	Канатная одноконцевая	»	»

предусматривается специальный участок рельсового пути на длину электровозного состава (схемы 6 и 18 на рис. 40.1).

Протяженность путей L_e , на которых помещаются вагонетки, служащие аккумулярующей емкостью, составляет не менее 0,5 состава. Пути для обслуживания вспомогательных грузов должны вмещать 10—15 вагонеток (схемы 1, 2, 3, 4 и др.).

Подача вагонеток как к наклонной выработке, так и от наклонной выработки производится толкателями.

При оборудовании наклонной выработки откаткой одноконцевым канатом верхние приемо-отправительные площадки применяются как с наклонными, так и с горизонтальными заездами, промежуточные — только с наклонными заездами (§ 32.2).

При оборудовании наклонной выработки откаткой бесконечным канатом рельсовые пути уклона (бремсберга) с рельсовыми путями штрека соединяются заездами (рельсовыми заездами, литыми плитами-заездами) — § 33.2.

Таблица 40.1

отправительных площадок

Вид транспорта по горизонтальным выработкам		Механизация маневровых операций на приемно-отправительных площадках			
		главных наклонных выработок			вспомогательных
для угля	для вспомогательных грузов	обмен составов	подача вагонов при погрузке (разгрузке) к месту прицепки	разгрузка вагонов	
Электровоз	Электровоз	Электровоз	Толкатель	—	Толкатель
»	»	»	»	—	»
»	»	»	»	—	»
»	»	»	»	—	»
»	»	»	»	—	»
Конвейер	Монорельс	—	—	—	»
Электровоз	Электровоз	Электровоз	Толкатель	Опрокидыватель	Электровоз и толкатель
»	»	»	»	То же	То же
»	»	»	Электровоз	Саморазгрузка	»
»	»	»	»	»	»
»	»	»	Толкатель	Опрокидыватель	»
»	»	»	»	То же	»
»	»	»	Электровоз	Саморазгрузка	»
»	»	»	»	»	»
Конвейер	Монорельс	—	—	—	Толкатель
»	»	—	—	—	»
Электровоз	Электровоз	Электровоз	Толкатель	—	Электровоз и толкатель

§ 40.3. СОПРЯЖЕНИЕ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА С КОНВЕЙЕРНЫМ

Расположение выработок и транспортные устройства (бункера, направляющие желоба, питатели) должны обеспечивать перегрузку угля (ископаемого) со штрековых конвейеров на конвейеры наклонной выработки.

Аккумулирующей емкостью служит бункер. При конвейерном транспорте по штрекам наиболее рациональная техническая схема приемно-отправительной площадки имеет место в случае проведения наклонной выработки полевой в почве пласта (схемы 16—17 на рис. 40.1).

Если наклонная выработка и примыкающие к ней штреки пройдены по пласту, то для обеспечения работы вспомогательного уклона (бремсберга) и людского хода на промежуточных горизонтах необходимо оборудовать дополнительные выработки, в которых устанавливают конвейеры, подающие ископаемое со штрековых конвейеров на конвейеры наклонной выработки (схема 7), в противном случае канатные откатки

Таблица 40.1

отправительных площадок

Вид транспорта по горизонтальным выработкам		Механизация маневровых операций на приемно-отправительных площадках			
		главных наклонных выработок			вспомогательных
для угля	для вспомогательных грузов	обмен составов	подача вагонеток при погрузке (разгрузке) к месту прицепки	разгрузка вагонеток	
Электровоз	Электровоз	Электровоз	Толкатель	—	Толкатель
»	»	»	»	—	»
»	»	»	»	—	»
»	»	»	»	—	»
»	»	»	»	—	»
Конвейер	Монорельс	—	—	—	»
Электровоз	Электровоз	Электровоз	Толкатель	Опрокидыватель	Электровоз и толкатель
»	»	»	»	То же	То же
»	»	»	Электровоз	Саморазгрузка	»
»	»	»	»	»	»
»	»	»	Толкатель	Опрокидыватель	»
»	»	»	»	То же	»
»	»	»	Электровоз	Саморазгрузка	»
»	»	»	»	»	»
Конвейер	Монорельс	—	—	—	Толкатель
»	»	—	—	—	»
Электровоз	Электровоз	Электровоз	Толкатель	—	Электровоз и толкатель

§ 40.3. СОПРЯЖЕНИЕ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА С КОНВЕЙЕРНЫМ

Расположение выработок и транспортные устройства (бункера, направляющие желоба, питатели) должны обеспечивать перегрузку угля (ископаемого) со штрековых конвейеров на конвейеры наклонной выработки.

Аккумулирующей емкостью служит бункер. При конвейерном транспорте по штрекам наиболее рациональная техническая схема приемно-отправительной площадки имеет место в случае проведения наклонной выработки полевой в почве пласта (схемы 16—17 на рис. 40.1).

Если наклонная выработка и примыкающие к ней штреки пройдены по пласту, то для обеспечения работы вспомогательного уклона (бремсберга) и людского ходка на промежуточных горизонтах необходимо оборудовать дополнительные выработки, в которых устанавливают конвейеры, подающие ископаемое со штрековых конвейеров на конвейеры наклонной выработки (схема 7), в противном случае канатные откатки

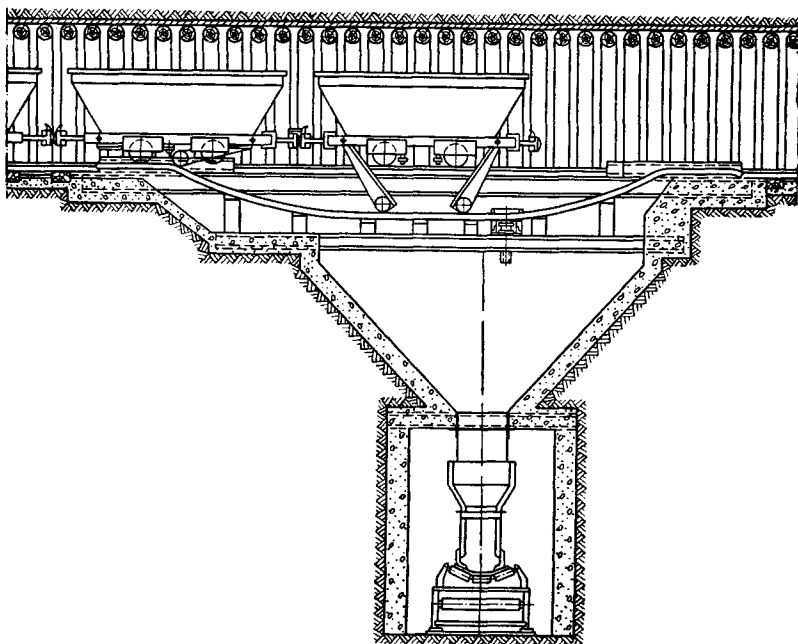


Рис. 40.2. Узел сопряжения откатки в вагонетках с донной разгрузкой с конвейером

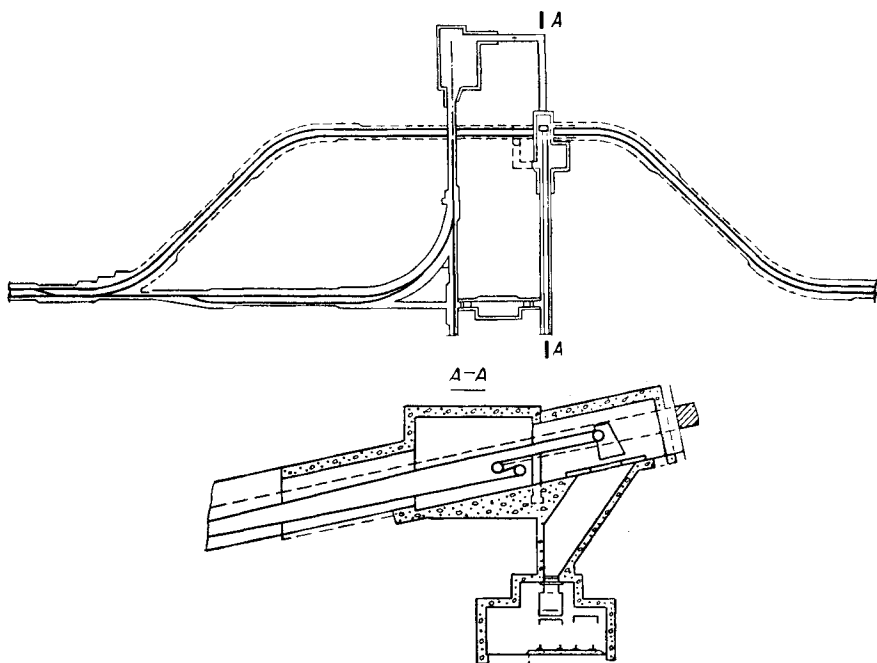


Рис. 40.3. Узел перегрузки с конвейера в вагонетки через бункер по схемам 2 и 3 на рис. 40.1

пересекаются в плоскости пласта с конвейерами, что невозможно осуществить по соображениям вентиляции и обеспечения нормальной работы транспорта.

§ 40.4. СОПРЯЖЕНИЕ ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТА С КОНВЕЙЕРНЫМ (СКИПОВЫМ)

Технологическая схема приемно-отправительной площадки должна обеспечивать перегрузку угля из вагонеток на конвейер наклонной выработки (скип) — схемы 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 на рис. 40.1.

При применении вагонеток с глухим кузовом перегрузочный комплекс состоит из толкателя нижнего действия, опрокидывателя, питателя. Перегрузочный комплекс может располагаться как на штреке (наклонная выработка полевая), так и на обходной выработке, пройденной в почве пласта.

Вагонетки с откидными днищами разгружаются над разгрузочной ямой, откуда ископаемое подается на конвейер наклонной выработки питателем (рис. 40.2).

Аккумулирующей емкостью могут служить как бункера (стационарная емкость), так и вагонетки, располагаемые на специальных участках рельсовых путей.

При оборудовании наклонной выработки скипами емкость бункера должна быть равна емкости скипа (при отсутствии дозирующего устройства). При наличии дозатора емкость бункера не ограничивается — обычно она составляет от 5 до 20 T угля.

Перегрузка с конвейера в вагонетки (схемы 1, 2, 3, 4, 5) может осуществляться непосредственно или через бункер (рис. 40.3) емкостью 20—100 T .

Литература к гл. 40: 116, 122, 125, 148.

ГЛАВА 41

ПОГРУЗОЧНЫЕ ПУНКТЫ

Погрузочным пунктом называют пункт погрузки вагонеток. По сроку службы они бывают переносными (до 5 суток), полустационарными (до 1,5 лет) и стационарными (более 1,5 лет). По месту расположения — на добычном участке (лавы угольных шахт, камеры и блоки рудных шахт); у капитальных и панельных наклонных выработок (бремсберги, уклоны, скаты); у рудоспусков.

§ 41.1. УГОЛЬНЫЕ ШАХТЫ

‘ I. Погрузочные пункты добычных участков]

Погрузочный пункт — узел перегрузки угля из лавы на транспортные средства эксплуатационных штреков.

Погрузочные пункты классифицируют:

по виду транспорта на эксплуатационном штреке — конвейерный, рельсовый;

по интервалу времени между переносками — переносные и полустационарные.

Погрузочные пункты при рельсовом транспорте по штрекам классифицируют:

по числу рельсовых путей в выработке — однопутевые, двухпутевые;
по порядку отработки лавы — прямым ходом, обратным ходом;
по наличию подготовительного забоя — с забоем и без него.

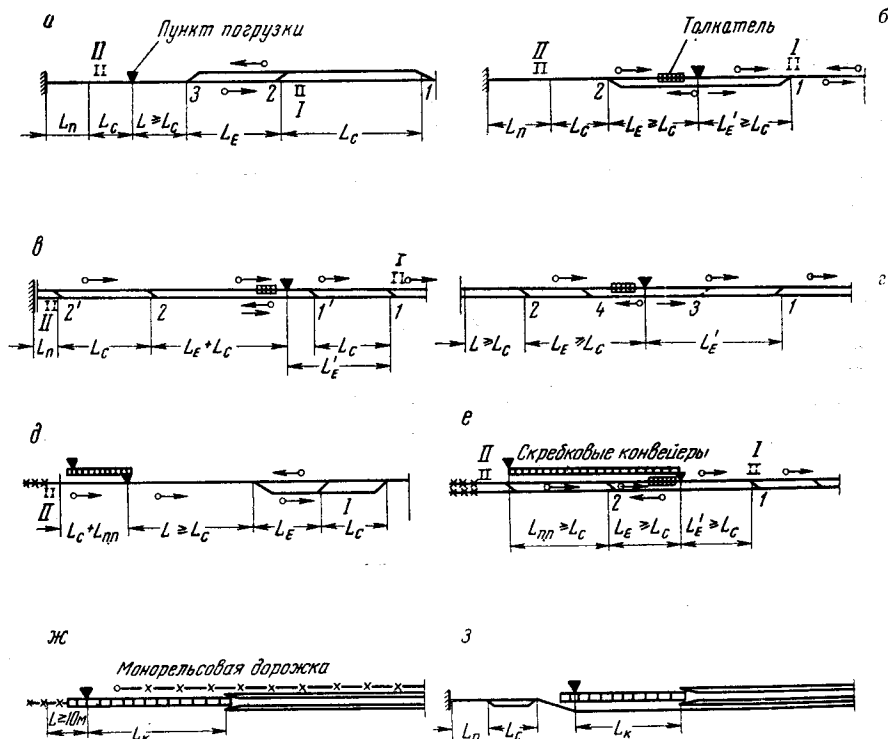


Рис. 41.1. Характерные схемы погрузочных пунктов лав

В пунктах погрузки вагонеток необходимо выполнять следующие операции: маневры по обмену груженых составов на порожние; подачу (протягивание) вагонеток при загрузке; создание аккумулярующей емкости; перекрытие межвагонеточных зазоров; пылеподавление; при отработке лав обратным ходом — подачу угля из лавы к месту загрузки в вагонетки.

Маневры по обмену груженых составов на порожние выполняются электровозами. Если по пыле-газовому режиму подход электровоза к погрузочному пункту лавы и в опережающую часть штрека запрещен ПБ, то обмен осуществляют маневровыми лебедками.

Схема путей должна обеспечивать прибытие и отправление груженых и порожняковых составов с электровозом в голову состава.

При выполнении маневров по обмену груженых составов на порожние электровозы могут находиться как в голове, так и в хвосте поезда. Протягивание вагонеток при загрузке осуществляют толкателями, маневровыми лебедками, электровозами. Протягивание маневровыми лебед-

ками рационально при обмене груженых и порожняковых составов с помощью этих же лебедок.

Перекрытие межвагонеточных зазоров может осуществляться специальными устройствами (перекрывателями) или прекращением погрузки в момент подачи под загрузку очередной порожней вагонетки.

При отработке лав обратным ходом подача угля из лавы к месту погрузки осуществляется скребковыми конвейерами.

Создание аккумулялирующих емкостей может обеспечиваться: запасом вагонеток, стационарными и передвижными бункерными устройствами, тесенками, магазинирующими уступами, скатами.

На рис. 41.1 показаны характерные схемы погрузочных пунктов лав.

Схема а. Однопутевой штрек с отстающей аккумулялирующей и обменной разминовками. Лава отрабатывается прямым ходом. Аккумулялирующая разминка располагается между съездом 2 и стрелкой 3, обменная разминка — между съездом 2 и стрелкой 1. Величина аккумулялирующей разминки L_a принимается не менее 0,5 длины электровозного состава, протяженность обменной разминки L_o — один состав. Протяженность рельсовых путей L_n , обеспечивающих независимую работу подготовительного забоя, в этой и в остальных схемах равна длине, необходимой для размещения и маневров проходческого оборудования (20—25 м) плюс длина, необходимая для размещения запаса вагонеток емкостью, равной количеству породы, получаемой за цикл проходки.

Электровоз с порожним составом останавливается на участке между стрелкой 1 и съездом 2. Затем через съезд 2 и стрелку 1 переходит из головы в хвост поезда и заталкивает порожняк в опережающую часть штрека. При этом канат лебедки I прицепляется к последней вагонетке порожнякового состава. Протягивание вагонеток при загрузке осуществляется лебедкой I, которая подает загруженный состав к съезду 2.

Если обмен составов производится лебедками, то электровоз, оставив порожняк на обменной разминке, берет груженный состав и отправляется к околоствольному двору. Тогда подача порожняка в опережающую часть штрека осуществляется лебедкой II.

Схема б. Однопутевой штрек с аккумулялирующей разминкой под лавой. Лава отрабатывается прямым ходом. Электровоз с порожняком заходит за стрелку 2 и заталкивает состав на порожняковую ветвь. Проталкивание вагонеток при загрузке производится толкателем. Обмен составов и подача вагонеток под загрузку могут осуществляться лебедками I и II.

Длина путей L_a и L_o принимается не менее длины электровозного состава.

Схема в. Двухпутевой штрек с аккумулялирующей и обменной разминками под лавой. Лава отрабатывается прямым ходом. Пути между съездами 1'—2 служат для размещения вагонеток, образующих аккумулялирующую емкость, протяженностью не менее длины электровозного состава. Маневры по обмену груженных составов на порожние и протягивание вагонеток под загрузку аналогичны схеме б.

Схемы д и е при однопутевой и двухпутевой выработках в случае отработки лав обратным ходом. Они аналогичны схемам а и в. Пункт погрузки относится от лавы с помощью скребковых конвейеров. $L_{n,n}$ — шаг переноски погрузочного пункта.

При конвейерном транспорте по штрекам с целью облегчения удлинения (укорочения) конвейерной линии на сопряжении с конвейерной

линией лавы предусматривается дополнительно скребковый конвейер длиной L_k — схемы *ж* и *з*.

Достоинством схем *а* и *д* является применимость при однопутевой выработке. Недостаток — перерыв в работе погрузочного пункта на время смены составов, длительность которого можно подсчитать, пользуясь нормативами табл. 39.1. Эти схемы применяют при вагонетках $1,1 \text{ м}^3$ до производительности $450 T$ в сутки, при вагонетках $2,2 \text{ м}^3$ — до $550 T$ в сутки, при вагонетках $3,3 \text{ м}^3$ и более — до $600 t$ в сутки. В остальных случаях применяют схемы *в* и *е*, обеспечивающие непрерывную погрузку вагонеток. Схема *б* применяется при однопутевых выработках, проходимых с повышенным сечением, когда можно с минимальными зазорами разместить двухпутевую разминовку под лавой.

II. Стационарные погрузочные пункты

Стационарные погрузочные пункты имеют место при погрузке угля в вагонетки с капитальных уклонов, бремсбергов, гезенков, скатов, оборудованных конвейерным или самотечным транспортом. Характеризуются значительным сроком службы (свыше 1,5 лет) и большой производительностью.

На рис. 41.2 показан автоматизированный гидравлический погрузочный комплекс ГУАП-1.

Комплекс состоит из следующих основных узлов: желоба 1, двух боковых датчиков 2, люкового качающегося питателя 3, толкателя вагонеток 4 типа ПТВ, электрогидропривода (насосной станции) 5, механизма контроля наполнения вагонеток 6.

Поданный под загрузку состав прицепляется к порожней вагонетке, расположенной между загрузочным желобом и вторым (по ходу загрузки) шарнирным рычагом датчиков 2.

Кузов первой вагонетки отклоняет первый шарнирный рычаг датчиков 2; включается гидросистема, желоб поворачивается и поток угля направляется против движения загружаемого состава. Одновременно с поворотом желоба включается толкатель. Состав проталкивается до тех пор, пока первый рычаг датчиков 2 не освободится. Желоб поворачивается в рабочее положение.

По мере загрузки углем первой вагонетки уголь нажимает на шарнирные лепестки датчика контроля наполнения, и включается толкатель. Состав перемещается вперед пока датчик не освободится. В конце загрузки первой вагонетки второй рычаг датчиков 2, освободившись от нажима кузовом второй вагонетки, включает гидросистему; загрузочный желоб поворачивается, и поток угля направляется во вторую порожнюю вагонетку.

Помимо операций, выполняемых на погрузочных пунктах лав, иногда производят виброуплотнение (гл. 38).

Схема путей, как правило, принимается по типу схемы *г* (рис. 41.1). Маневры по обмену груженых составов на порожние производятся электровозами, протягивание вагонеток под загрузкой — стационарными толкателями. В настоящее время разрабатывается комплекс оборудования для механизации и автоматизации всех операций на стационарных погрузочных пунктах.

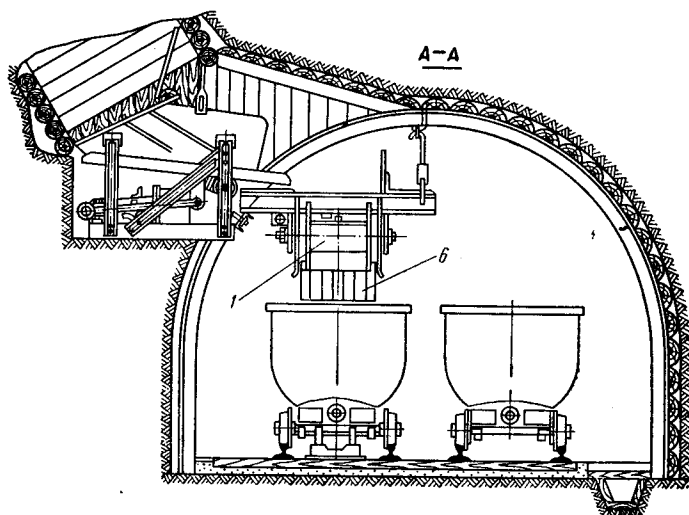
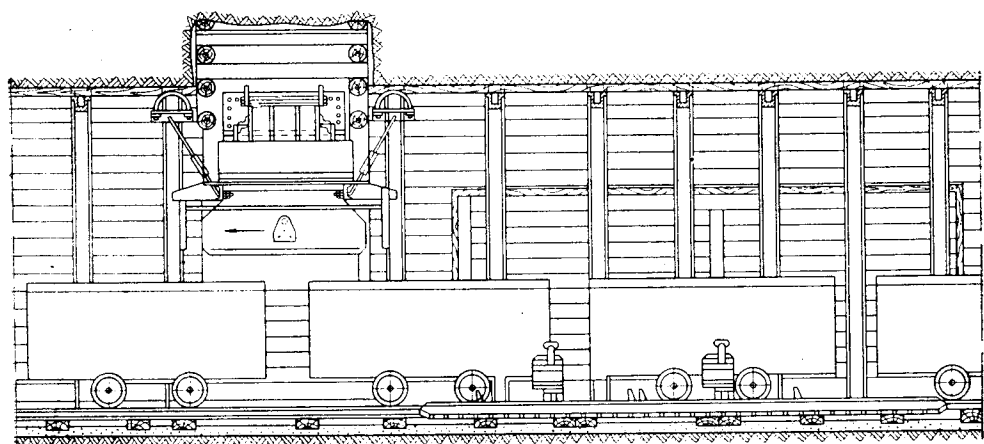
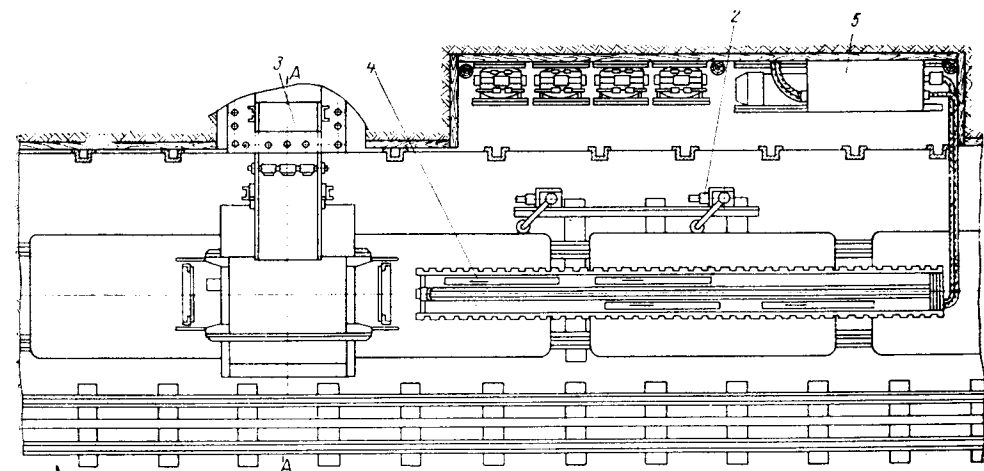


Рис. 41.2. Автоматизированный гидравлический погрузочный комплекс ГУАП-1

III. Пропускная способность погрузочных пунктов

Пропускная способность ограничивается маневровой работой электровозов или лебедок (при смене составов лебедками) и находится по выражению (39.1) с использованием нормативов табл. 39.1.

§ 41.2. РУДНЫЕ ШАХТЫ

I. Погрузочные пункты добычных участков

В пунктах погрузки необходимо выполнять следующие операции: протягивание вагонов при погрузке, перекрытие междвагонеточного пространства, создание аккумулирующей емкости и пылеподавление. Протягивание вагонеток при погрузке осуществляют электровозами, в связи

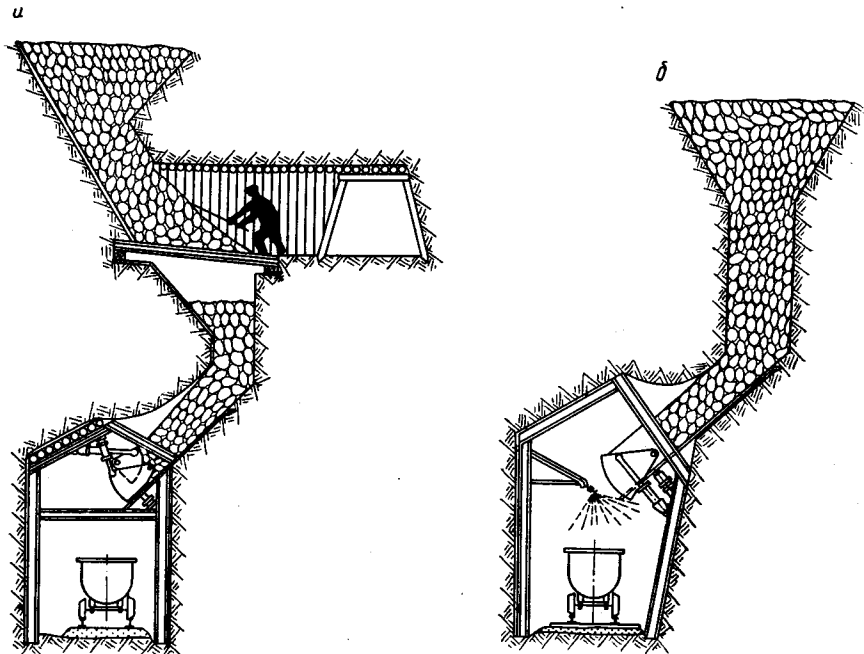


Рис. 41.3. Люковые погрузочные пункты:

а — с вторичным дроблением; б — без вторичного дробления

с чем маневровое оборудование отсутствует и не требуется осуществлять маневры по обмену составов.

Перекрытие междвагонеточного пространства, как правило, производят остановкой погрузки, что возможно благодаря наличию аккумулирующих емкостей на большинстве пунктов и ввиду малой производительности для схем без емкости.

Погрузочные пункты различают по способу загрузки вагонеток на люковые (основной тип — около 60% всех руд, добываемых в СССР); скреперные; конвейерные; с погрузочной машиной.

При люковой погрузке в кровле откаточной выработки проходят камеру высотой и шириной около 2 м (рис. 41.3, а). Эта камера примыкает

к рудоспуску, по которому руда поступает на откаточный горизонт. Камера отделяется от рудоспуска рельсами или балками и служит рабочим местом для люкового, управляющего погрузкой руды. Люк представляет собой металлический или деревянный лоток, по которому из рудоспуска

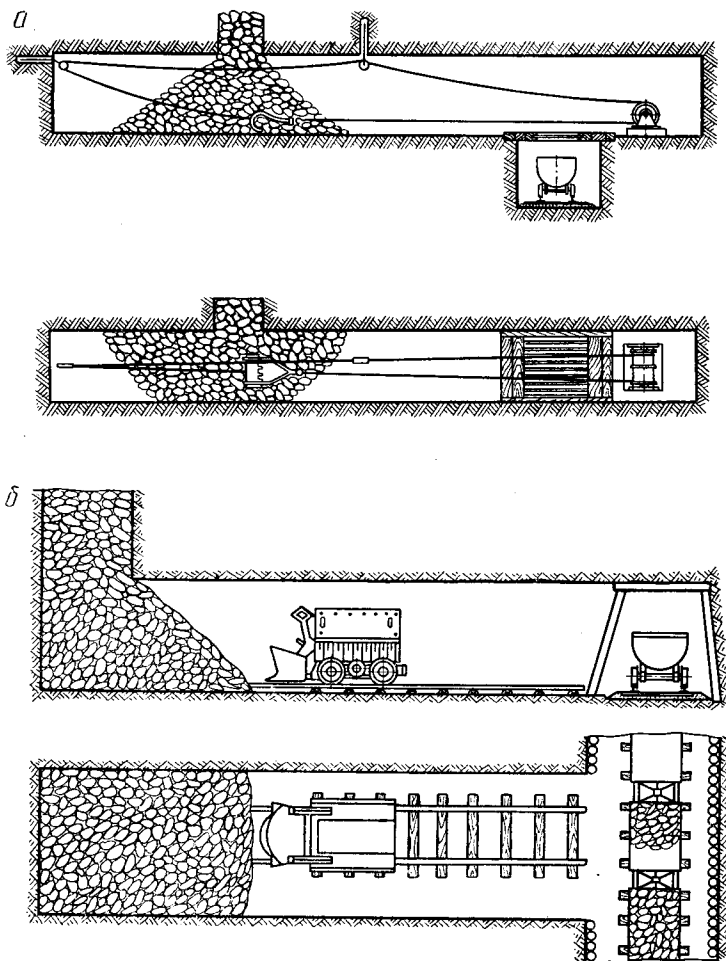


Рис. 41.4. Безлюковые погрузочные пункты:

a — скреперный; *б* — с погрузочной машиной

к вагонетке поступает руда. Поток руды перекрывают затвором — секторным (рис. 41.3), пальцевым, лотковым, цепным и т. п. (§ 38.2).

Секторные затворы применяют при кусковатости руды до 250—400 мм, т. е. при разработке месторождений небольшой мощности, когда отбойку производят шпурами (рис. 41.3, б), или при разработке мощных месторождений с отбойкой скважинами, когда имеется горизонт вторичного дробления (рис. 41.3, а).

Пальцевые затворы применяют при кусковатости до 600—800 мм. При этом не требуется горизонта вторичного дробления. Руда дробится

дробилками в околоствольном дворе (рис. 39.5), что существенно повышает производительность труда.

При скреперной погрузке (рис. 41.4, а) кусковатость руды достигает 600—800 мм, снижается высота днища блока (нет высоких рудоспусков), параллельно с погрузкой осуществляется доставка руды. Недостатки: меньшая по сравнению с люками производительность, отсутствие аккумулярующей емкости.

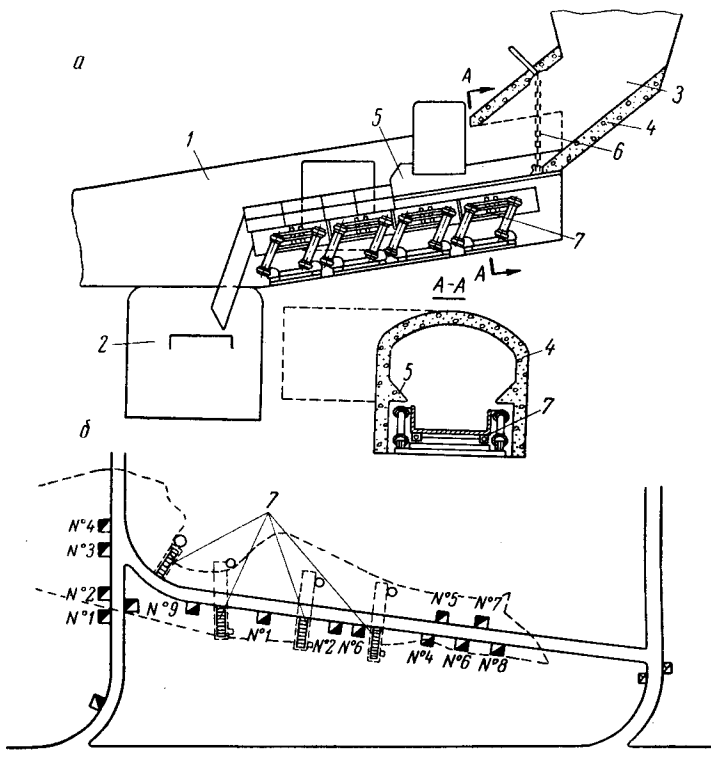


Рис. 41.5. Конвейерная погрузка с виброконвейером:

а — схема установки конвейера; б — план блока; 1 — погрузочная выработка, 2 — штрек, 3 — рудоспуск, 4 — крепь, 5 — козырек, 6 — цепь, 7 — виброконвейер

При камерной системе разработки доставка скрепером идет на уровне рельсового пути, поэтому полук устраивают наклонный.

При погрузочных машинах (рис. 41.4, б) погрузочную выработку проходят перпендикулярно откаточному штреку на уровне его почвы. Руду выпускают на почву выработки и машиной грузят в вагонетки, расположенные на штреке. Достоинства: минимальная высота днища блока, возможность погрузки кусков крупностью 400—600 мм. Недостатки: отсутствие аккумулярующей емкости, относительно низкая производительность. Такие пункты применяют чаще всего при разработке жильных месторождений.

При конвейерной погрузке (рис. 41.5) погрузочную выработку проходят на уровне кровли штрека. В выработке устанавливают конвейер-пи-

татель (применяют виброконвейер). Руда самотеком поступает на вибропитатель и затем перемещается питателем в вагонетки. Достоинства: высокая производительность, одновременно с погрузкой производится доставка руды, т. е. транспортирование к орту или штраку.

Вибропитатели пока применяют лишь в порядке эксперимента. Широкого распространения они еще не получили из-за большого веса (что затрудняет монтаж) и недостаточной прочности.

II. Стационарные пункты

Стационарные погрузочные пункты находятся у рудоспусков. Операции те же, что и у погрузочных пунктов очистных забоев. Их оборудуют люками (рис. 3.3, б), иногда пластинчатыми питателями.

Литература к гл. 41: 57, 77, 93, 113, 114, 119, 155, 162.

УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА НА ПОВЕРХНОСТИ ШАХТ И НА ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

ГЛАВА 42

ТРАНСПОРТ В НАДШАХТНЫХ ЗДАНИЯХ

§ 42.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Надшахтным называется здание, расположенное непосредственно над устьем ствола, и в котором размещается оборудование для обработки поступающих из шахты и в шахту грузопотоков. Оно является узлом сопряжения подъема и поверхностного транспорта.

Надшахтные здания классифицируют по следующим признакам:

по типу стволов — вертикальные; наклонные;

по назначению стволов — главные; вспомогательные;

по типу подъема — скиповый; в обыкновенных клетях; в опрокидных клетях; конвейерный; гидротранспорт;

по типу обыкновенных клеток — одноэтажные; двухэтажные; многоэтажные;

по количеству приемных площадок при обыкновенных клетях — с одной, с двумя, с несколькими площадками.

Конструкция надшахтного здания определяется:

конструкцией узла приема, которая в свою очередь, определяется типом подъема;

комплексом технологических операций по обработке грузопотоков; видом принятого транспорта.

Надшахтные здания вертикальных и наклонных стволов различаются только геометрическими параметрами приемных устройств.

Надшахтные здания гидроподъема представляют собой по существу подпиточный пункт на пути следования пульпы от ствола к обогатительной фабрике.

Надшахтные здания конвейерных подъемов и подъемов в опрокидных клетях отличаются от скиповых, описанных ниже, только конструкцией приемного узла и отдельно не рассматриваются.

§ 42.2. НАДШАХТНЫЕ ЗДАНИЯ СКИПОВОГО ПОДЪЕМА

В надшахтном здании скипового подъема производятся следующие операции.

1. Для подъема, выдающего полезное ископаемое;
прием полезного ископаемого;
обработка его, которая может сводиться к сортировке, удалению посторонних предметов и различной степени обогащения;
транспортирование, которое производится самотеком и конвейерами.
2. Для скипового подъема, выдающего породу:
прием породы;
дробление;

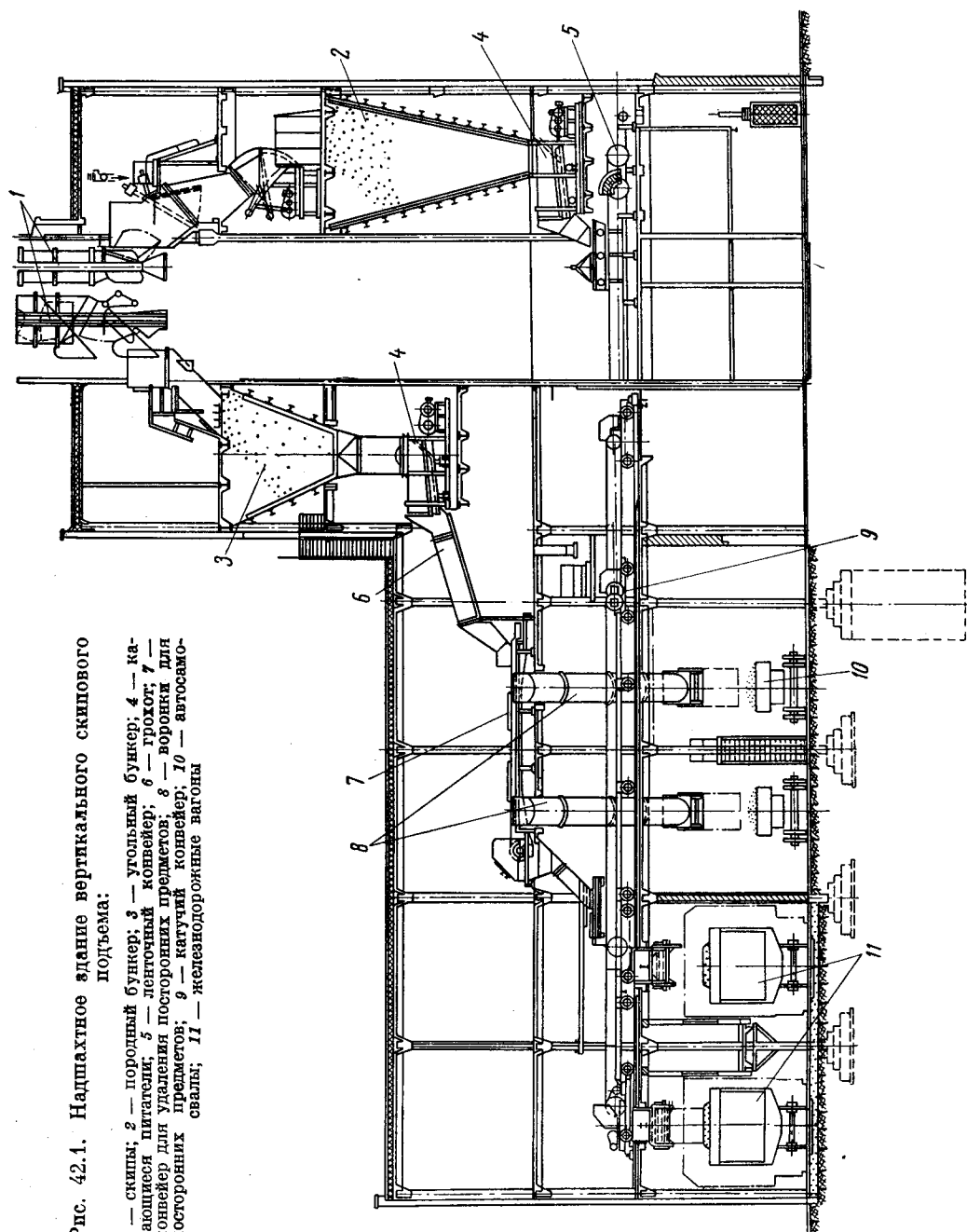


Рис. 42.1. Надшахтное здание вертикального скипового подъема:

транспортирование породы в пределах надшахтного здания (самотеком и конвейерами) и в отвал (см. § 44.2).

На рис. 42.1 показан общий вид надшахтного здания главного ствола вертикального скипового подъема. В одном стволе смонтированы угольный и породный подъемы.

Выдаваемый уголь (в данном случае одной марки) поступает в приемный бункер. Емкости бункера принимают на 3—4 емкости скипа. В том случае, когда по условиям вентиляции необходима герметизация ствола, устраивают специальные герметизирующие устройства или емкость бункера увеличивают до 20—30-минутной производительности шахты с тем, чтобы постоянно сохраняемый запас угля (высотой в 3—4 м) служил герметизирующим слоем. Уголь проходит грохочение, из класса +100 удаляют посторонние предметы, которые поступают в сборные воронки 8 и грузятся в автосамосвалы 10. По схеме производят безбункерную погрузку угля при помощи челнокового конвейера. Породу из бункера ленточным конвейером отправляют в централизованный отвал.

§ 42.3. НАДШАХТНЫЕ ЗДАНИЯ КЛЕТЕВОГО ПОДЪЕМА

В надшахтных зданиях производят следующие операции:

прием, разгрузку и отправку вагонеток с полезным ископаемым и породой;

технологическую обработку полезного ископаемого и породы, суть которой та же, что и для скиповых подъемов;

прием и отправку вагонеток с вспомогательными материалами;

прием и отправку длинномерных материалов (рельсы, трубы и т. п.);

посадку и высадку людей;

транспортирование материалов.

Прием, разгрузка и отправка вагонеток производится на приемно-отправительных площадках. Все схемы организации маневров на приемно-отправительных площадках в зависимости от характера движения вагонеток и применяемого оборудования можно разбить на следующие группы.

1. Тупиковая схема самокатной откатки (рис. 42.2, а). Вытолкнутая толкателем вагонетка самокатом движется к тупиковой горке А, вкатывается на нее, останавливается, скатывается к опрокидывателям, разгружается в одном из них, поднимается компенсатором, проходит вторую тупиковую горку В и скатывается к заталкивателю перед клетями.

Достоинствами тупиковой схемы являются простота и меньшая сравнительно с кольцевой площадь приемной площадки.

2. Кольцевая схема самокатной откатки (рис. 42.2, б). Вагонетка, вытолкнутая из клетки заталкивателем 10, движется по замкнутому кольцу. Со стопора 6 самокатом поступает на стопор 5 и затем, по мере освобождения пути, доходит до опрокидывателей 4, компенсирует потерянную высоту на компенсаторе 3 и по мере надобности поступает к заталкивателям 10 или на грузовой лифт 1.

Достоинством этой схемы является большая надежность действия и большая пропускная способность, недостаток — большая занимаемая площадь.

3. Тупиковая самокатная откатка с применением поворотных платформ (рис. 42.2, в). Схема отличается от тупиковой тем, что самокатные горки заменены поворотными платформами, что несколько увеличивает надежность действия откатки, но также увеличивает капитальные затраты.

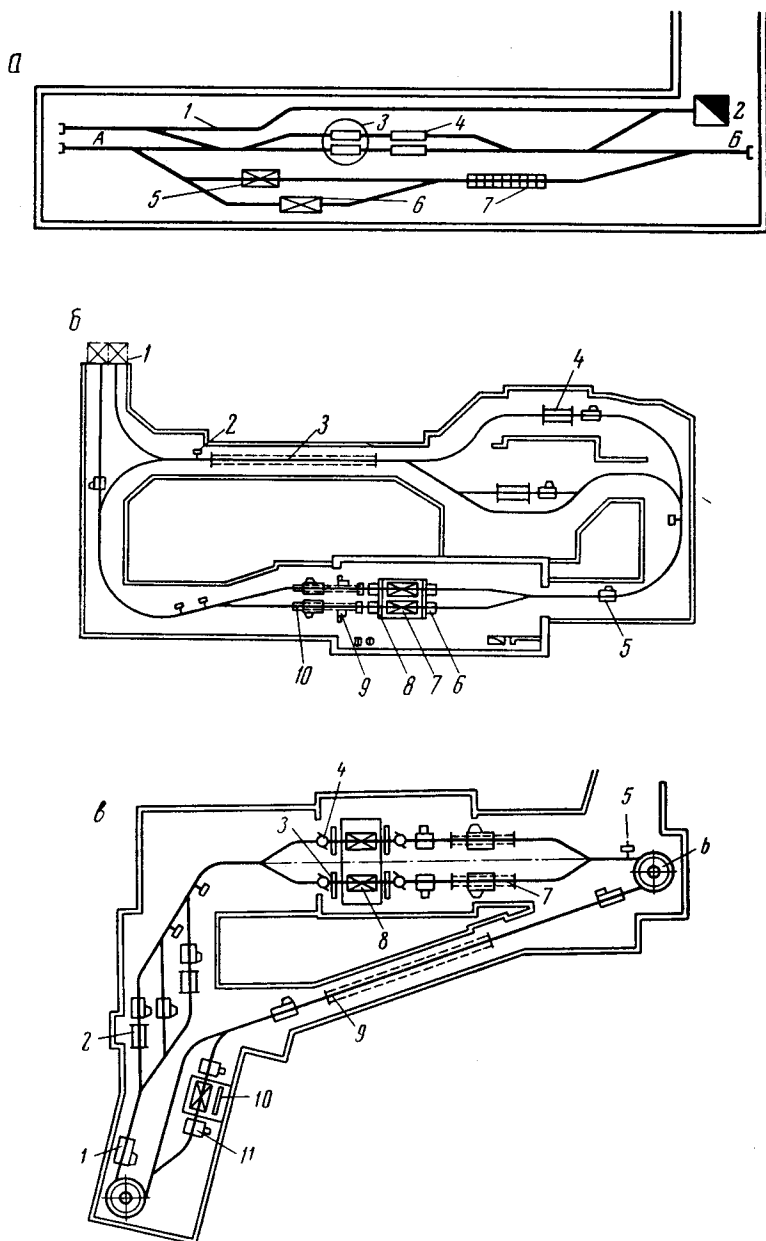


Рис. 42.2. Схемы самокатных откаток в надшахтных зданиях:

а — тупиковая, 1 — путь неисправных и с использованными материалами вагонеток, 2 — грузовой лифт, 3 — ствол, 4 — заталкиватели, 5 — угольный опрокидыватель, 6 — породный опрокидыватель, 7 — компенсатор высоты; *б* — кольцевая, 1 — грузовой лифт, 2 — стопор, 3 — компенсатор высоты, 4 — опрокидыватель, 5, 6 — стопоры, 7 — клеть, 8 — стволовые двери, 9 — стопор, 10 — заталкиватель; *в* — тупиковая с поворотными платформами, 1 — путевой тормоз, 2 — опрокидыватель, 3 — стволовые двери, 4 — качающиеся площадки, 5 — привод стрелочного перевода, 6 — поворотная платформа, 7 — толкатель, 8 — клетки, 9 — компенсатор высоты, 10 — грузовой лифт, 11 — стопор

Общий недостаток всех перечисленных схем — малая надежность действия, особенно тупиковых. Объясняется это тем, что различие коэффициентов сопротивления отдельных участков и состояния пути вызывает изменение скорости движения. Возможна либо остановка вагонетки, либо сход с рельсов из-за большой скорости. Для манипулирования с вагонетками приходится иметь значительное число рабочих. Самокатная откатка может быть автоматизирована, но схемы автоматизации оказываются достаточно сложными.

4. Схема откатки с передаточными тележками (рис. 42.3). При этой схеме с обеих сторон от ствола устраивают поперечные наклонные пути 2, по которым при помощи лебе-

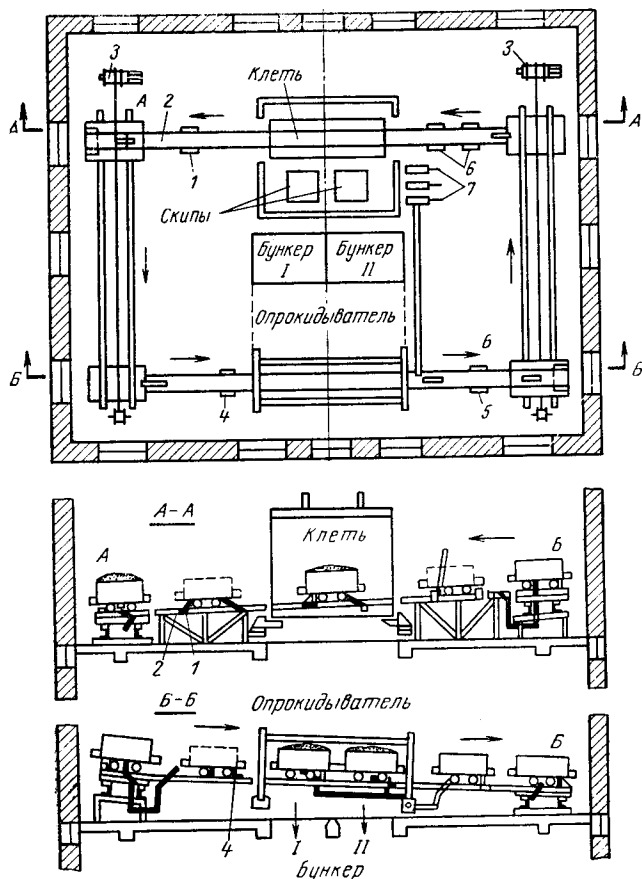


Рис. 42.3. Схема с передвижными платформами: 1 — стопор; 2 — самокатный путь; 3 — лебедка; 4, 5 — стопоры; 6 — дозирующие стопоры; 7 — пульт управления

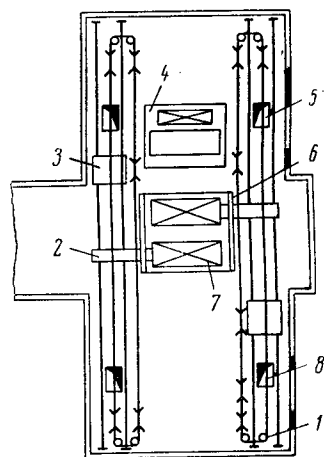


Рис. 42.4. Схема с катучими опрокидывателями:

1 — шкив; 2 — толкатель; 3 — катучий опрокидыватель; 4 — лифт; 5 — угольный бункер; 6 — ствол; 7 — клети; 8 — породный бункер

док 3 перемещаются тележки А и Б. Вытолкнутая из клетки вагонетка по самокатному пути направляется на платформу А и вместе с ней поднимается до пути опрокидывателя. В опрокидыватель поступает самокатом. После разгрузки попадает на платформу Б и вместе с ней поднимается на путь клетки. Управление дозирующими стопорами 1, 4, 5 и 6 производится оператором с пульта 7. Эта схема увеличивает надежность работы, значительно сокращает длину пути, но требует больших капитальных вложений.

5. Откатка с передвижными (катучими) опрокидывателями (рис. 42.4). Вытолкнутая толкателем вагонетка поступает в опрокидыватель 3, установленный на тележке и передвигаемый лебедкой. Опрокидыватель 3 передвигают и устанавливают над угольным или породным бункером, где производится автоматическая разгрузка. После разгрузки опрокидыватель 3 с вагонеткой устанавливается перед другой клетью. Следующая

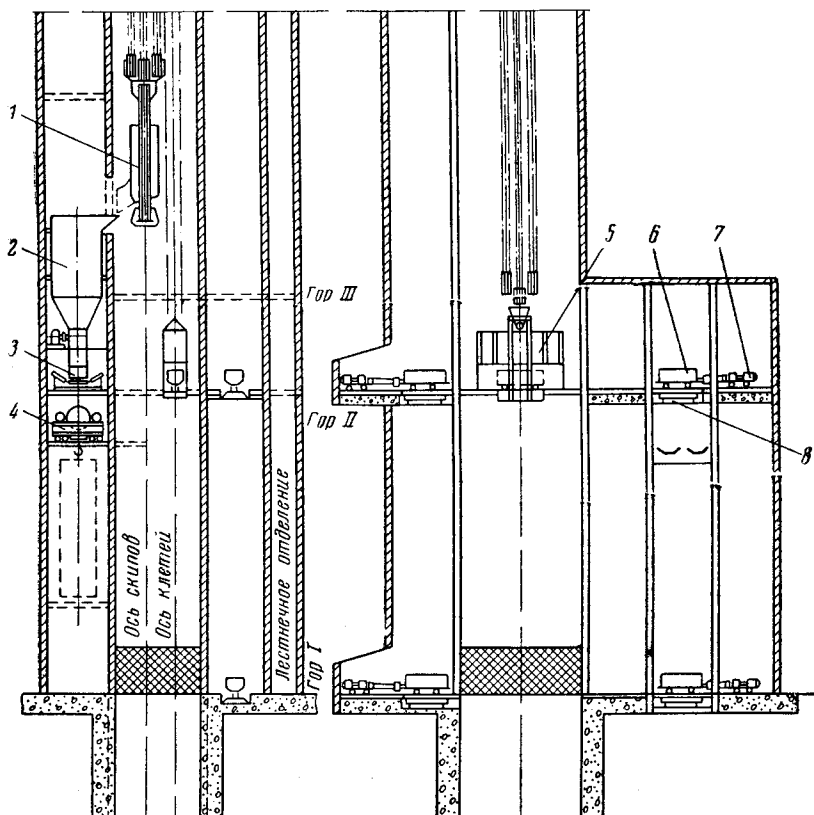


Рис. 42.5. Надшахтное здание многоканатного скипо-клетевого подъема:

1 — скип; 2 — бункер; 3 — питатель; 4 — кран-балка для навески скипов; 5 — клеть; 6 — вагонетка; 7 — маневровая тележка; 8 — передвижная платформа

вагонетка выталкивается на другую сторону, где смонтирован такой же комплекс оборудования, и цикл повторяется.

Эта схема отличается высокой надежностью, автоматизацией, малой площадью и трудоемкостью, но требует значительных капитальных затрат.

Компоновка надшахтного здания клетевого подъема может производиться или по одноэтажной или многоэтажной схеме. При многоэтажной схеме компоновки на верхних этажах производится прием полезного ископаемого и породы, на нижних — погрузка-выгрузка материалов и людей. При одноэтажной схеме все операции производятся на одной площадке, а оборудование приема заглубляют в землю.

§ 42.4. НАДШАХТНЫЕ ЗДАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ПОДЪЕМОВ

На рис. 42.5 показано надшахтное здание рудной шахты. В главном стволе смонтирован подъем полезного ископаемого, породы и вспомогательный подъем. Вследствие совмещения нескольких подъемов здание получается многоэтажным.

Руду одной марки выдают скипом *I* на горизонт III, питателем *З* подают на конвейер и транспортируют на технологическую обработку. Клетевым подъемом выдают породу, мокрую руду (на горизонт II), материалы и людей (на горизонт I). Маневровые операции с вагонетками осуществляют при помощи передвижных платформ *8* (§ 42.3) и маневровых тележек *7*. Разгрузку вагонеток с мокрой рудой и породой производят в опрокидывателях. Отправку руды и породы на соответствующие технологические звенья производят конвейерами.

Литература к гл. 42: 32, 53, 62, 89, 93, 96, 129, 130, 171, 184.

ГЛАВА 43

ПОГРУЗОЧНЫЕ И ПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

§ 43.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Комплекс зданий, сооружений и механизмов, служащий для погрузки железнодорожных вагонов и приемки полезного ископаемого с железнодорожного транспорта, носит название соответственно погрузочные и приемные устройства.

Комплекс погрузочно-разгрузочных устройств должен обеспечивать обработку состава в установленное время при наименьшем числе маневровых операций и наименьшей трудоемкости обслуживания. Ископаемое должно предохраняться от дробления, а вагоны — от механических повреждений. Нужно обеспечить равномерное заполнение вагонов по длине и ширине, исключить заштыбовку путей и пылеобразование. При работе зимой нужно обеспечить отсутствие обмерзания ископаемого в вагоне.

Погрузочные устройства классифицируют по следующим признакам:
по характеру погрузки во времени — периодического действия (бункерные), когда ископаемое аккумулируют в специальных емкостях и производят погрузку в периодически подаваемые составы вагонов; непрерывного действия (безбункерные), когда ископаемое грузят в вагоны непрерывно;

по конструкции бункерных устройств — собственно бункерные, имеющие строительные сооружения для аккумулирования; устройства открытой бункеризации, представляющие собой постоянно действующий склад, в котором ископаемое аккумулируется на почве.

§ 43.2. БУНКЕРНАЯ ПОГРУЗКА И ОТКРЫТАЯ БУНКЕРИЗАЦИЯ

Бункерную погрузку делят на непосредственную, когда вагоны грузят непосредственно из бункера, и конвейерную, когда ископаемое из бункера подают на конвейер, загружающий вагоны.

На рис. 43.1 показаны общие схемы бункеров при непосредственной погрузке. Достоинства непосредственной погрузки: обеспечение значительного погрузочного фронта при минимальном развитии погрузочных путей и при минимальном количестве маневровых операций; удобство загрузки в крытые и открытые вагоны; простота загрузочных устройств. Недостатки: крошение материала; сложность обеспечения равномерной загрузки вагонов, невозможность автоматизации. На рис. 43.2 представлены возможные схемы расположения бункеров относительно путей. Продольное расположение бункеров обеспечивает значительную длину

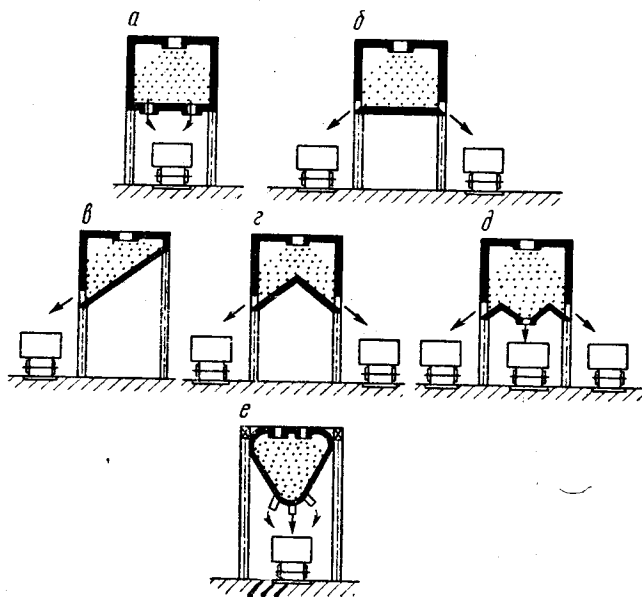


Рис. 43.1. Схемы бункеров:

а — прямоугольный бункер с центральной погрузкой; *б* — прямоугольный бункер с боковой двусторонней разгрузкой; *в* — односкатный бункер; *г* — двухскатный бункер с боковой разгрузкой; *д* — двухскатный бункер с боковой и центральной разгрузкой; *е* — параболический бункер

погрузочного фронта при наименьшем числе маневровых операций, но может быть применено, когда загружается только один-два сорта полезного ископаемого. Поперечная схема обеспечивает одновременную погрузку нескольких сортов полезного ископаемого, но требует значительного количества маневровых работ.

Конвейерную погрузку можно осуществлять обычным конвейером (рис. 43.3, *а*, *б*) или конвейерной стрелой (рис. 43.3, *в*, *г*), которая опускается в вагон. Первая конструкция проще, но ее можно применять только в тех случаях, когда крошение полезного ископаемого не понижает его качества. И ту и другую схему можно выполнять как с неподвижным (*а*, *в*), так и с подвижным (катучим) конвейером (*б*, *г*). При первой схеме вагон при погрузке нужно перемещать, при второй — вагон неподвижен, а катучий конвейер перемещается и распределяет груз вдоль вагона.

Достоинства конвейерной погрузки: сосредоточение погрузочных операций в одном месте, что облегчает контроль погрузки и автоматизацию;

возможность применения погрузочных стрел. Недостатки: сложность и необходимость высокопроизводительного оборудования для обеспечения нормативного времени загрузки составов.

Общее достоинство всех схем бункерной погрузки: отсутствие больших простоев вагонов; надежность; отсутствие жесткой связи работы горного предприятия и железнодорожного транспорта. Общие недостатки: значительные капитальные вложения и эксплуатационные расходы; перемалывание ископаемого.

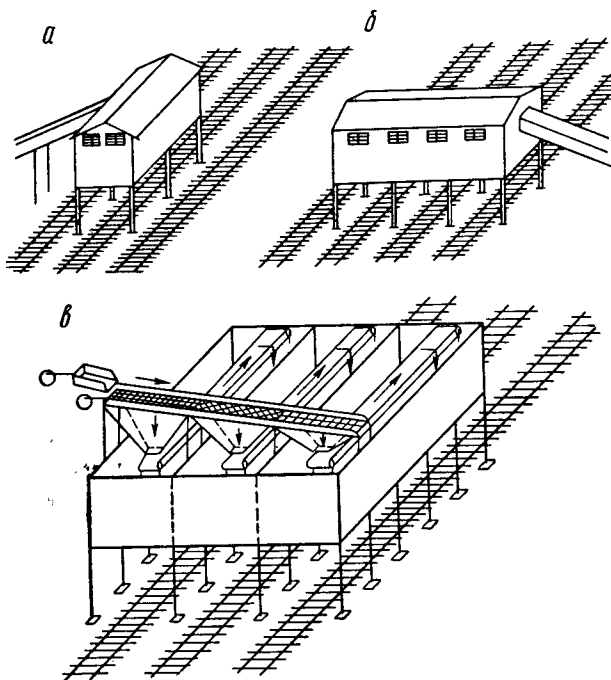


Рис. 43.2. Расположение бункеров:

а — продольное; б — поперечное; в — продольно-поперечное

На погрузочном комплексе должны быть механизированы и автоматизированы следующие работы: подача материала с горного предприятия в погрузочные бункера; распределение материала по бункерам; выдача материала из бункера и подача его к месту погрузки; распределение материала по вагону; контроль заполнения вагонов; продвижение вагонов под погрузкой и перекрытие межвагонного пространства.

Подача материала на бункерную галерею производится ленточным конвейером; распределение — или челноковыми ленточными конвейерами, или распределительными скребковыми. По мере заполнения ячеек бункеров датчики заполнения дают импульс для передвижения конвейера в соответствующее положение или для открывания и закрывания соответствующих затворов. Выдача материала из бункера производится через затворы при непосредственной погрузке или питателями при конвейерной погрузке. В качестве погрузочных служат ленточные конвейеры большой производительности с шириной ленты 1000—1200 мм. Распределение материала по вагону производится или конвейерами и стрелами, или

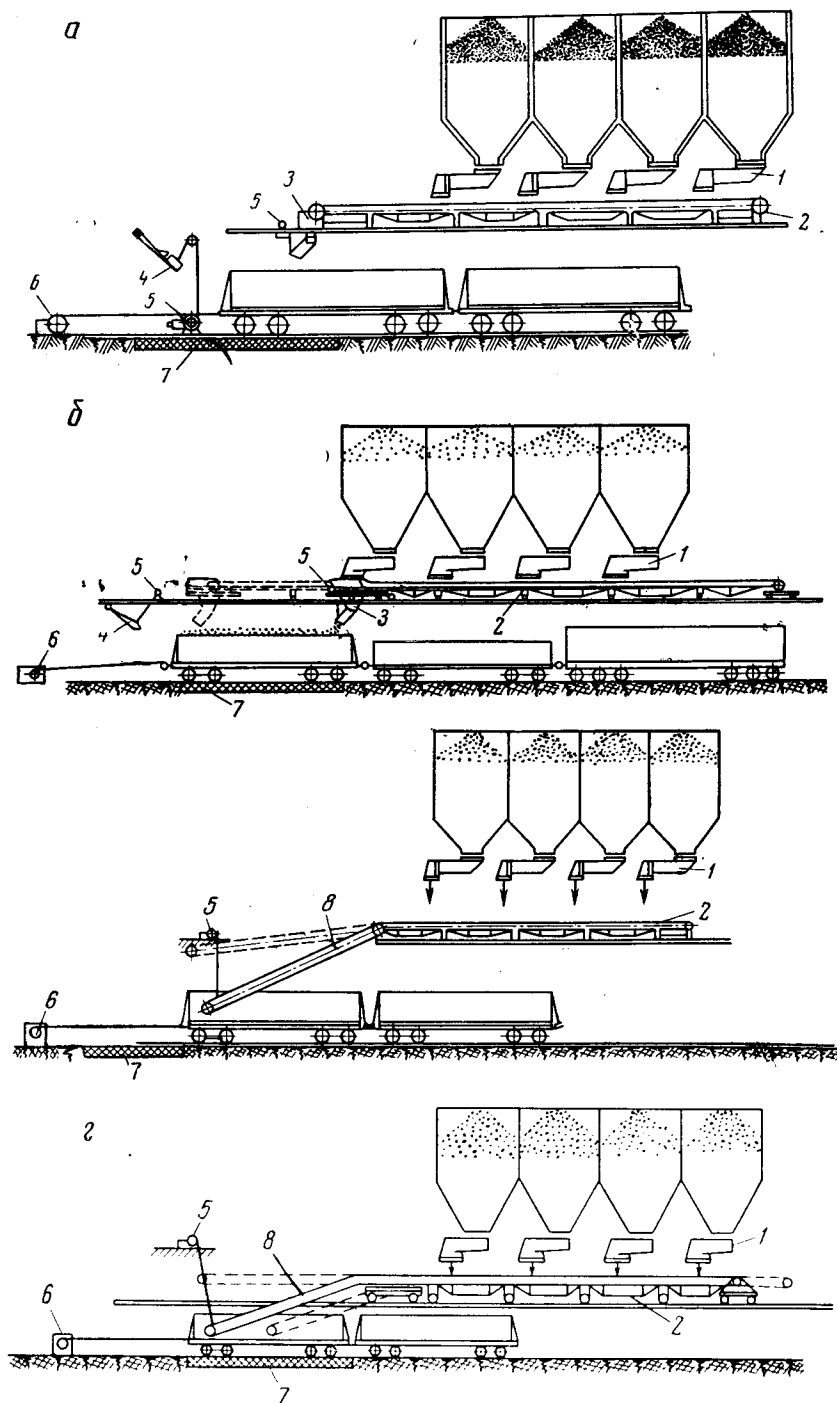


Рис. 43.3. Схемы бункерной конвейерной погрузки:

1 — питатель; 2 — конвейер; 3 — погрузочный желоб; 4 — разравниватель угля; 5 — червячная лебедка; 6 — маневровая лебедка; 7 — вагонные весы; 8 — погрузочная стрела

с помощью разравнивателей при непосредственной погрузке по мере проталкивания вагонов.

Контроль заполнения обычно ведут по весу с помощью вагонных весов. В случае конвейерной погрузки контроль можно производить в одной точке, и система контроля автоматически связывается с механизмами погрузки. При непосредственной погрузке контроль более сложен.

Предохранение путей от засорения производят или отключением потока груза (что менее рационально), или применением специальных устройств.

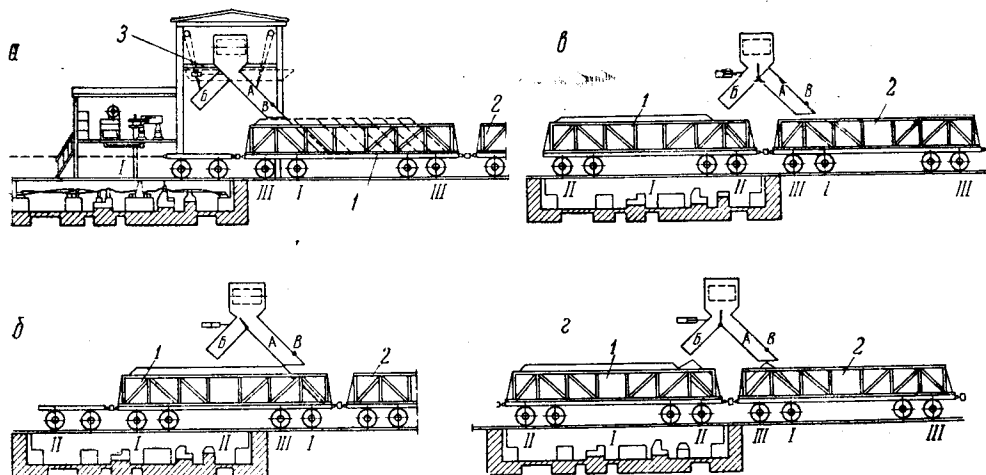


Рис. 43.4. Автоматизированная погрузка с перекидным клапаном (последовательные положения):

а — начало погрузки вагона 1; б — продолжение погрузки вагона 1; в — взвешивание и догрузка вагона 1; г — догрузка вагона 1 и начало загрузки вагона 2; I, II, III — рельсовые педали

Для протягивания составов используют перемещающиеся тележки, снабженные автосцепками, маневровые лебедки, толкатели и другие механизмы.

Автоматизацию комплекса погрузки производят с применением рельсовых педелей и датчиков веса на весах.

Одна из автоматизированных схем приведена на рис. 43.4. Уголь из бункера подается в воронку, имеющую желоба А и Б. Уголь по желобу А поступает в вагон 1 до образования конуса. Когда уголь начинает давить на желоб, срабатывает датчик В, посылающий импульс для включения маневровой лебедки, передвигающей вагон под погрузкой. При движении вагон наполняется и кромкой желоба производится планировка угля. В конце загрузки колеса вагона нажимают на педали I—I, которые вызывают отключение погрузочного конвейера и установку перекидного клапана 3 в среднее положение. Вагон проходит под желобами А и Б до набегания колес на рельсовые педали II—II (рис. 43.4, в), после чего отключается маневровая лебедка и включается погрузочный конвейер. При этом вагон 1 находится на весах и через желоб Б производится его догрузка. Когда вагон загрузится до нормы, механизм весов подает импульс на переключение клапана 3, направляя весь грузопоток угля через желоб А в следующий вагон 2. Таким образом, передвижение вагонов происходит периодически.

Особой формой погрузки с аккумулярованием ископаемого является открытая бункеризация, заключающаяся в погрузке вагонов с постоянно

действующего склада: полубункерного (рис. 44.3, в), эстакадного (рис. 44.3, а, б), скреперного и др. Достоинства такой системы меньше, чем при обыкновенных бункерах, капитальные вложения; недостаток: потребность в высокопроизводительном и надежном оборудовании для разгрузки склада.

Открытую бункеризацию применяют в основном на рудных шахтах, где строительство бункеров обходится особенно дорого.

§ 43.3. БЕЗБУНКЕРНАЯ ПОГРУЗКА

При безбункерной (непрерывной) погрузке вагоны загружают непрерывно, и для бесперебойной работы предприятия необходимо постоянно

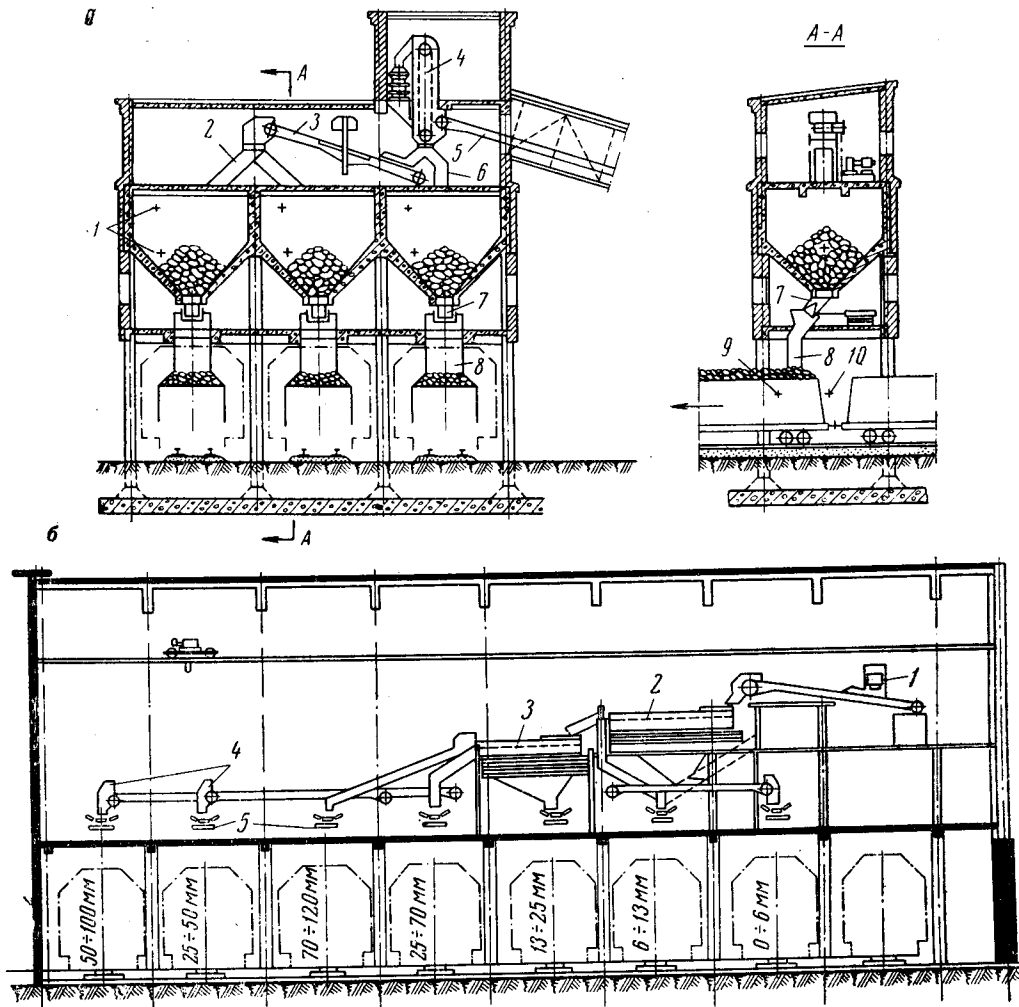


Рис. 43.5. Безбункерная погрузка:

а — автоматизированная погрузка с использованием промежуточных воронок, 1 — реле уровня, 2 — распределительный желоб, 3 — конвейер, 4 — автоматический ковшовый пробоотбиратель, 5 — подающий конвейер, 6 — желоб, 7 — секторный затвор, 8 — погрузочные желоба, 9, 10 — реле; б — погрузка нескольких сортов антрацита, 1 — передаточный конвейер, 2, 3 — двухъярусные грохоты, 4 — распределительные конвейеры, 5 — погрузочные стрелы

иметь вагоны на погрузочном пункте. При этом отсутствуют дорогостоящие бункера, но требуется иметь значительный запас железнодорожных вагонов под погрузкой, т. е. иметь «бункер на колесах».

Безбункерную погрузку осуществляют через погрузочные конвейеры по схемам рис. 43.3 *а, б, в, г* с той разницей, что отсутствуют бункера.

Как показала практика, подобные схемы, не имеющие промежуточной емкости, требуют очень четкой организации труда как на горном предприятии, так и на железной дороге, что не всегда является достижимым. Поэтому в комплекс безбункерной погрузки иногда включают аккумулярующие воронки (рис. 43.5, *а*) емкостью 30—60 *Т*. Работа этой схемы автоматизируется при помощи гамма-реле. Реле 10 подает импульс на закрытие затвора 7, когда пучок лучей попадает в межвагонное пространство. Реле 9 срабатывает на открывание того же затвора, когда в сферу его действия попадает кузов вагона.

Другая схема безбункерной погрузки для нескольких сортов угля показана на рис. 43.5, *б*. Передаточный конвейер подает материал на погрузочно-сортировочный пункт, где он при помощи грохотов разделяется на классы, распределительными конвейерами распределяется по пунктам погрузки и стрелами (по типу рис. 43.3, *в*) загружается в вагоны.

§ 43.4. ПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА

Приемные устройства обогатительных (брикетных, агломерационных) фабрик представляют собой хранилища для обеспечения быстрой и бесперебойной разгрузки составов. Приемные устройства выполняются в виде приемных бункеров либо в виде приемных траншей. Кроме функции

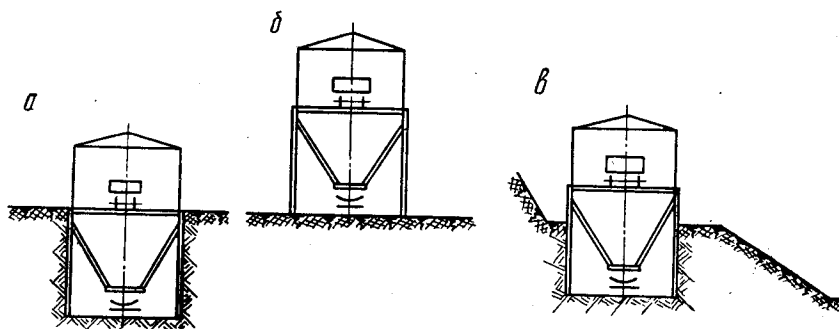


Рис. 43.6. Схемы приемных устройств:

а — подземное; *б* — надземное; *в* — комбинированное

приема в приемном комплексе может быть предусмотрена первоначальная обработка материала (дробление, грохочение).

Бункерные приемные устройства могут быть подземными, частично заглубленными и надземными (рис. 43.6). Подземные бункера применяют при спокойном рельефе местности. Их преимущество: меньшая стоимость на единицу объема и удобство укладки пути, расположенного на поверхности земли. Недостаток: влияние грунтовых вод, особенно при строительстве, большая стоимость эксплуатации.

По своему конструктивному исполнению приемные устройства могут быть разбиты на три группы:

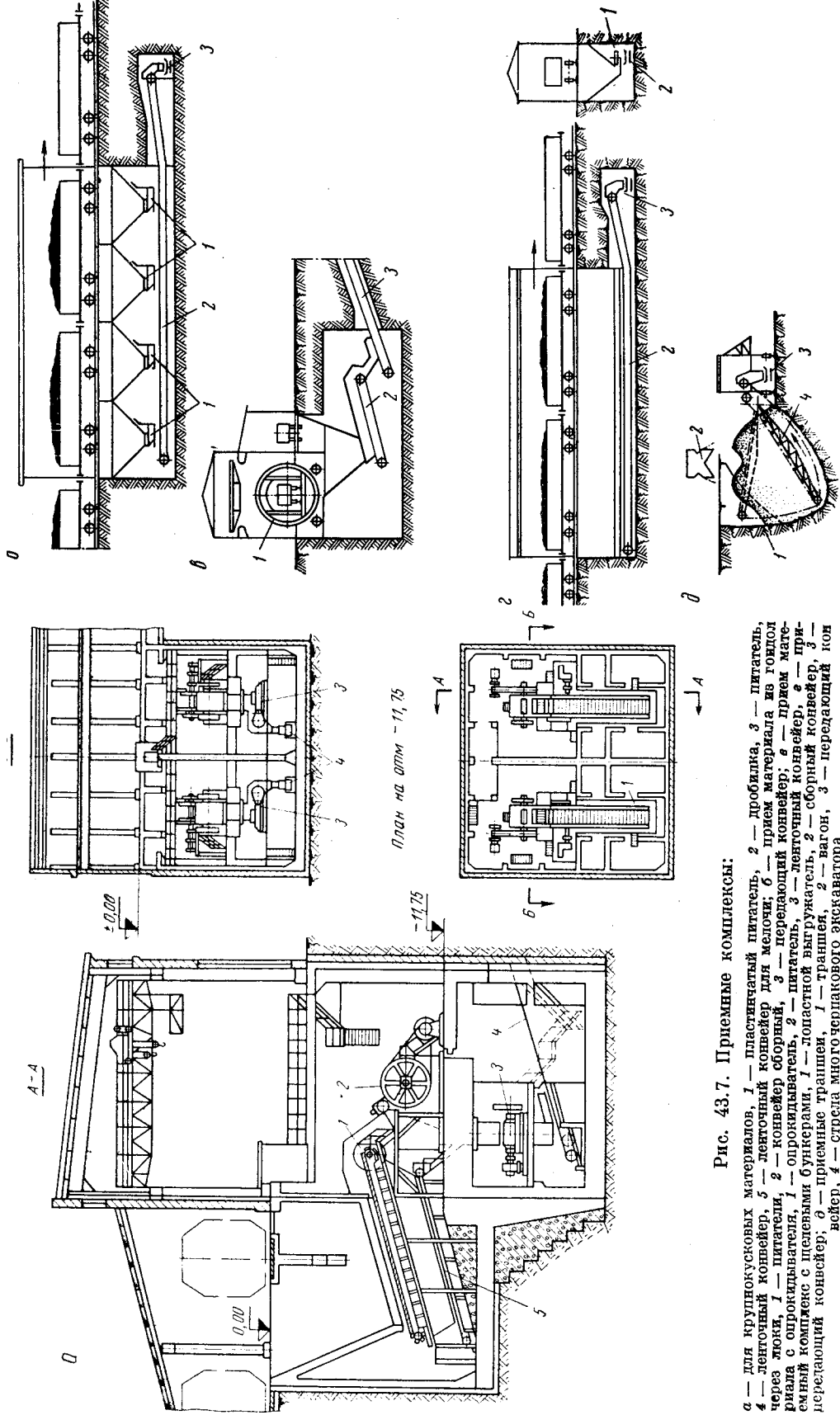


Рис. 43.7. Приемные комплексы:

а — для крупнокусковых материалов, 1 — пластинчатый питатель, 2 — дробилка, 3 — питатель, 4 — ленточный конвейер, 5 — ленточный конвейер для мелочи, 6 — прием материала из тоннеля через люки, 1 — питатели, 2 — конвейер сборный, 3 — передающий конвейер, 4 — прием материала с опрокидывателя, 1 — опрокидыватель, 2 — питатель, 3 — ленточный конвейер, 4 — приемный комплекс с цистернами бункерами, 1 — ленточный выгрузчик, 2 — сборный конвейер, 3 — передающий конвейер, 4 — приемные траншеи, 1 — траншея, 2 — вагон, 3 — передающий конвейер, 4 — стрела многочерпакового экскаватора

устройства для приемки крупнокусковых материалов (в основном руд). В комплекс (при. 43.7, а) включают дробилку. Планировка комплекса связана с типом подаваемых под разгрузку составов. Устройство характеризуется малой емкостью приемных бункеров и, как следствие, малым разгрузочным фронтом. Длина равна длине опрокидывателя или длине одного-двух вагонов;

приемные комплексы для материалов средне- и мелкокусковых, не требующих предварительного дробления. Такие приемные устройства показаны на рис. 43.7, б, в. Устройство на рис. 43.7, б обладает большим разгрузочным фронтом (на длину двух-трех вагонов), но требует значительных капитальных вложений и значительных расходов по эксплуатации. Приемное устройство, изображенное на рис. 43.7, в, удобно в эксплуатации, требует относительно меньших капитальных вложений, но обладает малым разгрузочным фронтом, а следовательно, требует значительного времени на обработку состава;

приемные устройства для слеживающегося материала выполняются либо в виде щелевых бункеров (рис. 43.7, г), либо в виде приемных ям (рис. 43.7, д). Приемные устройства с щелевидными бункерами принимаются для материалов типа бурых углей. Разгрузка бункеров производится лопастными питателями.

Комплексы с приемными траншеями просты по устройству, но требуют значительных эксплуатационных расходов.

§ 43.5. ПОГРУЗОЧНЫЕ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ СТАНЦИИ

Путевое развитие, обслуживающее пункт погрузки или разгрузки железнодорожных вагонов, именуют станцией. Станции классифицируют по следующим признакам:

по назначению — погрузочные, обслуживающие пункт погрузки ископаемого (шахты); приемно-погрузочные, обслуживающие пункт погрузки и разгрузки ископаемого (обоганительные фабрики);

по характеру движения составов через станцию — тупиковые; транзитные.

Работа на станции складывается из следующих операций: приемки груженных поездов, расстановки груженных поездов по местам выгрузки и их разгрузки, расстановки порожних вагонов по месту погрузки, погрузки их, формирования груженных составов, отправления груженных составов и пропуска транзитных поездов.

Маневровая работа локомотивов должна быть организована так, чтобы обеспечить наименьшее время пребывания локомотива на станции, наименьшее время обработки состава и наименьшее количество маневровых операций.

Развитие путей на станции определяется назначением станции, компоновкой технологического комплекса поверхности горного предприятия, количеством отгружаемых сортов полезного ископаемого, суточным грузооборотом предприятия. На рис. 43.8, а представлена схема развития путей на погрузочной станции тупикового типа. Прибывший справа на путь 3 состав порожняка протягивается локомотивом в тупик 8, затем очередными заездами порожние вагоны расставляются на пути 1, 2 под бункера для погрузки, а вагоны с хозяйственными грузами — на складские пути 4, 6. Освободившиеся из-под хозяйственных грузов вагоны подаются под один из бункеров для погрузки или (при непригодности для перевозки

полезного ископаемого) отправляются порожняком. После расстановки вагонов локомотив следует на другую станцию или ожидает окончания погрузки. По окончании погрузки локомотив поочередными заездами на пути погрузки собирает загруженные вагоны в один состав и отправляет на станцию примыкания. Станцией примыкания называется ближайшая станция магистрального пути, на которую отправляются груженные составы.

На рис. 43.8, б показана погрузочная станция транзитного типа, отличающаяся только наличием транзитного пути 9, маневровые операции локомотива полностью аналогичны.

Для погрузочно-приемных станций характерно несколько более сложное путевое развитие. Погрузочные и разгрузочные операции представляют собой замкнутый цикл, поэтому и соответствующие пути группируются в погрузочные и разгрузочные паркы.

На рис. 43.8, в представлена станция при ЦОФ, где погрузочные и разгрузочные паркы расположены последовательно. Путь 9 — главный, он же приемно-отправительный для обогащенного продукта. На рис. 43.8, г показана станция с раздельным расположением приемного и разгрузочного парков.

Погрузочный и разгрузочный паркы могут быть запроектированы в виде отдельных станций, связанных между собой самостоятельным путем (рис. 43.8, д).

Расчеты по путевому развитию см. § 43.6.

§ 43.6. РАСЧЕТЫ ПРИЕМНЫХ И ПОГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

В задачу расчета входит определение емкости аккумулирующих устройств, производительности подающих и загружающих механизмов, параметров путевого развития железнодорожной станции.

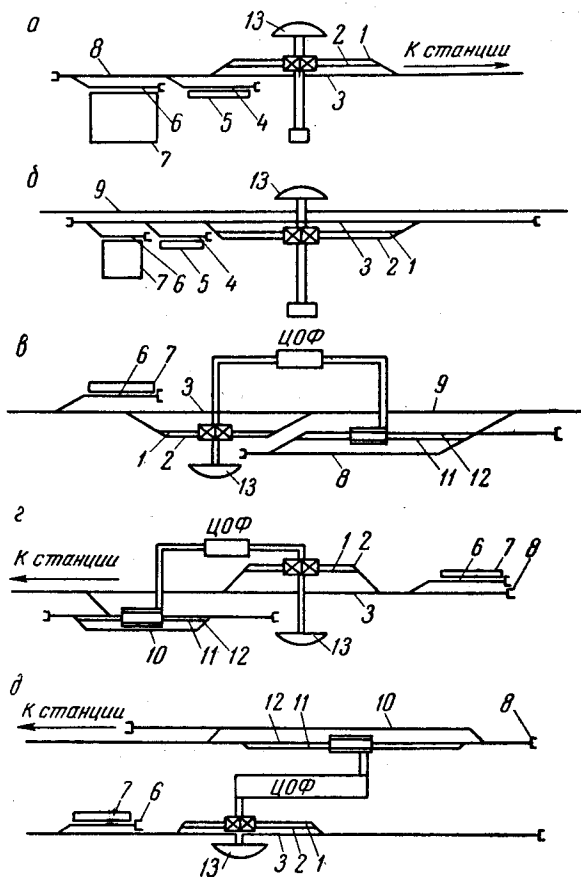


Рис. 43.8. Схемы станций:

1, 2 — погрузочные пути; 3 — приемный путь; 4, 6 — складские пути; 5 — материальный склад; 7 — склад материалов; 8 — тупиковый путь; 9 — транзитный путь; 10 — маневровый путь; 11, 12 — приемные пути; 13 — склад полезного ископаемого

I. Емкость аккумулирующих устройств

Если известны графики работы горного предприятия и графики подачи составов, то в принципе емкость можно определить графоаналитическим способом (рис. 43.9).

По оси абсцисс откладывают время, по оси ординат — поступление и расход ископаемого в тоннах, показанные соответственно сплошной и штриховой линиями.

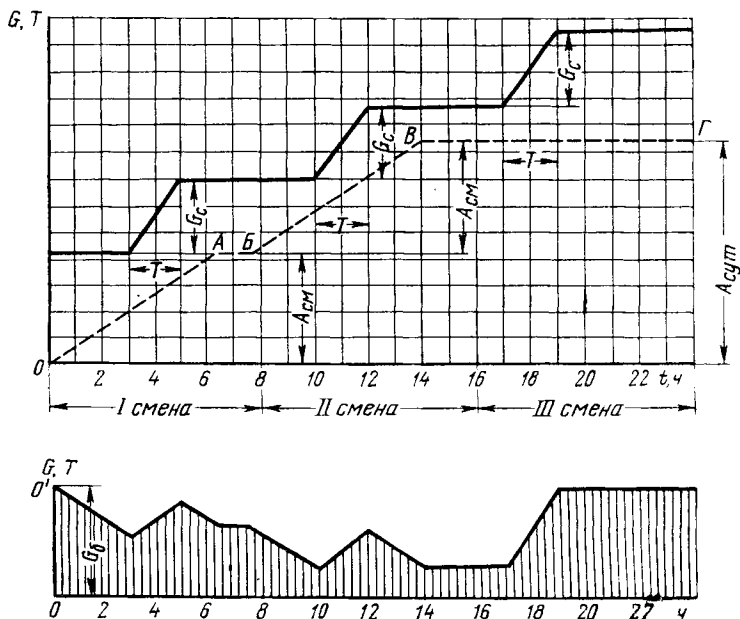


Рис. 43.9. График для определения емкости аккумулирующих устройств

Фабрика в течение первой и второй смены потребляет материал равномерно (наклонные OA и BB). Горизонтальные участки AB и BF соответствуют перерывам в работе фабрики между первой и второй сменами.

График поступления материала показывает, что в каждую из трех смен производится одна подача состава. Горизонтальные участки соответствуют периоду между подачами, а наклонные — периодам разгрузки поданной партии. T — время погрузки состава емкостью G_c . Разность ординат графиков поступления и расходования материала представляет остаток его в бункере. Наибольшая ордината графика остатков (в данном случае OO') определяет необходимую емкость бункера G_0 . По полученной емкости с учетом коэффициента заполнения ψ находят строительную емкость бункеров V_0 ; после этого по типовым конструкциям находят число ячеек и размеры приемного комплекса.

При практических расчетах график подачи составов точно не известен и он в принципе не остается постоянным, изменяется и потребление ископаемого фабрикой, поэтому практика проектирования выработала кон-

кретные нормативы емкости для различных видов горных предприятий, приводимые ниже.

А. Емкость приемных устройств углеперерабатывающих фабрик

При разгрузке вагонов через дно однопутевые приемные устройства имеют 5—6, а двухпутевые 10—12 ячеек емкостью 60—80 *T*. Длина ячеек должна соответствовать длине и ширине вагона. На практике принимают расстояние между осями ячеек равным половине длины вагона, а ширину в среднем 6 м. Емкость приемных устройств рассчитывается по формуле

$$V_0 = V_n L_p, \quad (43.1)$$

где L_p (43.8) — длина фронта разгрузки, м;
 V_n — погонная емкость бункера, $\text{м}^3/\text{м}$.

$$V_n = \frac{2G}{\gamma l_v}, \quad (43.2)$$

где G — грузоподъемность вагона, *T*;
 l_v — длина одного вагона, м.

В (43.2) принято $2G$ потому, что над одними и теми же ячейками для лучшего их заполнения обычно разгружают два вагона.

Для буроугольных фабрик, принимающих бурые угли повышенной влажности, применяются щелевые бункера. Учитывая необходимость оттаивания смерзающихся углей, емкость бункеров принимается повышенной (на одну-две смены работы). Погонную емкость одинарных щелевых бункеров принимают 30—35 *T/м*, двояных — 60—75 *T/м*. Длину бункеров принимают до 150 м. Ширину бункеров поверху определяют построением эпюры заполнения. Обычно это 6,5—8,0 м.

Емкость приемных устройств, оборудованных вагоноопрокидывателями,

$$V = \frac{G_c}{\gamma} \left(1 - \frac{Q_{\text{пит}}}{Q_{\text{оп}}} \right), \text{ м}^3, \quad (43.3)$$

где G_c — емкость состава по углю, *T*;

$Q_{\text{пит}}$ — производительность питателей и конвейеров по разгрузке бункеров, *T/ч*;

$Q_{\text{оп}}$ — производительность опрокидывателя по загрузке бункеров, *T/ч*.

Б. Емкость приемных устройств рудоперерабатывающих фабрик

Емкость приемных бункеров принимают в зависимости от организации доставки, организации работы дробильного цеха и от наибольших размеров кусков материала. Если размеры наибольших кусков превышают 400—500 мм, то устройство бункеров значительной емкости вызовет большие капитальные затраты. Поэтому при крупнокусовой руде приемный бункер устраивают по возможности малой емкости. Длина разгрузочного фронта 1—2 вагона.

По нормам технологического проектирования при большой производительности дробильного цеха, работающего синхронно с рудником, бункер проектируют на минимальную емкость, определяемую емкостью откаточного сосуда; при руде крупностью не более 400 мм и производительности до 250 *T* в сутки емкость бункера берется на 8—16-часовую производительность цеха, но не более 150 *T*; при той же крупности и производительности до 1000 *T* в сутки емкость бункера принимается на 4—8 ч работы, но не более 300 *T*.

В. Емкость погрузочных устройств

При бункерной погрузке емкость погрузочных бункеров и фронт погрузки должны обеспечивать погрузку составов в установленные сроки, а при отправке материалов маршрутными составами продолжительность погрузки одного маршрута (одной подачи вагонов) должна быть согласована с управлением железной дороги. Для предприятий угольной промышленности принимают это время не более 2 ч.

При нормальной подаче составов под погрузку емкость погрузочных бункеров определяют из условия, чтобы полезное ископаемое грузилось в вагоны без подачи на склад. Необходимая емкость погрузочных бункеров с учетом коэффициента неравномерности поступления продуктов в бункер и возможности опоздания в подаче составов

$$G_6 = k(ZG + t''Q_{cp} - t'Q_{cp}), T, \quad (43.4)$$

где k — 1,5 (для шахт и карьеров) и $k = 1,15$ (для фабрик) — коэффициент неравномерности;

Z — число вагонов в составе;

G — грузоподъемность вагона, T ;

$t' = 1,5-2$ ч — время погрузки состава;

$t'' = 2-3$ ч — возможное время опоздания в подаче состава;

Q_{cp} — средняя производительность предприятия, $T/ч$.

При наличии на горном предприятии склада емкость бункеров может быть уменьшена, при этом погрузка частично будет осуществляться через склад. Это вызовет некоторое увеличение эксплуатационных расходов, но снизит капитальные затраты. Схема может быть применена при полезном ископаемом, не боящемся дробления.

Емкость погрузочных бункеров углеобогащительных фабрик при производительностях от 1000 до 5000 T в сутки и емкостях подаваемых под погрузку партий от 330 до 2500 T соответственно изменяется в пределах 300—2000 T .

II. Определение производительности транспортных установок приемно-погрузочных комплексов

При подаче материала от приемных устройств конвейером производительность последнего находят из (2.14) при $k = 1,5$.

Для приемных устройств ограниченной емкости

$$Q = k_3 \frac{ZG}{t_p}, T/ч, \quad (43.5)$$

где $k_3 = 1,15-1,2$ — коэффициент запаса;

t_p — время разгрузки состава, ч.

При подаче материала к узлу погрузки ленточным конвейером его производительность находят из (2.14) по сменной добыче предыдущего перед погрузочным комплексом цеха.

Производительность погрузочного конвейера находят из (43.5) при подстановке времени загрузки вместо t_p , а производительность питателей принимают по производительности конвейера и числу бункеров так, чтобы обеспечить резерв производительности в 100%.

III. Определение параметров путевого развития железнодорожной станции

Основными параметрами, определяющими путевое развитие станции, является длина разгрузочного и погрузочного фронтов.

При бункерных приемных и погрузочных устройствах длина фронта разгрузки (погрузки) определяется следующими соображениями. Загрузка (или разгрузка) составов должна быть произведена за регламентируемое нормами МПС время t_n . При значительной длине прибывающих составов они разбиваются на отдельные партии. Число таких партий

$$m = \frac{t_n}{t + t_{\text{ман}}}, \quad (43.6)$$

где t — время загрузки или разгрузки партии;

$t_{\text{ман}}$ — время маневров с одной партией.

Длина фронта разгрузки (погрузки)

$$L = \frac{Z}{m} l_v, \text{ м}, \quad (43.7)$$

где Z — число вагонов в составе;

l_v — длина вагона, м.

В случае приемных устройств малой емкости длину разгрузочного фронта определяют по длине состава и количеству разгрузочных путей. Количество путей

$$n = \frac{ZG}{Qt_n}, \quad (43.8)$$

где Q — производительность разгрузочного механизма, $T/\text{ч}$.

При безбункерной погрузке длину погрузочного фронта определяют по величине неснижаемого запаса порожняка и количеству погрузочных путей.

Запас порожняка

$$Z_{\text{ваг}} = \frac{Akk_{\text{ваг}}}{rG}, \quad (43.9)$$

где A — суточная производительность, T ;

k — коэффициент неравномерности работы предприятия;

$k_{\text{ваг}}$ — коэффициент неравномерности подачи вагонов (для Карагандинского бассейна 1,1, для Донецкого и Кузнецкого бассейнов 1,25);

r — число подач составов в сутки;

G — грузоподъемность вагона, T .

Литература к гл. 43: 26, 27, 41, 61, 62, 93, 131, 169, 171.

ГЛАВА 44

СКЛАДЫ И ОТВАЛЫ

§ 44.1. СКЛАДЫ

I. Устройство складов

Склады служат для накопления и хранения грузов. Их можно классифицировать по следующим признакам:

по назначению — аварийные, оперативные, технологические; аварийные и оперативные обеспечивают нормальную работу технологической

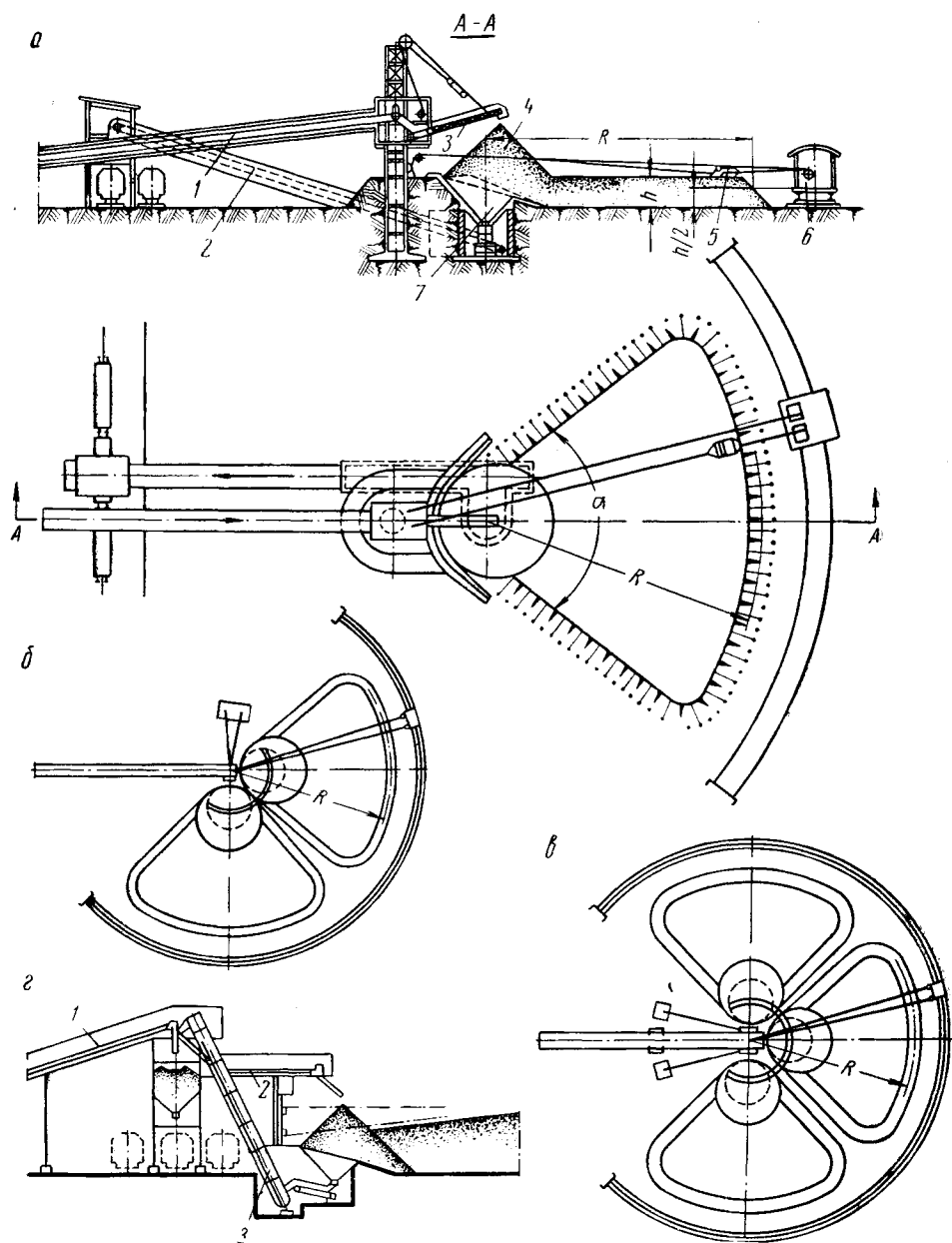


Рис. 44.1. Схемы скреперных складов:

a — склад для одного сорта угля, 1 — ленточный конвейер прямой подачи, 2 — ленточный конвейер обратной подачи; 3 — выносная стрела, 4 — первоначальный штабель, 5 — скрепер, 6 — скреперная лебедка, 7 — разгрузочный бункер; *б* — склад для двух сортов угля; *в* — склад для трех сортов угля; *г* — приемно-распределительный узел склада, оборудованный элеваторами для обратной подачи, 1, 2 — конвейеры прямой подачи, 3 — элеватор обратной подачи.

цепочки при нарушении работы одного из звеньев транспорта; простои могут носить длительный характер, как например прекращение навигации на зимний период, или кратковременный, например во время ремонта пути, отсутствия порожняка и т. п.; технологические склады органически входят в процесс переработки полезного ископаемого, как например усреднительные склады;

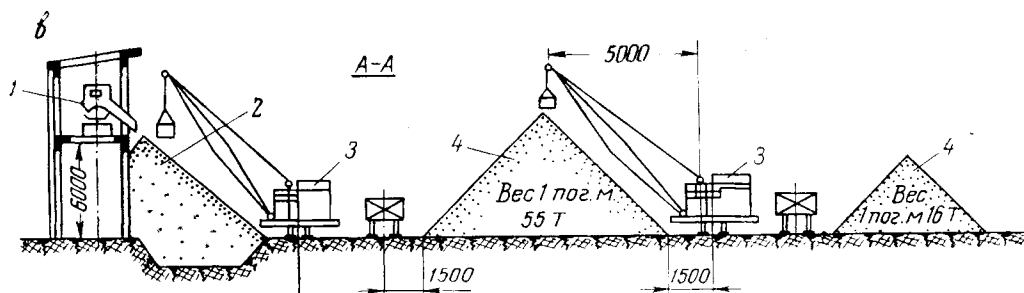
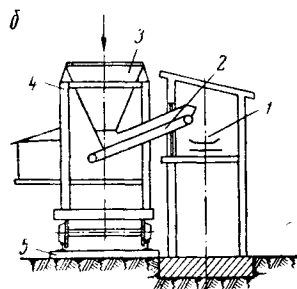
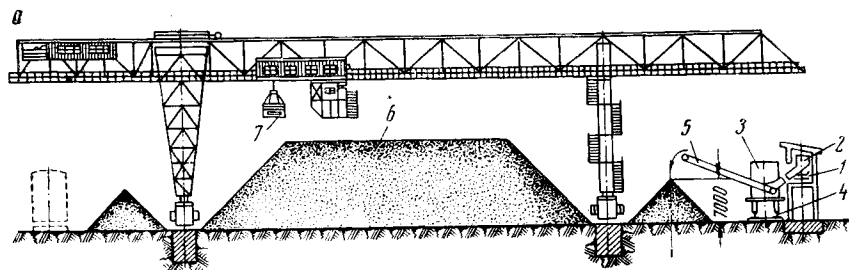


Рис. 44.2. Грейферные склады:

а — с мостовым грейферным перегружателем, 1 — конвейер прямой подачи, 2 — разгрузочная теленка, 3 — самоходный штабелер, 4 — рельсовый путь, 5 — поворотный мостовой конвейер, 6 — основной штабель, 7 — грейфер; б — оборудование узла обратной подачи (вариант с конвейером), 1 — конвейер обратной подачи, 2 — погрузочный конвейер, 3 — приемный бункер, 4 — самоходный погрузчик, 5 — рельсовый путь; в — склад со стреловыми грейферными кранами, 1 — конвейер прямой подачи, 2 — первичный штабель, 3 — стреловой грейферный кран, 4 — штабель

по месту в технологической цепи — приемные склады сырья, промежуточные склады, склады готового продукта;
по строительному оформлению — закрытые, открытые;
по форме штабеля — плоские, хребтовые;
по роду полезного ископаемого — угольные, рудные;
по характеру применяемого оборудования — скреперные, грейферные, конвейерные, рельсовые и др.

При складировании полезного ископаемого выполняют следующие операции:

- а) подачу грузов на склад производят механизмами прямой подачи;
- б) распределение груза по складу и сбор его к одному месту для отгрузки со склада производят распределительными механизмами;
- в) подачу грузов со склада производят механизмами обратной подачи.

Ниже дано описание некоторых наиболее распространенных складов.

Скреперный (рис. 44.1) открытый склад имеет плоский штабель (один или несколько) секторной формы.

При загрузке ископаемое подают в первичный штабель, из которого скрепером распределяют по складу. Для разгрузки склада скрепер разворачивают на 180° и стаскивают ископаемое к разгрузочному бункеру, из которого ленточным конвейером или элеватором подают на пункт погрузки железнодорожных вагонов.

Скреперные склады получили преимущественное распространение на угольных шахтах и обогатительных фабриках.

В складах с мостовыми перегружателями (рис. 44.2, а) прямую и обратную подачу производят либо в железнодорожных вагонах, либо ленточными конвейерами.

Материал с подающего конвейера перегружается в воронку передвижного штабелера 3, поворотным ленточным конвейером 5 разгружается в первичный штабель и мостовым грейферным краном распределяется по всей длине склада. Этим же краном производится погрузка материала в вагоны обратной подачи.

Достоинство складов: высокая производительность, простота обслуживания, возможность автоматизации большинства процессов. Недостаток: большие капитальные затраты. Область применения — предприятия большой производительности в рудной промышленности.

В складе с грейферными кранами (рис. 44.2, в) ископаемое подается на склад ленточным конвейером и с помощью разгрузочной тележки разгружается в приемный штабель 2. Грейферный кран стрелового типа (в данном случае на рельсовом ходу) перемещает материал в основной штабель 4 или при наличии порожняка загружает его в вагоны. Другим грейферным краном материал перегружается в дополнительный штабель (при заполнении основного) или погружается в вагоны.

Эстакадные склады (рис. 44.3, а, б) получили свое наименование от эстакады, с которой происходит загрузка склада. По эстакаде установлен механизм прямой подачи. Это в большинстве случаев челноковый ленточный конвейер, с двухбарабанной разгрузочной тележкой или плужковым сбрасывателем, реже — вагонетки. Конструкция склада не требует распределительного механизма, распределение происходит при помощи механизма прямой подачи по фронту склада.

Эстакадные склады располагают вдоль железнодорожного пути для удобства разгрузки непосредственно в вагоны.

Для разгрузки применяют экскаваторы (рис. 44.3, а, б), погрузочные машины с хвостовыми конвейерами, скреперные установки и др. Достоинства: относительная простота, малая трудоемкость обслуживания. Недостатки: ограниченная емкость, повышенное крошение материала. Основная область применения — склад концентрата на железорудных обогатительных фабриках, склад руды на шахтах, реже — угольный склад.

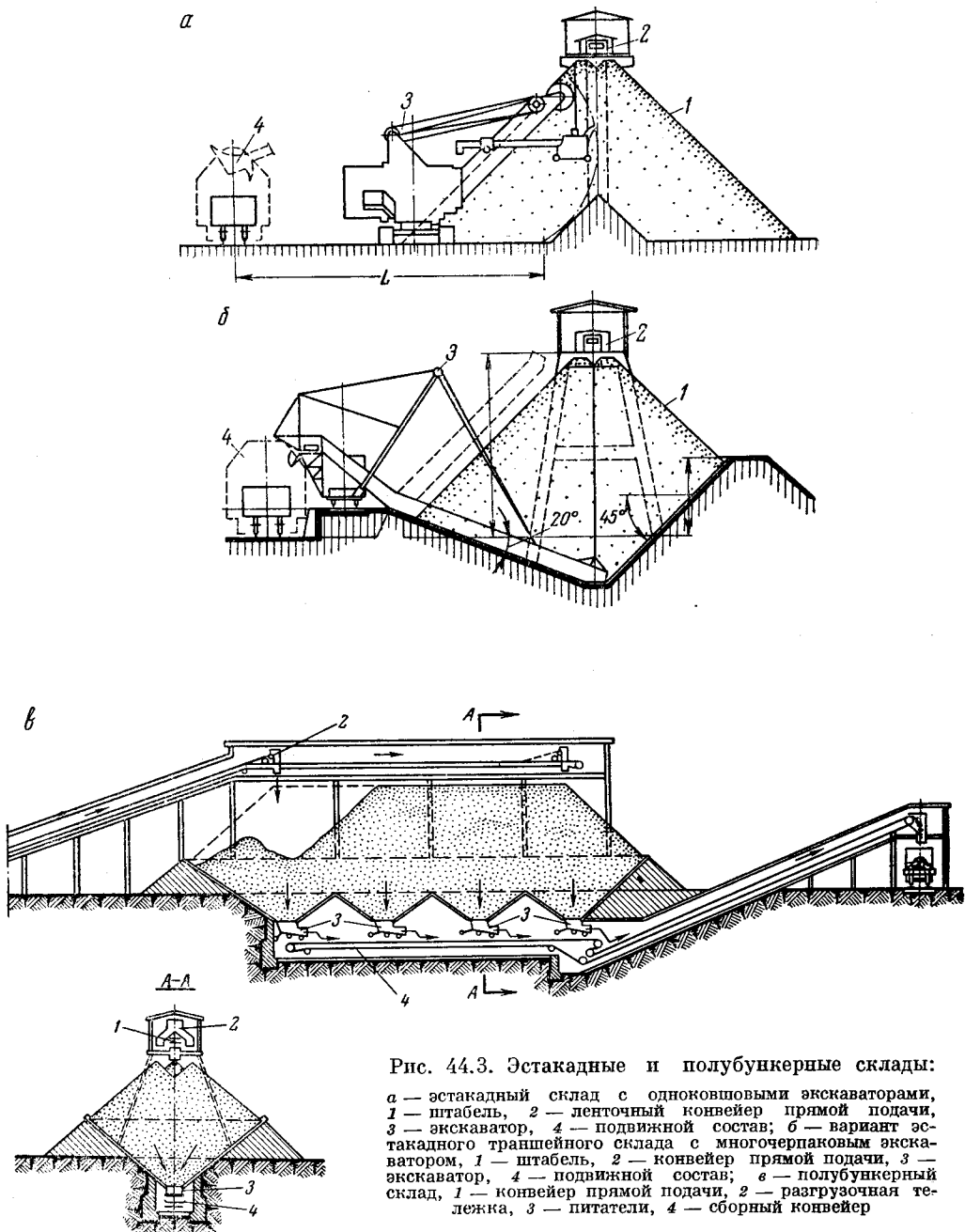


Рис. 44.3. Эстакадные и полубункерные склады:

а — эстакадный склад с одноковшовыми экскаваторами, 1 — штабель, 2 — ленточный конвейер прямой подачи, 3 — экскаватор, 4 — подвижной состав; *б* — вариант эстакадного траншейного склада с многочерпаковым экскаватором, 1 — штабель, 2 — конвейер прямой подачи, 3 — экскаватор, 4 — подвижной состав; *в* — полубункерный склад, 1 — конвейер прямой подачи, 2 — разгрузочная тележка, 3 — питатели, 4 — сборный конвейер

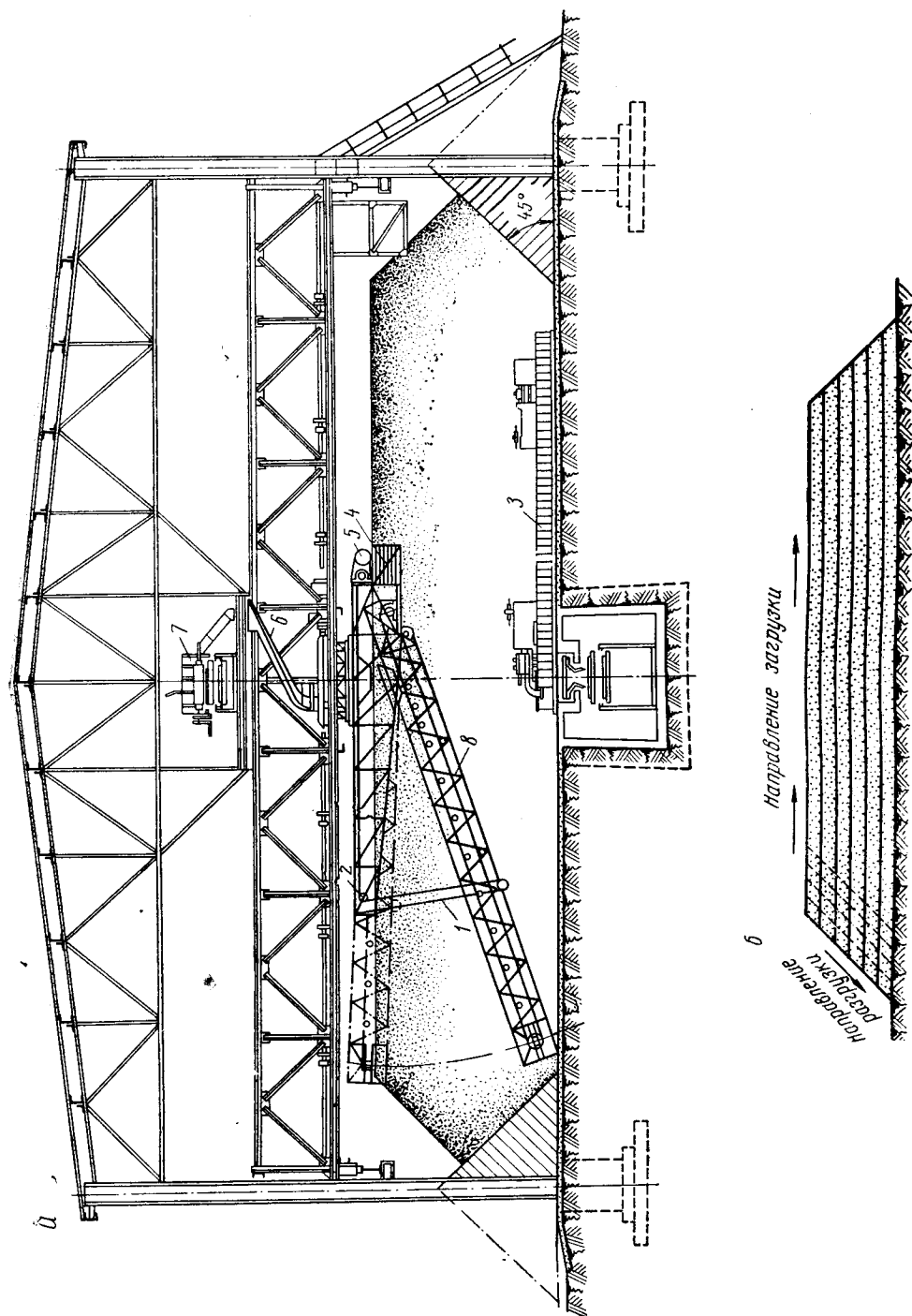
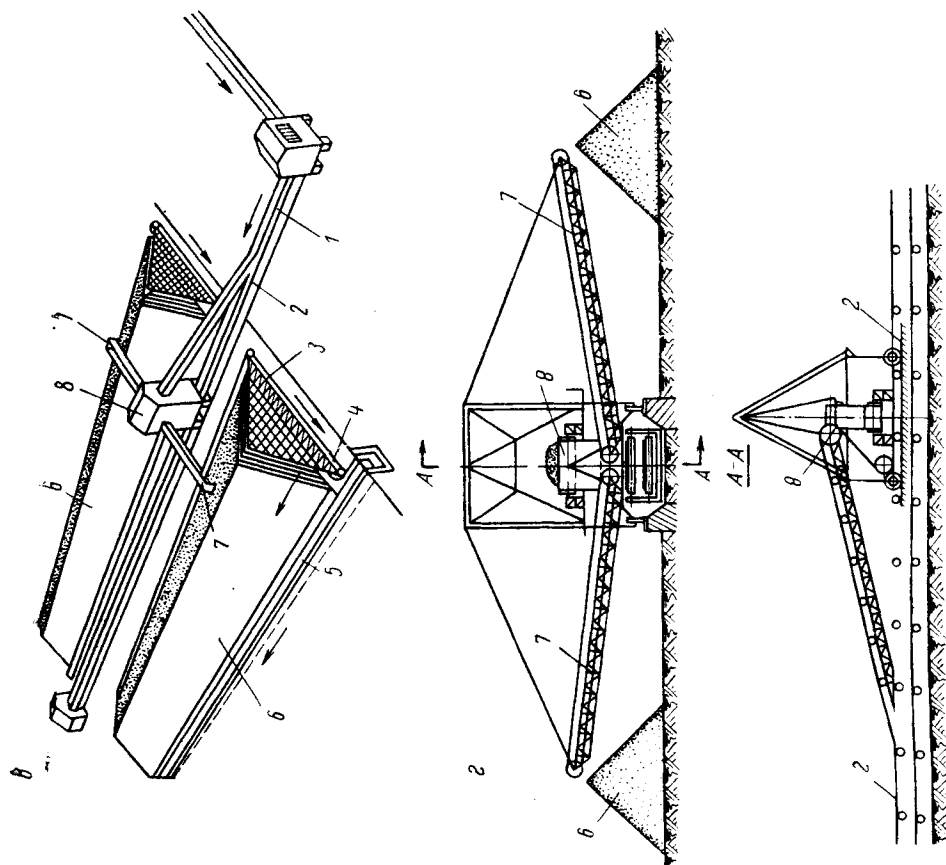


Рис. 44.4. Специализированные склады:

а — склад брикетов, 1 — канаты, 2 — шквы, 3 — лопастной погрузчик, 4 — рама конвейера, 5 — лебелка, 6 — винтовой спуск, 7 — конвейер прямой подачи, 8 — разгрузочная стрела; б — схема загрузки и разгрузки усреднительного склада; в — общий вид усреднительного склада, 1, 2 — конвейеры прямой подачи, 3 — смеситель (борона), 4 — скребковый конвейер, 5 — трапезный ленточный конвейер, 6 — штабелер, 7 — консольные подъемные разгрузочные конвейеры, 8 — лагубаранное передвигное обрамляющее устройство, 2 — общий вид лагубаранного передвигного укладчика с консольными конвейерами



Полубункерный склад (рис. 44.3, *в*) — это эстакадный склад, днище которого выполнено в виде ряда воронок или в виде траншеи. Разгрузка производится на ленточный конвейер, расположенный в траншее под полубункером. Для сыпучих материалов возможен выпуск непосредственно через затворы на конвейер. Для прочих материалов применяют различные типы питателей. Достоинства: автоматичность работы; возможность устройства закрытого склада. Недостаток: большие капитальные вложения. Основная область применения — складирование хорошо сыпучих материалов при большой производительности.

В складах угольных брикетов (рис. 44.4, *а*) стремятся предотвратить крошение брикетов. Брикеты подаются на склад ленточным конвейером, с которого при помощи сбрасывателя и винтового спуска *б* передаются на распределительный конвейер *8*, имеющий возможность передвигаться вместе с передвижной платформой *4*. Подъем и опускание конвейера производится лебедкой при помощи тросов *1*. Обратная подача осуществляется на ленточный конвейер специальными погрузчиками *3*.

В усреднительных складах (рис. 44.4, *б, в*) обеспечивают смешивание и усреднение ископаемого определенным порядком загрузки и разгрузки склада.

II. Расчет складов

Постановка задачи. Дано: *A* — сменная производительность предприятия, *T*; режим работы (длительность и число смен); характеристика груза (насыпной вес, самовозгораемость и пр.); характеристика транспорта обслуживающего склад. Требуется выбрать тип склада, определить его емкость и размеры, выбрать оборудование.

Свойства ископаемого определяют, какой должен быть склад, — закрытый или открытый, и форму штабеля (для углей принимают плоские штабели, что связано с самовозгоранием); взаимное расположение склада и предприятия определяет способ прямой подачи, а вид внешнего транспорта и сопряжение его со складом — способ обратной подачи.

Наметив несколько вариантов складов, производят выбор на основе технико-экономического сравнения вариантов.

Емкость склада определяется нормативами для данного горнодобывающего района (обычно 5—15-суточная добыча).

Объем штабеля

$$V = \frac{G_{\text{скл}}}{\gamma \psi}, \text{ м}^3, \quad (44.1)$$

где $G_{\text{скл}}$ — емкость склада, *T*;

γ — насыпной вес, *T/м*³;

$\psi = 0,8\text{--}0,9$ — коэффициент заполнения штабеля.

Высоту штабеля принимают для угля 2,5—10 м в зависимости от самовозгораемости, для руд высота не ограничивается, но обычно не более 12—15 м. Для полубункеров отметка траншеи берется с учетом уровня грунтовых вод (обычно 6—7 м).

Для секторных складов угол сектора 60—120° (редко до 180°); радиус до 100—120 м. Для эстакадных складов высоту эстакады принимают на 0,5—1 м выше штабеля.

Расчетную производительность оборудования прямой и обратной подачи принимают равной расчетной производственной мощности предприятия. Если склад разгружается непосредственно в железнодорожные

вагоны, то среднюю производительность оборудования обратной подачи (по разгрузке склада) находят из

$$Q = \frac{G_c}{t_{\text{пор}}}, T/\text{ч}, \quad (44.2)$$

где G_c — грузоподъемность состава, подаваемого под погрузку, T ;
 $t_{\text{пор}}$ — время погрузки, ч.

§ 44.2. ОТВАЛЫ

1. Устройство отвалов

Отвалы служат для складирования породы, выдаваемой из шахт или с обогатительных установок. Комплекс механизмов и сооружений, предназначенных для этой цели, именуется отвальным или хвостовым хозяйством. Отвалы можно классифицировать по следующим признакам:

по способу компоновки — высотные, образуемые на ровной местности, что захламляет поверхность, уничтожая пригодную для сельского хозяйства почву; глубинные, использующие овраги, балки, долины, заброшенные карьеры и т. п. углубления;

по виду оборудования — конвейерные; рельсовые; с подвесными канатными дорогами; с автомобильным транспортом; с гидротранспортом;

по форме штабеля — плоские; хребтовые; конические; коноидальные.

Конвейерные отвалы (рис. 44.5, а) имеют форму коноида. Последний конвейер *б* выполняется на единой раме и по мере нарастания отвала выдвигается вперед по специальным направляющим.

Конвейерные отвалы обладают большой производительностью, но вследствие сложности механического оборудования получили сравнительно малое распространение.

Для коноидальных рельсовых отвалов (террикоников) (рис. 44.5, б) используют саморазгружающиеся вагонетки (емкостью 1—1,5 м³) или скипы (емкостью 2—2,5 м³). В зависимости от производительности устраивают одно- или двухколейные рельсовые пути. Для перемещения сосудов применяют одно- или двухбарабанные лебедки. По мере заполнения отвала концевая ферма передвигается вперед при помощи домкрата или лебедки. Достоинства: простота конструкции, малые капитальные затраты, возможность автоматизации. Существенные недостатки: тяжелый и малопроизводительный труд при ремонте рельсового пути, корящегося при оседании отвала, сложность передвижки концевой фермы, возможность взрыва терриконика.

Рельсовые отвалы могут иметь плоскую или коноидальную форму. Плоские отвалы образуют, как правило, при использовании вагонов нормальной колеи при групповом обслуживании нескольких горных предприятий (рис. 44.6, а).

По мере развития отвала путь переносится параллельно самому себе или веерообразно. Для образования отвалов могут использоваться подвесные канатные дороги маятникового и кольцевого типов соответственно для малой и большой производительности.

При разгрузке вагонеток передвижным отбойным устройством в одном или нескольких пролетах дорог получают хребтовые отвалы — однопролетный, двухпролетный и т. д. (рис. 44.6, б, в). Для образования большей площади отвала изменяют трассу дороги, получая однолучевой отвал,

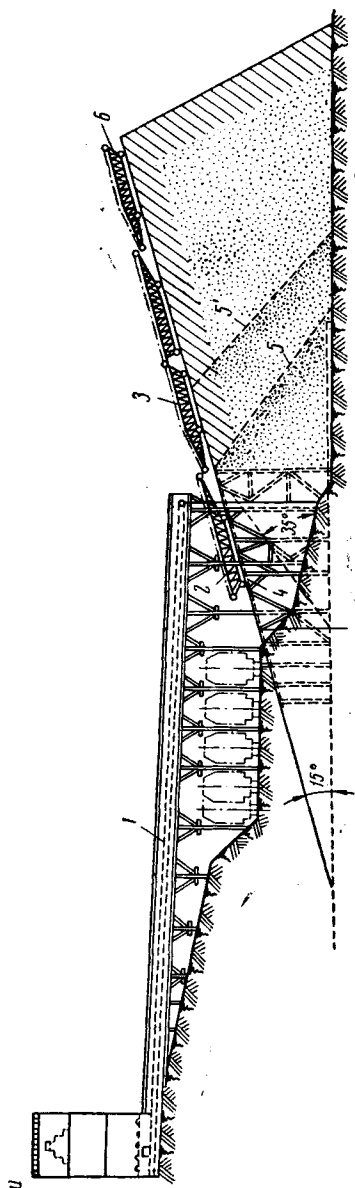
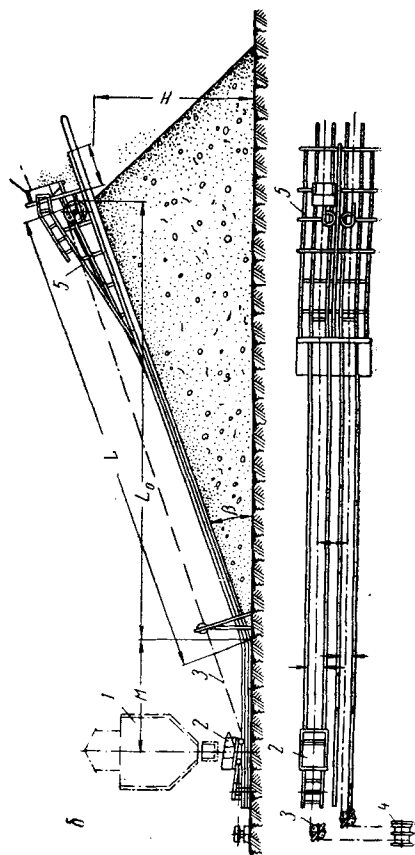


Рис. 44.5. Коноидальные отвалы:

а — конвейерный отвал, 1 — конвейер прямой подачи, 2, 3 — ленточные конвейеры, 4 — направляющие, 5, 5' — последовательные поперечные откосы, 6 — концевой конвейер; б — рельсовый отвал, 1 — бункер, 2 — скип, 3 — канат, 4 — лебедка, 5 — разгрузочная ферма



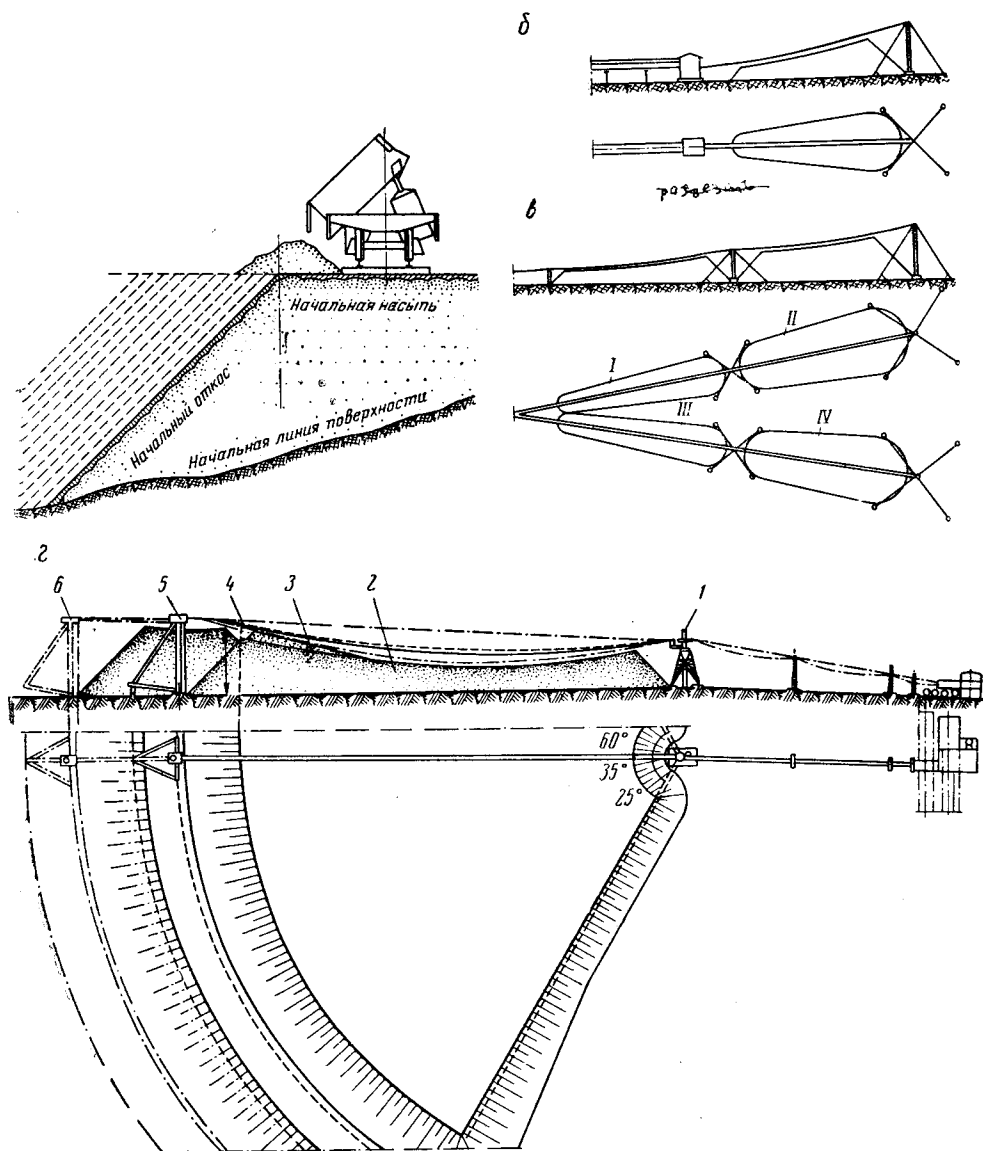


Рис. 44.6. Отвалы железнодорожные и с подвесными канатными дорогами:

а — схема развития железнодорожного отвала; б — однопролетный однолучевой отвал; в — двухпролетный двухлучевой отвал; г — отвал секторной формы с передвижной концевой опорой, 1 — поворотная опора, 2 — отвал, 3 — тяговый канат, 4 — несущий канат, 5 — передвижная концевая опора, 6 — ее положение по мере развития отвала

Практика эксплуатации отвалов шахт и обогатительных фабрик показала, что широко применяющиеся в настоящее время хребтовые и (особенно) рельсовые коноидальные отвалы устарели, перестали удовлетворять производство из-за малой производительности, недостаточной емкости, низкого уровня механизации, низких санитарно-гигиенических условий, загрязнения воздуха и опасности взрыва. Последняя объясняется значительным содержанием горючих веществ в выдаваемой породе и хорошей воздухопроводимостью отвалов, особенно в нижней их части, где из-за сегрегации скапливается крупнокусовой материал. Начинается горение, и скапливающиеся газы, а также пары просачивающейся сверху воды взрывают отвал.

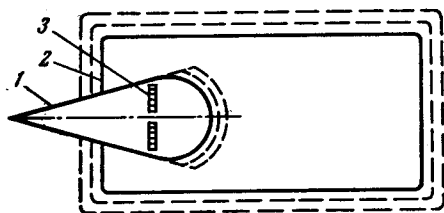
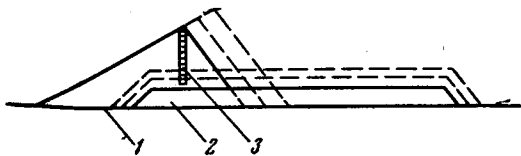


Рис. 44.8. Отвал комбинированной формы:

1 — коноидальный отвал; 2 — плоский отвал; 3 — желоба для спуска породы

По существующим нормам, размеры защитной зоны у эксплуатируемого отвала должны составлять не менее 100 м при высоте отвала до 60 м, 150 м — при высоте от 60 до 80 м и 200 м — при большей высоте. Для хвостовых частей отвала удаление промышленных зданий должно быть не менее 20 м. Меньшая величина допускается для зданий, входящих в породный комплекс.

Для вновь закладываемых отвалов удаление от зданий общего назначения должно быть не менее 500 м, промышленных, не связанных с эксплуатацией отвала, — не менее 200 м, для сооружений, не связанных с постоянным пребыванием людей (типа железных и шоссейных дорог, трубопроводов и пр.), не менее 100 м. Вход людям в защитную зону запрещен, что должно быть обозначено стоящими через 50 м надписями.

Доказана высокая эффективность образования групповых централизованных отвалов. При этом стоимость отвалообразования снижается в 6—8 раз, а производительность труда повышается в 8—14 раз (см. § 52.2).

Вновь закладываемые отвалы должны иметь плоскую или комбинированную форму (рис. 44.8), для отвалов другой формы необходимо специальное разрешение.

При образовании отвалов комбинированной формы первоначально образуют коноидальный отвал высотой до 20—25 м, затем вокруг него слоями не более 1 м — плоский, затем высоту коноида доводят опять до 20—25 м над уровнем плоского отвала и т. д. Формирование отвала заканчивается его планировкой в плоский.

Основными мероприятиями по предупреждению самовозгорания отвала являются: уменьшение горючих веществ в породе, дробление ее до крупности 50 мм, послойное складирование в отвалы плоской формы с уплотнением слоев и образованием промежуточных негорючих слоев

мощностью 0,2—0,3 м, смыв мелких фракций сверху с целью заилочки нижней части отвала и т. д.

Централизованные плоские отвалы можно покрывать грунтом и озеленять, что повысит эстетику и улучшит санитарно-гигиенические условия промышленных районов.

II. Расчет отвалов

Постановка задачи аналогична расчету складов (§ 44.1). Общее количество породы, подлежащей размещению в отвал за весь срок службы отвала (объем отвала),

$$V_o = \frac{A(P - P_1)n}{100\gamma}, \text{ м}^3, \quad (44.3)$$

где A — годовая производственная мощность шахты, T ;

P — процент содержания породы;

P_1 — процентное количество породы, оставляемой в шахте или используемой для нужд народного хозяйства;

n — срок службы отвала, лет;

γ — насыпной вес породы, $T/\text{м}^3$ (обычно 1,4—1,8 $T/\text{м}^3$).

По заданной емкости определяют геометрические размеры отвала. Часовая производительность отвальной транспортной установки

$$Q = \frac{kV_o}{nm_1m_2t_o}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (44.4)$$

где $k = (2—1,5)$ — коэффициент неравномерности выдачи породы;

m_1 — число рабочих дней в году;

m_2 — число смен по отгрузке породы в сутки;

t_o — число часов работы отвальной установки в смену.

Высота отвала должна проверяться с учетом устойчивости откосов и несущей способности оснований.

Литература к гл. 44: 26, 27, 61, 62, 93, 105, 106, 131, 171

УЗЛЫ СОПРЯЖЕНИЯ СРЕДСТВ КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА

ГЛАВА 45

СТАНЦИИ И РАЗМИНОВКИ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА КАРЬЕРОВ

§ 45.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Принципиальные схемы сети карьерных путей показаны на рис. 45.1.

В схеме *a* ископаемое и порода транспортируются на поверхность по общим выездным путям, которые могут быть двухпутевыми. В схеме *б* потоки разделены, но она требует значительных объемов горных работ и применяется для неглубоких карьеров.

Элементами схем являются главные откаточные пути; погрузочные забойные пути; разгрузочные отвальные пути; погрузочно-разгрузочные станции обогатительных фабрик ПРСФ (рассмотрены в § 43.5); станции примыкания СМ к магистральным путям МПС; распределительные станции С; станции «породные» СП или «угольные» («рудные») СУ; разминовки (разъезды) Р; посты регулирования движения П (блок-посты, примыкания, пересечения и др.). Всю сеть можно также разделить на перегоны и отдельные пункты, к которым относятся посты, разъезды и станции.

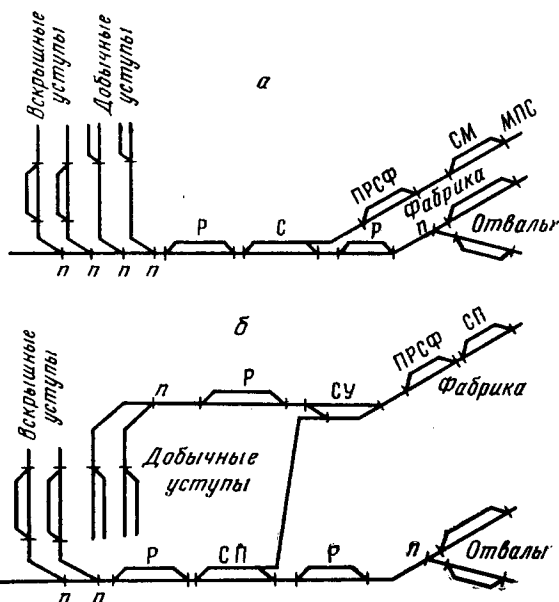


Рис. 45.1. Принципиальные схемы путевого развития карьеров:

a — совмещенный транспорт породы и ископаемого;
б — раздельный транспорт породы и ископаемого

§ 45.2. ГЛАВНЫЕ ОТКАТОЧНЫЕ ПУТИ И ПОСТЫ

В зависимости от конфигурации трассы путей в пределах контура карьера различают пять основных систем главных откаточных путей: тупиковая (*a*), спиральная (*б*), кольцевая (*в*), петлевая (*г*) и смешанная (*д*) — (рис. 45.2).

Тупиковые схемы применяют при крутом падении залежи полезного ископаемого и небольших размерах карьерного поля по простиранию. Тупики располагают обычно на нерабочем борту и ведут горные работы в направлении от лежащего к висячему боку. По условиям пропускной способности предпочтительнее схемы с телескопическими тупиками — «один в другой» (рис. 45.3), исключающие скрещение поездов.

Спиральную схему применяют при крутом падении залежи при размерах поля, достаточных для вписывания рельсовых путей без разноса бортов карьера. При отработке карьера на всю глубину такие случаи весьма редки, поэтому применяют смешанную схему — спирально-тупиковую и др.

Кольцевую схему применяют при отработке неглубоких пологих месторождений и больших размерах карьерного поля. Отличается простотой и высокой пропускной способностью.

Петлевая схема находит применение на мощных месторождениях с глубоким залеганием при большой площади карьерного поля.

Количество главных откаточных путей определяют расчетом (§ 45.5).

Главные пути имеют посты. Пост — раздельный пункт, не имеющий путевого развития, устраиваемый на перегонах для разделения их на блок-участки (с целью повышения пропускной способности) или в пунктах примыкания забойных и отвальных путей — (рис. 45.4).

Пункты, через которые должна проходить трасса путей, определяются совокупностью топографических, геологи-

ческих, строительных, экономических и других факторов.

Обычно трассу вводят в контур карьера с торца и в пониженных местах рельефа поверхности с целью наибольшего использования простирания карьерного поля и сокращения горностроительных работ. При назначении трассы учитывают также необходимость расположения на устойчивом основании, стационарность размещения станций на поверхности, протяженность соединительных путей.

Основными параметрами трассы являются: величина руководящего подъема, разность высотных отметок начала и конца трассы, минимальные радиусы криволинейных участков, теоретическая и действительная длина, число и конструкция пунктов примыкания горизонтальных путей к наклонным.

Теоретическая длина трассы (наклонной траншеи) L_r определяется глубиной ее заложения и величиной уклона i :

$$L_r = \frac{1000H}{i}. \quad (45.1)$$

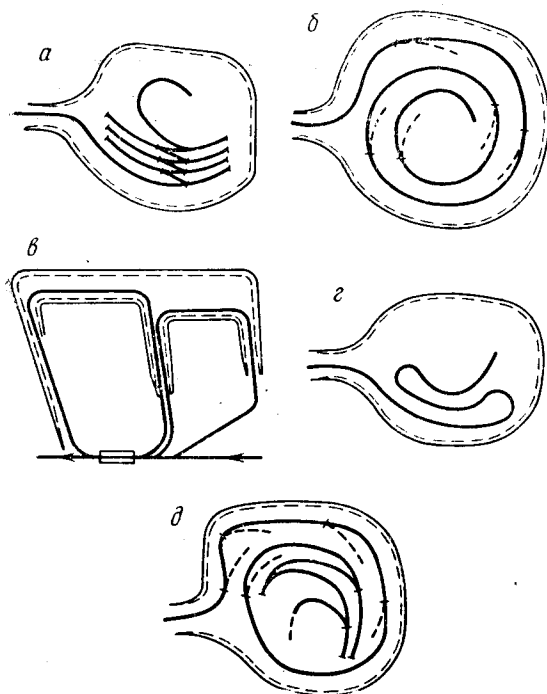


Рис. 45.2. Схемы главных откаточных путей

Действительная длина трассы для железнодорожного транспорта больше теоретической вследствие уменьшения уклона на кривых участках примыкания траншей к рабочим горизонтам.

При приближенных расчетах удлинение трассы учитывает коэффициент удлинения k_t , который характеризуется отношением действительной длины трассы L_d к теоретически определенной по формуле

$$k_t = \frac{L_d}{L_t},$$

отсюда $L_d = k_t L_t. \quad (45.3)$

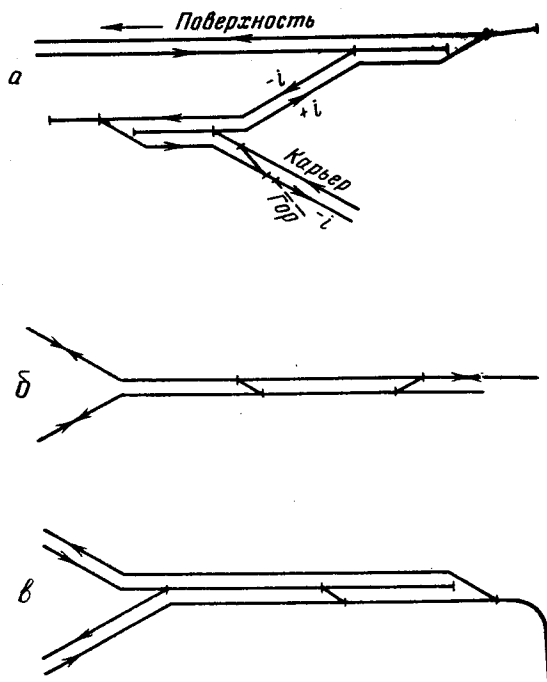


Рис. 45.3. Схемы тупиковых заездов:
а — с телескопическими тупиками; б, в — одно-
путного и двухпутного с примыканием рабочих
горизонтов с одной стороны

При внешних траншеях $k_t = 1,1-1,2$; при внутренних $k_t = 1,2-1,6$.

Величину максимального уклона (подъема) на кривых определяют по выражению

$$i_k = i_p - w_k, \text{ } ^0/\text{ }_{00}, \quad (45.2)$$

где i_p — руководящий уклон;

w_k — дополнительное сопротивление движению поезда на кривых.

Участки примыкания l_u капитальных траншей к рабочим горизонтам карьера устраивают по-разному, в зависимости от конкретной горнотехнической обстановки.

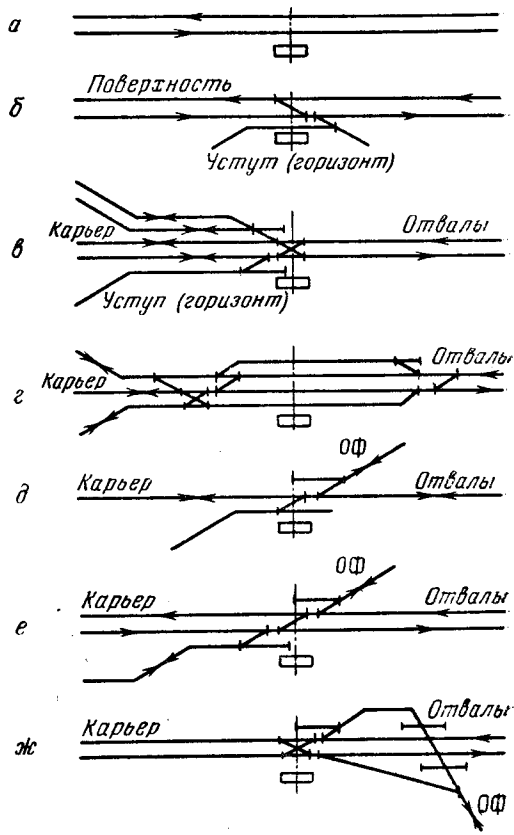


Рис. 45.4. Примеры схем постов:

а — блок-пост на перегоне; б — примыкания
однопутевого участка к двухпутному в карье-
ре при работе одного-двух экскаваторов на
горизонте; в — примыкания к двухпутному
участку; г — примыкания с путевым разви-
тием четырех однопутевых участков к двух-
путному; д — пересечения однопутевых с
предохранительными тупиками со стороны
пересечения второстепенного пути; е — двух-
путного с однопутевым в двух направлениях;
ж — двухпутного с однопутевым при устрой-
стве путепровода

Длина участков примыкания l_n (рис. 45.5) складывается из длины стрелочного перевода и длины поезда с запасом на точность его установки (обычно 15 м) и достигает 150—250 м в зависимости от ширины колеи.

Примыкание на горизонтальных площадках (рис. 45.5, а) имеет наибольшее применение. Оно просто в конструктивном отношении

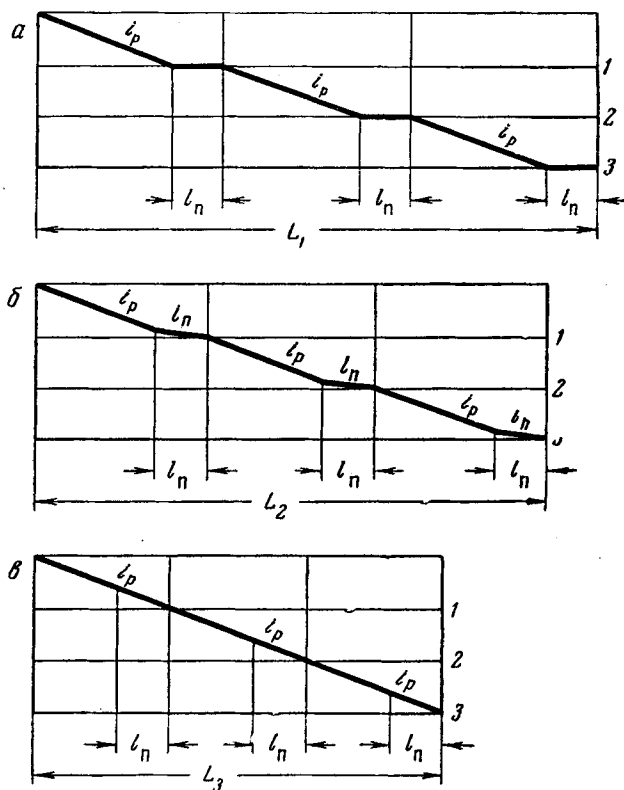


Рис. 45.5. Схемы примыкания забойных (соединительных) путей к путям капитальных траншей:

а — на горизонтальных площадках; б — на смягченном уклоне; в — на руководящем уклоне; 1, 2, 3 — рабочие горизонты карьера

и обладает примерно теми же преимуществами, что и примыкание на смягченном уклоне. Коэффициент удлинения трассы при этом наибольший: $k_t = 1,40—1,60$.

Примыкание на смягченном уклоне i_n (рис. 45.5, б) обеспечивает нормальное трогание поезда с места, грузоподъемность которого определена условиями равномерного движения на руководящем подъеме; $k_t = 1,25—1,30$.

Величина смягченного уклона участков примыкания обычно принимается

$$i_n = (0,50 - 0,60) i_p,$$

Примыкание на руководящем уклоне i_p (рис. 45.5, в) позволяет получить наименьшую длину трассы откаточного пути L_3 , поскольку $k_t =$

$= 1,05—1,20$; объем горнокапитальных выработок минимальный. Однако грузоподъемность поезда при этом будет наименьшей, поскольку последнюю устанавливают из условий трогания с места груженого поезда на руководящем подъеме. Подобная трасса может найти применение в условиях глубоких карьеров.

§ 45.3. ЗАБОЙНЫЕ И ОТВАЛЬНЫЕ ПУТИ

Выбор схемы забойных путей зависит от числа и типа экскаваторов на уступе, длины фронта и полезного веса состава (рис. 45.6).

Основная задача — быстрый обмен поездов. Наиболее проста однопутевая тупиковая схема (рис. 45.6, а), при которой обмен поездов производят на раздельном пункте, расположенном в начале пути. Применяется для обслуживания одного экскаватора. Среднее время обмена составов

$$t_{06} = \frac{0,06 (2l + l_{\phi})}{v_{cp}} + \tau_c, \text{ мин}, \quad (45.4)$$

где l — расстояние от раздельного пункта до начала фронта работы экскаватора, м;

l_{ϕ} — длина фронта работы, м;

v_{cp} — средняя скорость движения по соединительным и забойным путям, км/ч;

τ_c — 2—3 мин — время сношения поездов.

Время обмена сокращается при схемах с переносным разъездом (рис. 45.6, б) или тупиком, где ожидает порожняковый состав;

$$t_{06} = \frac{0,06 (l + 0,5l_{\phi})}{v_{cp}} + \tau_c, \text{ мин}, \quad (45.5)$$

Схемы по рис. 45.6, в, г, ж целесообразны при разделении пути на блок-участки. Длина блок-участка $l_{б.у} \approx 300$ м, порожняковый поезд ожидает у двухзначного светофора. Время обмена

$$t_{06} = \frac{0,06 l_{б.у}}{v_{cp}} + \tau_c, \text{ мин}. \quad (45.6)$$

При двух экскаваторах на уступе и схеме по рис. 45.6, з

$$t_{06} = \frac{0,06 (l + 0,5l'_c + 0,5l''_c)}{v_{cp}} + \tau_c, \text{ мин}, \quad (45.7)$$

где l'_c и l''_c — длины блоков первого и второго экскаваторов; для схемы по рис. 45.6, е.

$$t_{06} = \frac{0,06 (l + 0,5l'_c + 0,25l''_c)}{v_{cp}} + \tau_c, \text{ мин}. \quad (45.8)$$

Для многоковшовых экскаваторов, которые могут осуществлять погрузку на двух путях, желательна непрерывная подача поездов поочередно по каждому пути (рис. 45.6, з, и, к). При этом $t_{06} = 0$.

При проходке капитальных и разрезных траншей схему (рис. 45.7) выбирают на основе технико-экономических расчетов, учитывающих параметры траншеи, изменение производительности экскаваторов при различных схемах, объем путевых работ и др.

При расположении путей на подошве выработки к экскаватору подводят один или два (рис. 45.7, а) погрузочных тупиковых пути. По мере подвигания забоя путь наращивают звеньями небольшой длины. В тупики под загрузку думпкары устанавливают по одному, поэтому состав на

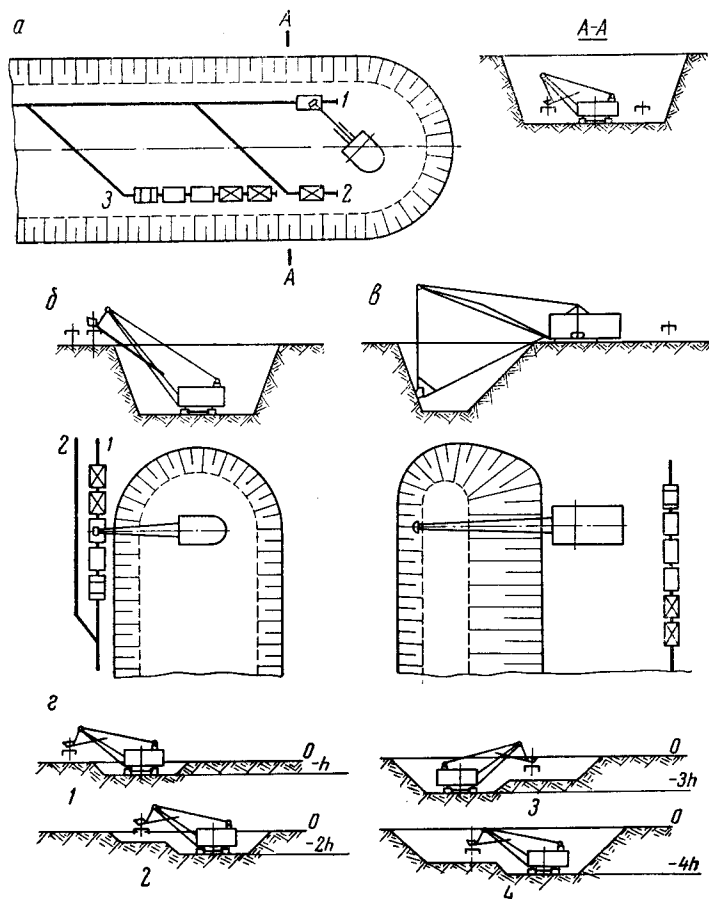


Рис. 45.7. Схемы путевого развития при проходке траншей:

а — сплошным забоем с нижней погрузкой, 1, 2 — погрузочные тупики, 3 — выставочный тупик
 б — сплошным забоем с верхней погрузкой, 1 — забойный путь, 2 — переносный тупик для обмена поездов; в — драглайном с раздельным пунктом у начала пути; г — послойно, 1, 2, 3, 4 — поочередные положения пути при последовательной отработке заходок

поверхности или в траншее расформировывают. Для производства маневровых операций укладывают выставочный тупик или обменный пункт более сложной конструкции.

При использовании мехлопат с удлиненным рабочим оборудованием (рис. 45.7, б) или драглайнов (рис. 45.7, в) пути располагают в более благоприятных условиях — на кровле уступа. Поезд загружают целиком и обменивают на раздельном пункте у забоя или у начала пути.

При послойной проходке траншеи для каждого слоя применяют обычно схему путей по рис. 45.7, б или 45.7, в, реже — по рис. 45.7, а и др. Когда очередная заходка пройдена на всю длину траншеи, пути

переносят на подошву этой заходки. Если проходку производят в нескольких заходках одновременно, то в каждой укладывают самостоятельные пути. Опережение работ в смежных заходках должно быть достаточным для раздвижения состава.

Схема путей отвального хозяйства (рис. 45.8) зависит от производительности отвала, развития работ (одностороннее или двустороннее),

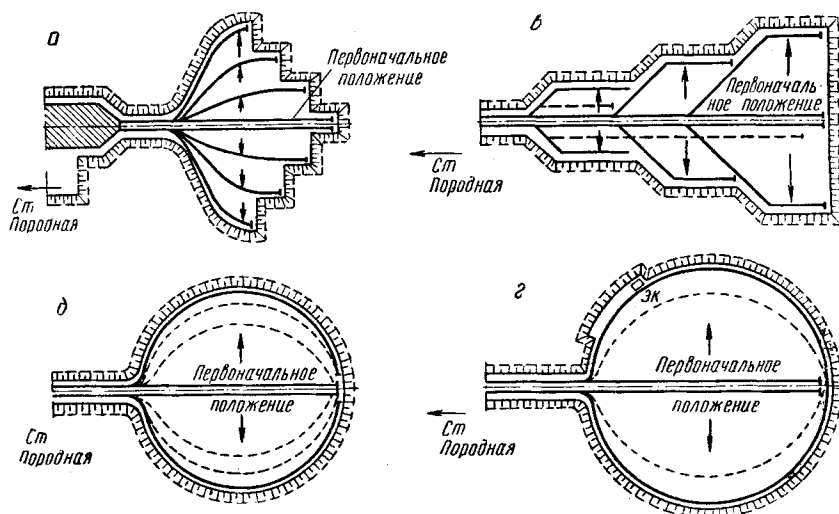


Рис. 45.8. Схемы путевого развития на отвалах:

а — тупиковая при всерном способе плужного отвалообразования; б — то же, но с криволинейным развитием отвалов; в — то же, но при одноковшовых экскаваторах; г — преимущественно при применении отвалообразователей

вида механизации отвалообразования. При плужном отвалообразовании удаление отвалов от станции «Породная» не должно превышать 600—900 м; при экскаваторном отвалообразовании — определяется расчетом из условия непрерывной работы экскаватора.

§ 45.4. РАЗЪЕЗДЫ И СТАНЦИИ

Разъезд — раздельный пункт с путевым развитием, служащий для скрещения и обгона поездов на однопутевых линиях (рис. 45.9).

Длина разъезда (рис. 45.9, а)

$$l_p = l_n + 2l_0 + 15, \text{ м}, \quad (45.9)$$

где l_n — длина поезда, м;

l_0 — расстояние от начала перевода до предельного столбика (§ 18.3), м;

15 — неточность остановки поезда, м.

При обгоне на разъезде предусматривают третий путь (рис. 45.9, б). Поезда, следующие слева с остановкой, принимают на путь 3, справа с остановкой — на путь 2; следующие без остановки проходят по пути 1. a — величина продольного смещения путей (не менее l_0).

Станция — раздельный пункт с путевым развитием, на котором кроме скрещения и обгона поездов производят погрузку и разгрузку вагонов, формирование и расформирование поездов, экипировку локомотивов и др.

Для облегчения маневровой работы, наблюдения за сигналами и возможности дальнейшего развития, станции и разъезды располагают на прямых горизонтальных участках пути. В стесненных условиях допустимо расположение в кривой радиусом не менее 600 м и на уклоне не более $2,5\text{‰}$.

Полезной длиной станционных путей называют ту часть, в пределах которой поезд не мешает движению по соседним путям. Эту длину ограничивают на местности предельными столбиками или выходными сигналами.

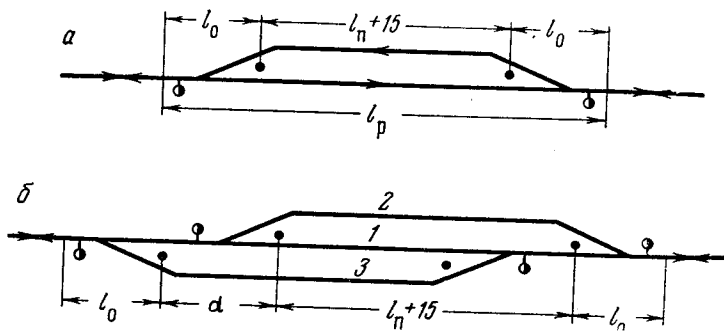


Рис. 45.9. Разъезды на однопутевых линиях:

а — для скрещения поездов; б — для скрещения и обгона

Полная длина пути — расстояние между началами стрелочных переводов, ограничивающих путь. Междупутье делают больше, чем на перегонах.

В зависимости от назначения станционные пути подразделяют на:

- главные, являющиеся продолжением путей перегона;
- приемно-отправочные, предназначенные для приема, стоянки и отправления поездов;
- сортировочные — для накопления вагонов и формирования поездов;
- погрузочно-разгрузочные;
- вытяжные, предназначенные для перестановки вагонов и составов при маневровой работе;
- деповские;
- прочие (складские, экипировочные, соединительные).

Пути, предназначенные для выполнения однородных операций, объединяют при помощи стрелочных переводов в одну группу, называемую парком (парк приема, отправления, сортировки, отстоя и т. д.). Конеч парка, где сосредоточены стрелочные переводы, называют горловиной.

Схемы и устройства станций определяются их назначением и интенсивностью движения.

Распределительные станции обслуживают движение поездов не менее, чем с трех направлений (например, карьер, отвалы, обогатительная фабрика). По характеру движения делятся на станции проходного типа (рис. 45.10, а) и с угловым движением (рис. 45.10, б). Пути специализируют по направлениям: I и III — для приема и отправления груженых поездов на отвалы; II и IV — для приема и отправления порожняка;

V — для движения поездов на обогатительную фабрику и обратно. Предусматривают также пункт технического осмотра (ПТО), здание поста электрической централизации, смотровую канаву для локомотивов (СК), пескосушилку и др. В зависимости от схемы вскрытия и отработки карьера распределительные станции располагают обычно в пределах карьерного

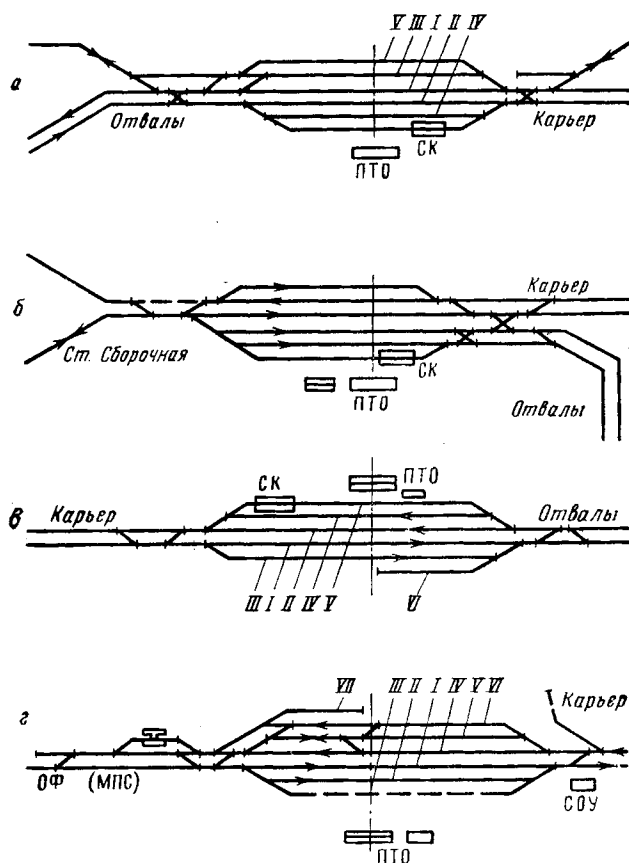


Рис. 45.10. Схемы станций при различных размерах движения:

а — распределительная сквозного типа (120—150 пар поездов в сутки); б — распределительная с угловым движением (100—120 пар поездов в сутки); в — породная (свыше 100 пар поездов в сутки); г — сборочная при двухпутном выходе из карьера

поля или на выходе путей из карьера, поэтому их иногда называют карьерными станциями.

Станции породные предназначаются для приема поездов с породой из карьера и отправления на отвалы, приема порожних поездов с отвалов, осмотра вагонов, экипировки локомотивов, опробования тормозов и отправления порожнего состава в карьер. Если локомотив находится в голове грузового поезда, то перед отправкой на экскаваторные отвалы предусматривают операции по обгону локомотива. При однопутевом подходе со стороны карьера станцию выполняют в виде разьезда из двух-трех путей; при двухпутевом подходе (рис. 45.10, в) пути специализируют по напра-

влению и назначению; *I, III и II, IV* — приемо-отправочные, груженого направления и порожнего; *V* — для экипировки электровозов; *IV* — для стоянки неисправных вагонов и путевых машин.

Сборочные станции предназначены, помимо распределения поездопотока по направлениям, для формирования составов при откатке полезного ископаемого до железных дорог общего пользования в вагонах МПС и при расположении потребителя (например, обогатительной фабрики) на расстоянии свыше 10—15 км от карьера. Основные операции состоят в приеме порожних маршрутов, делении их на части перед отправлением в карьер, приеме из карьера и накоплении груженных групп вагонов до весовой нормы маршрута, отправления, взвешивании груженных вагонов и сортировке, опрыскивании на ходу поезда (скорость 5—8 км/ч) стенок порожних вагонов различными жидкостями для предотвращения промерзания руды и др. При формировании маршрута из двух групп и двухпутевом подходе со стороны карьера (рис. 45.10, *г*) возможна следующая специализация путей: *I, II* — приемно-отправочные для порожняка с разборкой с головы поезда; *III* — запасной; *IV и VI* — приемно-отправочные из карьера; *V* — плузовой для локомотива. Солеопрыскивающие установки (СОУ) располагаются на выходе со станции порожних составов.

Узловые станции совмещают в себе различные типы станций и развязок. Границами станций и разъездов на однопутевых линиях являются входные сигналы, устанавливаемые не ближе 50 м от остряка первого противошерстного перевода или от предельного столбика пошерстного стрелочного перевода. На двухпутевых линиях границами станций по каждому главному пути являются: с одной стороны — выходной сигнал, с другой — специальный знак, установленный на расстоянии не менее 25 м за последним стрелочным переводом. Если последняя стрелка является противошерстной, то граница устанавливается на расстоянии 25 м от предельного столбика.

§ 45.5. ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

Пропускная способность перегона или станции — максимальное число поездов, пропускаемых за единицу времени (обычно сутки). Провозная способность — количество груза за единицу времени.

Пропускная способность в сутки

$$n = \frac{(60T - t_{\text{пер}}) k_{\text{в}}}{t_{\text{н}}}, \text{ поездов,} \quad (45.10)$$

где T — общая длительность работы транспорта в сутки, ч;

$t_{\text{пер}}$ — время перерывов между сменами, мин (при трехсменной работе

$t_{\text{пер}} = 105 \text{ мин}$);

$k_{\text{в}} = 0,8$ — сменный коэффициент использования перегона или станции во времени;

$t_{\text{н}}$ — интервал между проходами поездов, мин.

Провозная способность за сутки

$$M = \frac{nzG}{k}, T, \quad (45.11)$$

где z — число вагонов в составе;

G — грузоподъемность вагона, T ;

$k = 1,1—1,2$ — коэффициент неравномерности.

Для однопутевого перегона n исчисляют в парах поездов, поскольку каждому грузеному соответствует порожний поезд, понимая под t_n интервал между проходами грузеных поездов,

$$t_n = \frac{0,12l_{\text{пер}}}{v} + 2\tau, \text{ мин.} \quad (45.12)$$

где $l_{\text{пер}}$ — длина перегона, м;
 v — средняя скорость хода грузеного и порожнего поезда, км/ч;

τ — станционный интервал, мин.

Станционный интервал включает время на схождение между раздельными пунктами и время приготовления маршрута. Последнее включается в τ потому, что на карьерах короткие перегоны, и время ручного обслуживания стрелок больше времени хода поезда по перегону; разрешение на прием поезда с перегона дается после того, как будет приготовлен маршрут приема.

Значение τ (табл. 45.1) зависит от способа схождения и способа обслуживания стрелок, а также от вида графика движения: при скрещении с одновременным прибытием поездов к раздельному пункту (рис. 45.11, а); при неодновременном прибытии, когда один из поездов проходит через раздельный пункт без остановки, а встречный должен прийти раньше (рис. 45.11, б).

Таблица 45.1

Станционные интервалы, мин

Способ схождения станций	Обслуживание стрелок	При скрещении (рис. 45.11, а)	При одновременном прибытии (рис. 45.11, б)	При попутном следовании (рис. 45.11, в)
Автоматическая блокировка	Централизованное	0,5	3,0	—
Полуавтоматическая блокировка	То же	2,0	3,0	2,0
Электротяговый	Ручное	3,0	3,0	2,0
Телефонный	»	5,0	3,0 *	3,0 *
	»	6,0	4,0	4,0

* Без пропуска жезлов через аппараты.

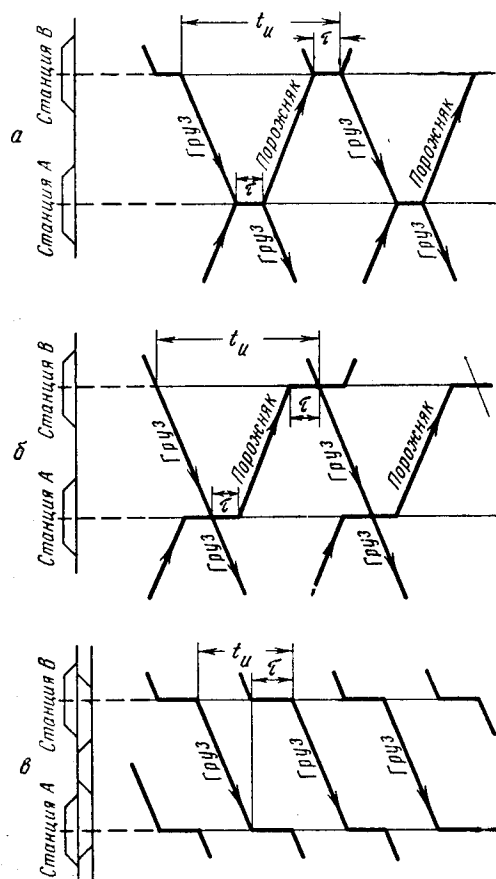


Рис. 45.11. Интервалы между прибытиями поездов:

а — скрещение на раздельных пунктах при одновременном прибытии поездов; б — то же, при неодновременном прибытии; в — попутное следование поездов при отсутствии блок-постов

Для многопутевого участка пропускную способность определяют для каждого пути в отдельности. При отсутствии блок-постов на перегонах (рис. 45.11, *в*)

$$t_n = \frac{0,06l_{\text{пер}}}{v} + \tau, \text{ мин.} \quad (45.13)$$

При наличии блок-постов на перегонах

$$t_n = \frac{0,06l_n}{v}, \text{ мин,} \quad (45.14)$$

где l_n — расстояние между движущимися поездами, м.

При двухзначной системе блокировки (рис. 47.3, *а*)

$$l_n = l_n + l_{ox} + l_r, \quad (45.15)$$

где l_n — длина поезда;

l_{ox} — длина блок-участка (расстояние между блок-постами);

l_r — гарантийное расстояние по условиям безопасности.

Значение l_{ox} принимают не менее длины тормозного пути l_r (24.41);

$l_r = l_n$, поэтому

$$l_n = 2l_n + l_r. \quad (45.16)$$

При трехзначной системе блокировки (рис. 47.3, *б*)

$$l_n = l_n + 2l_{ox} + l_r = 2(l_n + l_r). \quad (45.17)$$

На участках главного пути, к которому примыкают пути рабочих горизонтов, l_n принимают не менее расстояния между пунктами примыкания.

Пропускную способность станций находят из (45.10) для одного приемо-отправительного пути, получая общую пропускную способность умножением на количество приемо-отправительных путей.

Значение t_n в данном случае равно времени, затрачиваемому на прием поезда, стоянку, маневры и отправление. Примерные нормы времени на прием поезда 2—4 мин; на технический осмотр z вагонов — 0,9 z мин; на пробу тормозов — 5 мин; на взвешивание состава на автоматических весах — 1,2 z мин, на неавтоматических — 3 z мин; на отправление поезда — 2 мин.

При повышении числа путей пропускная способность станций ограничивается выходом со станции — горловиной (табл. 45.2).

Таблица 45.2
Ориентировочная пропускная способность горловины станции,
пар поездов в сутки

Способ управления стрелками	Число стрелок							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ручной	155	130	110	90	80	70	65	60
Электрическая централизация	440	370	310	270	240	220	200	180

ГЛАВА 46

СОПРЯЖЕНИЕ СРЕДСТВ КОМБИНИРОВАННОГО КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА

§ 46.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На современных отечественных и зарубежных карьерах наибольшее применение получили следующие комбинации видов транспорта: автомобильный с железнодорожным; автомобильный со скиповым подъемом; автомобильный с конвейерным.

Связующим звеном при комбинации нескольких видов транспорта являются перегрузочные пункты. От правильного выбора конструктивных параметров и типа перегрузочных пунктов зависит производительность, бесперебойность и ритмичность работы входящих в комбинацию видов транспорта. Важнейшими требованиями, которым должны удовлетворять перегрузочные и приемные пункты, являются: непрерывность и бесперебойность приема поступающей горной массы; достаточная пропускная способность; соответствие или рациональная кратность параметров транспортного оборудования, работающего в комбинации; равномерность поступления и размещения перегружаемой горной массы в средства другого вида транспорта; отсутствие просыпания горной массы при перегрузках; простота устройства и удобство обслуживания, прочность, износостойкость и надежность конструкций перегрузочных устройств.

§ 46.2. СОПРЯЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ

При комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте можно выделить три схемы сочетания этих видов транспорта.

1. Перегрузочный пункт находится на поверхности близ борта карьера. Автотранспорт осуществляет доставку горной массы внутри карьера и по его борту.

2. Перегрузочный пункт расположен на борту карьера. Автотранспорт применяется для доставки горной массы внутри карьера и частично по его борту. От перегрузочного пункта по борту карьера и по поверхности — железнодорожный транспорт.

3. Перегрузочный пункт расположен на дне карьера или на нижних горизонтах. Автомобильный транспорт используют преимущественно при отработке нижних горизонтов карьера, при проходке траншей и подготовке новых горизонтов. Транспортирование горной массы по борту карьера и по поверхности осуществляют железнодорожным транспортом. Схема применима при разработке линзо- и штокообразных рудных тел и много-сортности полезного ископаемого, когда глубина карьеров достигает 200—300 м и более.

Первую схему используют в карьерах, имеющих ограниченные размеры карьерного поля как по глубине, так и в плане (глубина карьеров до 100—150 м).

Вторая схема сопряжения является наиболее гибкой, имеет большой диапазон работы автомобильного транспорта; железнодорожный транспорт применяют на участках карьера, где не стеснено движение и маневры поездов.

По способу перегрузки горной массы с автомобильного в железнодорожный транспорт можно выделить три схемы перегрузочных пунктов: экскаваторная, непосредственная и с использованием бункерных установок.

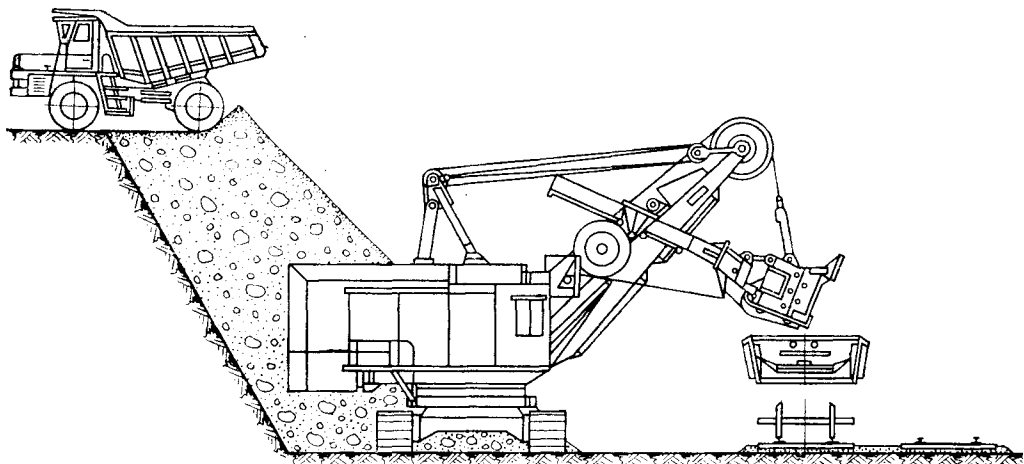


Рис. 46.1. Экскаваторный перегрузочный пункт при комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте

При экскаваторной перегрузке (рис. 46.1) автосамосвалы разгружаются на площадке, расположенной выше уровня стояния экскаватора на 5—10 м. Из автосамосвалов горная масса поступает во временный

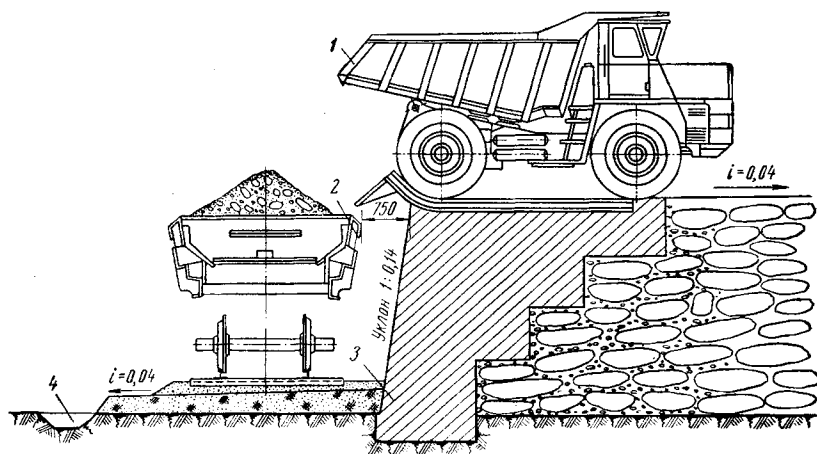


Рис. 46.2. Перегрузочный пункт при непосредственной перегрузке горной массы с автомобильного в железнодорожный транспорт:

1 — самосвал; 2 — думпкар; 3 — подпорная стенка; 4 — кювет

отвал, из которого экскаватором отгружается в средства железнодорожного транспорта. Компактность перегрузочного пункта достигается при расположении путей на 3—4 м выше уровня стояния экскаватора.

Преимущества таких пунктов: независимость работы автомобильного и железнодорожного транспорта; отсутствие повреждений подвижного состава железнодорожного транспорта при погрузке крупнокусовой скальной горной массы; усреднение качества полезного ископаемого; перегрузочный пункт позволяет концентрировать значительные объемы горной массы и производить ее отгрузку в любом количестве. Недостатки: необходимость задалживания экскаваторов, что влечет за собой высокие эксплуатационные расходы; значительные капитальные затраты.

Производительность экскаваторного перегрузочного пункта определяется производительностью экскаватора. Стоимость перегрузки 1 м^3 горной массы 5,2—5,6 коп.

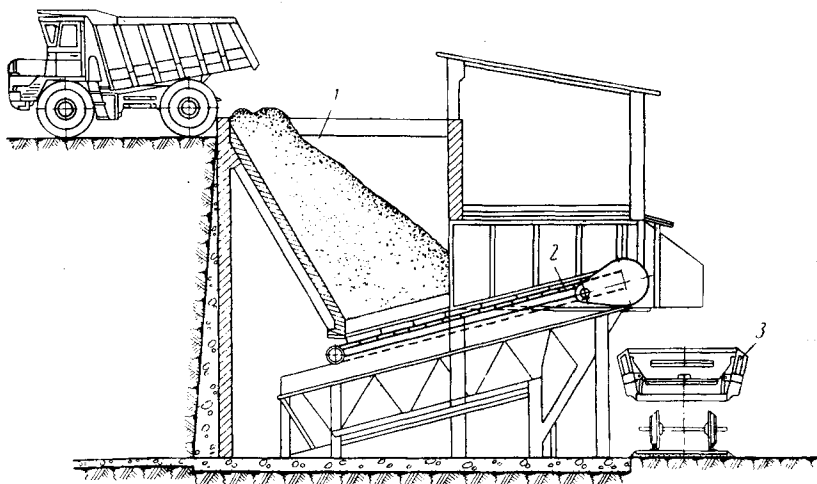


Рис. 46.3. Перегрузочная бункерная установка при комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте (проект института Южгипроруда)

1 — бункер; 2 — пластинчатый питатель; 3 — думпкар

При непосредственной перегрузке перегрузочные пункты устраивают в виде площадок (рис. 46.2) или специальных эстакад. Для увеличения пропускной способности перегрузочного пункта иногда делают двусторонние площадки. Достоинства таких пунктов: отсутствие перегрузочных механизмов; простота устройства и небольшие капитальные и эксплуатационные затраты. Недостатки: зависимость работы внутрикарьерного автотранспорта от своевременной подачи порожних составов; большие динамические нагрузки подвижного состава железнодорожного транспорта.

Производительность перегрузочного пункта при двусторонней перегрузочной эстакаде до 4000 T/ч , капитальные затраты в 6—11 раз меньше, чем при экскаваторном перегрузочном пункте, а стоимость перегрузки 1 м^3 горной массы не превышает 0,2—0,5 коп.

Перегрузочные бункерные установки (рис. 46.3) широкого распространения не получили вследствие сложности и большой их стоимости по сравнению с перегрузочными площадками.

§ 46.3. СОПРЯЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА СО СКИПОВЫМ ПОДЪЕМОМ

При комбинации автомобильного транспорта со скиповым подъемом можно выделить три схемы, отличающиеся видом транспорта на поверхности: автотранспорт, железнодорожный транспорт, конвейеры.

На перегрузочном пункте в карьере горную массу из автосамосвалов перегружают в скип. Перегрузку на поверхности осуществляют, как правило, через бункера.

Различают два способа разгрузки автосамосвала в скип: непосредственный и с применением бункеров.

При непосредственной перегрузке пункт оборудуют мостом над скиповой траншеей (рис. 46.4).

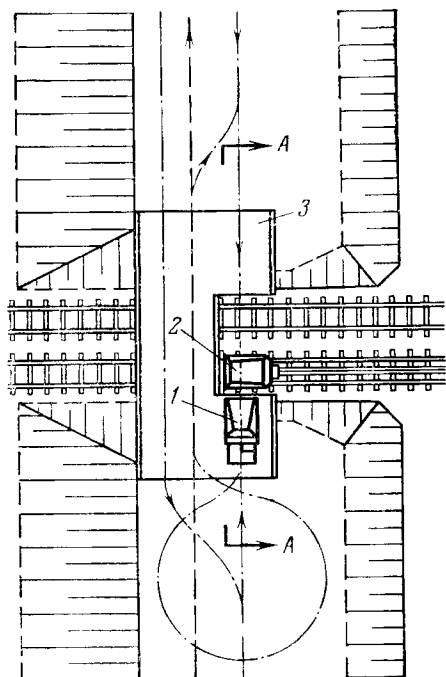
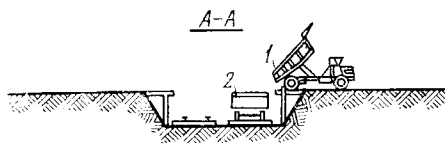


Рис. 46.4. Схема нижней приемной площадки при непосредственной перегрузке горной массы из автосамосвалов в скип:

1 — автосамосвал; 2 — скип; 3 — мост



Возможна боковая и торцовая разгрузка автосамосвалов. При боковой разгрузке сокращается время маневров, не нужны площадки для кольцевого разворота. Достоинствами являются простота конструкции и переноски на нижележащие горизонты; недостаток — жесткая взаимосвязь с работой автотранспорта.

Перегрузочный пункт с бункерами (рис. 46.5) обеспечивает опреде-

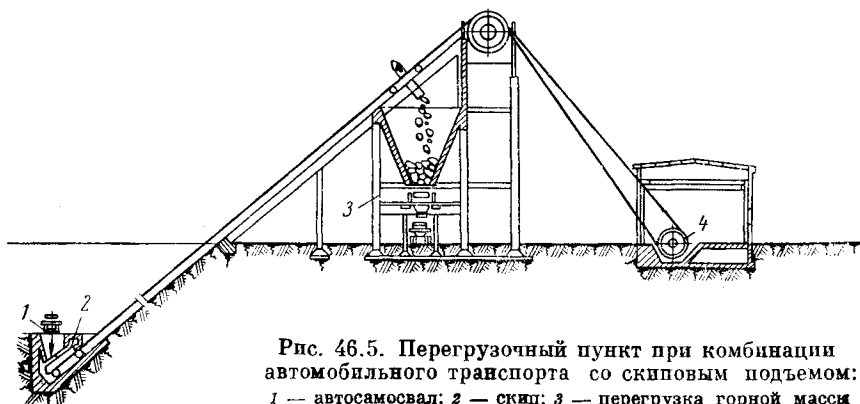


Рис. 46.5. Перегрузочный пункт при комбинации автомобильного транспорта со скиповым подъемом:
1 — автосамосвал; 2 — скип; 3 — перегрузка горной массы на поверхность; 4 — подъемная машина

ленную независимость работы автотранспорта и скипового подъема, значительно уменьшает динамические нагрузки при загрузке скипов, что является преимуществами такого перегрузочного пункта. К недостаткам относятся сложность конструкции и большие капитальные затраты.

Пропускная способность перегрузочного пункта лимитируется производительностью скипового подъемника и не превышает 2000 $T/ч$. Стоимость перегрузки горной массы из автосамосвалов в скип около 0,2 $кон/T$, из скипов в другой вид транспорта 0,2—0,3 $кон/T$.

§ 46.4. СОПРЯЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА С КОНВЕЙЕРНЫМ

В зависимости от расположения перегрузочных пунктов различают три наиболее характерные схемы.

1. Перегрузочный пункт расположен за пределами контура карьера. Применяют такую схему преимущественно на карьерах небольшой глубины с плечами откатки автотранспортом до 2 $км$. От перегрузочных устройств до конечного пункта горную массу транспортируют ленточными конвейерами. Подобную технологическую схему часто применяют при разработке нагорных карьеров и карьеров со сложным залеганием полезного ископаемого.

2. Перегрузочный пункт расположен на борту карьера. Схема получила распространение на ряде карьеров глубинного типа. Вслед за продвижением горных работ в глубину перемещают перегрузочные пункты, что позволяет иметь плечи откатки автотранспортом до 0,8—1,0 $км$. При глубине карьеров до 150 $м$ перегрузочные пункты оборудуют на одном из промежуточных горизонтов, называемым концентрационным, но в этом случае расстояние откатки автотранспортом значительно возрастает. От перегрузочного пункта горную массу ленточными конвейерами транспортируют по борту карьера и по поверхности до пункта перегрузки в другой вид транспорта или до пункта ее переработки.

3. Перегрузочный пункт расположен на дне карьера. Эта схема нашла применение при отработке пластообразных залежей, имеющих горизонтальное или слабонаклонное залегание, при развитии горных работ по простиранию месторождения. Автотранспорт при этой схеме доставляет горную массу до перегрузочного пункта по горизонтальным участкам или участкам с небольшим уклоном на расстояние до 1 $км$. От перегрузочного пункта по борту карьера и по поверхности горную массу транспортируют ленточными конвейерами. При такой схеме работ эксплуатационные расходы на транспорт могут быть снижены в 1,5 раза по сравнению с автомобильным и железнодорожным транспортом.

Возможны три технологические схемы перегрузочных пунктов:

1. Дробильные перегрузочные пункты. Их оборудуют мощными конусными или щековыми дробилками (рис. 46.6). Такой перегрузочный пункт обычно вписывается в один или два уступа по высоте; пропускная способность пункта ограничивается производительностью дробилки. Достоинства: простота технологической схемы и надежность работы. Недостатки: громоздкость; большие капитальные затраты; необходимость зоны, запретной для буровзрывных работ; сложность переноски.

2. Грохотильно-дробильные перегрузочные пункты оборудуют грохотильной установкой, на которой происходит разделение горной массы на под- и надрешетный продукты грохочения. Подрешетный материал направляющими бункер-течками и питателями подают непосредственно на ленточный конвейер. Надрешетный продукт через бункер-течку и пла-

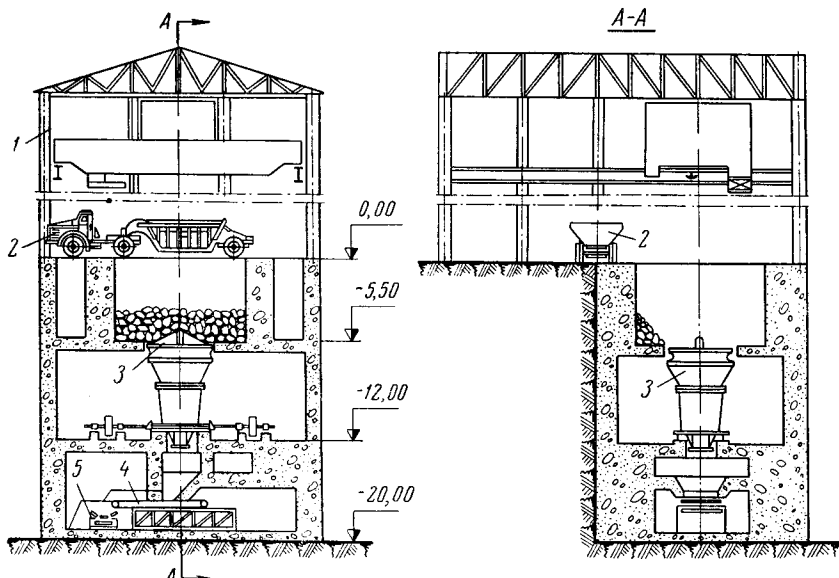


Рис. 46.6. Перегрузочный пункт в карьере, оборудованный конусной дробилкой при комбинированном автомобильно-конвейерном транспорте:

1 — здание над дробилкой; 2 — полуприцеп с боковой разгрузкой; 3 — конусная дробилка; 4 — питатель; 5 — ленточный конвейер

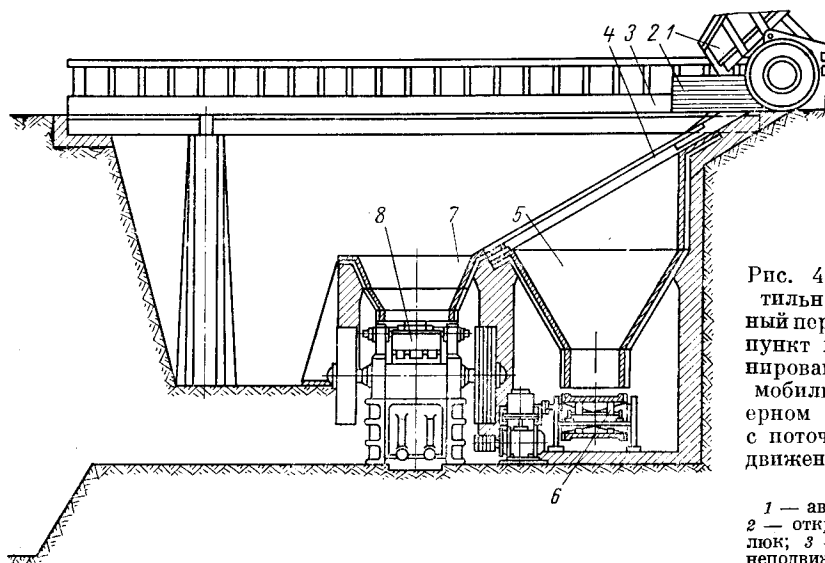


Рис. 46.7. Грохотильно-дробильный перегрузочный пункт при комбинированном автомобильно-конвейерном транспорте с поточной схемой движения самосвалов:

1 — автосамосвал; 2 — открывающийся люк; 3 — мост; 4 — неподвижный колосниковый грохот; 5 —

бункер для подрешетного продукта грохочения; 6 — пластинчатый питатель; 7 — бункер для надрешетного продукта грохочения; 8 — щековая дробилка

стинчатый питатель непосредственно с грохота поступает в дробилку. После дробления горную массу подают на ленточный конвейер, транспортирующий подрешетный продукт грохочения. Преимущества: возможность установки на перегрузочном пункте дробилки небольшой производительности, принимающей 20—30% всего объема горной массы, что приводит к снижению затрат по сравнению с дробильным перегрузочным

пунктом; компактность конструкции; возможность обеспечения больших производительностей на малых площадях. Недостатки: ограничение размера куска горной массы приемным отверстием дробилки; малая надежность работы неподвижных колосниковых грохотов.

Грохотильно-дробильный перегрузочный пункт конструктивно выполняют с тупиковой или с поточной (рис. 46.7) схемой маневров автосамосвалов при разгрузке. Пропускная способность перегрузочного пункта, оборудованного мостом, на 40—50% выше, чем у перегрузочного пункта

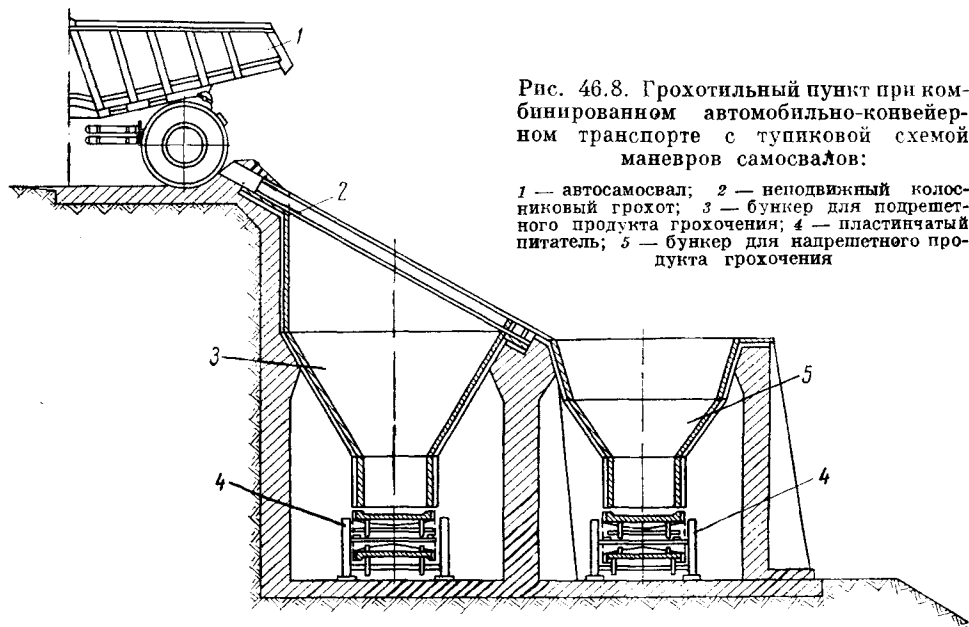


Рис. 46.8. Грохотильный пункт при комбинированном автомобильно-конвейерном транспорте с тупиковой схемой маневров самосвалов:

1 — автосамосвал; 2 — неподвижный колосниковый грохот; 3 — бункер для подрешетного продукта грохочения; 4 — пластинчатый питатель; 5 — бункер для надрешетного продукта грохочения

с тупиковой схемой маневров. По капитальным затратам перегрузочные пункты равноценны.

3. Грохотильный перегрузочный пункт (рис. 46.8) не имеет дробилки. Надрешетный материал поступает либо в самостоятельный бункер, либо складывается на подошве уступа. Необходимо, чтобы пластинчатый питатель имел предохранительную подушку для предотвращения ударов по нему кусками горной массы. Емкость бункера для надрешетного продукта принимают не менее 2—5-кратной емкости автосамосвала, для подрешетного продукта — 3—6 емкостей автосамосвала, что обеспечивает непрерывную подачу материала на конвейер.

При поступлении надрешетного продукта на подошву уступа его отгружают одноковшовыми экскаваторами или специальными погрузчиками в автосамосвалы и доставляют либо на дробилку крупного дробления на фабрике (руда), либо в отвалы (порода).

Преимущества: простота конструкции и незначительные капитальные затраты; простота переноски на нижележащие горизонты. Недостатки: необходимость хорошего дробления горной массы и задалживания транспорта для доставки надрешетного материала, а в случае отсутствия бункера — экскаватора или специального погрузчика.

ОРГАНИЗАЦИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ
И КОМПЛЕКСНЫЕ СХЕМЫ ТРАНСПОРТА

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА**ГЛАВА 47****ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ****§ 47.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Организация транспорта — это комплекс мероприятий по наиболее эффективному сочетанию личных и вещественных элементов труда, наиболее эффективной координации транспортных процессов во времени и пространстве, наиболее эффективному планированию и учету (грузопотоки, распределение рабочих, распределение средств и др.).

Организация транспорта состоит в оперативно-техническом планировании, контроле и учете выполнения плана и в управлении работой транспорта.

Планирует работу руководящий состав транспортных цехов (участков), согласуя планы с руководящим составом технологических цехов. Утверждаются планы главным инженером предприятия. Контроль выполнения плана и оперативное управление работой транспорта производит диспетчерская служба.

Транспортная схема в общем случае представляет собой комбинацию стационарных установок (конвейеры, канатные откатки и т. п.) и нестационарных (локомотивы, автомобили и т. п.).

В соответствии с вышесказанным, основными вопросами организации, рассматриваемыми ниже в соответствующих параграфах, являются планирование работы стационарных установок и локомотивного транспорта (наиболее характерный представитель нестационарных установок), планирование работы транспорта в целом, диспетчерский контроль и управление работой транспорта.

В Тезисах ЦК КПСС «50 лет Великой Октябрьской социалистической революции» указывается, что «улучшение системы учета и контроля, разработка и повсеместное внедрение научной организации труда, применение современных научно-технических средств — таковы основные пути развития системы управления».

§ 47.2. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ СТАЦИОНАРНЫХ УСТАНОВОК

К стационарным установкам относятся конвейеры, канатные откатки, подвесные канатные дороги, гидротранспортные и пневмотранспортные установки, канатно-скреперные установки и т. п.

Поскольку при транспортировании груза двигатель находится на одном месте, то координировать работу в пространстве не нужно. Задача сводится к координации операций во времени.

К операциям относятся: прием и сдача смены, перевозка грузов, планово-предупредительные ремонты, передвижка машин на новую трассу (для передвижных установок), удлинение или укорочение установки (для установок с изменяющейся во времени длиной).

Для составления плана работы нужно иметь график поступления грузов во времени, длительность и количество смен работы установки, нормативы времени на производство планово-предупредительных ремонтов и осмотров.

План работы оформляют либо в виде графика (рис. 47.1), на котором чередование и продолжительность каждой операции указывают горизонтальными линиями, нанесенными на уровне строки, соответствующей той или иной операции, либо в виде расписания работы установок (табл. 47.1 и табл. 47.2).

Таблица 47.1

Плановый график работы наклонных выработок

Выработка	Плановый грузо-поток угля и породы по выработке, вагонеток			Нормативное число вагонеток в партии + число вагонеток на каждой ветви для бесконечных откатов	Паспортная провозодлительность установки, вагонеток/ч	Начало и конец работы по перевозке грузов			Начало и конец ремонта выработки и транспортного оборудования		
	I смена	II смена	III смена			I смена	II смена	III смена	I смена	II смена	III смена
Восточный уклон	170	55	175	20 + 20	58	8—15	19—22	22—5	—	15—19	—
Западный уклон	200	230	2	24 + 24	65	8—15	15—22	—	—	—	22—5

Таблица 47.2

Расписание движения пассажирских составов

I. Наклонные выработки

Выработка	Время начала и конца спуска-подъема людей
Ходок восточного уклона и ходок западного уклона	17 ч 20 мин — 19 ч 00 мин 14 ч 00 мин — 16 ч 00 мин 21 ч 00 мин — 23 ч 00 мин 4 ч 00 мин — 5 ч 00 мин

II. Горизонтальные выработки

Выработка	Время отправления пассажирского состава	
	на участки	с участков
Восточный коренной штрек	7 ч 30 мин 14 ч 35 мин 21 ч 35 мин	7 ч 15 мин 14 ч 15 мин 21 ч 15 мин
Западный коренной штрек	7 ч 25 мин 14 ч 30 мин 21 ч 30 мин	7 ч 10 мин 14 ч 10 мин 21 ч 10 мин

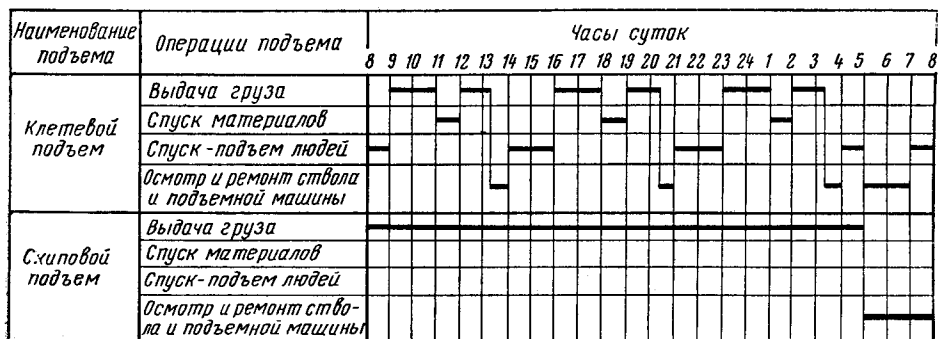


Рис. 47.1. График работы подъемных установок

§ 47.3. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТА

Планирование работы локомотивного транспорта начинают с выбора вида организации движения: закреплён состав за локомотивом или нет, закреплён локомотив за погрузочным пунктом или нет. Если состав вагонов закреплён за локомотивом, то состав перемещается локомотивом всюду — по перегонам, при погрузке и при разгрузке. Достоинством является отсутствие маневрового оборудования, недостатками — малое использование локомотивов (они находятся в движении 15—20% времени цикла) и отсутствие запасов порожняка на станциях.

Если состав не закреплён за локомотивом, то локомотив перемещает состав только по перегонам и выставляет его на погрузку и разгрузку, где перемещение вагонов осуществляется лебедками, толкателями или маневровыми локомотивами. Локомотив, оставив состав на конечном пункте, берет другой состав, готовый к отправлению. Достоинством является лучшее использование локомотивов (относительное время движения локомотива примерно вдвое больше, чем при первой форме организации), возможность создания запаса вагонов на станциях. Недостатком является наличие маневрового оборудования для перемещения вагонов при погрузке и разгрузке. Маневровые локомотивы в качестве маневрового оборудования с экономической точки зрения себя не оправдывают — они дороже толкателей, электрическое оборудование их быстро выходит из строя.

Закрепление состава за локомотивом применяют, как правило, на карьерах и на рудных шахтах, где имеется значительное количество пунктов погрузки и разгрузки (отвалы на карьерах), которые часто перемещаются — иногда при погрузке или разгрузке одного состава. Работа без закрепления состава за локомотивом потребовала бы установки большого количества тяжелого маневрового оборудования и очень осложнила бы организацию погрузки.

Движение без закрепления состава за локомотивом, как правило, применяют на угольных шахтах, где пункты погрузки и разгрузки малочисленны и относительно стабильны.

С точки зрения закрепления локомотива за погрузочным пунктом (за определенным маршрутом) возможны три варианта: с закреплением, без закрепления (обезличенный график), смешанная езда.

Достоинства езды с закреплением за маршрутом: максимальное упрощение диспетчерского управления; заинтересованность машиниста локомотива в работе определенного эксплуатационного участка; большая безопасность движения, поскольку машинист хорошо знает состояние путей и выработок на одном маршруте. Недостаток: малое использование подвижного состава, так как диспетчер лишен возможности переброски локомотивов с участка на участок.

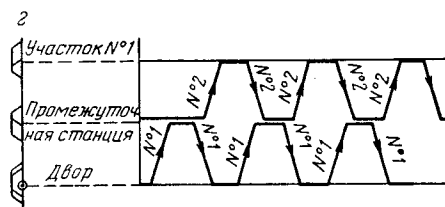
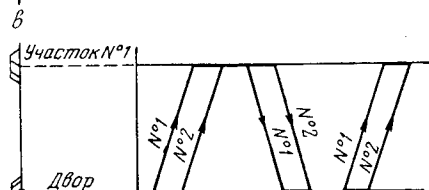
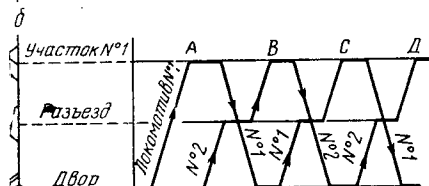
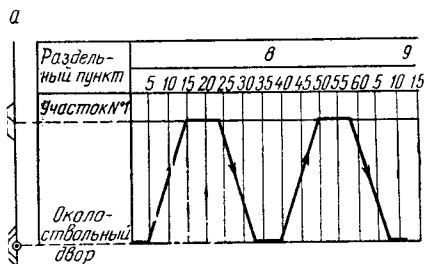


Рис. 47.2. Графики движения локомотивов по однопутевой выработке:

а — один локомотив; б — два локомотива со скрещением на разъезде; в — пачечный график (скрещение на конечном раздельном пункте); г — эстафетный график

Достоинство обезличенного графика: лучшее использование локомотивов (количество локомотивов снижается на 25—35% по сравнению с ездой с закреплением). Недостатки: необходимость очень четкой работы диспетчерской службы и наличия совершенной системы контроля и управления; меньшая безопасность при плохом состоянии путей и выработок. Работа по обезличенному графику более прогрессивна — она повышает производительность труда и требует повышения культуры производства.

Иногда применяют смешанный график — часть участков обслуживается закрепленными локомотивами, часть — по обезличенному графику.

План работы станций дается в виде технико-распорядительного акта, в котором указывают общую характеристику станции, сведения о парках, путях, стрелках, сигналах, перечень и характеристику грузовых, дозирочных, сортировочных устройств, порядок приема и отправления поездов, производство маневров.

План работы локомотивов дается в виде графиков движения. Поскольку локомотив перемещается, то координация работы должна осуществляться не только во времени, но и в пространстве.

На графике движения (рис. 47.2, а) по оси абсцисс откладывают часы суток с подразделением на двух-, пяти- или десятиминутные интервалы, а по оси ординат — расстояние между раздельными пунктами. Стоянки и маневры на раздельных пунктах изображают горизонтальными отрезками графика, движение поездов — наклонными прямыми линиями, угол наклона которых зависит от средней скорости движения.

Для построения графика нужно иметь план работы пункта загрузки, т. е. в какие моменты времени нужно подавать составы, схему рельсовых путей, время движения по перегонам, время погрузки, время разгрузки.

Начинают строить график (рис. 47.2, б) с нанесения точек *A*, *B*, *C* и т. д., соответствующих плановым моментам прихода поездов к пункту погрузки. Зная время движения и другие составляющие времени рейса (§ 24.6), можно построить график движения локомотива.

Для того чтобы не высчитывать время движения по тому или иному перегону, можно сделать угольник с наклоном, соответствующим средней скорости движения, и проводить наклонные линии, пользуясь этим угольником. При построении графиков всегда появляются излишки времени, т. е. локомотив мог бы прийти раньше, чем это требуется (скажем, левее точки *B* — рис. 47.2, б). Эти резервы реализуют увеличением горизонтальных участков на раздельных пунктах, где это не мешает движению других локомотивов. При вычерчивании графиков автоматически устанавливается количество локомотивов, необходимое для обслуживания того или иного участка. Например, может оказаться (рис. 47.2, б), что локомотив № 1, пришедший в момент времени *A*, не успеет вернуться к моменту *B*, следовательно, нужен дополнительно локомотив № 2.

Графики движения различают по многим признакам. Основные различия: по количеству путей (однопутевые и двухпутевые) и по использованию графиков (исполнительные и принудительные).

Однопутевые графики могут быть без скрещений и со скрещениями. График без скрещений получается при одном локомотиве (рис. 47.2, а); при двух локомотивах при движении двойной тягой, когда локомотивы объединяются и перевозят двойной состав; при пачечном графике («езда вслед» — рис. 47.2, в), когда локомотивы движутся «пачками» — один за другим (в последнем случае на конечной станции должны размещаться все поезда пачки); при эстафетном графике (рис. 47.2, г), когда при наличии двух локомотивов один из них курсирует между погрузочным пунктом и промежуточной станцией, а другой — от последней до околостовольного двора. Если на промежуточной станции имеется запас вагонов, то работа локомотивов независима и время на ожидание снижается; если же запаса вагонов нет, то потери на ожидание не меньше, чем при графике со скрещениями. Эстафетные графики применяют изредка на угольных шахтах.

Графики со скрещениями могут быть при минимальном числе разъездов, количество которых тогда равно количеству локомотивов минус единица, и при числе разъездов больше минимального. На рис. 47.2, б изображен график для минимального числа разъездов, равного $2 - 1 = 1$.

Поезд, подходящий на разъезд, останавливается и движется дальше только после прохода встречного поезда. Автоматической блокировки и сигнализации не требуется, но возможны значительные потери времени на ожидание.

Если число разъездов больше минимального (в данном случае два или более), то поезд, подходящий к разъезду, движется дальше не останавливаясь, если свободен перегон, а на последующем разъезде должен загореться сигнал, запрещающий движение встречному поезду по перегону. При этом потери времени на ожидание сокращаются, но необходимо иметь автоблокировку.

Двухпутевые графики строятся аналогично однопутевым, но скрещения не требуют раздельных пунктов и не ведут к потерям времени.

Графики движения могут быть принудительными и исполнительными. Принудительный график составляется заранее на значительный отрезок времени и является планом работы откатки, в котором строго определены

моменты прибытия локомотивов в те или иные пункты (по образцу графиков движения поездов МПС). Принудительный график — высшая форма планирования, но он требует четкой работы по плану добычных и вскрышных участков.

Исполнительный график составляется диспетчером в процессе работы и отражает фактическое положение дел на каждый момент времени. Он помогает диспетчеру регулировать движение и является документом учета работы транспорта. На горных предприятиях практически пока применяются только исполнительные графики. План работы локомотивов при этом дается либо в виде типового (среднего) непринудительного графика, либо в виде плана почасовой или посменной (табл. 47.3) подачи вагонов.

Таблица 47.3

План работы электровозов

Начальные и конечные пункты маршрута	Плановый грузопоток угля и породы по маршруту, вагонеток			Число вагонеток в составе	Нормальная производительность полного рейса, мин	I смена		II смена		III смена	
	I смена	II смена	III смена			Число электровозов по каждому маршруту	Число рейсов по каждому маршруту	Число электровозов	Число рейсов	Число электровозов	Число рейсов
Около-ствольный двор — восточный уклон	170	55	175	35	45	3	5 + 1 пассажирский	3	2 + 1 пассажирский	2	5 + 1 пассажирский
Около-ствольный двор — западная коренная лава	30	130	130	35	75		6 + 1 * пассажирский		7 + 1 * пассажирский		4 + 1 * пассажирский

* Производится резервным электровозом.

§ 47.4. ВАГОННЫЙ ПАРК

Количество вагонов для всего железнодорожного транспорта горного предприятия можно определять различными методами. Наиболее совершенным является метод расстановки вагонов, при котором мысленно представляют вагоны по всем пунктам, где они должны находиться, а затем суммируют их и получают число вагонов, находящихся в работе.

Для предприятий, на которых применяют закрепление состава за локомотивом (карьеры, рудные шахты), вагоны находятся только с локомотивами, поэтому

$$z_{в.р} = z_x z, \quad (47.1)$$

где $z_{в.р}$ — число рабочих вагонов;

z_x — число рабочих локомотивов;

z — число вагонов в составе.

Инвентарное число вагонов

$$z_{в.инв} = z_{в.р} k_{инв}, \quad (47.2)$$

где $k_{инв}$ — коэффициент инвентарности, учитывающий вагоны в резерве, в ремонте и неучтенные расчетом вагоны.

Для карьеров $k_{инв} = 1,25-1,35$; для шахт $k_{инв} = 1,35-1,5$.

Для предприятий, на которых состав не закрепляется за локомотивом (угольные шахты), вагоны могут находиться не только с локомотивами, но и на станциях. Для подсчета составляют таблицу расстановки вагонеток (табл. 47.4).

Считают, что все локомотивы находятся в движении с составами. На станциях находится максимально возможное число вагонов, т. е. суммарная емкость груженных и порожних ветвей станции минус один состав. Последнее необходимо потому, что иначе приходящий поезд нельзя принять на станцию. При наличии бесконечных откаток считают, что на ветвях находится полное число вагонов. Просуммировав вагоны, получаем $z_{в.р.}$ и по (47.2) находим инвентарное число.

Для оценки количества вагонов используют технологическую норму емкости в расчете на 1000 T суточной добычи:

$$V_{уд} = \frac{1000 z_{в.инв} V}{A}, \text{ м}^3, \quad (47.3)$$

где V — емкость вагонетки, м^3 ;

A — суточная добыча, T .

Из выражения (47.3) можно ориентировочно определить $z_{в.инв}$, пользуясь нормативами $V_{уд}$:

$$z_{в.инв} = \frac{V_{уд} A}{1000 V}. \quad (47.4)$$

§ 47.5. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА ПРЕДПРИЯТИЯ В ЦЕЛОМ

Исходным для составления плана работы транспорта является плановый технологический график работы предприятия: для карьеров — графики работы каждого экскаватора в пространстве и во времени с учетом перерывов для ремонта, укладки путей, буровзрывных работ и т. д.; для шахт — графики работы добычных и подготовительных участков.

Планирование работы транспорта подчинено требованию выполнения плана работы технологических участков.

План работы транспорта включает планы работы всех стационарных установок (§ 47.2), план работы локомотивной откатки или автотранспорта (§ 47.3), план расстановки вагонов (§ 47.4) и расписание движения пассажирских составов.

Таблица 47.4

План расстановки вагонеток

Места расстановки вагонеток	Число вагонеток на начало смены		
	всего	груженных	порожных
С электровозами	105	52	52
Околоствольный двор . .	70	35	35
5-й западный штрек . . .	100	35	65
Восточный уклон (на канате)	40	20	20
.	. . .	. . .	. . .
Участок капитальных работ	22	11	11
Поверхность	50	15	35
Итого	980	312	668

Планы работы отдельных установок увязывают во времени. Увязку во времени проверяют по каждому грузу в отдельности — от начальной до конечной точки транспортирования. Например, проверяют всю цепь перевозки людей от поверхности до забоя, чтобы человек, спустившийся в шахту в соответствии с расписанием работы подъема (рис. 47.1), мог с учетом времени хода от ствола до места посадки успеть к отправлению пассажирского поезда; чтобы последний приходил к месту посадки в составе наклонной выработки в соответствии с расписанием ее работы и т. п.

Иногда вычерчивают сводный график работы предприятия, на котором один под другим в одном и том же масштабе времени приводят графики работы технологических участков, стационарных установок, локомотивной откатки. Такие графики получаются громоздкими, и их применяют редко.

§ 47.6. ДИСПЕТЧЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ ТРАНСПОРТА

Диспетчерская служба может быть одно- и двухступенчатой. При одноступенчатой имеется один диспетчер, управляющий технологическими процессами и транспортом. При двухступенчатой службе имеется горный диспетчер и диспетчер по транспорту. Второй подчинен первому.

В функции диспетчера входят контроль и учет работы транспорта и управление его работой.

Для сбора информации используют визуальное наблюдение, телефонную связь и средства телесигнализации. Последние имеют датчики состояния объектов и линии связи, по которым показания датчиков передаются диспетчеру. Для наглядности оптические сигнализаторы (лампы) размещают на мнемосхемах (рис. 47.4) — упрощенных схемах транспортной цепи. Сигналы показывают состояние объектов: работает конвейер или нет, степень заполнения бункеров, положение шиберов, состояние стрелочных переводов и т. д.

Учет работы может производиться диспетчером, заполняющим специальные бланки, или автоматически — самопишущими приборами, счетчиками и т. п.

Цель управления — безопасность труда и выполнение плана перевозок с наименьшими затратами труда и средств. Управление состоит в выработке управляющих сигналов на основании переработки имеющейся информации о ходе производственных процессов.

Выработку сигналов (принятие решений) может осуществлять диспетчер или УВМ — управляющая вычислительная машина. Последние пока находятся в стадии разработки.

Управление отдельным объектом может быть местным, когда машина включается оператором по сигналу диспетчера, или централизованным, когда объект включается с пульта диспетчера.

Управление стационарными установками несложно. Наиболее сложным является управление локомотивной откаткой. Оно заключается в подаче сигналов поездам и в управлении стрелками.

В качестве сигналов применяют светофоры и семафоры. Светофоры сигнализируют цветом огня. Они бывают двухзначные (красный и зеленый) и трехзначные (красный, желтый, зеленый). При двухзначном светофоре движение идет на зеленый свет, и перед поездом имеется один свободный перегон (рис. 47.3, а). При трехзначном светофоре на зеленый свет движение идет с полной скоростью, впереди поезда два свободных перегона.

(рис. 47.3, б), а при желтом свете разрешается движение с малой скоростью — впереди имеется один свободный перегон. Минимальное расстояние между сигналами (длина блок-участка) — длина тормозного пути l_r (24.41).

Семафор сигнализирует днем — положением крыла (горизонтальное положение — закрыт), ночью — цветом огня (красный, зеленый).

Сигналы применяют в качестве входных, запрещающих или разрешающих вход на станцию; выходных, запрещающих или разрешающих отправление; проходных, запрещающих или разрешающих движение с одного блок-участка на другой.

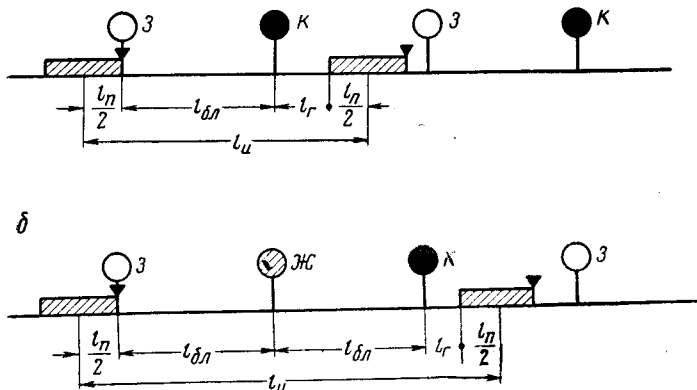


Рис. 47.3. Системы сигнализации:

а — двухзначная; б — трехзначная

Показания сигналов должны быть ясно видны с расстояния не меньшего, чем путь торможения, в противном случае ставят на длине тормозного пути от основного светофора дополнительный, сигнал которого повторяет сигнал основного.

Стрелочные переводы могут управляться вручную, с движущегося локомотива и централизованно — с пульта диспетчера.

Схема рельсовых путей разделяется отдельными пунктами (станциями, разъездами, постами, блок-постами — гл. 45) на перегоны. В соответствии с этим различают управление движением на перегонах и на станциях.

На перегоне может находиться только один поезд. Для отправки поезда на перегон нужно согласие двух соседних отдельных пунктов. Способы сношений между отдельными пунктами следующие: телефонная связь, электрожелезная система, полуавтоматическая блокировка, автоматическая блокировка.

При телефонной системе машинист локомотива получает письменное разрешение на занятие перегона от дежурного по станции.

При электрожелезнодорожной системе машинист получает металлический жезл, который дежурный по станции может вынуть из жезлового аппарата только при условии, что перегон свободен.

При автоблокировке открытие и закрытие светофоров происходит автоматически в зависимости от положения поездов, воздействующих на рельсовые цепи или датчики.

При полуавтоматической блокировке связь сигналов аналогична автоблокировке, но открытие светофоров осуществляется дежурным по станции.

Управление движением на станциях осуществляют с применением системы СЦБ — сигнализации, централизации и блокировки. Сигнализация состоит в подаче сигналов поездам; централизация — в централизованном управлении стрелками и сигналами светофоров; блокировка — в обеспечении взаимосвязи сигналов светофоров, положения стрелок и занятости путей, при которой обеспечивается безопасность движения.

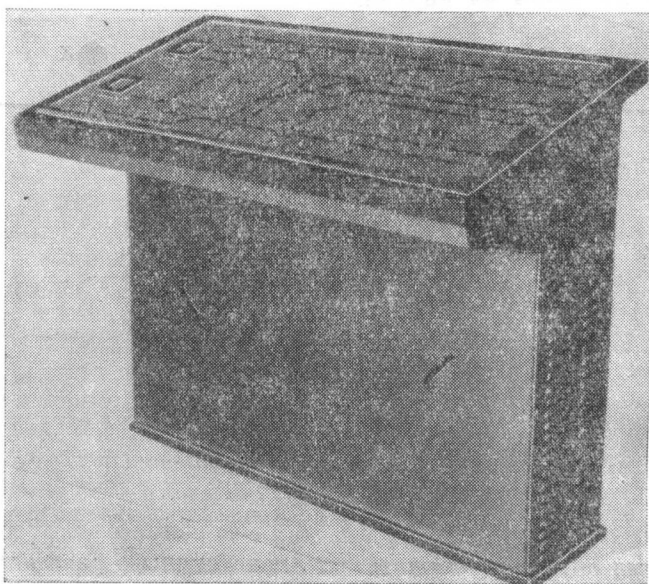


Рис. 47.4. Централизованный аппарат системы Интеградомино (Венгрия)

В горной промышленности применяют СЦБ трех видов:

- 1) с индивидуальной централизацией, когда диспетчер переводит каждую отдельную стрелку нажатием отдельной кнопки с одновременным переключением сигналов светофоров;
- 2) с маршрутной централизацией, когда любой маршрут¹ задается нажатием двух кнопок: начальной (откуда) и конечной (куда);
- 3) с автоматической централизацией, когда переключение сигналов и стрелок осуществляется автоматически.

Последнюю схему применяют только на перегонах и отдельных пересечениях.

Система СЦБ обеспечивает получение запроса о подходе поездов (на мнемосхеме загорается запросная лампа и включается звонок), централизованное управление светофорами и стрелочными переводами, передачу распоряжений машинистам локомотивов в районе формирования

¹ Маршрутом называют путь следования через определенные участки путей, стрелочные переводы и сигнальные посты.

составов, блокировочные связи. Последние исключают одновременное разрешение враждебных маршрутов (взаимно исключающих друг друга по соображениям безопасности), открытие разрешающего сигнала при неверной установке стрелок, перевод стрелок после подачи разрешающего сигнала.

Все возможные маршруты и соответствующие им положения стрелок и светофоров заносят в таблицу взаимозависимости (враждебности) маршрутов, из которой видно, какие маршруты исключают друг друга.

Устройства маршрутно-распорядительной сигнализации и стрелочной централизации монтируют в одном централизационном аппарате (рис. 47.4). Он включает также мнемосхему, показывающую состояние путевых сигналов и стрелок и расположение поездов в любой момент времени.

§ 47.7. ОЦЕНКА УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА

Уровень организации оценивают системой показателей, в большей или меньшей степени зависящих от уровня организации. Единого показателя не имеется.

Наиболее прямым, непосредственно зависящим от организации показателем является удельная потеря времени по организационным причинам,

$$P_0 = \frac{t_{\text{пер}}}{t_{\text{см}}}, \quad (47.5)$$

где $t_{\text{пер}}$ — длительность перерывов по вине организации транспорта за смену;

$t_{\text{см}}$ — длительность смены.

$t_{\text{пер}}$ не включает потери времени по вине добычных, подготовительных, вскрышных или отвальных участков.

Имеется целый ряд показателей косвенного характера:

1) производительность передвижных машин (для которых производительность в значительной степени зависит от уровня организации): производительность локомотива, автосамосвала, самоходного вагона и т. п.;

2) удельная трудоемкость транспорта, показывающая количество человеко-смен рабочих транспорта на 1000 T добычи;

3) себестоимость транспорта в целом или в части затрат, зависящих от уровня организации, — зарплата, амортизация;

4) коэффициент неравномерности, осредненный по часовому, сменному или суточному периоду (§ 2.2). Он не является прямым показателем, поскольку неравномерность в значительной степени определяется неравномерностью работы технологических участков и лишь частично неравномерностью транспорта;

5) коэффициент использования во времени

$$k_v = \frac{t_o}{t_{\text{см}}}, \quad (47.6)$$

где t_o — фактическое оперативное время работы в смену.

Для установок непрерывного действия t_o равно так называемому «машинному времени», т. е. фактическому времени, в течение которого

машина работает; t_0 не является прямым показателем, поскольку учитывает все потери времени, а не только по вине организации транспорта;

6) коэффициент эксплуатации

$$k_s = \frac{A}{A_{\text{теор}}} = \frac{A}{Q_{\text{п}} t_{\text{см}}}, \quad (47.7)$$

где A и $A_{\text{теор}}$ — фактическая и теоретическая сменная производительность, m ;

$Q_{\text{п}}$ — паспортная производительность, $m/\text{ч}$.

Коэффициент эксплуатации показывает использование транспортной установки и одновременно оценивает резервы производительности. Поскольку $Q_{\text{п}}$ транспортных установок изменяется через какие-то интервалы, то при подборе установки всегда получается $Q_{\text{п}} > Q_{\text{р}}$ (2.14). Обозначим

$$k_{\text{р. п}} = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_{\text{р}}}, \quad (47.8)$$

где $Q_{\text{р}}$ — расчетный грузопоток (2.14);

$k_{\text{р. п}}$ — резерв паспортной производительности.

Подставим в (47.7)

$$A = t_0 Q_{\text{ор}} = t_{\text{см}} k_{\text{в}} Q_{\text{ор}}$$

и $Q_{\text{п}}$ из (47.8), тогда

$$k_s = \frac{A}{Q_{\text{п}} t_{\text{см}}} = \frac{t_{\text{см}} k_{\text{в}} Q_{\text{ор}}}{Q_{\text{р}} k_{\text{р. п}} t_{\text{см}}} = \frac{k_{\text{в}}}{\frac{Q_{\text{р}}}{Q_{\text{ор}}} k_{\text{р. п}}} = \frac{k_{\text{в}}}{k k_{\text{р. п}}}, \quad (47.9)$$

где k — коэффициент неравномерности (§ 2.1).

При проектировании транспорта по главным выработкам принимают обычно (§ 2.1) $k = 1,5$ и такие значения $t_{\text{п. п}}$, что плановое значение $k_{\text{в}}$ равно около 0,8. При $k_{\text{р. п}} = 1,2$ из (47.9) мы получим $k_s = 0,33$, т. е. установка используется по производительности всего на одну треть.

Показатель k_s удобен тем, что он интегрален (оценивает общий уровень культуры производства) и очень просто определяется, поскольку в (47.7) величина A известна по отчетности, а $Q_{\text{п}}$ — из паспорта машин.

Коэффициент эксплуатации позволяет определить возможную реальную сменную производительность установки по ее паспортным данным

$$A = Q_{\text{п}} t_{\text{см}} k_s, \quad T, \quad (47.10)$$

где k_s — нормативное (среднее) значение коэффициента эксплуатации в данных условиях.

Коэффициент резерва производительности

$$k_{\text{рез}} = \frac{A_{\text{теор}}}{A} = \frac{1}{k_s} = \frac{k k_{\text{р. п}}}{k_s}. \quad (47.11)$$

Выражение (47.11) показывает, за счет чего можно реализовать резервы пропускной способности. Основной резерв — снижение коэффициента неравномерности, что достигается ритмичной работой по плану; также повышение $k_{\text{в}}$, которое обеспечивается работой по плану и организацией планово-предупредительных ремонтов, чтобы избежать поломок во время работы. Чтобы не закладывать излишних резервов при проектировании, следует иметь достаточно широкий выбор типоразмеров машин, тогда $k_{\text{р. п}}$ будет небольшим.

ГЛАВА 48

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА НА ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Основные вопросы организации (планирование работы установок и всего транспорта в целом, диспетчерский контроль и управление) решаются на угольных шахтах, рудных шахтах и карьерах с некоторыми особенностями. Планирование работы стационарных установок на всех предприятиях осуществляется одинаково (§ 47.2), поэтому ниже рассматриваются только особенности планирования локомотивного транспорта.

§ 48.1. УГОЛЬНЫЕ ШАХТЫ

Движение электровозов может быть организовано по однозвенной и двухзвенной схемам. При двухзвенной организации откатка разделена на сборочную и магистральную. Сборочная транспортирует вагонетки от пунктов погрузки до сборочной станции, а магистральная откатка — от сборочной станции до околоствольного двора (рис. 25.13, а).

Двухзвенная откатка рациональна на участках со сближенными погрузочными пунктами. Достоинства ее: возможность применения на сборочной откатке более легких электровозов, требующих менее прочных путей и меньших радиусов кривых; возможность использования электровозов для протягивания вагонов во время погрузки при наличии аккумуляющих емкостей над погрузочными пунктами, что устраняет маневровое оборудование; сокращение маневров у магистральных электровозов, которое снижает время рейса, а следовательно, и число магистральных электровозов. Недостаток: повышение общего числа электровозов. Несмотря на последнее обстоятельство, организация транспорта упрощается, так как большая часть электровозов находится на сборочной откатке, где организация проста, а по главным выработкам курсирует небольшое число электровозов, организация движения которых упрощается. В СССР двухзвенную откатку применяют в основном на шахтах, разрабатывающих крутые пласты (рис. 50.1) при группировке. В США двухзвенная откатка является типовой. Для сборочной и магистральной откаток выпускают специальные электровозы: для сборочной — тихоходные с небольшим весом, а для магистральной — тяжелые высокоскоростные (скорость до 50 км/ч). Для движения с большими скоростями применяют вагонетки с разгрузкой через дно с пневмотормозами. В результате из нескольких десятков электровозов, имеющих на шахте, магистральные составляют 4—5 единиц. Поскольку на угольных шахтах число погрузочных пунктов относительно невелико и их расположение стабильно, то, как правило, применяют организацию движения без закрепления состава за электровозом, т. е. с применением маневрового оборудования.

В большинстве случаев пока используют организацию с закреплением электровоза за маршрутом. При наличии СЦБ и ВЧ связи переходят на обезличенный или смешанный график движения.

На шахтах с суточной добычей более 1800 т применяют двухступенчатую структуру диспетчерской службы, т. е. с горным диспетчером и диспетчером по транспорту. В распоряжении диспетчера имеются следующие технические средства: телефонная проводная связь со всеми пунктами погрузки и разгрузки вагонов; высокочастотная связь со всеми машинами электровозов; средства телеконтроля заполнения бункеров, работы

стационарных установок и т. д.; система СЦБ электровозной откатки. СЦБ применяют при количестве электровозов на горизонте более 6—7. При меньшем количестве ограничиваются высокочастотной связью, автоматической сигнализацией на пересечениях выработок и управлением стрелочными переводами с движущихся электровозов.

Из-за больших длин откатки и сравнительно простых схем путей СЦБ принимают в пределах околоствольного двора и примыкающих к нему выработок.

Применяется обычно диспетчерская индивидуальная централизация. Светофоры двухзначные (красный и зеленый) с нормально горящим красным сигналом.

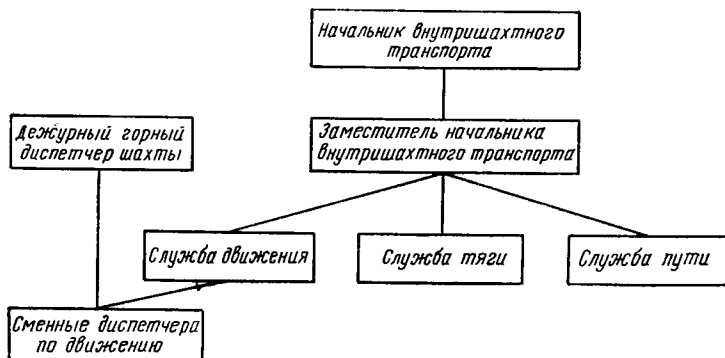


Рис. 48.1. Структура управления подземным транспортом угольной шахты

На рис. 48.1 показана типовая структура управления участком внутришахтного транспорта. Участок разбивается на три службы: движения, тяги и пути.

Служба движения осуществляет оперативное руководство работой транспорта.

Служба тяги занимается эксплуатацией подвижного состава электровозного транспорта, контактной сети, тяговой подстанции, зарядных устройств.

Служба пути осуществляет настилку, ремонт и содержание пути. Обычно она же занимается очисткой водоотводных канав и ремонтом крепи откаточных выработок

§ 48.2. РУДНЫЕ ШАХТЫ

На рудных шахтах количество люков весьма значительно, погрузка идет то под одним, то под другим люком, поэтому, как правило, применяют организацию движения с закреплением состава за электровозом, т. е. электровоз протягивает вагонетки при загрузке и при разгрузке. При отсутствии СЦБ обычно принимают езду с закреплением электровоза за маршрутами. При СЦБ переходят на езду без закрепления за участками, что повышает производительность откатки до 25%.

Прогрессивным является переход на телеуправление электровозами при погрузке, т. е. управление электровозом машинистом, находящимся у люка. При этом отпадает необходимость в люковом провожатом, что существенно повышает экономические показатели работы транспорта.

Диспетчерская служба, ее технические средства, область применения СЦБ — аналогичны угольным шахтам.

Особенностью рудных шахт является сложность схем рельсовых путей, малые расстояния откатки, большое число электровозов. Поэтому система СЦБ обычно охватывает весь откаточный горизонт полностью. Диспетчер задает маршрут от околоствольного двора до пункта погрузки и обратно.

Схему СЦБ для небольших откаточных горизонтов строят как диспетчерскую индивидуальную централизацию. Для горизонтов с числом электровозов 10 и выше схема СЦБ строится как диспетчерская маршрутно-релейная централизация, что существенно упрощает работу диспетчера. Структура управления участком внутришахтного транспорта аналогична рис. 48.1.

§ 48.3. КАРЬЕРЫ

На карьерах пункты погрузки непрерывно перемещаются, вес состава велик, поэтому использование маневрового оборудования нерационально и применяют исключительно организацию движения с закреплением состава за локомотивом.

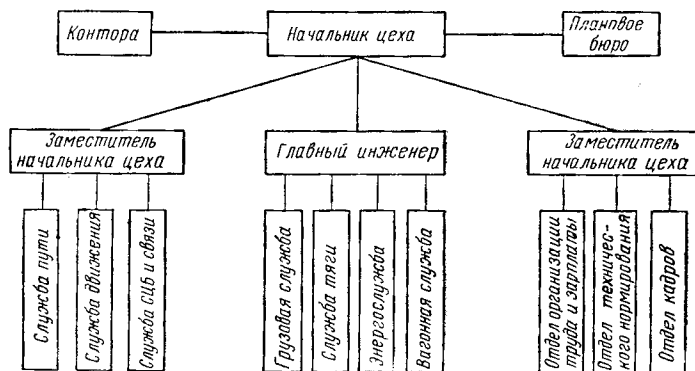


Рис. 48.2. Структура управления транспортным цехом карьера при железнодорожном транспорте

Как правило, используют езду без закрепления локомотива за маршрутом (за экскаватором). Это несколько усложняет управление, но имеет целый ряд достоинств: повышается производительность локомотива; более равномерна нагрузка на локомотивы, которые ходят то по трудным маршрутам (с большими подъемами), то по легким; более равномерна нагрузка на вагоны, которые работают то по скальным, то по мягким грунтам и изнашиваются равномерно; при работе на мягких грунтах вагоны залипают, а при подаче их на скальные грунты — очищаются.

На перегонах и пересечениях устраивают автоблокировку. Система СЦБ охватывает только станции. Применяют как диспетчерскую индивидуальную, так и маршрутно-релейную централизацию.

Система светофорной сигнализации двухзначная (красный, зеленый) или трехзначная (красный, желтый, зеленый).

Достоинствами двухзначной системы являются большая простота и пропускная способность, поскольку интервал между поездами при двухзначной системе (45.16) меньше, чем при трехзначной (45.17).

Достоинствами трехзначной системы являются большая надежность и безопасность движения.

На действующих карьерах применяют двухзначную систему, на некоторых новых карьерах с большой длиной перегонов и большими скоростями движения поездов — трехзначную.

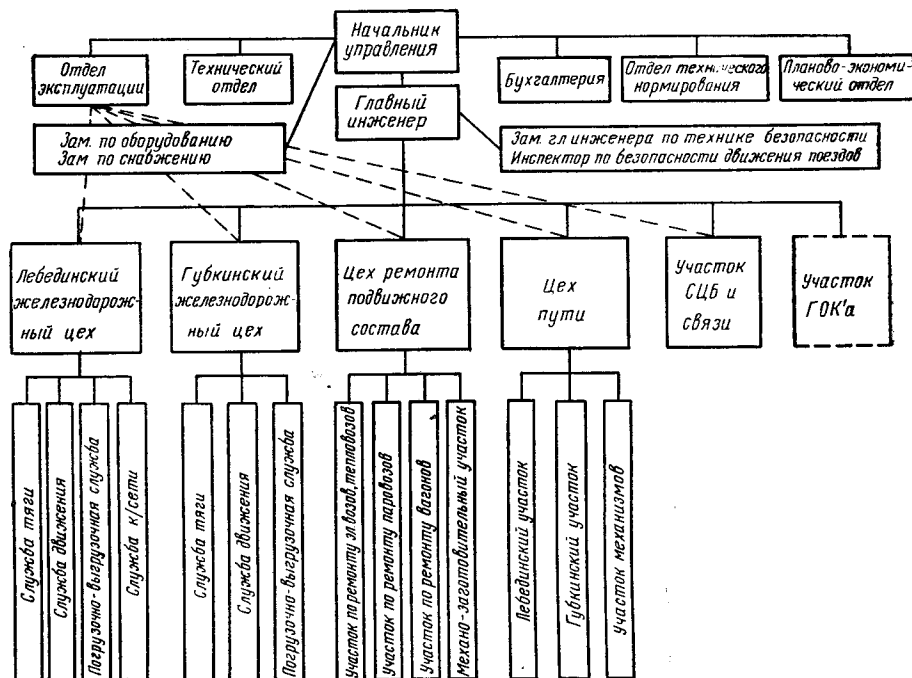


Рис. 48.3. Структура транспортного управления

Существует два вида структуры управления железнодорожным транспортом: транспортный цех и транспортное управление.

Транспортный цех является одним из цехов карьера. Начальник транспортного цеха подчинен директору карьера.

Транспортное управление является самостоятельной единицей. Оно объединяет транспорт нескольких карьеров и не подчинено отдельным горным предприятиям, а только дирекции объединения горных предприятий (трест, комбинат).

На рис. 48.2 показана типичная структура транспортного цеха, а на рис. 48.3 — структура транспортного управления (для конкретных условий КМА). Последний вид структуры обеспечивает более высокий уровень работы транспорта.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

ГЛАВА 49

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

§ 49.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Разнообразие горнотехнических условий определяет различие схем, средств и способов транспортирования, применяемых на конкретных горных предприятиях.

При выборе наиболее целесообразного варианта транспортирования помимо высоких экономических показателей должны быть обеспечены:

1) прогрессивность принятых схем, средств и методов транспортирования, обеспечивающих необходимую пропускную способность транспортной системы, качество транспортируемого продукта и безопасные условия труда;

2) однотипность применяемых средств транспорта, облегчающая эксплуатацию транспортных систем, уход и ремонт транспортных механизмов. При прочих равных условиях должно отдаваться предпочтение непрерывным средствам транспорта;

3) перевозка людей, вспомогательных грузов, материалов, оборудования к месту производства работ, доставка породы к местам ее складирования. Обычно необходимо отдавать предпочтение таким транспортным комплексам, которые обеспечивают, наряду с доставкой основного, доставку и вспомогательных грузов;

4) комплексность принятых технических решений, полная взаимная увязка средств транспорта отдельных звеньев;

5) возможность механизации и автоматизации процесса транспортирования и работ в смежных звеньях технологического процесса добычи;

6) надежность принимаемых средств транспорта и транспортной системы в целом. Надежность системы транспорта в отдельных ее звеньях достигается за счет создания на стыках транспортных магистралей аккумулярующих емкостей.

В транспортных системах с жесткими связями, когда бункерные устройства отсутствуют, надежность систем повышается за счет резервирования — установкой параллельно работающих транспортных устройств.

К основным задачам проектирования транспорта относятся следующие:

- а) установление рациональной величины аккумуляющих емкостей;
- б) выбор средств транспорта в отдельной изолированной выработке;
- в) выбор средств транспорта для заданной системы горных выработок;
- г) выбор системы горных выработок совместно со средствами транспорта.

При решении задач основным критерием оптимальности являются экономические показатели: капитальные затраты, эксплуатационные затраты или приведенные затраты. Последние равны

$$П = Э + E_{\text{к}} K_{\text{к}} + E_{\text{т}} K_{\text{т}}, \text{ руб/год}, \quad (49.1)$$

где $\mathcal{E}$ — годовые эксплуатационные затраты, руб;

$K_{эж}$ — капитальные затраты на электромеханическое оборудование, руб.;

K_r — капитальные затраты на горно-строительные работы, руб.;

$E_{эж}$ и E_r — нормативные коэффициенты эффективности капитальных затрат соответственно на электромеханическое оборудование и на горностроительные работы.

Установление рациональной величины аккумулирующих емкостей.

Как следует из (2.22), вводя аккумулирующую емкость, мы снижаем расчетный коэффициент неравномерности установки, стоящий после емкости, т. е. в ряде случаев можем принять менее мощное, а следовательно, и более дешевое транспортное оборудование, однако, экономя на транспортном оборудовании, мы производим затраты на аккумулирующие емкости, оптимальная величина которых соответствует минимуму эксплуатационных (или приведенных) затрат по транспорту.

Задачу решают методом сравнения вариантов. Практически чаще всего пользуются нормативами аккумулирующих емкостей.

Выбор средств транспорта в отдельной изолированной выработке.

Порядок решения задачи следующий: устанавливают технически возможные варианты; из возможных выбирают оптимальный, т. е. обеспечивающий наименьшие эксплуатационные (или приведенные) затраты по транспорту.

Техническая возможность применения ограничивается видом груза, производительностью, длиной, планом и профилем пути транспортирования, пыле-газовым режимом и т. п. Задачу решают методом сравнения вариантов. Для облегчения экономического сравнения имеются графики эффективных областей применения (рис. 50.2, 50.3 и др.). Подобные графики справедливы всегда только для тех конкретных условий, для которых производилось экономическое сравнение.

Выбор средств транспорта для заданной системы горных выработок.

Выбор средств транспорта для выработок, входящих в транспортную систему, зависит не только от горнотехнических условий, определяющих оптимальный вариант транспорта по каждой выработке, но и от взаимного влияния друг на друга средств транспорта данной системы. Какое-либо средство транспорта, наивыгоднейшее в условиях изолированного участка, может оказаться неприемлемым, если учитываются связи этого участка с другими транспортными звеньями системы. Для выбора наивыгоднейшей схемы транспорта в целом необходимо рассматривать систему транспорта с учетом взаимного влияния средств транспорта отдельных звеньев и их стыков друг на друга. Поскольку транспортная система развивается, то ее необходимо рассматривать в динамике, ибо схема транспорта, наилучшая в данных условиях, может оказаться наихудшей при дальнейшем развитии горных работ. В связи с этим задачу оптимизации транспортных систем решают в следующем порядке:

1) устанавливают технически целесообразные сочетания видов транспорта при заданных горнотехнических условиях (схеме горных выработок, нагрузках на транспортные магистрали, газообильности и т. п.). Например, нерационально сочетание конвейерного транспорта по горизонтальным выработкам и откатки бесконечным канатом по наклонным выработкам; откатки в скипах и откатки бесконечным канатом; бункерных поездов и откатки в вагонетках;

2) выбирают наиболее выгоднейшее сочетание средств транспорта при заданном расположении транспортных выработок на различных стадиях развития горных работ;

3) устанавливают наиболее целесообразные средства транспорта для различных стадий развития горных работ по критерию наименьших суммарных эксплуатационных расходов по транспорту за весь период эксплуатации транспортной системы.

При выборе системы горных выработок необходимо учитывать средства транспорта в них. В шахтах транспортные средства зачастую определяют сечения горных выработок, на карьерах вид транспорта определяет уклоны въездных траншей, разнос бортов и т. п., т. е. от вида и параметра транспорта зависят объемы горных работ, срок строительства предприятия и т. д. Полный учет всех факторов и правильный выбор схем, средств и технологии транспорта могут быть сделаны только при комплексной оптимизации системы горного хозяйства предприятия в целом. В этом случае критерием оптимальности является обеспечение минимальной себестоимости 1 T добываемого полезного ископаемого или приведенных затрат, отнесенных к 1 T ископаемого.

§ 49.2. МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Выбор средств транспорта для отдельных изолированных транспортных выработок производится методом технико-экономического анализа технически осуществимых вариантов.

Обычно эксплуатационные или приведенные расходы при различных средствах транспорта определяются по заранее разработанным формулам (стоимостным параметрам). В ряде случаев для ускорения решения задач и обеспечения их наглядности расчеты оформляются в виде графиков областей применения различных средств транспорта.

Выбор средств транспорта для выработок, входящих в единую транспортную систему, может производиться вручную, с применением простейших вычислительных средств, с использованием метода графов и с использованием ЭЦВМ.

Решение задачи с помощью метода графов состоит из двух основных этапов: построения моделей графов, отображающих рассматриваемые конкретные транспортные схемы и сопоставляемые виды транспорта, и выявления оптимального решения, т. е. отыскания в построенных графах так называемого кратчайшего пути, которому соответствует технологическая схема транспорта с наименьшими затратами на ее эксплуатацию.

Исходными данными для решения задачи являются: схемы транспортных выработок шахты; виды транспорта по горизонтальным и наклонным выработкам, принимаемые для сопоставления; экономические данные, характеризующие все сравниваемые виды транспорта в рассматриваемых конкретных условиях.

Построение моделей графов. Транспортные звенья шахты разбиваются на части по числу крыльев шахтного поля. На каждой части строится граф (зональный), а затем для объединения зональных графов строится объединительный граф. Каждый зональный граф строится в следующем порядке. С левой стороны графа наносятся одна под другой несколько начальных вершин, обозначающих принятые для сравнения виды транспорта по штрекам в уклонных (бремсберговых) полях. Над каждой вершиной записывается величина суммарных транспортных расходов на

обслуживание погрузочного пункта лавы и транспортирование по штреку при тех видах транспорта, которые обозначает каждая вершина. Затем правее, на некотором произвольном расстоянии наносятся другие промежуточные вершины, соответствующие сравниваемым видам транспорта по наклонной выработке (конвейерный транспорт, скиповой транспорт, одноконцевая канатная откатка вагонеток). После этого каждую из начальных вершин соединяют отрезком прямой линии (дугой) с теми промежуточными вершинами, которые означают вид транспорта по наклонной выработке, с которым технически возможно сопряжение соответствующих видов транспорта по штреку.

Над каждой дугой записывают сумму эксплуатационных затрат на обслуживание приемной площадки наклонной выработки и транспортирование по наклонной выработке при видах транспорта, обозначенных вершинами, которые соединяет данная дуга. После этого на некотором произвольном расстоянии, правее промежуточных вершин, наносятся вершины, соответствующие принятым для сравнения видам транспорта по основному (коренному) штреку крыла шахты. Они соединяются дугами с промежуточными вершинами, означающими тот вид транспорта по наклонной выработке, с которым технически возможно сопряжение обозначенных данными вершинами видов транспорта по основному штреку. Над каждой из дуг записывают сумму расходов на обслуживание площадок наклонной выработки и транспортирование по коренному штреку рассматриваемого крыла шахты при видах транспорта, отображаемых соответствующими вершинами. Аналогично строится зональный граф для другого крыла шахтного поля. После построения зональных графов строится объединительный граф. Число начальных вершин этого графа соответствует числу возможных сочетаний видов транспорта по коренным штрекам крыльев шахтного поля. Число конечных вершин графа соответствует числу рассматриваемых видов транспорта в околоствольном дворе.

Выявление оптимального решения.

1. Передвигаясь по направлению дуг (слева направо), оценивают по минимуму каждую вершину, в которую заходят одна или несколько дуг, отмечая при этом ту дугу, которая привела к наименьшей оценке.

2. Если граф заканчивается одной вершиной, то после ее оценки по минимуму двигаются по заходящей в нее отмеченной дуге в обратном направлении (справа налево) до следующей вершины, из которой исходит отмеченная дуга; затем от этой вершины по заходящей в нее отмеченной дуге двигаются до следующей вершины, и так до тех пор, пока не возвращаются к началу графа. Полученный путь и будет кратчайшим.

3. Когда граф заканчивается несколькими вершинами, после окончания оценки по минимуму всех вершин графа, в которые заходят дуги, необходимо рассмотреть полученные суммы по конечным (последним) вершинам и выбрать вершину с наименьшей суммой. После этого от выбранной конечной вершины двигаются в обратном направлении до начала графа таким же образом, как описано в предыдущем пункте.

На рис. 49.1 приведены схема транспортных выработок крыла шахты и зональный граф, соответствующий этой схеме. Для сопоставления приняты следующие виды транспорта: по горизонтальным выработкам, расположенным в уклонных полях, — электровозная откатка (Э), конвейерный транспорт (К) и транспорт бункерными поездами (Б); по наклонным выработкам — конвейерный транспорт (К), одноконцевая канатная откатка в вагонетках (ОК), скиповой транспорт (С); по основным горизон-

тальным выработкам — конвейерный транспорт (K) и электровозная откатка ($\mathcal{E}$). Кратчайший путь графа показан жирной линией. Оптимальной технологической схемой транспорта в данных условиях является электровозная откатка от лавы по штреку, одноконцевая откатка вагонеток по уклону, электровозная откатка по коренному штреку.

Достоинство метода графов — простота. Недостаток — статичность. Он пригоден для выбора только из заданной комбинации средств с фиксированными параметрами (определенная длина, определенная производительность и т. д.). Для того чтобы с помощью метода графов анализировать схему при изменении длин, требуется принять несколько значений (например, начальное, конечное и среднее) и для каждого положения строить отдельный граф.

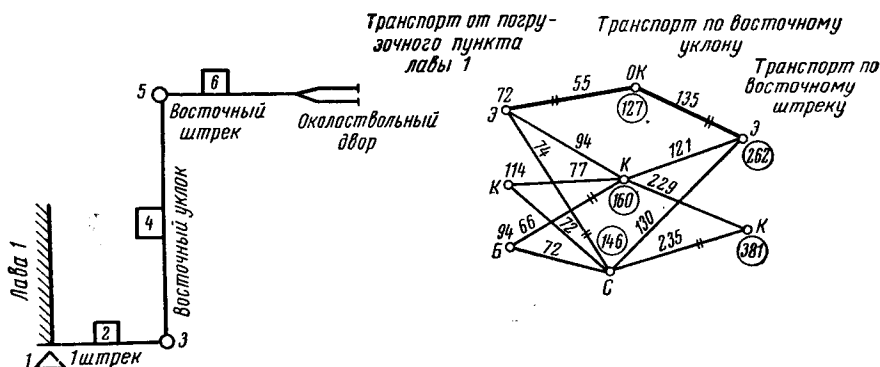


Рис. 49.1. Схема транспортных выработок и зональный граф восточного крыла шахты, разрабатывающей один пологий угольный пласт

При использовании для решения задач ЭЦВМ установление экономичности сочетания различных транспортных средств с учетом рациональных схем их сопряжения не только механизмуется, но и автоматизируется. Представляется возможным выявить оптимальные сочетания транспортного средства в различные периоды эксплуатации горного предприятия и произвести выбор наилучших средств транспорта на основании частного критерия — минимума расходов, связанных с содержанием транспортной системы за весь ее срок службы.

Литература к гл. 49: 19, 78, 79, 84, 85, 124, 125, 138, 148, 175, 177, 181.

ГЛАВА 50

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СХЕМЫ ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА

Создание материально-технической базы коммунизма на основе развития науки и техники, механизации и автоматизации, непрерывного роста производительности труда — главная экономическая задача советского общества.

Перед горной промышленностью страны поставлены серьезные задачи — повысить добычу ископаемых с одновременным улучшением

техничко-экономических показателей работы шахт. В настоящее время основной резерв снижения себестоимости и трудоемкости транспортирования — совершенствование и правильное проектирование общешахтных технологических схем подземного транспорта.

§ 50.1. УГОЛЬНЫЕ ШАХТЫ

I. Характерные схемы транспорта

Важнейшими факторами, определяющими схемы транспорта, являются схемы вскрытия и подготовки, системы разработки, число, мощность, угол падения и газоносность пластов и др. На рис. 50.1 показаны характерные схемы транспорта угольных шахт СССР.

Транспорт вдоль лавы, по просекам и печам, как правило, осуществляется скребковыми конвейерами.

Схема транспорта при вскрытии вертикальными стволами и этажной подготовке (рис. 50.1, а) в современном состоянии характеризуется большим числом горизонтальных и наклонных выработок, разбросанностью малопроизводительных погрузочных пунктов, малыми нагрузками на транспортные магистрали. Основной вид транспорта по штрекам — электровозная откатка, по наклонным выработкам — канатные откатки. При значительных длинах наклонных выработок производительность канатных откаток падает, что приводит к ступенчатости откатки. Такие схемы транспорта отличаются наибольшей трудоемкостью.

Более совершенной является схема при вскрытии вертикальными стволами с панельной подготовкой (рис. 50.1, б). Сравнительно небольшая протяженность ярусных штреков (600—1500 м) позволяет в большинстве случаев конвейеризировать доставку угля от очистных забоев до основного горизонта. В некоторых случаях на ярусных штреках применяется электровозная откатка в вагонетках с разгрузкой через дно.

По выработкам основного горизонта основной вид транспорта — электровозная откатка. При отработке первых панелей на ряде шахт на основном горизонте применяется конвейерный транспорт. При этом достигается полная конвейеризация подземного транспорта. Схема характеризуется высокой концентрацией грузопотоков, отсутствием ступенчатости транспорта, высоким уровнем конвейеризации, применением на основных горизонтах большегрузных вагонеток и тяжелых электровозов.

Схема при вскрытии наклонными стволами и этажной подготовке показана на рис. 50.1, в. К наклонным стволам непосредственно примыкают откаточные и вентиляционные штреки, проводимые до границ шахтного поля. Схема отличается простотой (по сравнению с вертикальными шахтами), менее сложными околоствольными дворами. Транспорт по штрекам — главным образом электровозная откатка, по наклонным стволам — конвейеры, скипы, канатная откатка.

Схема при вскрытии вертикальными стволами и отработка спаренными лавами по падению (восстановлению) показана на рис. 50.1, д. Схема отличается высокой концентрацией горных работ при небольшом количестве транспортных выработок и погрузочных пунктов.

Сборочные ходки оборудуются ленточными конвейерами, бортовые ходки — монорельсовым транспортом или маневровыми лебедками. Схемы обычно применяются при малых углах падения пластов и при горизонтальном залегании.

Рис. 50.1. Характерные схемы транспорта угольных шахт

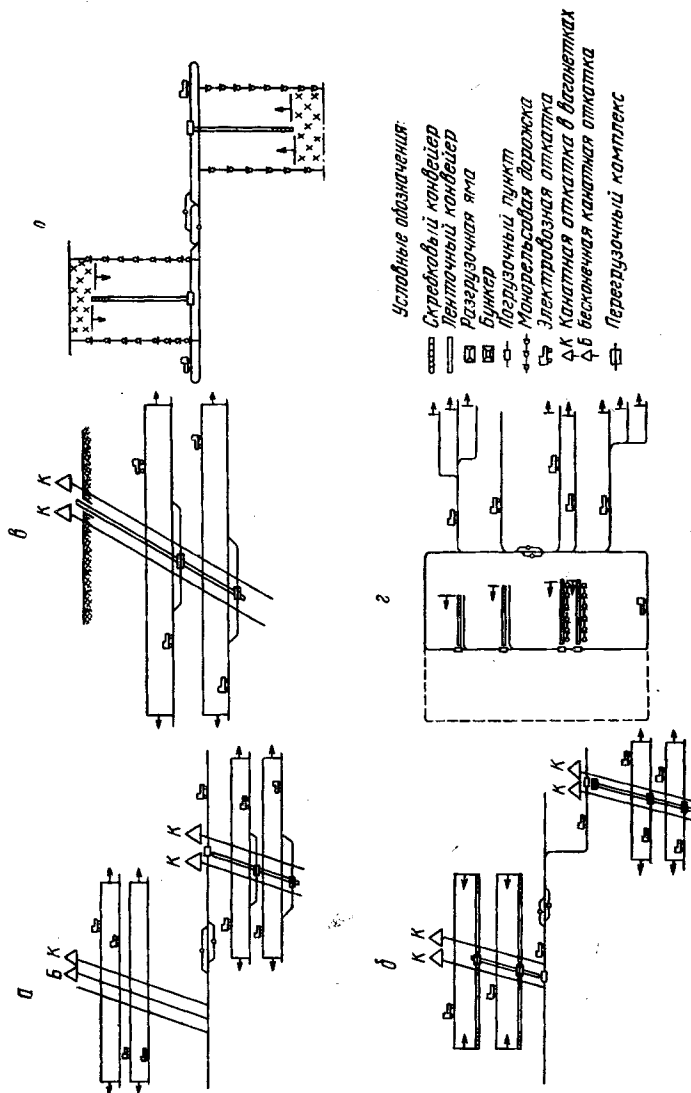


Схема транспорта при разработке свиты крутых пластов изображена на рис. 50.1, г. Схема характеризуется большой разветвленностью выработок, отсутствием наклонных выработок, наличием двух типов погрузочных пунктов (одиночных и групповых). Основной вид транспорта — электровозный. При блоковой подготовке (слева от центрального квершлага) в пределах блока может применяться конвейерный транспорт, по откаточным выработкам — электровозный.

Показанные на рис. 50.1 схемы в чистом виде обычно не встречаются — на действующих шахтах, как правило, имеют место комбинации указанных схем.

Основные направления совершенствования схем транспорта: применение прогрессивных схем вскрытия, подготовки и систем разработки, позволяющих сократить число и протяженность транспортных магистралей, повысить концентрацию грузопотоков; использование совершенного транспортного оборудования: тяжелых электровозов, большегрузных вагонеток, магистральных конвейеров; обеспечение необходимых резервов производительности и аккумулирующих емкостей на стыках транспортных звеньев.

II. Выбор рациональных средств транспорта для отдельных выработок

Определяющими факторами при выборе рациональных средств транспорта являются: горнотехнические — длина транспортирования,

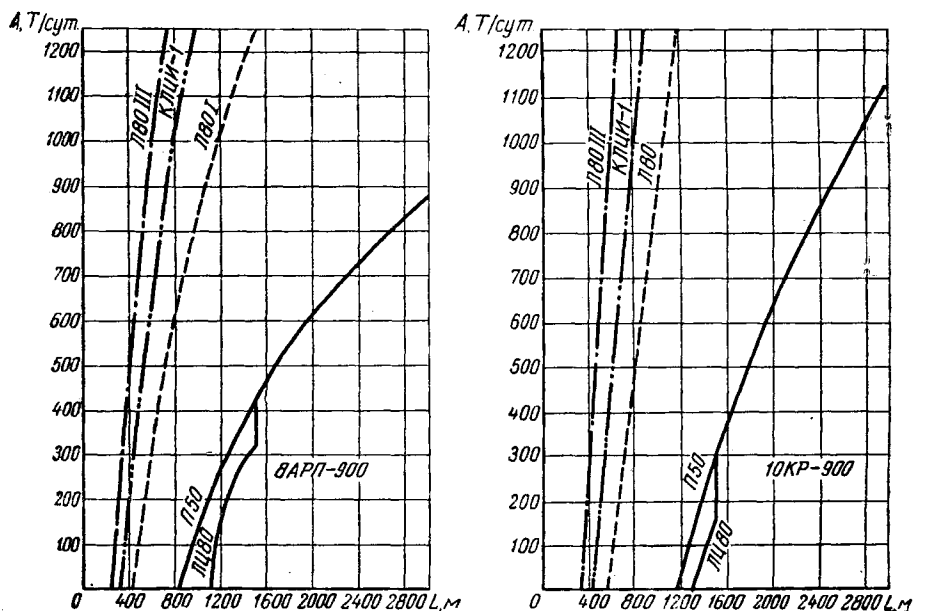


Рис. 50.2. Области эффективного применения средств транспорта по горизонтальным выработкам

грузопоток, угол наклона, искривленность выработок в плане, пыле-газовый режим; организационные — режим работы транспортной установки, срок службы выработки и др.

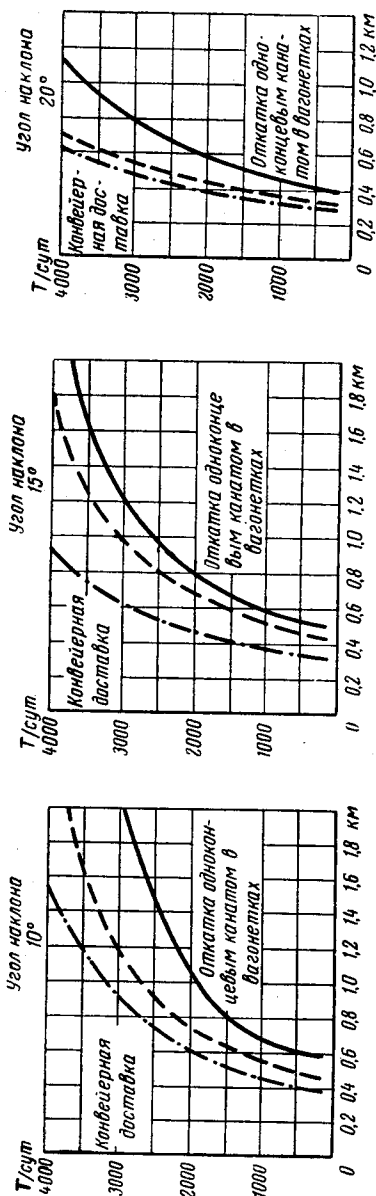
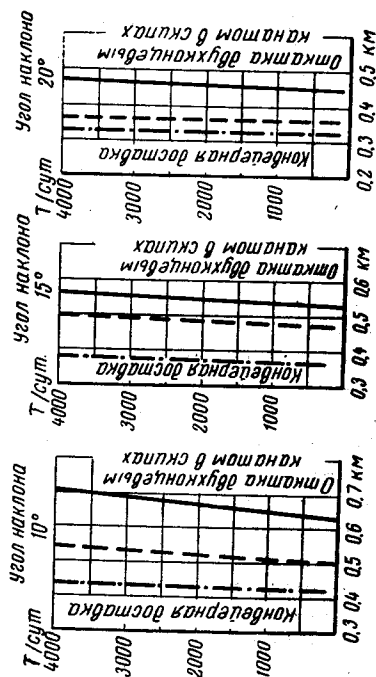


Рис. 50.3. Области эффективного применения средств транспорта по наклонным выработкам при типах конвейеров: — КЛА-250; --- КРУ-260; - - - КРУ-350



Рациональные средства транспорта определяются экономическим сравнением возможных вариантов. Для этих целей служат также графики областей рационального применения конкурирующих средств транспорта. Эти графики строятся для конкретных транспортных средств в определенном диапазоне горвотехнических условий (рис. 50.2).

В качестве основных средств транспорта по горизонтальным выработкам применяют электровозы и ленточные конвейеры. При конвейерной доставке необходим вспомогательный транспорт — монорельсовый или локомотивный. При малых длинах транспортирования и больших грузопотоках экономически целесообразно применение конвейеров; при прямолинейных выработках — ленточных, при искривленных — пластинчатых и конвейеров специальной конструкции.

При разветвленных выработках и значительных длинах транспортирования более экономичен электровозный транспорт.

В качестве основных средств транспорта по наклонным выработкам применяют ленточные конвейеры (до углов наклона $16-18^\circ$), конвейеры для больших углов наклона (при углах $18-35^\circ$), скиповые подъемы, канатные откатки (от 5 до 30°).

При оборудовании наклонных выработок канатными откатками в вагонетках они одновременно выполняют функции основного (транспортирование угля) и вспомогательного транспорта. Для перевозки людей оборудуется специальная выработка.

При применении скипового подъема или конвейеров необходимо дополнительно оборудовать канатными откатками две выработки: одну — для перевозки людей, другую — для вспомогательного транспорта.

На рис. 50.3 показаны области эффективного применения основных видов транспорта по наклонным выработкам.

III. Проектирование общешахтных схем транспорта

Постановка задачи. Для принятой схемы транспортных выработок, при заданных грузопотоках и расстояниях транспортирования установить оптимальное сочетание транспортных средств. Критерием оптимальности является минимум эксплуатационных расходов на транспортирование по шахте в целом.

В одних и тех же условиях можно применять большое число различных средств транспорта. Число типов машин и оборудования с развитием техники непрерывно увеличивается, поэтому даже для сравнительно простой схемы транспортных выработок выбор оптимального решения представляет многовариантную задачу, решение которой обычными методами вычислений практически невозможно — необходимо применять электронно-вычислительную технику.

Исходными данными для решения задачи на ЭЦВМ являются:

- а) схема горизонтальных и наклонных выработок шахты, включающая эксплуатационные и вентиляционные штреки, главные и вспомогательные наклонные выработки, людские ходки, основные штреки;
- б) начальная и максимальная длины транспортных выработок;
- в) размеры грузопотока по каждой выработке (уголь, порода, вспомогательный грузопоток);
- г) темпы продвижения очистных забоев;
- д) стоимостные параметры транспорта, т. е. выражения, определяющие затраты на транспортирование для каждого конкретного транспорт-

ного средства в зависимости от определяющих факторов; длина транспортирования; грузопоток; угол наклона выработки и др.

Принимается перечень средств транспорта, из которых будет производиться выбор оптимального сочетания.

При решении задачи вводятся ограничивающие условия, определяющие техническую возможность применения данного транспортного средства: угол наклона выработки, категорийность шахты по газу, технические области применения по производительности, технологическая целесообразность сочетания отдельных средств транспорта по горизонтальным и наклонным выработкам. Например, нецелесообразно сочетание конвейерного транспорта по штреку с канатными откатками по наклонным выработкам.

При решении задачи для действующих шахт ограничивающими факторами могут являться сечения горных выработок.

Составляется аналитическое выражение затрат на транспортирование по шахте в целом:

$$C = \sum C_1 + \sum C_2 + \sum C_3 + \sum C_4 + C_5, \text{ руб.}, \quad (50.1)$$

где C_1 — затраты на транспорт по эксплуатационным штрекам, включая погрузочный пункт, руб.;

C_2 — то же, по вентиляционным штрекам, руб.;

C_3 — то же, по наклонным выработкам (главные, вспомогательные, людские ходки, приемно-отправительные площадки); руб.;

C_4 — то же, по главным откаточным штрекам и квершлагам, руб.;

C_5 — то же, в околоствольном дворе, руб.

Составляется алгоритм и программа решения задачи отыскания минимума C . В результате перебора и сравнения вариантов определяется сочетание средств транспорта по горизонтальным и наклонным выработкам, обеспечивающие минимум затрат на транспортирование.

Анализ схем транспорта в типичных условиях позволяет сформулировать прогрессивные направления решений.

При столбовой системе разработки рациональна конвейеризация выработок эксплуатационного участка от забоев до эксплуатационного (этажного) штрека.

Т а б л и ц а 50.1

Область эффективного применения различных типов электровозов на угольных шахтах

Суточный грузопоток, Т	Длина транспортирования, км			
	0,5	1,5	2,5	3,5 и более
500	A10, K10	A14, K10	A20, K14	A28, K14
1000	A14, K14	A20, K14	A28, K20	A28, K28
1500	A20, K14	A28, K20	A28, K28	A28, K28
2000 и более	A28, K14	A28, K28	A28, K28	A28, K28

При панельной схеме подготовки рациональна полная конвейеризация в пределах панели, т. е. по ярусным штрекам и панельным уклонам и бремсбергам. То же относится и к различным вариантам блочной подготовки.

По капитальным наклонным выработкам до углов $16-18^\circ$ рационален ленточный конвейер, при больших углах — скиповый подъем.

По главным горизонтальным выработкам рациональна электровозная откатка. Рекомендуемые типы электровозов приведены в табл. 50.1.

Вагонетки следует применять емкостью 4, 5, 6 и 8 м^3 .

Для шахт большой производительности рационально применять вагонетки с разгрузкой через дно.

Применять конвейеры на главных горизонтальных выработках рационально при суммарной длине конвейеров до 3000 м и производительности не ниже 1500 т в сутки. Сплошная конвейеризация шахты от забоя до околоствольного двора как при этажной, так и при панельной схеме подготовки должна обосновываться технико-экономическими расчетами.

§ 50.2. РУДНЫЕ ШАХТЫ

Схема транспорта определяется схемой вскрытия, способом подготовки и системой разработки.

Вскрытие можно осуществлять вертикальными стволами, наклонными стволами и штольнями.

Наклонные стволы (рис. 50.4, в, рис. 50.5, в) оборудуют ленточными конвейерами или скипами. Спуск-подъем людей и материалов обычно производят по вертикальным стволам, что экономит время и более безопасно. Конвейеризированные стволы встречаются пока редко, но имеют перспективу, особенно для рудников с большой производительностью. Например, рудник

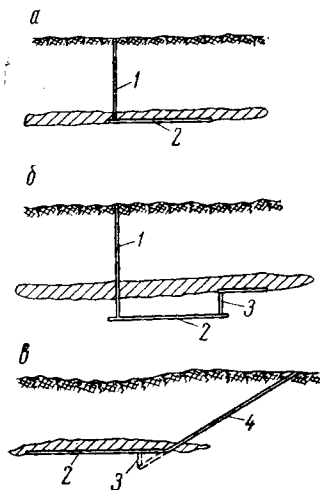


Рис. 50.4. Схемы вскрытия горизонтальных рудных месторождений:

1 — вертикальный ствол; 2 — горизонтальные выработки; 3 — рудоспуск; 4 — наклонный ствол

Таблица 50.2
Область эффективного применения электровозов и вагонеток на рудных шахтах

Производственная мощность рудника, млн. т в год	Вес электровоза, т	Емкость вагонетки, м^3
До 0,3	До 7	0,7
0,3—0,5	До 7	1,0—2,0
0,5—1,0	До 10	1,0—2,0
1,0—3,0	До 14	2,0—4,0
3,0 и более	До 28	4,0—8,0

им. Кирова в Криворожском бассейне вскрывается стволом длиной 4000 м с углом наклона 16° при годовой производительности подъема 30 млн. т.

При вскрытии вертикальными стволами горизонтальных месторождений откаточные выработки проходят или на уровне почвы пласта

(рис. 50.4, а), или в виде концентрационных (полевых) выработок (рис. 50.4, б), что имеет преимущества: хорошее состояние откаточной

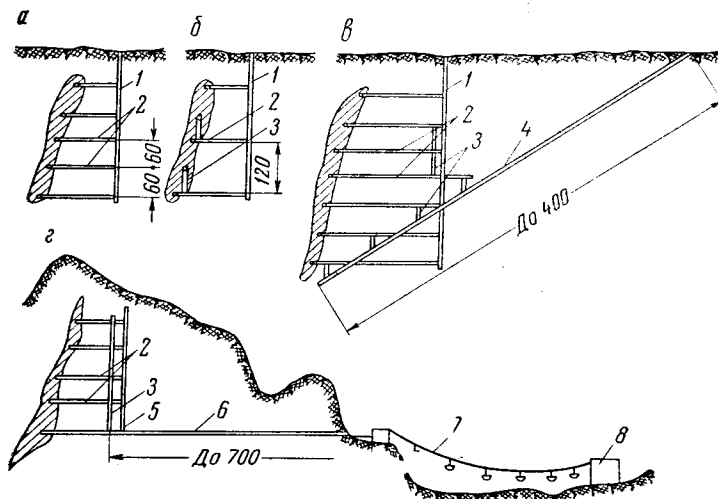


Рис. 50.5. Схемы вскрытия крутопадающих рудных месторождений:

1 — вертикальный ствол; 2 — этапный квершлаг; 3 — рудоспуск; 4 — наклонный ствол; 5 — слепой ствол; 6 — штольня; 7 — подвесная дорога; 8 — фабрика

выработки, возможность прохождения ее с рациональным продольным профилем, наличие промежуточной емкости.

При вскрытии крутых пластов вертикальными стволами возможна схема с этажными (рис. 50.5, а) и с групповыми квершлагами (рис. 50.5, б).

В первом варианте околоствольный двор сооружают на каждом этаже, во втором — через один (иногда через два или более), а руда перепускается с верхних этажей по рудоспуску 3. Вскрытие штольней (рис. 50.5, в) типично для гористых местностей. Перепуск руды с верхних горизонтов осуществляют обычно по капитальному рудоспуску 3, спуск-подъем людей и материалов по слепому стволу 5.

При разработке крепких руд (железная, медная и т. п.) практически единственным видом транспорта по горизонтальным выработкам является

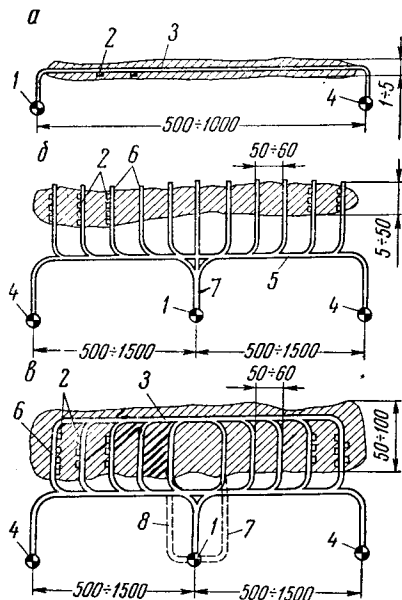


Рис. 50.6. Схемы откаточного горизонта рудных шахт:

1 — главный ствол; 2 — люк; 3 — рудный штрек; 4 — вспомогательный ствол; 5 — полевой штрек; 6 — орт; 7, 8 — квершлага

(рис. 50.4, а), или в виде концентрационных (полевых) выработок (рис. 50.4, б), что имеет преимущества: хорошее состояние откаточной

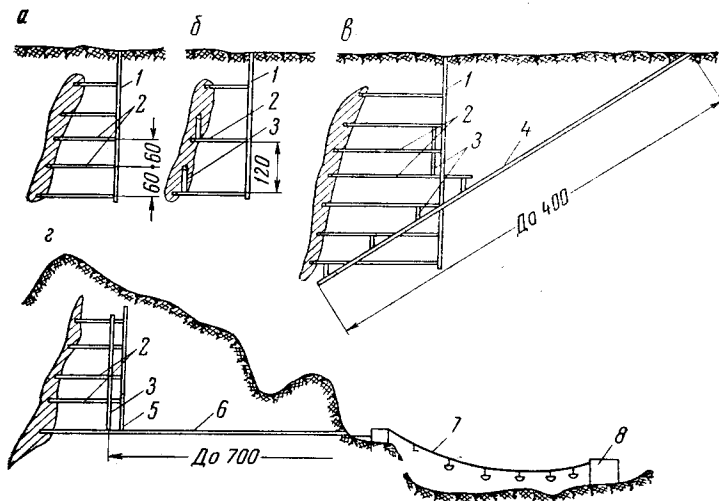


Рис. 50.5. Схемы вскрытия крутопадающих рудных месторождений:

1 — вертикальный ствол; 2 — этапный квершлаг; 3 — рудоспуск; 4 — наклонный ствол; 5 — слепой ствол; 6 — штольня; 7 — подвесная дорога; 8 — фабрика

выработки, возможность прохождения ее с рациональным продольным профилем, наличие промежуточной емкости.

При вскрытии крутых пластов вертикальными стволами возможна схема с этажными (рис. 50.5, а) и с групповыми квершлагами (рис. 50.5, б).

В первом варианте околоствольный двор сооружают на каждом этаже, во втором — через один (иногда через два или более), а руда перепускается с верхних этажей по рудоспускам 3. Вскрытие штольней (рис. 50.5, г) типично для гористых местностей. Перепуск руды с верхних горизонтов осуществляют обычно по капитальному рудоспуску 3, спуск-подъем людей и материалов по слепому стволу 5.

При разработке крепких руд (железная, медная и т. п.) практически единственным видом транспорта по горизонтальным выработкам является

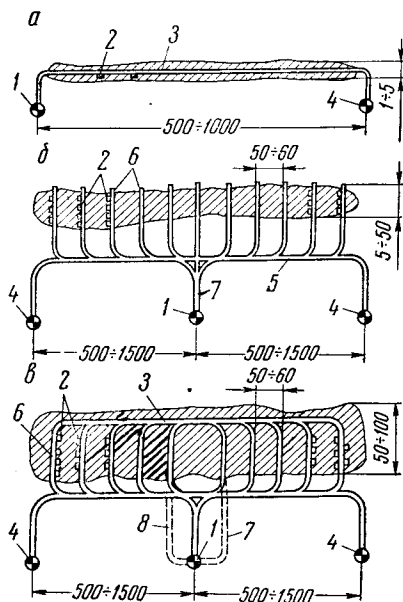


Рис. 50.6. Схемы откаточного горизонта рудных шахт:

1 — главный ствол; 2 — люк; 3 — рудный штекер; 4 — вспомогательный ствол; 5 — полевой штекер; 6 — орт; 7, 8 — квершлаг

электровозная откатка, рекомендуемые параметры которой приведены в табл. 50.2.

Конвейеризация транспорта крепких руд по горизонтальным выработкам в мировой практике встречается в единичных случаях, и вопрос этот находится в стадии проработки.

При разработке мягких руд (марганцевая руда и т. п.) по горизонтальным выработкам применяют как электровозную откатку, так и ленточные конвейеры. Схема транспорта в последнем случае аналогична рис. 50.1, *б*, т. е. конвейеризация в пределах панели (и далее электровозная откатка) или полная конвейеризация шахты, включая наклонный ствол (рис. 50.4 *в*).

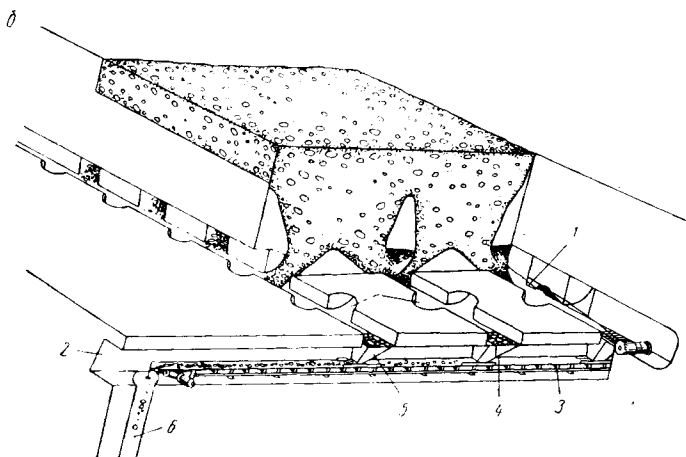
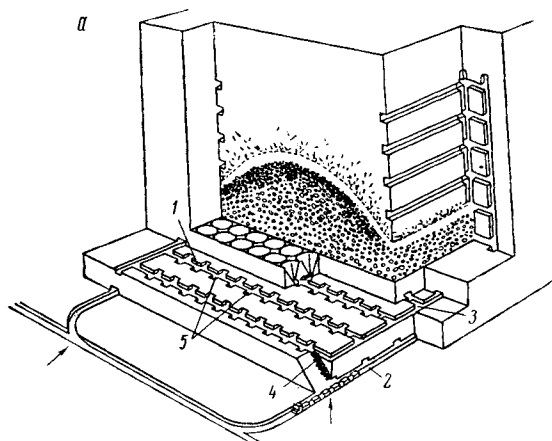


Рис. 50.7. Схемы транспорта при выпуске руды самотеком:

а — без аккумуляющих выработок; *б* — с аккумуляющими выработками

При электровозном транспорте схема этажных откаточных выработок зависит от мощности месторождения (рис. 50.6).

Схему *а* с рудным штреком, на котором производят погрузку вагонеток, применяют при разработке жильных месторождений небольшой мощности.

Схема *б* с полевым штреком и с тупиковыми ортами наиболее распространена. Погрузку вагонеток ведут в ортах, а полевой штрек является основной транспортной выработкой, движению по которой не мешает состав, заехавший в орт под погрузку. Недостаток схемы — встречное движение электровозов на полевом штреке.

Схему *в* с рудным и полевым штреками и с кольцевыми ортами применяют для месторождений большой мощности при больших производительностях. Для крупных шахт применяют вскрытие двумя квершлагами (пунктир на рисунке) для разделения потока груженых и порожних составов.

Системы разработки с точки зрения транспортирования руды можно разделить на две группы:

1) системы, в которых в пределах очистного пространства осуществляется механическое транспортирование руды:

а) горизонтальное залегание (камерно-столбовые системы);

б) крутое падение (системы с магазинированием, с закладкой, с распорной крепью);

2) системы в которых руда выпускается самотеком на горизонт вторичного дробления или на откаточный горизонт (системы с подэтажными штреками, подэтажное обрушение, этажное обрушение и т. п.).

При камерно-столбовых системах доставка руды в камере обычно осуществляется скреперными установками, которые через полук загрузают вагонетки (рис. 35.1, б). При погрузке руды экскаваторами или погрузочными машинами транспортирование из камер производят самоходными вагонами (рис. 29.4), которые затем разгружаются в вагонетки электровозной откатки.

В некоторых случаях производят погрузку вагонеток непосредственно в камере — для этого в камере необходимо иметь временные рельсовые пути.

При разработке мягких руд помимо указанных выше видов транспорта применяют конвейеры (ленточные или пластинчатые), которые должны иметь или телескопические устройства, или быть катучими, т. е. иметь возможность перемещаться вслед за забоем камеры.

В системах с магазинированием руды, с закладкой, с распорной крепью транспорт в пределах очистного пространства, как правило, осуществляется скреперными установками.

В системах с выпуском самотеком руда вытекает через воронки и через дучки 5 (рис. 50.7, а), выпускается в доставочные выработки 1 (в данном случае штреки, но могут быть и орты), по которым доставляется до орта 3 и через рудоспуски 4, оборудованные люками, грузится в орте 2 в вагонетки. Количество люков равно количеству доставочных штреков. В некоторых случаях доставку производят от середины доставочной выработки в противоположные стороны, тогда погрузка идет в двух ортах и количество люков удваивается.

Для сокращения количества люков устраивают аккумулялирующие выработки (рис. 50.7, б). В данном случае скреперные установки доставочных ортов 1 разгружаются через грохоты 4 и воронки 5 на конвейер 3, установленный в аккумулялирующем штреке 2. Вне зависимости

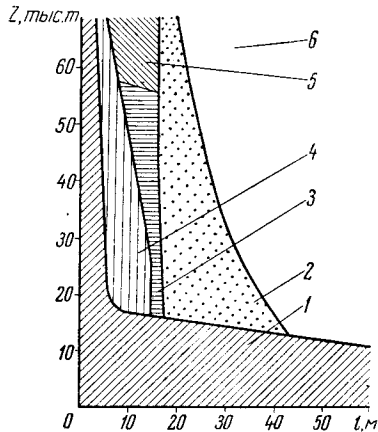


Рис. 50.8. Области эффективного применения средств доставки (по Ю. И. Михайлову):

- 1 — скреперные лебедки 30ЛС;
- 2 — скреповые конвейеры;
- 3 — скреперные лебедки 55ЛС;
- 4 — вибрационные конвейеры;
- 5 — скреперные лебедки 100ЛС;
- 6 — пластинчатые конвейеры

от количества доставочных выработок будет один рудоспуск b и один люк, который можно оборудовать более капитально.

В настоящее время основным средством доставки на рудных шахтах являются скреперные установки. Из-за низкой их производительности приходится одновременно работать несколькими установками, что требует большого числа рабочих. В результате трудоемкость доставки доходит иногда до 25—40% затрат труда по участку. Повышение производительности за счет емкости скрепера наталкивается на ограничение габарита скрепера по ширине выработок. Это в значительной мере устраняется применением многоковшовых скреперов (см. гл. 35). Для повышения производительности доставки ведутся работы по применению виброконвейеров, скребковых и пластинчатых конвейеров. Области их эффективного применения в зависимости от запасов руды в блоке Z и длины доставки l показаны на рис. 50.8.

Литература к гл. 50: 1, 19, 39, 78, 83, 90, 91, 99, 125, 171.

ГЛАВА 51

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СХЕМЫ ТРАНСПОРТА НА ПОВЕРХНОСТИ ШАХТ

§ 51.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПОВЕРХНОСТИ

Совокупность механизмов, зданий и сооружений на поверхности шахты, предназначенных для обработки основного и вспомогательного грузопотоков шахты, носит название технологического комплекса поверхности. В соответствии с выполняемыми функциями различают главный, вспомогательный и породный комплексы. Назначение главного комплекса — приемка полезного ископаемого из шахты, первичная его обработка, передача на погрузочные устройства и отгрузка потребителю. На вспомогательном комплексе принимаются лесоматериалы, смазочные, обтирочные материалы, оборудование, его запчасти и прочее и передаются к местам хранения или в шахту. Кроме этого, на вспомогательном комплексе производят обработку выдаваемых из шахты отработанных материалов и оборудования. На породном комплексе производят обработку выдаваемой из шахты породы. В случае применения на шахте закладки добавляется закладочный комплекс, заключающийся в подготовке закладочных материалов и транспортировании их.

Структура технологического комплекса определяется физико-химическими свойствами полезного ископаемого и требованиями к нему со стороны потребителя.

Материал потребителю может отправляться в рядовом виде, сортированном, обогащенном, сортированном и обогащенном.

Основные требования к технологическому комплексу: обеспечение бесперебойной работы шахты; своевременная отгрузка полезного ископаемого, удовлетворяющего техническим нормам и требованиям потребителя; обеспечение очистки материала от посторонних предметов и негабаритов (негабаритом считаются куски, крупность которых определяется размером ячеек решеток приемных ям потребителя или другими требова-

ниями, обычно это 300 мм, реже — 100 мм); обеспечение своевременной обработки прибывающих составов, загрузка их без механических повреждений, пылеобразования и излишнего крошения погружаемого материала; обеспечение технологии обработки материала, при которой не снижаются санитарно-гигиенические условия по району; обеспечение наименьшей стоимости обработки материала.

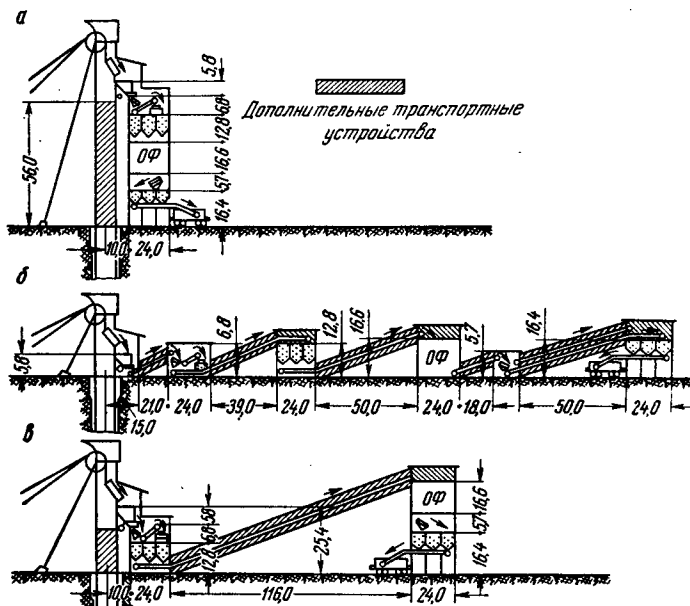
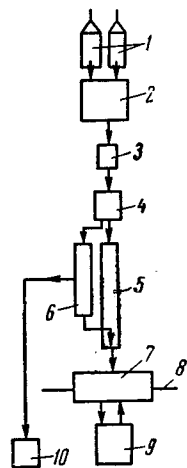


Рис. 51.1. Схемы компоновки комплексов шахт

При планировке технологического комплекса размещение оборудования можно вести по горизонтальной (а), высотной (б) или смешанной (в) схеме (рис. 51.1). Достоинства высотной схемы: малая занимаемая площадь, широкое использование самотечного транспорта. Недостатки: большие капитальные затраты, наличие большого количества желобов и труб, загромождающих помещение, крошение материала, пылеобразование, сложность введения в схему резервного оборудования. При горизонтальной схеме указанные недостатки устраняются, однако появляется большая сеть конвейеров, значительно увеличивается занимаемая площадь, отнимая годные для сельского хозяйства земли. Смешанная схема занимает промежуточное положение.

Большое разнообразие свойств полезного ископаемого и технических требований потребителей вызывает многообразие технологических комплексов. Почти для каждой шахты, особенно угольной, технологический комплекс обладает своей спецификой. Поэтому создание единой типовой поверхности затруднительно и влечет

Рис. 51.2. Технологическая схема поверхности:
1 — скипы; 2 — приемный бункер; 3 — питатель; 4 — грохот; 5 — передаточный конвейер; 6 — конвейер отборки посторонних предметов; 7 — погрузочный комплекс; 8 — железнодорожные пути; 9 — склад; 10 — бункер



ряд неприятностей: последующие перестройки и достройки, плохое использование площадей и т. д. Рациональным является создание типовых технологических линий и их использование в различных вариантах.

Основными направлениями создания технологического комплекса поверхности являются:

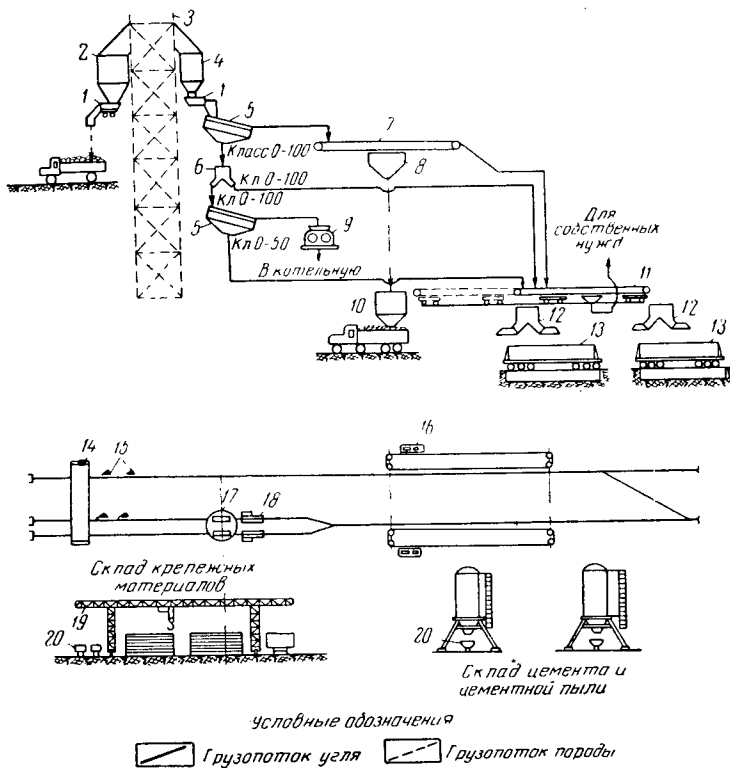


Рис. 51.3. Схема цепи аппаратов угольной шахты:

1 — питатель; 2 — породный бункер; 3 — главный ствол; 4 — угольный бункер; 5 — грохот; 6 — воронка; 7 — конвейер отборки посторонних предметов; 8 — воронка; 9 — дробилка; 10 — бункер; 11 — катучий конвейер; 12 — погрузочные воронки; 13 — железнодорожные вагоны; 14 — катучая платформа; 15 — столпы; 16 — маневровая лебедка; 17 — вспомогательный ствол; 18 — заталкиватели; 19 — мостовой кран; 20 — вагонетка

а) отгрузка потребителю материала, очищенного от посторонних примесей, в сортированном виде;

б) применение централизации ряда функций: обогащение, складирование, отвалообразование, складирование материалов, ремонт оборудования и т. п.;

в) применение механических способов устранения посторонних предметов и негабарита;

г) отказ в большинстве случаев от бункерной погрузки в пользу безбункерной;

д) ограничение применения складов (необходимость устройства складов должна подтверждаться технико-экономическим расчетом);

е) создание технологического комплекса, в наиболее полной мере отвечающего условиям блокировки (§ 51.2);

ж) применение для основного комплекса конвейерного транспорта, для вспомогательного — вагонеточного и конвейерного.

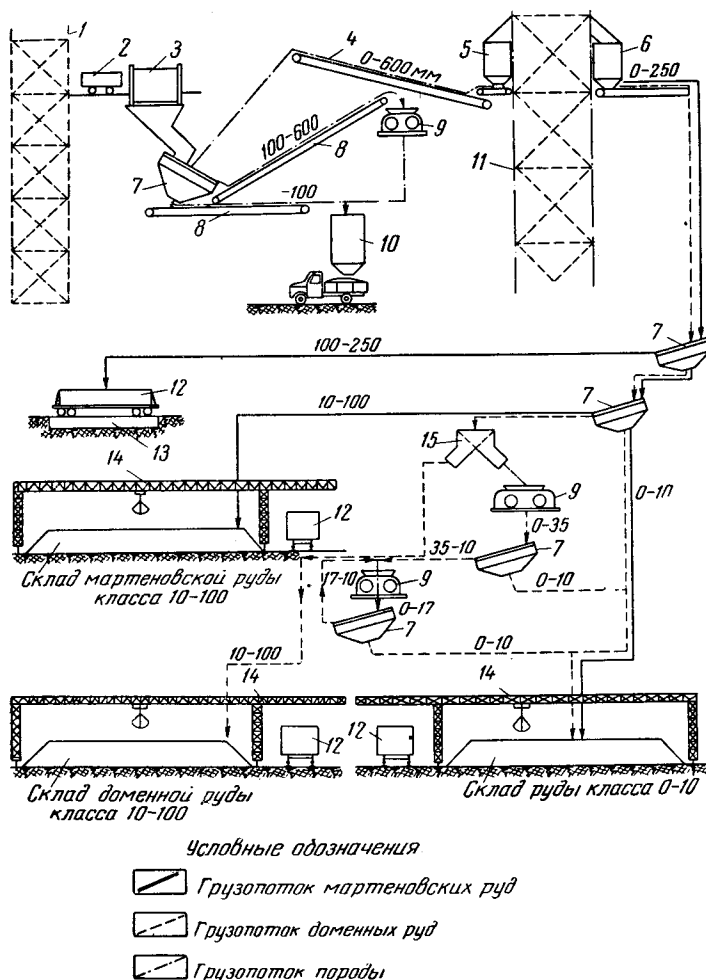


Рис. 51.4. Схема цепи аппаратов рудной шахты:

1 — вспомогательный ствол; 2 — вагонетка; 3 — опрокидыватель; 4 — конвейер отборки посторонних предметов; 5 — породный бункер; 6 — рудный бункер; 7 — грохоты; 8 — конвейер; 9 — дробилки; 10 — бункер; 11 — главный ствол; 12 — железнодорожные вагоны; 13 — железнодорожные весы; 14 — мостовой кран; 15 — распределительная воронка

При проектировании технологического комплекса первоначально выполняется технологическая схема (рис. 51.2), отражающая только последовательность операций, а затем — схема цепи аппаратов, отражающая и компоновку оборудования. Схема цепи аппаратов является исходным звеном для составления генерального плана.

На рис. 51.3 показана простейшая схема цепи аппаратов угольной шахты. Уголь, выдаваемый из шахты, проходит грохочение и отборку

посторонних предметов из класса $+100$ мм; грузится в рядовом виде. Породу направляют в отвал автосамосвалами.

В комплексе вспомогательного ствола используют катучие платформы (§ 42.2) и маневровые лебедки. Вспомогательный ствол используют исключительно для перевозки материалов и людей, а всю породу выдают скиповым подъемом по главному стволу.

Более сложный технологический комплекс — с индивидуальной обогатительной фабрикой — показан на рис. 52.4, а его описание дано в § 52.2.

Схема цепи аппаратов железорудной шахты приведена на рис. 51.4. На шахте руда проходит очистку от посторонних предметов и сортировку. Шахта отгружает четыре сорта руды: мартеновскую класса $100—250$ мм безбункерной погрузкой; мартеновскую класса $10—100$ мм, доменную класса $10—100$ мм и агломерационную класса $0—10$ мм — погрузкой со складов. Породу направляют в отвал автосамосвалами.

§ 51.2. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ПОВЕРХНОСТИ ШАХТЫ

Генеральным планом промышленного предприятия называется проектное решение комплексного размещения всех зданий, сооружений, транспортных и инженерно-технических коммуникаций и их взаимной увязки на промышленной площадке.

При разработке генерального плана должны учитываться многочисленные факторы, важнейшими из которых являются структура технологического комплекса, производительность шахты и способ вскрытия, район расположения шахты, характер отведенной стройплощадки, архитектурно-строительные требования к предприятию в целом и к отдельным его объектам, архитектурно-планировочные решения всего района застройки с применением наиболее эффективных видов транспорта. В итоге составления генерального плана должна быть решена основная задача — обеспечение эффективного поточного производства при наименьшем объеме капитальных затрат. Наиболее существенное влияние на построение генерального плана предприятия имеют процессы транспортирования сырья, полуфабриката, готовой продукции и отходов, которые решают с учетом следующих основных требований:

а) грузы прибытия должны по возможности без перегрузки доставляться в подвижном составе прибытия к пунктам хранения или переработки на предприятии;

б) погрузка продукции предприятия в подвижной состав дороги общего пользования должна производиться непосредственно из соответствующих цехов или складов;

в) транспортирование грузов внутри предприятия должно осуществляться кратчайшими путями по возможности без перегрузок;

г) характер применяемого транспорта должен обеспечивать наибольшую механизацию и автоматизацию погрузочно-разгрузочных работ.

Архитектурно-строительные решения должны в наибольшей степени обеспечивать принятую технологию производства и рациональные условия труда, принцип экономной застройки территории предприятия с соблюдением санитарно-гигиенических норм, возможность при необходимости дальнейшего увеличения мощности предприятия.

Общими направлениями в решении современных генеральных планов являются:

1. Принцип максимальной блокировки поверхности, заключающийся в том, что большинство служб поверхности объединяется в несколько крупных зданий, называемых блоками. Обычно на поверхности выполняют три блока: блок главного ствола, блок вспомогательного ствола и административно-хозяйственный комбинат. В блоке главного ствола располагается оборудование для приемки полезного ископаемого и породы, их обработки и транспортирования, а также подъемные машины главного ствола, электроподстанция и котельная. В блоке вспомогательного ствола кроме оборудования для приемки угля и породы располагаются подъемные машины, калориферная, компрессорная, механическая мастерская, складские и некоторые другие служебные помещения.

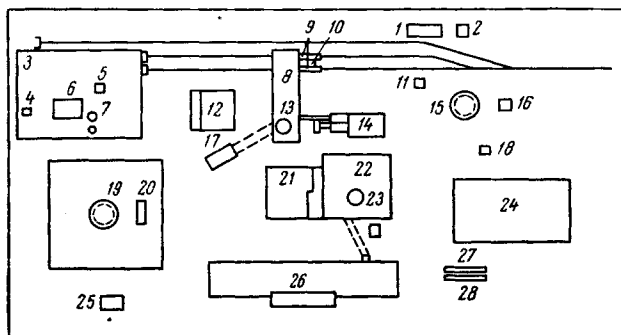


Рис. 51.5. Комплекс сооружений угольной шахты:

1, 12 — отстойник; 2, 20 — насосная станция; 3 — склад крепей; 4, 5 — хозяйственные помещения; 6 — мастерская заготовки крепей; 7 — склад цемента; 8 — блок главного ствола; 9 — железнодорожные весы; 10 — пункт управления погрузкой; 11 — здание маневровых лебедок; 13, 23 — копер; 14, 21 — здания подъемных машин; 15, 19 — резервуар водоснабжения; 16 — хлораторная и насосная; 17 — здание вентиляторов; 18 — туалет; 22 — блок вспомогательного ствола; 24 — электроподстанция; 25 — столовая; 26 — административно-хозяйственный комбинат; 27, 28 — стоянка велосипедов и автомашин

В здании административно-хозяйственного комбината сосредоточиваются службы по обслуживанию трудящихся и управлению шахтой.

Кроме трех основных блоков, на поверхности предусматривают небольшое количество мелких зданий, которые не могут быть включены в блоки.

Поверхность шахт с многоканатными подъемами получается более компактной и имеет один основной блок, в котором монтируется комплекс главного и вспомогательного грузопотоков (см., например., рис. 42. 5).

2. Применение принципа секционной компоновки зданий. Сущность этого принципа заключается в том, что здание каждого блока образуется из примыкающих друг к другу секций, имеющих различное технологическое назначение. Каждая из секций имеет несколько заранее спланированных вариантов и каждый блок набирается из стандартных секций, что снижает стоимость и сроки проектирования.

3. Территорию шахты делят на зоны, объединяющие однородные по характеру группы зданий и сооружений (группу административно-хозяйственного комбината, зданий подъемных машин и вентиляторов, складов, мастерских и пр.). Такой порядок компоновки создает лучшие условия использования внутреннего транспорта, исключает слияние и пересечение грузопотоков, улучшает систему укладки инженерных коммуникаций.

Отвалы, склады, отстойники группируют в черной зоне, располагая ее в подветренной стороне по отношению к остальной территории и особенно к жилому поселку. Подветренная сторона определяется по господствующему направлению ветров в теплое время года.

Между черной зоной и зоной расположения зданий административно-хозяйственного комбината, вентиляторов, компрессоров, подъемных машин оставляют разрыв в 40—50 м с устройством полосы зеленых насаждений.

Внутренние дворы П- и Т-образной формы располагают параллельно или под углом не более 45° к направлению господствующих ветров так, чтобы свободная часть двора была обращена в наветренную сторону.

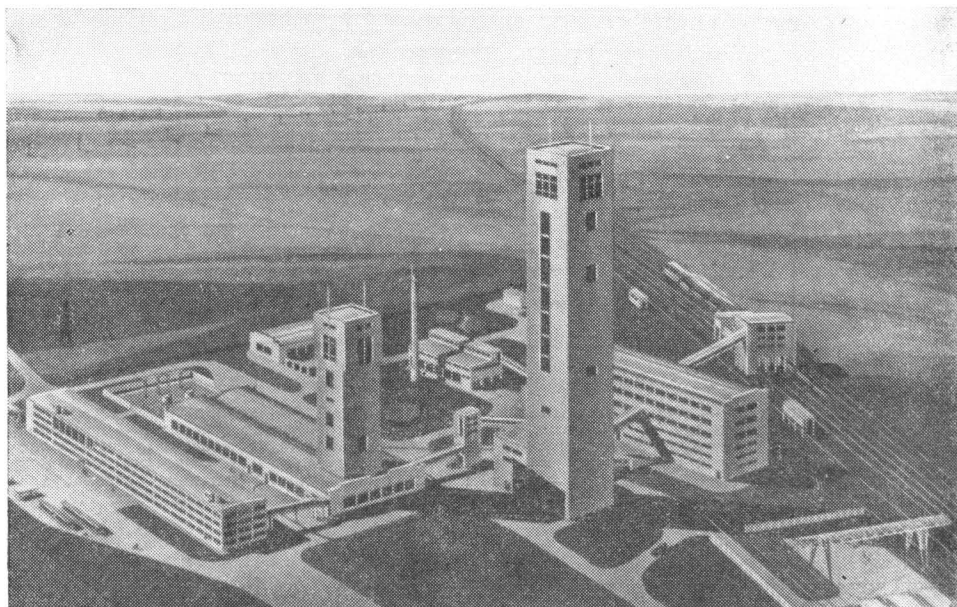


Рис. 51.6. Общий вид поверхности угольной шахты

При зонировании территории шахты учитывают планировкой грузопотоков и людских проходов безопасность движения людей.

4. Здания и сооружения размещают на промышленной площадке по возможности отдельными рядами, параллельными осям площадки. При этом стремятся, чтобы наружные грани стен зданий располагались востор (т. е. в одной плоскости). Линию створа называют красной линией застройки.

5. Комплексным проектированием путей и коммуникаций добиваются минимальной величины разрывов между зданиями в пределах норм противопожарной безопасности.

6. Для обеспечения сообщения между производственными цехами на поверхности шахт устраивают автомобильные дороги и узкоколейные рельсовые пути. Автомобильные дороги должны служить и противопожарным целям. При назначении ширины колеи учитывают ширину колеи в подземных выработках.

7. Важнейшим мероприятием по благоустройству территории является ее озеленение. При строительстве шахт имеющиеся зеленые насаждения должны в максимальной степени сохраняться и при необходимости пополняться новыми.

На рис. 51.5 приведен план строительных сооружений (генплан без указания коммуникаций) одной из угольных шахт. На шахте применена безбункерная погрузка. Уголь отправляется потребителю или на центральный склад, порода — по железной дороге на центральный отвал. На рис. 51.6 дан общий вид поверхности угольной шахты. Технология обработки материала такая же, как и для предыдущей схемы. Все службы размещены в три блока. Блок главного и вспомогательных стволов построен по высотной схеме; отправка породы в централизованный отвал — в автосамосвалах.

Литература к гл. 51: 32, 53, 96, 105, 106, 129, 130, 148, 171, 184.

ГЛАВА 52

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СХЕМЫ ТРАНСПОРТА НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ФАБРИКАХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

§ 52.1. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ФАБРИКИ

На генеральный план наносят все производственные здания и сооружения фабрики, подземные и наземные коммуникации, железнодорожную станцию, автодороги, санитарные зоны, благоустройство промышленной площадки.

Основные положения составления генплана аналогичны § 51.2.

Оборудование обогатительных фабрик может компоноваться по высотной, горизонтальной или ступенчатой схеме.

Достоинства и недостатки таких схем — см. § 51.1.

В настоящее время большое внимание уделяется максимальной блокировке зданий и сооружений.

Требования наиболее удобной реконструкции зданий при модернизации оборудования обуславливают решение промышленных корпусов в виде большепролетных одноэтажных цехов ангарного типа.

В соответствии с этим в настоящее время проектируются обогатительные фабрики с максимальной блокировкой производственных и подобно-вспомогательных помещений в виде зданий ангарного типа без сплошных перекрытий со свободным размещением оборудования на встро-
енных этажерках.

Принятые объемно-планировочные решения устраняют недостатки, характерные для обогатительных фабрик с высотной схемой компоновки оборудования.

Однако для ряда бассейнов (например, Криворожского бассейна) вы-
сотные схемы оказываются удобнее и продолжают иметь широкое рас-
пространение.

На рис. 52.1 приведен генплан центральной обогатительной фабрики. Все сооружения компонованы в основных блоках: приемный комплекс,

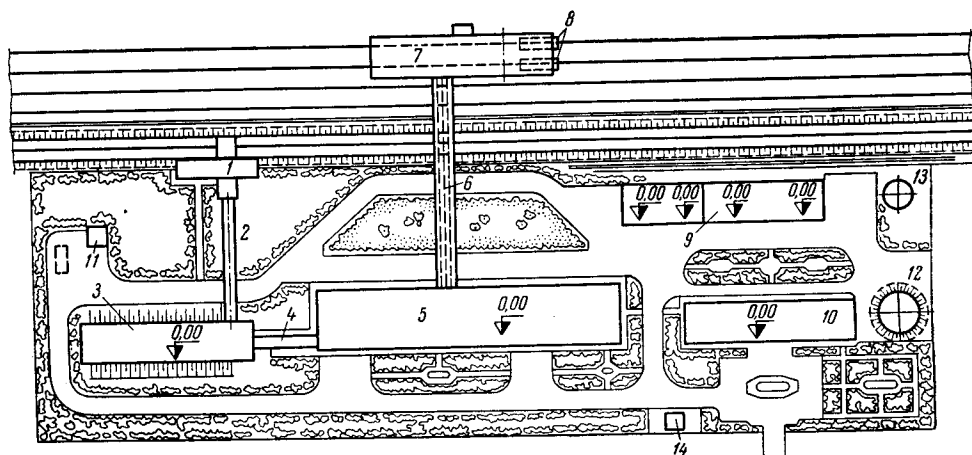


Рис. 52.1. Генеральный план центральной обогатительной фабрики:

1 — яма для привозных углей; 2, 4, 6 — конвейерная галерея; 3 — аккумулярующие бункера; 5 — главный корпус; 7 — погрузочный пункт; 8 — железнодорожные весы; 9 — механическая мастерская; 10 — кантора; 11 — склад; 12 — резервуар для воды; 13 — водонапорная башня; 14 — проходная

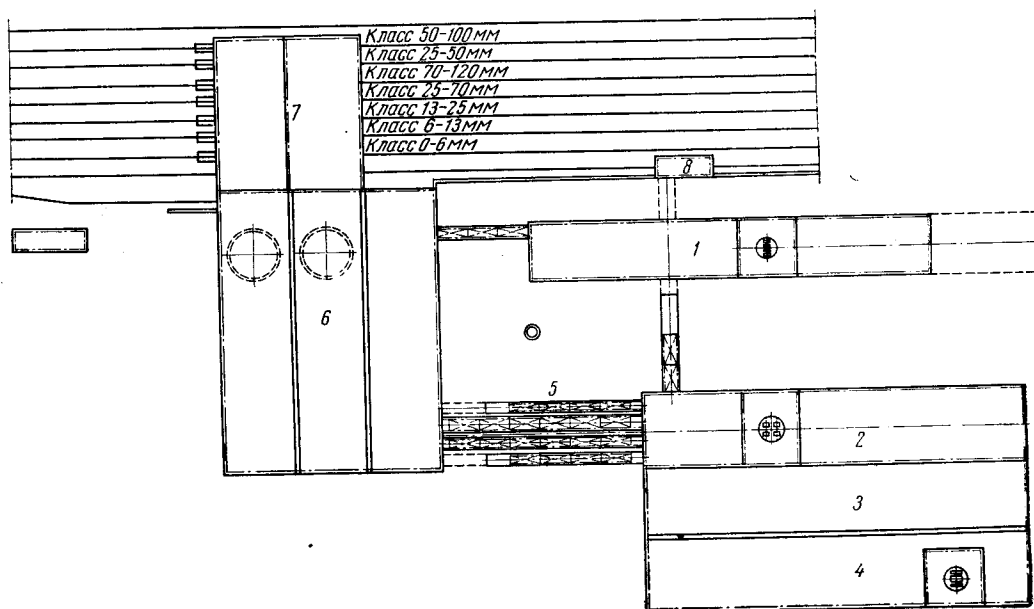


Рис. 52.2. Вариант генплана групповой обогатительной фабрики, расположенной при шахте:

1 — блок вспомогательного ствола; 2 — блок главного ствола; 3 — складской комплекс; 4 — блок клетового вспомогательного ствола; 5 — конвейерные галереи; 6 — блок обогатительной фабрики с аккумуляющими бункерами; 7 — погрузочный комплекс; 8 — яма привозных углей

блок аккумулярующих бункеров, главный корпус, погрузочный комплекс, административно-хозяйственный комбинат и механические мастерские со складами. Доставка хвостов в отвал производится в железнодорожных вагонах нормальной колеи.

На рис. 52.2. показан генплан групповой обогатительной фабрики, непосредственно прилегающей к шахте. Основной грузопоток идет на фабрику с примыкающей шахты, частично угли поступают с других шахт в яму привозных углей 8. На погрузочном комплексе 7 предусмотрена безбункерная погрузка нескольких сортов углей. Порода удаляется в отвал гидротранспортом, проходя предварительную подготовку в главном корпусе фабрики.

§ 52.2. ВЫБОР ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При выборе и расчете транспортной схемы должны учитываться следующие основные положения:

1. Количество транспортных операций должно быть наименьшим, расстояния — наикратчайшими. Следует стремиться к равномерности разветвленных грузопотоков.

2. Основной грузопоток материалов должен проходить самотеком, однако следует избегать длинных желобов из-за больших потерь высоты измельчения полезного ископаемого.

При необходимости механического транспортирования нужно использовать ленточные конвейеры.

3. Следует стремиться к применению одноименных транспортных установок с одинаковыми характеристиками для обеспечения наибольшей взаимозаменяемости деталей.

4. Следует стремиться к созданию наименьшего количества наибольших по производительности грузопотоков с целью уменьшения стоимости транспортирования.

5. Грузопотоки для расчета оборудования принимают по качественно-количественной схеме обогащения.

Ниже рассмотрены вопросы выбора основных элементов транспортной схемы.

1. Приемный комплекс

Приемные бункера индивидуальных обогатительных фабрик выполняются в виде бункеров у скиповых подъемов. Емкость бункера принимают на 3—6 скипов. Большую емкость выбирают при необходимости обеспечения герметичности ствола.

Приемные устройства центральных и групповых фабрик выполняют в зависимости от свойств поступающего материала. Для приема крупнокусковых материалов (в основном руд) служат бункера малой емкости (§ 43.4), объединяемые в одном комплексе с дробилкой крупного дробления.

Для средне- и мелкокусковых материалов принимают бункерные приемные устройства. Емкость устройства определяют по § 43.6. Тип разгрузочных приспособлений определяется типом вагона. При большой производительности рациональна установка вагоноопрокидывателей.

При липких, слеживающихся материалах применяют щелевые бункера.

Для выпуска материала из бункеров принимают для угля качающиеся и вибрационные питатели, для руды — пластинчатые и (реже) качающиеся, для выгрузки из щелевых бункеров — лопастные питатели.

II. Отделения первичного дробления

При крупнокусковатом твердом абразивном материале (с размером кусков более 500—600 мм) транспортирование его затруднительно, поэтому отделения первичного дробления объединяют в один блок с узлом приема. Приемные бункера устраиваются малой емкости, а загрузка дробилки производится или непосредственно из бункеров, либо при помощи пластинчатого питателя.

При установке на первой стадии дробления больших конусных дробилок с загрузочными отверстиями 1350—1500 мм применяют только непосредственную загрузку дробилки. Конусные дробилки с загрузочным отверстием 1200 мм и менее загружают через питатель.

Конусные дробилки обычно устанавливают по одной, даже при очень высоких производительностях. Это объясняется их эксплуатационной надежностью и большой стоимостью.

Транспортирование дробленой, но все же крупной (до 350 мм) руды вызывает значительный износ лент, поэтому зачастую на приемном комплексе объединяют крупное и среднее дробление.

III. Дозировочные бункера и усреднительные склады

Дозировочные бункера служат как для аккумуляирования рядового угля, так и для обеспечения постоянства шихты, поступающей на обогащение.

Основные направления развития обогащения сводятся к тому, чтобы усреднять весь рядовой уголь. Емкость усреднительных складов рядового угля следует принимать равной двух-, трех- и четырехсуточной мощности фабрики.

На рудообогатительных фабриках усреднительные склады служат для усреднения сырья и концентрата. При усреднении сырья, если рудник выдает руду в кусках больших размеров (до 300 мм и более), обычно перед поступлением на склад ее подвергают крупному, а иногда и мелкому дроблению. Усреднение концентрата производится в том случае, когда он подается на далекие расстояния. Если предприятие находится рядом с обогатительной фабрикой, то усреднение происходит на складах или бункерах самого предприятия. Емкость склада рассчитывается на 3—4 суток.

Установлено, что на эффективности усреднения в большей степени сказывается количество выпускных ячеек, а не общая емкость бункеров.

Оптимальная эффективность усреднения находится в пределах 65—72% при 15—20 ячейках (выпускных отверстиях).

Рекомендуется для обогатительных фабрик емкость дозировочных бункеров принимать в пределах 12—20 ч работы фабрики. По данным зарубежной практики, минимальный запас угля в бункерах также принимается равным не менее полусуточной производительности фабрик (США, Польша, Чехословакия — 0,75 суточного запаса). Кроме бункеров, в ряде стран устанавливаются также угольные склады для хранения запаса на 3—5 суток.

IV. Аккумулирующие бункера

Емкость аккумулярующих бункеров определяется графиком работы и производственной мощностью смежных цехов:

$$G_6 = Q t_{из} k, T,$$

где G_6 — емкость бункера, T ;

Q — производственная мощность меньшего цеха, $T/ч$;

$t_{из}$ — избыточное число часов работы меньшего цеха по сравнению с большим;

$k = 1,2-1,3$ — коэффициент запаса.

По существующим нормативам установлены следующие критерии: при синхронной работе цехов крупного, среднего и мелкого дробления встроенные в здания промежуточные бункера не должны играть роль аккумулярующих, а только распределительных; при тех же условиях работы емкость стоящих отдельно бункеров принимается не более чем на 8-часовую производительность, а в случае несинхронной работы — не более чем за суточную производительность цеха; емкость аккумуляющего бункера в цехе обогащения принимается на 36-часовую производительность цеха; емкость аккумуляющих бункеров при проектировании обогатительных фабрик рассчитывается на 12—20 ч работы, причем для центральных и групповых принимается больше, чем для индивидуальных.

Для обеспечения равномерного питания перед некоторыми аппаратами (например, отсадочными машинами) часто устанавливают индивидуальные дозирочные бункера. Емкость таких бункеров принимается равной примерно получасовой производительности машины.

V. Корпус среднего и мелкого дробления

Дробилки в корпусе могут быть смонтированы по высотной, плоскостной или смешанной схеме. В первом варианте основными передаточными механизмами служат самотечные желоба, во втором — ленточные конвейеры, в третьем — и то и другое. В качестве сборного служит ленточный конвейер. Следует обеспечить попадание материала непосредственно на сборный конвейер без передаточных средств, введение которых снижает надежность и экономичность схемы. Бункеров в корпусе обычно не предусматривают. При больших производительностях перед дробилками среднего дробления могут быть предусмотрены бункера или склады, что повышает надежность, но снижает экономичность работы цеха. Поэтому вариант с бункерами и складами должен быть тщательно обоснован технико-экономическим сравнением вариантов.

VI. Главный корпус фабрики

Варианты транспорта и компоновки оборудования в главном корпусе фабрик весьма многообразны и определяются принятым способом и технологией обогащения, свойствами полезного ископаемого и другими факторами.

Основное транспортное средство — самотечный транспорт. При транспортировании из цеха в цех применяют ленточные конвейеры. Следует по возможности избегать коротких ленточных конвейеров, особенно при малых производительностях, что является экономически нецелесообразным. При уступчатой схеме для подъема материала на требуемую отметку используются элеваторы. В качестве распределительных следует применять скребковые конвейеры для угля (при малой длине и производительности) и ленточные конвейеры с плужковыми сбрасывателями или разгрузочными тележками. При мокром обогащении широкое применение

имеют гидротранспортные установки. Для транспортирования мелкокусковых горячих и пылящих материалов находят применение скребковые конвейеры сплошного волочения и винтовые конвейеры.

VII. Погрузочные устройства

Перспективным способом погрузки следует считать безбункерную. Однако она требует четкой увязки работы фабрики и железнодорожного транспорта, что в ряде случаев по климатическим, организационным и другим причинам не представляется возможным.

При проектировании угольных и сланцевых фабрик безбункерную погрузку принимают при отгрузке рядового угля для всех предприятий независимо от их производительности, а при отгрузке угля в рассортированном виде — для предприятий мощностью 600 тыс. т в год и выше.

Для погрузки несслеживающихся руд, дробление которых нежелательно (например, мартеновские железные руды), применяют бункерную погрузку. Для остальных руд погрузку производят по схеме открытой бункеризации с экскаваторами. Емкость склада принимают до 7-суточной производительности.

Для подачи материала от главного корпуса фабрики на погрузочный пункт используют ленточные конвейеры. Для распределения материала по бункерам применяют скребковые конвейеры, ленточные конвейеры с барабанами или плужковыми сбрасывателями и ленточные челноковые конвейеры.

VIII. Отвалы

Коноидальные рельсовые отвалы (терриконики) применяют для фабрик небольшой мощности по разрешению главного инженера комбината при условии удаления от строений не менее 500 м и соблюдении правил противопожарной безопасности.

Для промышленных районов следует применять, как правило, групповые централизованные плоские отвалы. Они эффективны при доставке по железной дороге в радиусе 10—15 км, подвесной канатной дорогой — 3—15 км, автотранспортом — 2,5—3 км. При производительности комплекса 130—150 T/ч эффективен автотранспорт, 150—300 T/ч — подвесная канатная дорога 300—350 T/ч — ленточные конвейеры.

При наличии балок весьма удобен гидроотвал с гидротранспортом к отвалу.

Для густонаселенных районов, где желательно удалить породу на большие расстояния, в ряде случаев удобен железнодорожный транспорт.

Проект отвала обязательно должен предусматривать комплекс противопожарных мероприятий.

§ 52.3. ПРИМЕРЫ СХЕМ ТРАНСПОРТА НА ФАБРИКАХ

На рис. 52.3 представлена схема цепи аппаратов индивидуальной фабрики на антрацитовой шахте. Класс +300 мм проходит породоотборку на конвейере 3; класс +13 обогащается в тяжелой среде в сепараторе 12; класс 13—0 мм не обогащается. Приемное устройство — бункер 1 скипового подъема; погрузка стрелами 33 — безбункерная для классов 13—25, 25—50 и 50—100 и бункерная для классов 0—6 и 6—13; отвал с самосва-

лами для крупной породы и гидроотвал для мелкой; в схеме имеются аккумулярующие бункера 7.

На рис. 52.4 представлена схема цепи аппаратов центральной обогатительной фабрики. Из класса $+300$ мм производится выборка посторонних

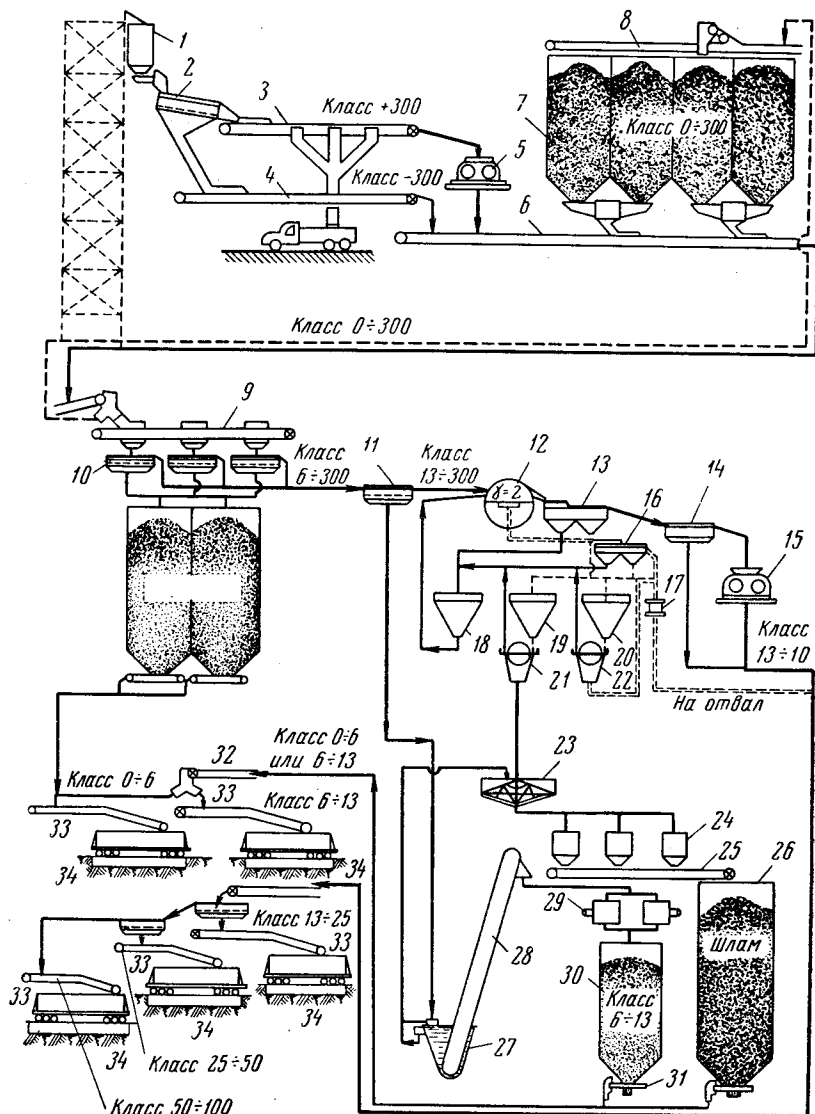


Рис. 52.3. Схема цепи аппаратов индивидуальной углеобогащительной фабрики:

1 — приемный бункер; 2, 10, 11, 13, 14, 16 — грохот; 3, 4, 6, 25, 32 — ленточные конвейеры; 5 — дробилка; 7 — аккумулярующие бункера; 8, 9 — распределительные конвейеры; 12 — сепаратор; 15 — дробилка; 17 — смеситель; 18, 19, 20 — сборник суспензии; 21, 22 — регенератор суспензии; 23 — радиальный сгуститель; 24, 29 — центрифуги; 26 — бункер шлама; 27 — багер-зумпф; 28 — багер-элеватор; 30 — бункер; 31 — тарельчатые питатели; 33 — погружные стрелы; 34 — железнодорожные весы

предметов на конвейере 6. После грохочения на грохоте 11 надрешетный продукт проходит обогащение в тяжелых средах в сепараторе 12

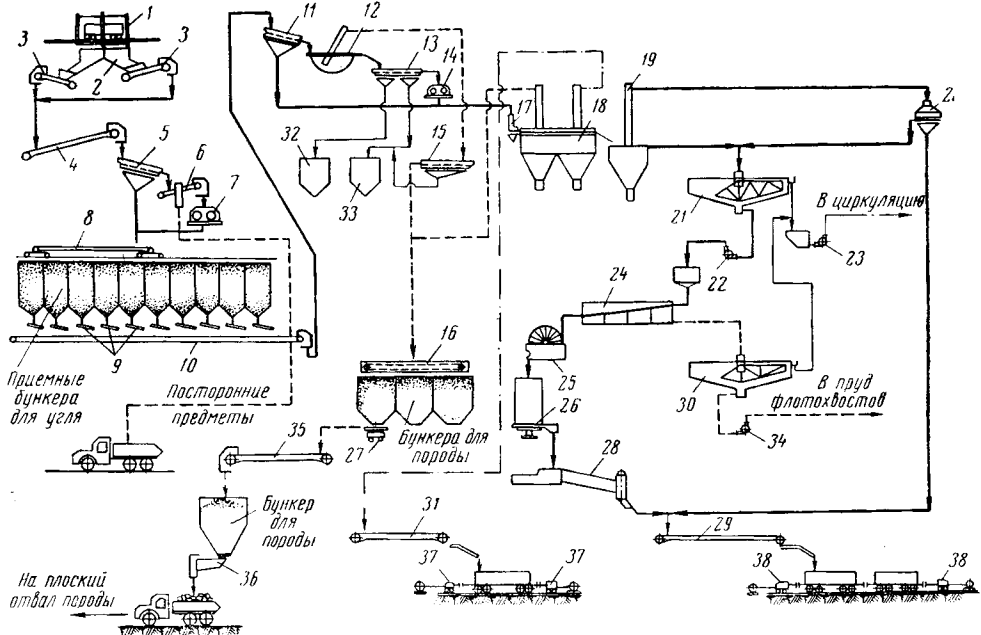


Рис. 52.4. Схема цепи аппаратов центральной углеобогащательной фабрики:

1 — вагоноопрокидыватель; 2 — приемные воронки; 3, 9, 27, 36 — питатель; 4, 6, 10, 35 — ленточный конвейер; 5, 11, 13, 15 — грохот; 7, 14 — дробилка; 8 — передвижной конвейер; 12 — сепаратор; 16 — скребковый конвейер; 17 — Дуговое сито; 18 — отсадочная машина; 19 — обезвоживающий элеватор; 20 — центрифуга; 21, 30 — радиальный сгуститель; 22, 23, 34 — насосы; 24 — флотационная машина; 25 — вакуумфильтры; 26 — дозировочный стол; 28 — сушилка; 29 — погрузочная стрела; 31 — погрузочный конвейер; 32, 33 — сборники суспензии; 37, 38 — лебедки

Электрооборудование.

Откатка

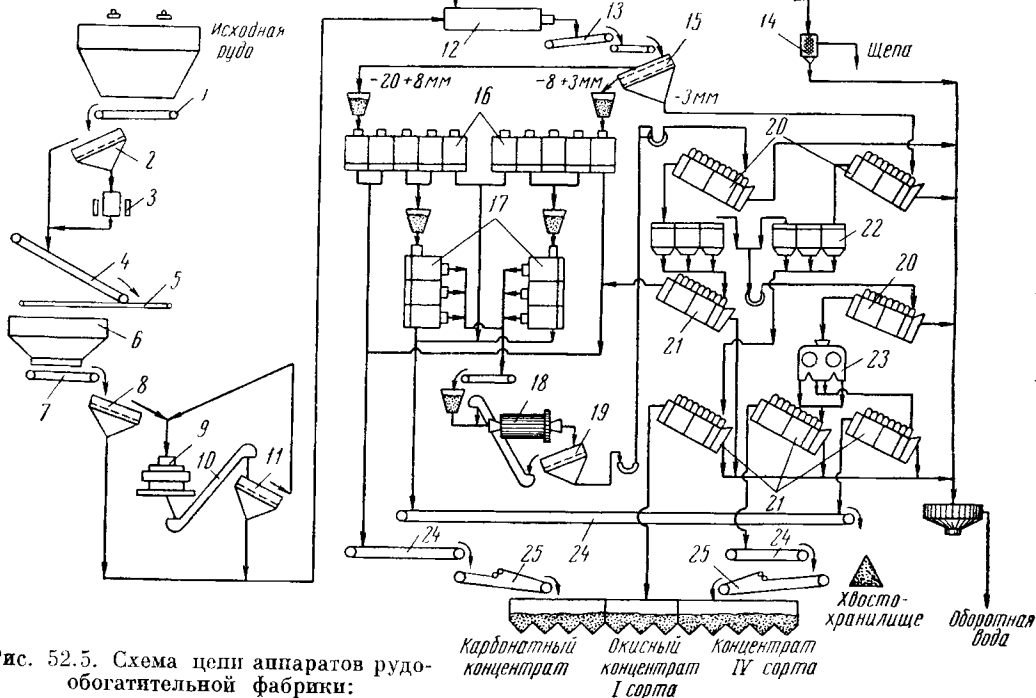


Рис. 52.5. Схема цепи аппаратов рудообогащательной фабрики:

1, 7 — питатель; 2, 8, 11, 14, 15, 19 — грохот; 3, 9 — дробилка; 4, 13, 24 — ленточный конвейер; 5, 25 — распределительный конвейер; 6 — бункер дробленой руды; 10 — элеватор; 12 — корытная мойка; 16, 17, 22 — отсадочные машины; 18 — мельница стержневая; 20, 21 — спиральные классификаторы; 23 — электромагнитные сепараторы

и после отделения суспензии на грохоте 13 и дробления в дробилке 14 соединяется с подрешетным продуктом и поступает в отсадочную машину 18, откуда выходит порода, промпродукт и концентрат. Порода элеватором 17 и скребковым конвейером 16 подается в бункера и автотранспортом отправляется на отвал.

Промпродукт элеватором и ленточным конвейером передается на погрузку конвейером 31.

Концентрат после обезвоживания в центрифуге грузится в вагоны совместно с флотоконцентратом погрузочной стрелой 29. Флотехвосты гидротранспортом из радиального сгустителя 30 подаются в пруд флотов.

На рис. 52.5 представлена схема цепи аппаратов карбонатной обогатительной фабрики. Исходный материал крупностью 500 мм проходит двухстадийное дробление в дробилках 3 и 9.

Классы $-20 + 8$ мм и $-8 + 3$ мм проходят обогащение в отсадочных машинах 17. Концентрат и хвосты подаются соответственно на склад концентрата и в хвостохранилище.

Промпродукт отсадки проходит обогащение в отсадочной машине и после доизмельчения идет на дальнейшее обогащение с классом -3 мм. Продукты обогащения — окисный концентрат I-го сорта и хвосты.

Литература к гл. 52: 26, 27, 32, 61, 89, 96, 129, 130, 131, 148, 171, 184.

ГЛАВА 53

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СХЕМЫ ТРАНСПОРТА КАРЬЕРОВ

§ 53.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРОВ

Из возможных задач проектирования (§ 49.1) для карьеров характерна комплексная задача — определение оптимальной транспортной схемы в комплексе с горноэксплуатационными и горностроительными работами, поскольку вид транспорта определяет способ вскрытия и систему разработок, объемы горных работ и т. д.

Главнейшими горнотехническими факторами, учитываемыми при выборе вида транспорта, являются: объем горных работ; глубина разработки и общее расстояние транспортирования; срок эксплуатации карьера; физико-механические и химические свойства пород; климатические факторы; этапность разработки месторождения (строительство карьера, его реконструкция, отработка карьерного поля очередями).

Критерием сравнительной оценки различных видов транспорта являются удельные приведенные затраты (§ 49.1), учитывающие стоимостные показатели основных технологических процессов (транспорт, погрузочные, отвальные и горнокапитальные работы, а также буровзрывные работы на месторождениях со скальными породами). Затраты зависят не только от вида транспорта, но и от его параметров (например, при локомотивном транспорте от типа локомотива и от емкости вагона), поэтому перед сравнением видов транспорта предварительно методом вариантов находят наилучшие параметры для каждого вида (тип локомотива, емкость вагона и т. п.).

Советские ученые разрабатывают научные основы проектирования транспорта карьеров, добиваются повышения результативности и практической эффективности исследований. КПСС настойчиво проводит работу над тем, чтобы результаты научных исследований быстрее реализовались в производстве.

В качестве средств транспорта применяют железнодорожный, транспорт ленточными конвейерами, автомобильный, гидротранспорт, подъемники (скиповые, клетевые — автомобильные и железнодорожные и др.), скреперы, кабелькраны, рудоспуски, рудоскаты, перемещение пород в отвал взрывом на выброс и т. д.

Наибольшее распространение получил железнодорожный транспорт, на него приходится более 40% объема перевозок. При этом наилучших технико-экономических показателей достигают на карьерах со значительным сроком эксплуатации, с большим грузооборотом, глубиной до 150 м, при расстоянии транспортирования 5 км и более и при уклонах, соответствующих виду тяги (табл. 53.1).

Таблица 53.1

Рациональные области применения основных видов транспорта

Вид транспорта	Объем горных работ	Расстояние транспортирования, км	Глубина карьера, м	Уклон, ‰
Железнодорожный:				
с паровой тягой	Малый и средний	2—8	До 70	15—20
с электровозной	Средний и большой	3—15 и более	До 150	30—40
с тепловозной	То же	3—15 и более	До 150	25—30
мотор-вагоны	Большой	1,5—2 и более	150 и более	60—80
Автомобильный				
автосамосвалы	Малый и средний	0,2—7,0	До 100	80—100
тягачи с полуприцепами	Средний	1—10	До 100	40—50
Конвейерный:				
обычный	Средний и большой	1—5	Неограниченна	200—300
специальный	Малый и средний	0,2—0,5 и более	До 150	500—850

Автомобильный транспорт применяют на месторождениях со сложными условиями залегания, при быстром продвижении фронта работ, при расстоянии транспортирования от 0,2 до 5—7 км и уклонах до 80—100‰.

Конвейерный транспорт применяют в основном для мягких пород при высокой концентрации горных работ и грузопотоков. Последнее время конвейеры применяют для транспортирования скальных пород. При этом обычно породы дробят до максимальной крупности 200—400 мм.

Гидротранспортирование пород и полезных ископаемых применяют сравнительно редко — при благоприятных горнотехнических и климатических условиях, наличии источников водоснабжения, площадей для отвалов и др.; используют как самостоятельный вид транспорта, в комбинации с другими (гидроподъем) или как вспомогательный транспорт (гидроотвалообразование).

Скреперы применяют для разработки и транспортирования плодородного слоя при рекультивации, на строительных и дорожных работах.

Кабелькраны используют в редких случаях на небольших карьерах.

Для более или менее однотипных карьеров можно построить графики рациональных областей применения видов транспорта. Подобные графики всегда справедливы только для каких-то конкретных условий. Например, на рис. 53.1 показаны области применения железнодорожного транспорта (электровозы 180 *T*, думпкары 180 *T*, экскаваторы ЭКГ-8), автомобильного транспорта (автосамосвалы 40 *T*, экскаваторы ЭКГ-8 и бульдозеры) и конвейерного транспорта (комплекс непрерывного действия в составе роторного экскаватора ЭРПР-1600, системы ленточных конвейеров и отвалообразователя) в условиях карьеров Украины с мягкими вскрышными породами.

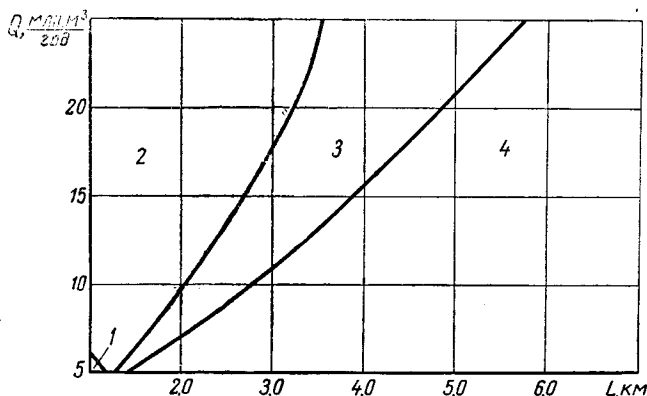


Рис. 53.1. Области применения средств транспорта мягких пород в условиях Украины:

1 — автомобильный транспорт; 2 и 3 — конвейерный транспорт при стоимости металлоконструкций соответственно 1100 и 450 руб/т; 4 — железнодорожный транспорт

С увеличением глубины карьеров и масштабов работ целесообразна комбинация двух или нескольких видов транспорта: автомобильный с железнодорожным; автомобильный с конвейерным; автомобильный со скиповым подъемом (табл. 53.2) и др.

При реконструкции карьера сравнительную оценку существующего вида транспорта с рассматриваемыми следует производить при одинаковом погашении объемов вскрышных работ, а также учитывать стоимость погашения затрат на горнотехнические сооружения, которые при новом рекомендуемом виде транспорта не нужны.

Для выбранного вида транспорта проектируют: параметры и особенности устройства трасс движения; схемы подъездов средств транспорта к экскаваторам; организацию работ карьерного транспорта; размещение основных горнотехнических сооружений, обслуживающих транспорт; вспомогательные сооружения и оборудование для содержания и текущего ремонта дорог, средств транспорта и т. д.

На карьерах предусматривают также вспомогательный транспорт для перевозки: рабочих на отдаленные участки; материалов и оборудования при ремонтах; противопожарных, ремонтных и монтажных средств и т. д. Во всех случаях стремятся использовать основное транспортное оборудование, специальное оборудование, созданное на базе основного (ремонтный поезд, противопожарный поезд) или серийное оборудование

Таблица 53.2

Области применения комбинированного транспорта (по М. В. Васильеву)

Условия применения	Транспорт		
	Автомобильно-железнодорожный	Автомобильно-конвейерный	Автомобильно-скиповой
Характеристика пород и полезных ископаемых	Мягкие, полускальные и скальные; руды различной крепости	Преимущественно мягкие и полускальные породы и руды, реже крепкие породы и руды (с предварительным дроблением)	Преимущественно скальные породы и крепкие руды крупной кусковатости
Горногеологические	Сложные условия залегания месторождения, пестрый качественный состав полезного ископаемого	Сложная конфигурация рудных тел, несогласное залегание пород и полезного ископаемого	Наклонные и крутопадающие залежи, сложные условия залегания, устойчивые боковые породы, перемежаемость полезного ископаемого с вмещающими породами
Горнотехнические	Большие в плане карьеры, значительно уменьшающиеся с глубиной, быстрое продвижение фронта работ	Преимущественно небольшие в плане карьеры с небольшим количеством пустых пород на нижних горизонтах при наличии отработанного борта карьера или возможности переноса конвейерного подъемника	Преимущественно вытянутые в длину карьеры значительной глубины; наличие отработанного борта карьера (в верхней части)
Тип карьера	Глубинный и нагорный	Глубинный, реже нагорный	Преимущественно глубинный
Глубина карьера	До 200—250 м, редко более	С глубины 80—150 м	С глубины более 100—150 м
Грузопоток, млн. т в год	До 30—40 (распространенный 15—20)	До 50—70 (распространенный 5—6)	До 20—30 (распространенный 2,5—3)
Расстояние транспортирования внутри карьера, км	До 12—15	До 2—3	До 1,2—1,5
Прочие благоприятствующие условия	Большое расстояние откатки железнодорожным транспортом на поверхности	Целесообразность непрерывного потока транспортируемого материала до потребителя или пункта перегрузки	Размещение дробильно-обогащающих устройств на поверхности рядом с приемными бункерами

(железнодорожные платформы, дрезины, пассажирские вагоны, автобусы, бензовозы и др.).

Широко применяют пневмоколесные и гусеничные тягачи с прицепами и салазками, автомашины повышенной проходимости. Для перевозки крупных узлов оборудования, экскаваторов и др. применяют автомобильные прицепы-тяжеловозы грузоподъемностью до 120 *T* и большегрузные железнодорожные платформы грузоподъемностью до 230 *T*.

§ 53.2. ПРИМЕРЫ СХЕМ ТРАНСПОРТА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРОВ

Наиболее характерными типами месторождений являются:

1. Горизонтальные или слабонаклонные залежи с мягкими покрывающими породами (Днепровский буроугольный, Никопольский марганцевый, Керченский железорудный и другие бассейны), содержащими иногда крепкие включения (Канско-Ачинский угольный бассейн и др.).

2. Наклонные и крутопадающие залежи со скальными породами и рудами и небольшой мощностью мягких покрывающих пород (карьеры Криворожского железорудного бассейна, Алтын-Топканского свинцово-цинкового комбината, месторождения флюсовых известняков и т. д.).

Разработку карьеров первого типа обычно осуществляют по комбинированной системе разработки: транспортно-отвальная (основной уступ) и транспортная (передовые уступы); бестранспортная (основной уступ) и транспортная (передовые уступы).

На Шевченковском карьере по добыче марганцевой руды (рис. 53.2) основной уступ разрабатывают по транспортно-отвальной системе разработки роторным экскаватором ЭРГ-1600 в сочетании с транспортно-отвальным мостом; передовой уступ — по транспортной системе разработки экскаватором ЭРГ-1600 в сочетании с системой ленточных конвейеров и отвалообразователем ОШ-4500/90. В ряде случаев используют экскаваторы непрерывного действия с повышенным усилием резания.

На смежном — Богдановском карьере основной уступ отрабатывают драглайнами ЭШ-25/100, ЭШ-15/90 по усложненной бестранспортной системе разработки. На передовом уступе применена транспортная система разработки с использованием автосамосвалов и электровозной откатки. Вскрышу вывозят на внутренние или внешние отвалы.

При наличии крепких включений на основном уступе применяют бестранспортную систему разработки с использованием мощных мехлопат ЭВГ-35/65 с емкостью ковшей до 150 *м*³ (Березовский угольный карьер).

В пятилетке (1966—1970 гг.) за счет повышения производительности труда на основе самой передовой техники и научной организации труда, улучшения использования производственных фондов и капитальных вложений, повышения качества продукции и осуществления строжайшего режима экономии решается задача нового подъема всей социалистической экономики.

На карьерах по добыче огнеупорных глин, каолинов, формовочных песков (Часовыярский комбинат огнеупорных изделий) применена усложненная транспортно-отвальная система разработки. Вскрышные породы от роторного экскаватора при помощи перегружателя передают к транспортно-отвальному мосту и далее отвалообразователем укладывают в отвал. Подобная схема показана на рис. 7.10.

На Бачатском угольном карьере в Кузбассе эффективность гидро-механизации повышена за счет совместной работы с драглайном, разгружающим породы в пульпосточную канаву.

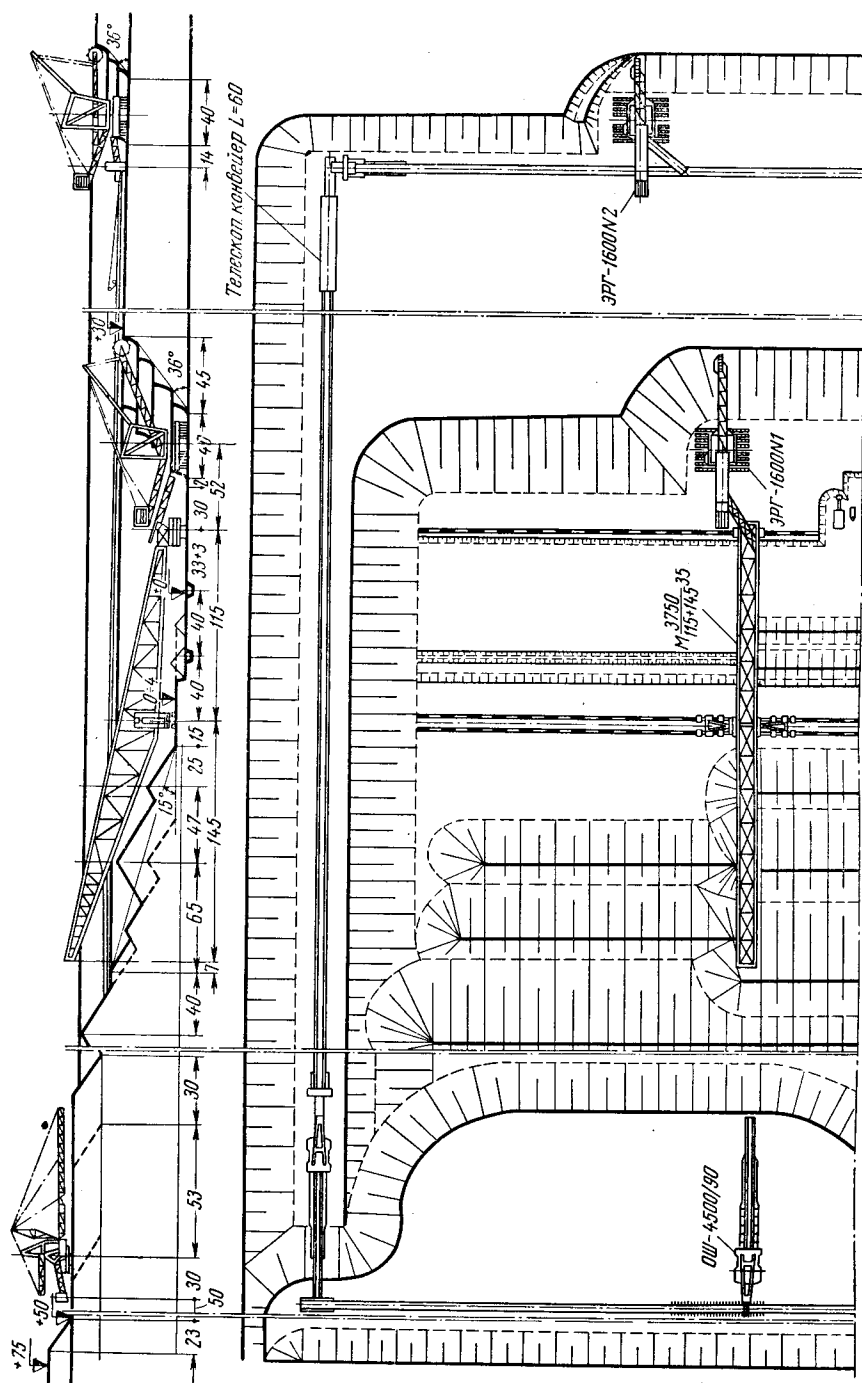


Рис. 53.2. Комбинированная система разработки (транспортно-отвальная и транспортная) на Шевченковском карьере

В зависимости от конкретных условий и задач, схемы совместной работы экскаваторов и гидромониторно-землесосных установок могут иметь несколько вариантов размещения и использования забойного оборудования. Разработку гидромониторного забоя можно вести встречным и попутным забоем. При разработке попутным забоем лучше условия

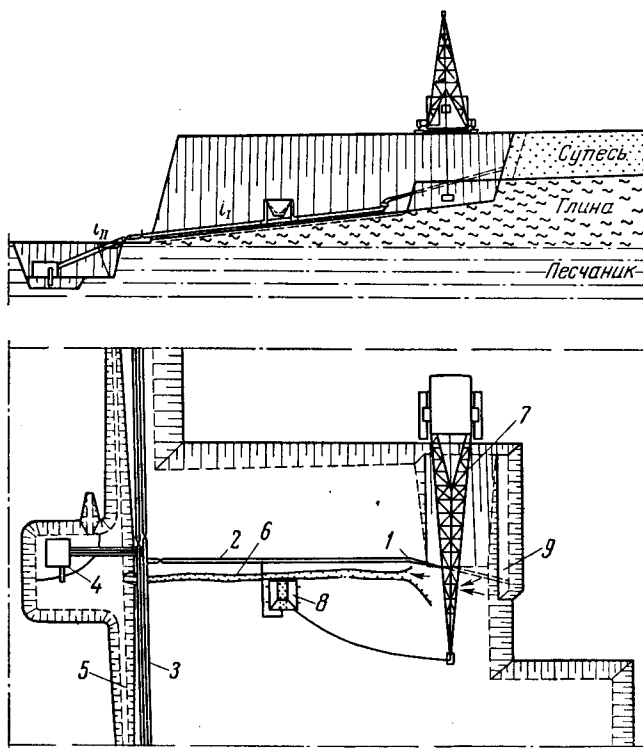


Рис. 53.3. Схема гидротранспорта на вскрышном уступе Бачатского карьера:

1 — гидромонитор; 2 — водовод; 3 — пульповод; 4 — землесосная установка ЗГМ-2М; 5 — аккумулярующая пульпосточная канава; 6 — пульпосточная канава; 7 — забой экскаватора ЭШ-4/40; 8 — бункер-лоток; 9 — гидромониторный забой

пульпообразования при разгрузке ковша экскаватора под струю гидромонитора. В гидромониторных забоях, сложенных различными породами, экскаватор можно использовать на разработке трудноразмываемых пород, а гидромонитор — легкоразмываемых пород. Если не обеспечивается размыв породы, подаваемой экскаватором в канаву, целесообразно применять бункер-лотки с предварительным насыщением породы в них водой (рис. 53.3). В этой схеме может быть использован также роторный экскаватор, мехлопата и др.

Для смыва породы, разгружаемой экскаватором, принимают следующие минимальные уклоны подошвы забоя: мелкий песок, супесь, легкие суглинки — $i = 0,07-0,10\%$; крупные пески, плотные суглинки, глины, гравий — $i = 0,10-0,14\%$.

Для транспортирования полезного ископаемого применяют преимущественно автосамосвалы и электровозную откатку, реже — конвейеры и др.

На карьерах второго типа применяют транспортную систему разработки с использованием железнодорожного, автомобильного или комбинированного транспорта.

На железорудном карьере ЮГОК применяют электровозный транспорт (рис. 53.4). Для обеспечения высокой производительности пройдено три траншеи (одна — со скользящим съездом). Схема путей —

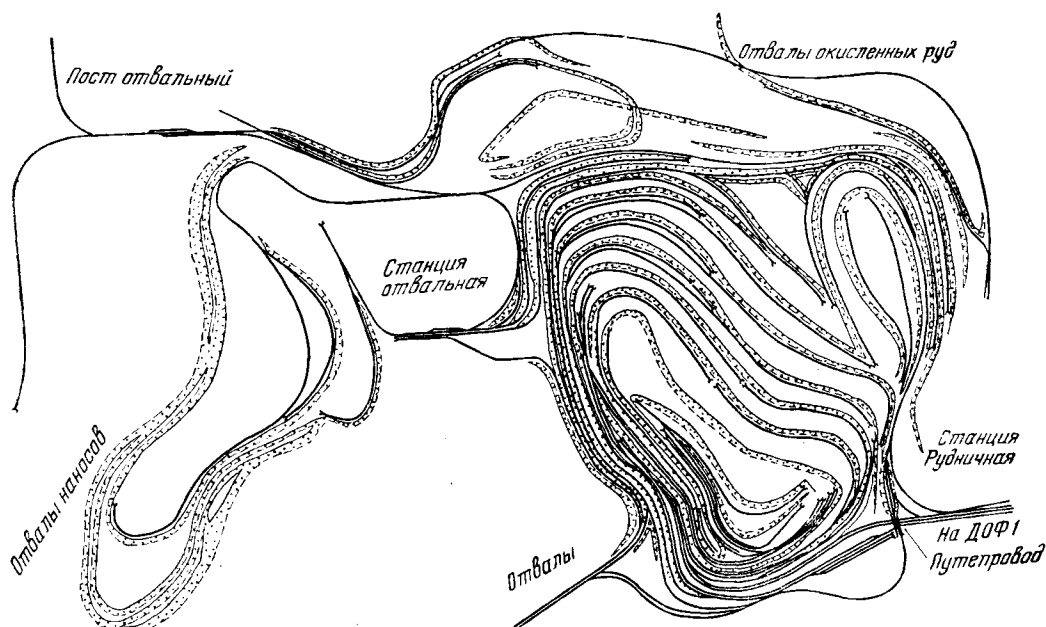


Рис. 53.4. Схема железнодорожного транспорта на карьере ЮГОК

комбинированная. Сцепной вес электровозов — до 150 Т, грузоподъемность думпкаров — 60 и 80 Т.

Большее распространение в дальнейшем получают комбинированные виды транспорта, поскольку в этом случае представляется возможным использовать преимущества каждого вида транспорта в отдельности.

Одним из примеров применения автомобильно-железнодорожного транспорта является карьер НРГОК. Неокисленную железную руду в забоях грузят экскаваторами ЭКГ-4 в автосамосвалы МАЗ-525 и БелАЗ-540, которые доставляют ее до перегрузочного пункта, расположенного внутри карьера. У перегрузочного пункта установлены экскаваторы ЭКГ-8, которые грузят полезное ископаемое в думпкары грузоподъемностью 60 Т. Дальность транспортирования автотранспортом составляет 1,2—1,3 км; железнодорожным транспортом с тепловозной тягой 7—8 км. Вскрышные породы частично вывозят тем же комбинированным транспортом, частично — автомобильным во внешние отвалы.

При автомобильно-конвейерном транспорте перегрузку полезного ископаемого из автосамосвала на конвейер осуществляют при помощи

дробильных (Балаклавский и Дальний карьеры по добыче флюсовых известняков) и грохотильных установок (железородный карьер ИнГОК).

На Балаклавском карьере автомобильно-конвейерный транспорт сократил дальность транспортирования ископаемого в 2 раза по сравнению с ранее применявшимся автотранспортом. Автосамосвалы КрАЗ-222 от экскаваторов ЭКГ-4 доставляют известняк к приемному бункеру дробилки первичного дробления и отсюда — ленточными конвейерами ЛКУ-250 к фабрике. Разность отметок между корпусом первичного дробления и фабрикой составляет 165 м, дальность транспортирования автосамосвалами — 1 км, конвейерами 1,1 км.

На карьере ИнГОК запроектировано применение автомобильно-конвейерного транспорта с использованием грохотильных установок (рис. 46.8). Неокисленные руды из забоя автосамосвалами доставляют к приемным устройствам на концентрационном горизонте. Приемное устройство представляет собой железобетонный бункер, перекрытый неподвижным колосниковым грохотом с расстоянием между колосниками 250 мм. Подрешетный продукт из бункера при помощи питателя поступает на конвейер; надрешетный продукт при помощи автосамосвалов доставляют на поверхность.

§ 53.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАРЬЕРОВ

Вид транспорта вскрыши при проведении траншей обычно принимают тот же, который предусматривают для эксплуатационных работ на карьере. Это в большинстве случаев существенно удешевляет строительство и упрощает ввод карьеров в эксплуатацию.

Проектирование транспорта осуществляют в неразрывной связи со способами проведения траншей. Вид транспорта, тип экскавационной машины и схема проведения траншеи определяют ее параметры (ширину понизу, уклон и объем), которые оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели строительства в целом.

Преимущественное применение при проходке траншей находит автомобильный транспорт; железнодорожный транспорт применяют сравнительно редко.

При проходке траншей сплошным забоем с нижней погрузкой в железнодорожный транспорт производительность экскаватора в забое траншеи составляет 40—60% нормальной производительности экскаватора при работе его в боковой заходке, при автомобильном транспорте она повышается до 80—90%. При проходке с верхней погрузкой эффективно применение железнодорожного транспорта.

К достоинствам способа проведения траншей с использованием автосамосвалов относятся: отсутствие путевых работ; небольшие простои экскаватора из-за производства обменных операций подвижного состава; минимальная продолжительность цикла работы экскаватора. В зависимости от количества автосамосвалов, одновременно находящихся под погрузкой, различают одиночную и групповую (спаренную и строенную) установки. Существует большое количество способов подачи автосамосвалов под погрузку: задним ходом, кольцевая, тупиковая и др. Когда невозможно обеспечить петлевой разворот автосамосвала, спаренная установка предпочтительнее, так как она позволяет обеспечить непрерывную работу экскаватора и повысить его техническую производительность за счет уменьшения угла поворота.

При кольцевой подаче (рис. 53.5, а) автосамосвалов к экскаватору ширину траншеи понижу определяют по выражению

$$b_1 = 2(R_a + c), \text{ м,}$$

где R_a — минимальный радиус поворота автосамосвала, м;
 $c = 2-3 \text{ м}$ — зазор между автосамосвалами и бортом траншеи.

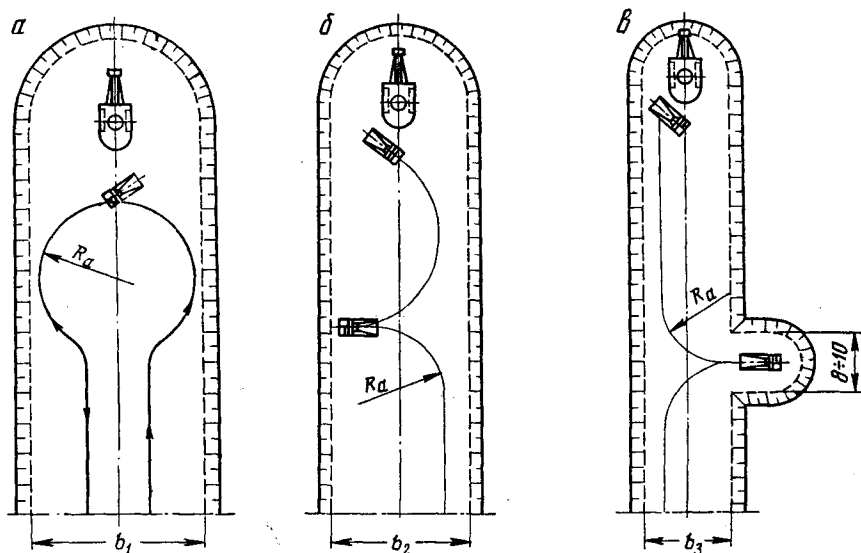


Рис. 53.5. Схемы заездов автомобилей в забой траншеи:

а — кольцевая; б — тупиковая; в — тупиковая с нишами

Тупиковая схема заезда (рис. 53.5, б) по сравнению с кольцевой допускает меньшую ширину траншеи:

$$b_2 = R_a + 0,5l_a + 2c, \text{ м,}$$

где l_a — длина автосамосвала, м.

При необходимости проведения более узких траншей (15—17 м) в бортах траншеи устраивают ниши (рис. 53.5, в), позволяющие разворачивать автомашины. Расстояние между нишами обычно составляет 50—60 м и устанавливается с расчетом обеспечения нужной пропускной способности траншеи.

В этом случае ширину траншеи определяют по формуле

$$b_3 = R_a + 0,5l_a + 2c - b_{\text{н}}, \text{ м,}$$

где $b_{\text{н}}$ = 6—7 м — глубина ниши.

Производительность экскаватора при обеих тупиковых схемах на 15—25% ниже, но скорость проведения траншеи выше, чем при кольцевой схеме, что объясняется меньшим объемом работ в более узких траншеях. Средняя скорость проходки траншей при автомобильном транспорте составляет 120—150 м в месяц.

Конвейерный транспорт при проведении траншей в мягких покрывающих породах находит широкое применение. Наиболее сложным

в организационном отношении является применение конвейерного транспорта при проведении капитальных траншей.

На месторождении с мягкими покрывающими породами, где для разработки передового уступа или всей вскрыши приняты роторные экскаваторы, а транспортирование пород осуществляется ленточными конвейерами с укладкой их в отвалы отвалообразователями, это же оборудование может применяться для проведения капитальных и разрезных траншей. Дополнительно к эксплуатационному оборудованию необходимо иметь проходческий ленточный конвейер на рельсовом ходу. В качестве проходческого ленточного конвейера может использоваться принятый для эксплуатации конвейер, который монтируют на ходовые рельсовые тележки. Этот конвейер устанавливают параллельно забойному конвейеру и перемещают вслед за подвиганием забоя по рельсовым путям при помощи тяговой лебедки или роторного экскаватора. Порода с разгрузочного барабана проходческого конвейера передается на забойный конвейер по наклонному желобу.

При проведении наклонной траншеи вслед за подвиганием роторного экскаватора проходческий конвейер спускают по рельсовому пути, движение его контролируют тяговой лебедкой, устанавливаемой на поверхности для предохранения ухода в забой; конвейер должен быть оборудован стопорами, устанавливаемыми со стороны хвостового барабана.

При проведении горизонтальной траншеи проходческий конвейер вслед за роторным экскаватором передвигают к забою по рельсам, поэтому параллельно с проходкой траншеи можно начинать монтаж следующего забойного конвейера. Рельсовый путь по мере подвигания забоя разбирают. Длину проходческого ленточного конвейера принимают равной длине или половине длины става забойных конвейеров.

Характерными схемами механизации при проведении траншей с использованием ленточных конвейеров являются:

а) забой — роторный экскаватор — конвейер — отвалообразователь — отвал;

б) забой — роторный экскаватор — конвейер — отвалообразователь (для перегрузки пород вскрыши из траншеи на конвейер, уложенный на борту) — конвейер — отвалообразователь — отвал.

В указанных схемах конвейеры могут иметь поперечное (рис. 53.6) или продольное расположение по отношению к разрезной траншее. Длина конвейерных линий определяется условиями технологии горностроительных работ и параметрами траншей и отвалов.

При достаточной длине консоли отвалообразователя, установленного в траншее (рис. 53.6), возможна непосредственная отсыпка отвала на борту. Такой (транспортно-отвальный) способ проведения траншей является наиболее эффективным.

Гидромеханизацию при строительстве карьеров применяют в тех же условиях, что и на эксплуатации (§ 53.1) для осуществления всех или отдельных процессов: отбойки породы от массива, транспортирования и складирования в отвалах, а чаще используют в сочетании с другими выемочными средствами, главным образом для гидротранспортирования. В частности, применяют гидросмыв временного отвала, образуемого драглайном при проведении траншеи. Образующая в результате размыва смесь грунта и воды (пульпа) стекает самотеком от забоя до приемного зумифа землесоса, откуда землесосом нагнетается в пульповод и по его трубам доставляется в отвалы.

При проведении траншеи создают начальный котлован размером не менее 10×10 м для расположения оборудования и дальнейшей выемки грунта по проектному профилю. Начальный котлован можно создавать механическими средствами — драглайнами, грейферными экскаваторами и т. п. или с применением гидроэлеваторов.

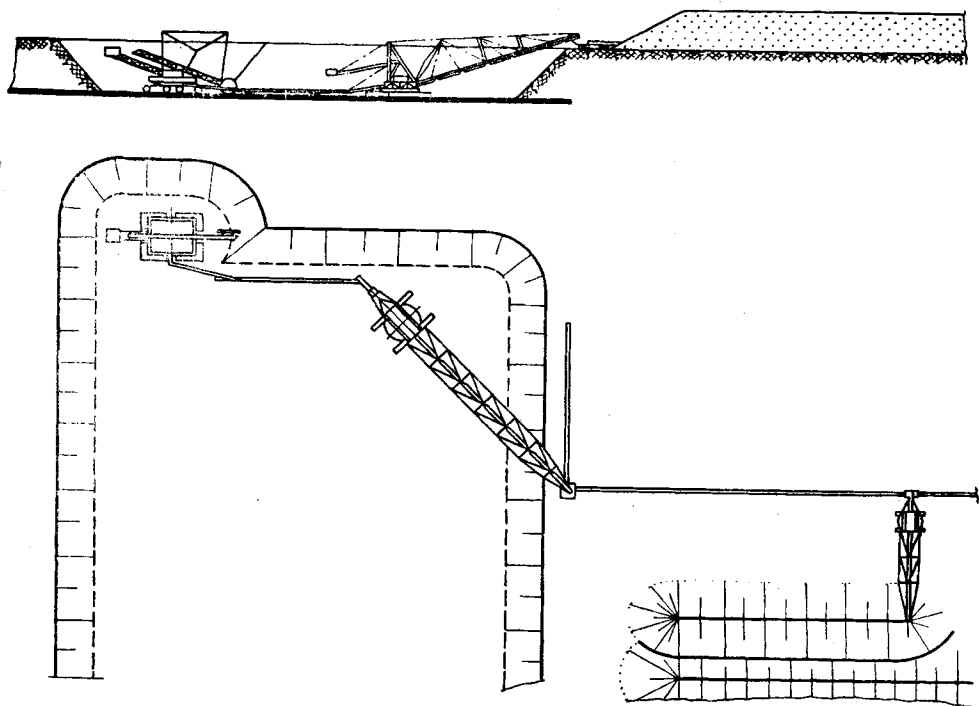


Рис. 53.6. Схема проведения разрезной траншеи комплексами машин непрерывного действия при поперечном расположении конвейерных линий

Различные схемы гидротранспорта были применены при строительстве Байдаковского, Батуринских (№ 3 и 4), Красносельского, Волчанского, Ермолаевского и других угольных карьеров.

§ 53.4. ПРИМЕРЫ СХЕМ ТРАНСПОРТА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАРЬЕРОВ

При использовании железнодорожного транспорта стремятся уменьшить количество маневровых операций и ускорить загрузку поезда. С этой целью на Баженовских асбестовых карьерах проходка велась спаренными экскаваторами (рис. 53.7). При отсутствии поезда экскаватор № 1 перелопачивал породу из забоя в промежуточный навал к экскаватору № 2. Поданные думпкары загружают одновременно: экскаватор № 1 грузит породу из забоя в крайний думпкара, а экскаватор № 2 из подготовленного навала в следующие 2—3 думпкара.

На строительстве Бандуровского карьера было применено эксплуатационное горнотранспортное оборудование непрерывного действия (рис. 53.8). В начальный период строительства в контуре разрезной траншеи

был создан котлован (шириной 153 м, длиной 580 м) с применением автомобильного транспорта и одноковшовых экскаваторов. Дальнейшее проведение траншеи осуществлялось полноповоротным многоковшовым экскаватором Ds-1000.

Для транспортирования породы от экскаватора применяли систему передвижных ленточных конвейеров. Конвейерами, сочлененными с экскаватором, породу перегружали в питатель (длиной 12 м) забойного конвейера. Питатель перемещался по рельсам забойного конвейера, используемым для захвата турнодозером при передвижке. С забойного конвейера на отвальный, установленный на 3—4 м выше, породу подавали посредством самоходного наклонного перегружателя на гусеничном ходу. Конструкцией перегружателя предусмотрена возможность отставания или опережения забойного конвейера относительно отвального до 16 м. Отвальный конвейер в конструктивном исполнении подобен забойному, однако оборудован разгрузочной тележкой на рельсовом ходу. Породу принимали отвалообразователем А-1200 и отгружали в отвал.

При проведении разрезной траншеи роторными экскаваторами на карьере «Южный» Часовязьского месторождения огнеупорных глин применяли два вида транспорта: автосамосвалы и отвалообразователь. Автотранспорт использовали при проведении траншеи по нижнему слою в сочетании с роторным экскаватором ЗЭР-500. Параметры

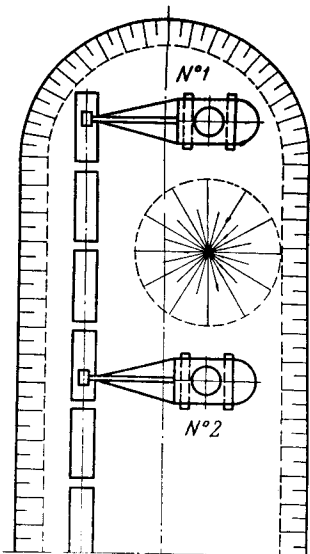


Рис. 53.7. Схема проведения траншеи спаренными экскаваторами при железнодорожном транспорте

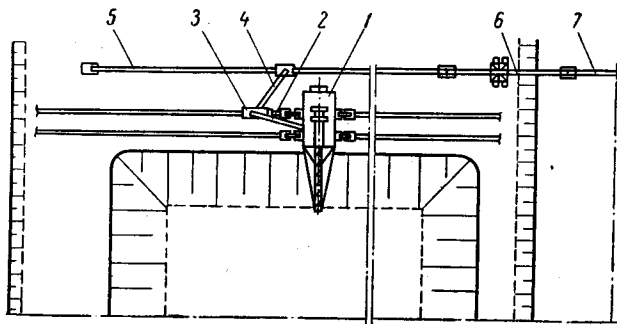


Рис. 53.8. Схема проведения разрезной траншеи Бандуровского карьера:

1 — экскаватор Ds-1000; 2 — разгрузочный конвейер экскаватора; 3 — перегрузочное устройство; 4 — питатель; 5 — забойный конвейер; 6 — самоходный перегружатель; 7 — отвальный конвейер к отвалообразователю

разрезной траншеи обеспечивали как тупиковую, так и кольцевую схему подъезда автосамосвалов под погрузку. Проведение разрезной траншеи по верхнему слою осуществляли роторным экскаватором ЭРГ-400

в сочетании с отвалообразователем ОШ-1500/105, который отсыпал породы строительной вскрыши на нерабочий борт траншеи.

Использование отвального моста на выполнении горностроительных работ, как правило, нецелесообразно. Однако на карьере «Гостенс» во Франции вскрытие карьера было произведено небольшим мостом с роторным экскаватором.

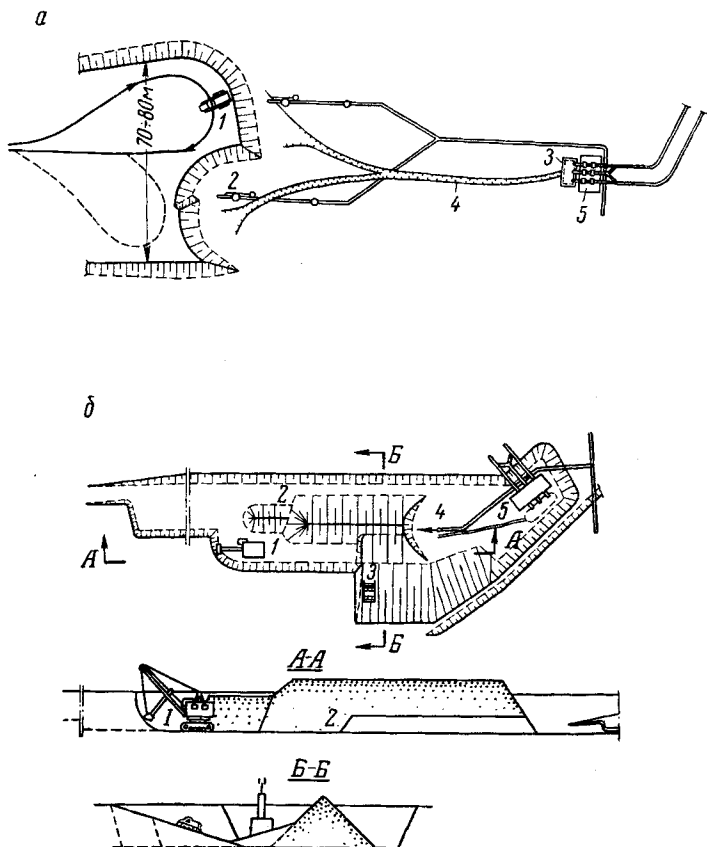


Рис. 53.9. Схемы гидромеханизации на Черниговском карьере:

а — смыв временного отвала; б — проведение траншеи

На Черниговском угольном карьере (Кузбасс) ведут разработку алевролитов и аргиллитов с применением средств гидромеханизации в различных схемах (рис. 53.9). Экскаватором ЭКГ-4,6 породы грузят в автосамосвалы 1 (рис. 53.9, а) и транспортируют к гидромонитору 2 на расстояние 100—200 м. После размыва (ширина 35—40 м) порода поступает в зумф 3 по пульпосточной канаве 4, уклон которой $i = 0,04$. Далее пульпу землесосом 5 перекачивают в гидроотвал на расстояние 2,5 км по пульповоду диаметром 529 мм.

Стоимость разработки 1 м³ грунта в 1,5 раза ниже, чем при автотранспорте.

При проведении траншеи породы рыхлят экскаватором ЭВГ-4 и бульдозером Д-385. Экскаватор 1 (рис. 53.9, б) при первом ходе образует навал пород 2. Бульдозер 3 производит срезку бортов экскаваторной траншеи, при этом ширина навала коренных пород увеличивается до 50 м.

Гидромонитор 4 располагают на расстоянии 50—80 м от экскаватора, что обеспечивает безопасность работ. Экскаватор, пройдя до конца заходку, возвращается в сторону зумпфа 5, попутно разрабатывая борт траншеи после бульдозерных работ.

Смыв навала коренных пород производят гидромонитором 4 спаренной установки. Второй гидромонитор этой установки отрабатывает рыхлые наносы, представленные суглинками. Коренные породы и наносы попадают в зумпф, откуда землесосами их перекачивают в гидроотвал. Совместное гидротранспортирование коренных пород и суглинков позволит значительно снизить потери энергии на трение в пульповоде.

Транспортирование коренных пород от забоя до зумпфа производят по пульпосточной канаве с уклоном $i = 0,04$.

Литература к гл. 53: 24, 137, 180.