

Б.Н. ТАРТАКОВСКИЙ, В.Г. СЕЛЯНИН

**РАЗРАБОТКА
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ
ИСКПАЕМЫХ
ОТКРЫТЫМ
СПОСОБОМ**

**ГОСГОРТЕХИДАТ
1963**

*Кандидаты технических наук
Б. Н. ТАРТАКОВСКИЙ, В. Г. СЕЛЯНИН*

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

*Одобрено Ученым Советом
Государственного комитета при Госплане СССР
по профессионально-техническому образованию
в качестве учебного пособия для профессионально-технических училищ*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ
МОСКВА 1963

Рецензенты: проф., докт техн наук *В. В. Ржевский*, канд. техн. наук *П. В. Молчанов*.

Ответственный редактор *Д. З. Дидковский*.

Редакция литературы по разработке полезных ископаемых открытым способом.

Заведующий редакцией *И. К. Кит*.

АННОТАЦИЯ

В книге описаны основные производственные процессы разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом и применяемое горнотранспортное оборудование.

Рассмотрены способы проведения траншей, вскрытия месторождений и системы открытой разработки, приведены основные сведения по гидромеханизации.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для профессионально-технических училищ и учебно-курсовой сети, а также для индивидуально-бригадного обучения рабочих на производстве.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Важную роль в осуществлении решений XXII съезда КПСС по дальнейшему развитию горнодобывающей промышленности Советского Союза должен сыграть открытый способ разработки месторождений полезных ископаемых, как наиболее прогрессивный.

Выпускаемое отечественными машиностроительными заводами оборудование позволяет полностью механизировать основные производственные процессы на карьерах.

Широкое развитие открытых горных работ и применение мощных и совершенных машин и механизмов требуют высокой организации труда и систематического повышения квалификации и уровня технических знаний рабочих. С дальнейшей механизацией и автоматизацией открытых горных работ численность высококвалифицированных рабочих будет непрерывно увеличиваться. Поэтому вопросы подготовки новых кадров для горнодобывающей промышленности имеют первостепенное значение.

Для эффективного использования современной техники все рабочие карьеров, независимо от их профессий, должны хорошо знать основы разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом.

Настоящая книга является учебным пособием для профессионально-технических училищ и имеет своей целью оказать помощь молодым рабочим карьеров в изучении основ открытых горных работ.

В книге главы I, III и VI написаны канд. техн. наук Б. Н. Тартаковским; главы II, V, VII и IX — канд. техн. наук В. Г. Селяниным; главы IV и VIII — совместно Б. Н. Тартаковским и В. Г. Селяниным; глава X написана инж. О. П. Алексеевой.

Авторы выражают глубокую благодарность проф., докт. техн. наук М. Г. Новожилову за ряд полезных советов, данных при просмотре рукописи, проф., докт. техн. наук В. В. Ржевскому и канд. техн. наук П. В. Молчанову за полезные замечания, советы и рекомендации, сделанные при рецензировании рукописи.

Авторы с благодарностью примут критические замечания по содержанию книги.

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ

§ 1. Современное состояние и перспективы развития добычи полезных ископаемых открытым способом в СССР

Открытый способ разработки применяют при добыче угля, руд черных и цветных металлов, неметаллических полезных ископаемых и строительных материалов.

На открытых разработках производительность труда значительно выше, а себестоимость ниже, чем на подземных. Поэтому дальнейшее расширение добычи полезных ископаемых открытым способом является наиболее эффективным средством для широкого освоения природных богатств нашей страны.

В настоящее время в Советском Союзе открытым способом добывается 20,8% угля, 61% железных руд, 50% руд цветных металлов, 85% неметаллических полезных ископаемых и почти 100% строительных материалов.

Удельный вес открытой добычи железной руды в СССР в 1965 г. составит 69%. Следует особо отметить, что более 90% всего прироста добычи железной руды в 1961 г. получено за счет открытых разработок.

Значительное развитие получит открытая разработка руд цветных металлов, удельный вес которой возрастет к 1965 г. до 65%. Необходимо отметить, что объем скальной горной массы на карьерах цветной металлургии увеличится в несколько раз.

Большой рост предусмотрен по открытой разработке флюсовых известняков, строительных материалов и других полезных ископаемых.

Быстрейшее освоение громадных объемов горных работ, связанных с открытой добычей разнообразных полезных ископаемых, возможно только на базе совершенствования существующей и применения новой, более высокопроизводительной горнотранспортной техники и технологии.

Важнейшей задачей коллективов горнодобывающих предприятий является значительное повышение технико-экономических показателей работы и прежде всего рост производительности труда, снижение себестоимости и улучшение качества продукции, что

принесет громадный народнохозяйственный эффект в промышленности и ускорит построение коммунистического общества в нашей стране.

§ 2. Преимущества и недостатки открытых горных работ

Широкое развитие в СССР открытого способа добычи полезных ископаемых обуславливается значительными его технико-экономическими преимуществами по сравнению с подземным способом; основными из этих преимуществ являются:

более высокая производительность труда рабочих (в 5—6 раз выше);

более низкая себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого (в 3—4 раза ниже);

более низкие потери полезного ископаемого (в 3—6 раз ниже);

большие возможности для селективной выемки полезного ископаемого;

короткие сроки строительства;

меньшие удельные капитальные затраты (в 2—3 раза);

более благоприятные условия для внедрения мощных и высокопроизводительных механизмов, автоматизации, диспетчеризации и дистанционного управления механизмами и производственными процессами;

возможность строительства карьеров большой производственной мощности; при этом проектная мощность карьера осваивается в 4—6 раз быстрее, чем шахт.

Наряду с перечисленными преимуществами открытые горные работы по сравнению с подземными имеют следующие недостатки:

некоторая зависимость от климатических и атмосферных условий, однако с внедрением более мощного и совершенного оборудования, а также улучшением организации работ влияние указанных факторов будет систематически уменьшаться;

необходимость занятия под отвалы больших площадей, однако в отдельных случаях влияние этого недостатка может быть устранено за счет расположения отвалов на площадях, не пригодных для использования в сельском хозяйстве, или же за счет покрытия площадей породных отвалов растительным слоем, снимаемым при выемке верхнего вскрышного уступа.

Перечисленные недостатки в значительной степени перекрываются большими преимуществами открытых горных работ, поэтому при наличии соответствующих горнотехнических условий открытым горным работам отдается предпочтение. Дальнейшее расширение области применения открытого способа добычи будет способствовать улучшению технико-экономических показателей всей горнодобывающей промышленности СССР.

Строительство карьеров вместо шахт дает ежегодно экономию на капитальных вложениях в угольной, железорудной промышленности и промышленности цветных металлов около 30—40 млн. руб. Большая экономия средств достигается также и по эксплуатационным расходам.

§ 3. Этапы развития открытых разработок

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых различают следующие основные этапы развития работ: подготовка поверхности, осушение месторождения, вскрытие месторождения (горнокапитальные работы в период строительства карьера), эксплуатация месторождения (вскрышные и добычные работы) и восстановление поверхности после отработки всего или части месторождения.

Подготовка поверхности месторождения включает вырубку леса и корчевку пней; отвод рек и ручьев за пределы карьерного поля; спуск воды из озер и осушение болот; снос зданий или сооружений (мостов, шоссежных или железных дорог, линий электропередач, связи и т. д.).

Осушение месторождения включает проведение поверхностных и подземных дренажных выработок, бурение и оборудование осушительных скважин.

Вскрытие месторождения — проведение горнокапитальных работ по строительству капитальных траншей, которые создают транспортный доступ от поверхности земли к месторождению. В период строительства карьера к горнокапитальным работам относятся также работы по проведению разрезных траншей, которые создают первоначальный фронт работ для разработки месторождения.

Эксплуатация месторождения — производство вскрышных, добычных и отвальных работ.

Вскрышные работы производятся с целью подготовки месторождения к добыче полезного ископаемого. В результате вскрышных работ пустые породы, покрывающие полезное ископаемое, перемещаются в отвалы, вследствие чего обеспечивается доступ к нему. Вскрышные работы по своему назначению являются горноподготовительными.

Добычные работы служат для добывания полезного ископаемого. Эти работы по своему назначению являются очистными.

Восстановление поверхности заключается в планировке поверхности и восстановлении почвы для использования ее под сельскохозяйственные культуры или для посадки леса.

§ 4. Основные производственные процессы на карьерах

При открытой разработке месторождений полезных ископаемых производство вскрышных и добычных работ состоит из следующих основных процессов: отбойки, погрузки, транспорта и разгрузки пород вскрыши и полезного ископаемого.

Отбойка заключается в отделении породы или полезного ископаемого от целика с одновременным ее разрыхлением. Отделение от целика и разрыхление скальных пород и полезного ископаемого производится с применением буровзрывных работ.

Погрузка состоит в перемещении полезного ископаемого или пустой породы в средства транспорта; обычно погрузка осуществляется с помощью экскаваторов. При выемке мягких пород и полезного ископаемого, не требующих предварительного рыхления, отбойка и погрузка совмещаются в одном процессе.

Транспорт заключается в перемещении полезного ископаемого и вскрышных пород на сравнительно большие расстояния. Перевозка обычно осуществляется железнодорожным, автомобильным или конвейерным транспортом; реже применяются гидравлический транспорт, скиповые или клетевые подъемники, подвесные канатные дороги. Из карьера полезное ископаемое транспортируется в приемные бункера обогатительных или брикетных фабрик, заводов, электростанций, а также на железнодорожные станции для отправки потребителям.

Вскрышные породы перемещаются в места их складирования — отвалы. Отвалы могут располагаться в пределах или за пределами карьера, в связи с чем их называют внутренними или внешними.

При комплексном использовании месторождения скальные вскрышные породы используются для попутного получения из них щебеночных материалов, а мягкие (глина, песок и т. д.) — на заводах кирпичных или железобетонных изделий.

Разгрузка полезного ископаемого осуществляется в постоянных пунктах, имеющих для этой цели стационарные сооружения и оборудование, а вскрышных пород — на временных пунктах — отвалах.

Размещение пустых пород в отвалах называется отвалообразованием. Оно осуществляется с помощью экскаваторов, транспортно-отвальных мостов, консольных отвалообразователей, отвальных плугов, бульдозеров.

Перемещение породы во внутренние отвалы при горизонтальном и пологом залегании пласта может осуществляться непосредственно вскрышным экскаватором. В этом случае транспортирование и отвалообразование как самостоятельные процессы отсутствуют.

Иногда на карьерах применяют сортировку, обогащение или брикетирование полезного ископаемого.

На карьерах кроме основных выполняются различные вспомогательные работы: зачистка вскрытого полезного ископаемого, тушение пожаров, переноска железнодорожных путей, контактной сети, линий электропередач и связи, ремонт горного и транспортного оборудования и т. д.

Средняя стоимость выполнения основных производственных процессов открытой разработки различна в зависимости от условий залегания полезного ископаемого, крепости пород и мощности применяемого оборудования (табл. 1).

Таблица 1

Карьеры	Удельный вес, %			
	буровзрыв- ные работы	погрузоч- ные работы	транспорт- ные работы	отвалыные работы
Рудные	30—40	До 25	15—30	5—20
Угольные	10—25	20—30	15—35	10—20

Перечисленные выше основные производственные процессы находятся во взаимосвязи и в совокупности составляют единый технологический процесс производства открытых горных работ, имеющий конечной целью экономичную и безопасную разработку месторождений полезных ископаемых.

§ 5. Условия применения и границы открытых горных разработок

Открытые горные работы применяются для разработки самых разнообразных полезных ископаемых, имеющих любые формы за-

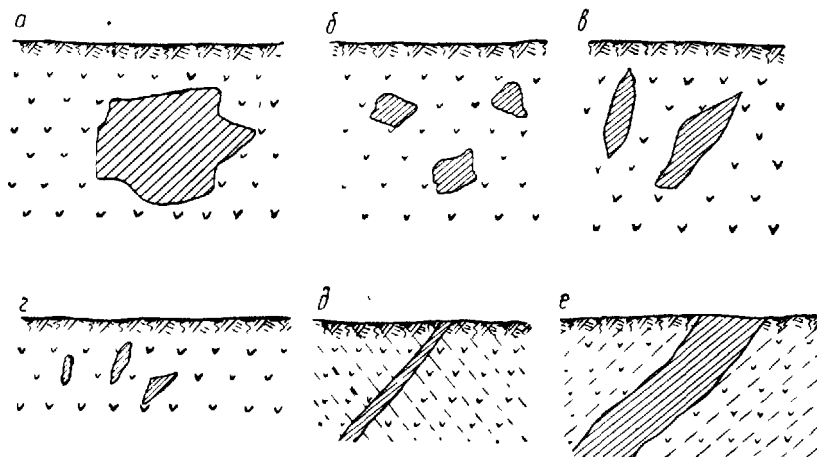


Рис. 1. Основные формы залегания руды:

а — шток, б — звезда, в и г — линзы и чечевицы, д — жила, е — пласт

легания: жилы, штоки, россыпи и др. (рис. 1) горизонтальные, пологие, наклонные и крутые пласты (рис. 2).

Основным условием для разработки месторождения открытым способом является обоснование его технико-экономической эффективности применения по сравнению с подземным способом.

Обоснование и выбор наиболее эффективного способа разработки осуществляется при проектировании горного предприятия.

Важнейшими условиями для применения разработки месторождения открытым способом являются небольшая глубина залегания полезного ископаемого и достаточная мощность залежи. Мощные залежи полезного ископаемого целесообразно разрабатывать открытым способом и при значительной глубине их залегания.

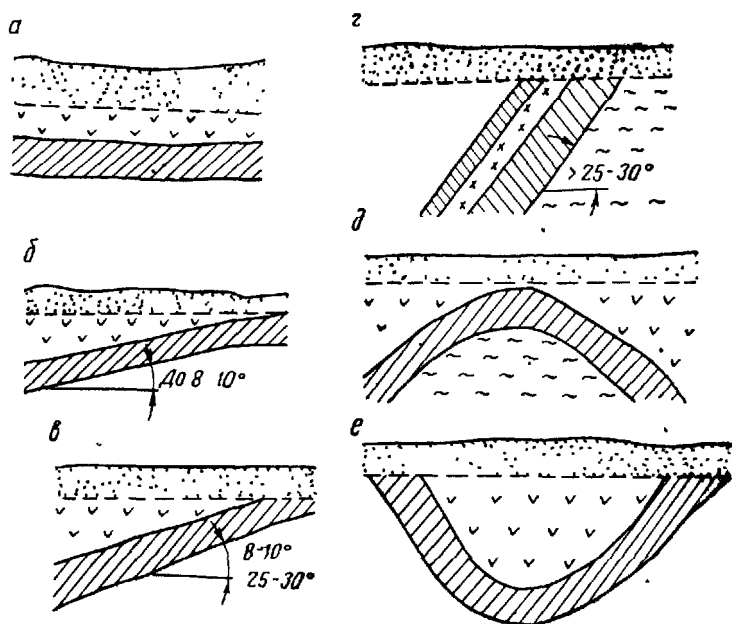


Рис 2 Основные формы залегания угля:

а — горизонтальное, б — пологое, в — наклонное, г — крутое, д — антиклинальная складка, е — синклинальная складка (мульда)

В себестоимости добычи полезного ископаемого открытым способом основной статьей расходов являются затраты на производство вскрышных работ, так как в технологии производства они занимают преобладающее место.

Объем породы, приходящийся на единицу извлекаемого полезного ископаемого, называют промышленным коэффициентом вскрыши.

Геологический коэффициент вскрыши месторождения или его участка представляет отношение всего объема вскрыши к объему балансовых запасов в соответствующих границах месторождения или участка.

Коэффициент вскрыши называют весовым, если он определен отношением веса пустых пород к весу полезного ископаемого

(т/т), и объемным, если он определен отношением объема пустых пород к единице объема полезного ископаемого ($\text{м}^3/\text{м}^3$). В практике открытых работ чаще всего коэффициент вскрыши определяют отношением объема пустых пород к единице веса полезного ископаемого ($\text{м}^3/\text{т}$).

Различают средний (эксплуатационный), горизонтный (контурный), текущий и граничный (предельный) промышленные коэффициенты вскрыши.

Средний (эксплуатационный) коэффициент вскрыши $K_{\text{ср}}$ показывает отношение объема пустых пород $V_{\text{э}}$ (без объема вскрышных работ в период строительства) к извлекаемым запасам полезного ископаемого $Q_{\text{э}}$ (за вычетом потерь при эксплуатации и без попутной добычи в строительный период) всего месторождения или его части:

$$K_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{э}}}{Q_{\text{э}}}, \text{ м}^3/\text{т}.$$

Горизонтный (контурный) коэффициент вскрыши $K_{\text{гор}}$ — отношение суммы объемов ΣV пустых пород данного и вышележащих горизонтов, которые необходимо удалить для добычи полезного ископаемого $Q_{\text{гор}}$ на данном горизонте. Горизонтный коэффициент вскрыши иногда называют уступным:

$$K_{\text{гор}} = \frac{\Sigma V}{Q_{\text{гор}}}, \text{ м}^3/\text{т}.$$

Текущий коэффициент вскрыши $K_{\text{т}}$ — отношение объема пустых пород $V_{\text{т}}$, удаляемых за определенный период времени (месяц, квартал, год), к фактической добыче полезного ископаемого $Q_{\text{ф}}$ за этот же период:

$$K_{\text{т}} = \frac{V_{\text{т}}}{Q_{\text{ф}}}, \text{ м}^3/\text{т}.$$

Текущий коэффициент вскрыши используется при планировании и в периодической отчетности о результатах производственной деятельности предприятий. Его величина как в течение года, так и за время существования карьера может значительно отличаться от среднего коэффициента вскрыши. Обычно в году максимальное значение текущего коэффициента вскрыши наблюдается летом. Эти изменения характеризуют режим горных работ карьера (вскрышные и добычные работы) по годам эксплуатации.

Граничный, или расчетный, коэффициент вскрыши $K_{\text{гр}}$ является максимально допустимым коэффициентом, который определяется из условия экономичности открытого способа разработки.

Экономическим показателем при определении границы откры-

тых и подземных разработок является себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого:

$$K_{\text{гр}} = \frac{C_{\text{п}} - C_{\text{о}}}{C_{\text{в}}}, \text{ м}^3/\text{т},$$

где $C_{\text{п}}$ — себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого подземным способом, руб.;

$C_{\text{о}}$ — себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого открытым способом (без учета стоимости вскрыши), руб.;

$C_{\text{в}}$ — себестоимость удаления 1 м³ вскрыши, руб.

Граничный коэффициент вскрыши не является постоянной величиной и зависит от принятых проектом техники и технологии ведения работ. Так, если 20—25 лет назад граничный коэффициент вскрыши принимался в размере 2—4 м³/т, то в настоящее время при разработке месторождений со скальными горными породами он достигает 5—10 м³/т, а при разработке пологопадающих месторождений с мягкими покрывающими породами — 20—25 м³/т.

Конечная глубина карьера, или граница открытой разработки, устанавливается на основании сравнительных технико-экономических показателей открытой и подземной разработки.

В отдельных случаях применяют открытые горные работы даже тогда, когда стоимость добычи при открытых работах выше, чем при подземных.

Такие случаи в практике открытых работ могут иметь место при незначительных остающихся запасах полезного ископаемого на месторождении для подземной разработки, больших потерях ценного полезного ископаемого в условиях подземной разработки и с целью удлинения срока службы карьера для погашения капитальных затрат.

В настоящее время открытая разработка месторождений полезных ископаемых является вполне освоенной на глубину 200—300 м.

С прогрессом отечественной горной науки и техники, в частности с дальнейшим развитием горного машиностроения и совершенствованием технологии разработки полезных ископаемых открытым способом, значительно увеличивается рациональная глубина карьеров.

§ 6. Производственная мощность карьеров

Под производственной мощностью карьера понимают количество полезного ископаемого, добываемого в единицу времени. В практике открытых работ обычно за такую единицу времени принимают сутки или год. Различают проектную, плановую и фактическую мощность карьера.

Производственная мощность карьера и срок его существования устанавливаются проектом с учетом следующих основных факторов:

горногеологических условий залегания месторождения;

наличия запасов полезного ископаемого;
 размеров карьерного поля;
 ценности и потребности в данном полезном ископаемом с учетом перспектив развития района;
 системы разработки и горнотранспортного оборудования.

Проектная мощность должна на протяжении всего срока службы предприятия обеспечивать: максимальную эффективность капиталовложений, высокую производительность труда, минимальные потери полезного ископаемого, рациональное использование оборудования и самую низкую себестоимость добычи.

Проектная мощность карьера по полезному ископаемому может быть определена по формуле

$$A = \frac{K_n Q_n}{T_p}, \text{ т},$$

где K_n — коэффициент извлечения полезного ископаемого;
 Q_n — промышленные запасы полезного ископаемого, т;
 T_p — расчетный срок существования карьера, лет.

Фактический срок существования карьера несколько больше расчетного, так как в начальный и конечный периоды годовая производительность бывает ниже проектной. Период развития и затухания добычи обычно принимают в проектах в пределах 2—5 лет.

Добыча полезных ископаемых в перспективе будет осуществляться на крупных высокомеханизированных предприятиях. С этой целью намечается реконструкция действующих карьеров на базе новейшей техники, позволяющей значительно увеличить их производственную мощность, а также строительство новых крупных карьеров. В угольной и горнодобывающей промышленности предусматривается строительство карьеров годовой производственной мощностью 2—5—10 млн. т, а в особо благоприятных условиях 15—60 млн. т в год.

Наиболее крупными карьерами, предусматриваемые строительством, являются:

В железорудной промышленности, млн. т сырой руды в год:

Качканарский	15
Коршуновский	12
Центральный Криворожский	15
Северный Криворожский	13
Соколов-Сарбайский	14

В угольной промышленности, млн. т угля в год:

Назаровский	10
Ирша-Бородинский	42
Иртышский № 5/6	45
Итатский № 1	60
Березовский № 1	50

Увеличение мощности карьеров позволяет в 2—3 раза повысить производительность труда в горнодобывающей промышленности и значительно снизить себестоимость добычи полезных ископаемых. При этом капитальные затраты на приобретение более мощного основного оборудования и средств для механизации и автоматизации всех производственных процессов окупятся в самые короткие сроки.

Снижение себестоимости добычи полезного ископаемого с увеличением производственной мощности карьеров происходит за счет увеличения производительности труда рабочих и снижения трудоемкости процессов путем внедрения более мощной техники, а также за счет снижения постоянной части расходов в себестоимости добычи полезного ископаемого.

§ 7. Средства и способы осушения месторождений

В карьер кроме подземных могут поступать поверхностные воды в виде дождя и снега, а также за счет фильтрации из ручьев, рек, озер и других водных источников, приток которых может быть от нескольких куб. метров в час до нескольких сотен, а иногда и тысяч куб. метров в час. Обводненность месторождений характеризуется коэффициентом водообильности, т. е. отношением количества воды, удаляемой в единицу времени, к количеству добытого полезного ископаемого за ту же единицу времени (обычно за год). Величина коэффициента водообильности на многих карьерах колеблется в пределах 0,2—10 м³/т.

Обводненность месторождения зависит от климата района, гидрогеологических условий месторождения, рельефа местности, наличия водоемов вблизи карьера, глубины карьера и наличия старых заброшенных выработок.

Наличие воды в вскрышных породах и полезном ископаемом весьма отрицательно влияет на производство открытых горных работ: образуются оползни или обвалы вскрышных, добычных и отвальных уступов; железнодорожные пути дают большую осадку, что может привести к авариям и несчастным случаям; влажная порода и полезное ископаемое налипают на ковши экскаваторов, конвейеры и стенки вагонов, закупоривают воронки перегрузочных бункеров, снижая тем самым производительность горнотранспортного оборудования. Иногда плохо осушенный в пласте уголь досушивают на брикетной фабрике, что сопряжено с дополнительными затратами труда и денежных средств.

Для создания нормальных условий эксплуатации на карьерах выполняют специальные работы по осушению.

Все работы, связанные с осушением, по времени проведения разбиваются на две стадии: предварительное и текущее, или эксплуатационное, осушение.

Предварительное осушение должно производиться за 1—2 года до начала вскрытия месторождения; заключается оно в отводе поверхностных вод, понижении уровня подземных вод и

осушении участка разрезной и выездной траншей для обеспечения нормальных условий проведения горнокапитальных работ при строительстве карьера и на участке работ первой очереди.

Текущее осушение проводится одновременно с разработкой месторождения и имеет целью своевременное осушение участков, подготавливаемых для выемки полезного ископаемого.

Система дренажа должна обеспечивать надежное и эффективное осушение месторождения при минимуме затрат на ее сооружение.

В практике открытых горных работ применяют подземный, поверхностный и комбинированный способы осушения месторождения, а также производится защита карьера от поступления поверхностных вод.

Защита карьера от поверхностных вод

Защита карьера от поверхностных вод заключается в ограждении карьера от попадания в него атмосферных вод и вод поверхностного стока, а также в осушении заболоченных участков и небольших озер.

Отвод атмосферных вод, ручьев и рек осуществляется водотоками каналами и нагорными канавами. Сечение каналов и нагорных канав рассчитывается по максимальному притоку и допустимой скорости течения воды в них.

Осушение заболоченных участков, озер заключается в проведении на пониженных участках системы канав, позволяющей отвести воды с этих участков за пределы карьерного поля.

Подземный способ осушения месторождений

Подземный способ осушения является наиболее эффективным для месторождений со сложными гидрогеологическими условиями.

Подземное осушение осуществляется посредством заложения дренажных шахт и системы выработок, пройденных по пласту полезного ископаемого.

Дренажные шахты закладывают на рабочем борту карьера с расчетом длительного срока их службы. Стволы шахт располагают в местах с относительно более низкими отметками почвы пласта, с таким расчетом, чтобы горизонтальные и наклонные выработки имели уклон в сторону околоствольного двора.

При пологом и горизонтальном залегании пласта дренажные выработки проводят на высоте 1—2 м от почвы пласта. Горизонтальные и наклонные выработки проводят по пониженным участкам почвы пласта или водоносных горизонтов обычно через 100—200 м друг от друга.

Количество дренажных шахт, расположение и протяженность штреков зависят от конфигурации карьерного поля, условий зале-

гания водоносных горизонтов, направления движения подземных вод, водопроницаемости пласта полезного ископаемого и водовмещающих пород, требуемой величины понижения уровня и времени, отведенного на осушение.

Дренажными устройствами обычно служат сквозные и забивные фильтры, вакуум-фильтры и водопонижающие колодцы.

Забивные фильтры (рис. 3) обычно устанавливают из штрека или штольни в кровлю выработки, они предназначены для осушения водоносного пласта, залегающего на небольшом расстоянии от кровли полезного ископаемого (5—8 м).

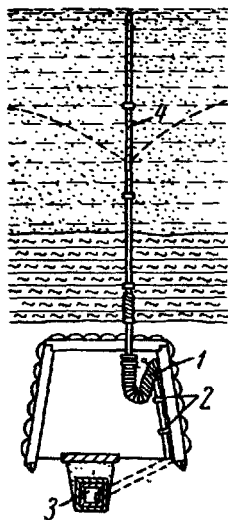


Рис. 3. Забивной фильтр:

1 — водоотводная труба, 2 — скобки, 3 — водоотводная камера, 4 — фильтр

Забивной фильтр представляет собой железную трубу диаметром 38—50 мм, реже 63 мм, вставляемую в заранее пробуренную из штрека скважину до водоносного горизонта с углублением в последний на 1—1,5 м. Фильтр состоит из отрезков газовых тонкостенных труб длиной по 1,2—1,5 м, соединяемых муфтами или ниппелями. Общая длина забивного фильтра 4—7 м. В среднем расстояние между фильтрами равно 10—30 м. Для сжатию опасных напоров создают узлы забивных фильтров.

Дебит забивных фильтров может достигать 5—7 м³/ч и более. Средний срок действия забивного фильтра 3—4 месяца.

Воздушные фильтры. Для повышения производительности забивных фильтров устанавливают воздушные фильтры (скважины), представляющие собой трубу с перфорированной частью, расположенной выше уровня воды осушаемого горизонта, по которой фильтры подают сжатый воздух в осушаемый

пласт. Устанавливают их в штреках примерно через 120 м между забивными фильтрами. Нагнетание сжатого воздуха увеличивает в 2—3 раза дебит забивных фильтров.

Вакуум-фильтры. Для повышения производительности забивных фильтров применяются также вакуум-фильтры, позволяющие искусственным путем создавать разрежение (вакуум) в самом фильтре. Величину вакуума в фильтре можно практически довести до 0,6—0,8 ат.

Вакуум-фильтр представляет собой обычный забивной фильтр, оборудованный проходным краном и манометром для поддержания и замера заданного давления.

Дебит вакуум-фильтров по сравнению с дебитом обычных забивных фильтров увеличивается в 2—3 раза.

В настоящее время применяются индивидуально действующие вакуум-фильтры с автоматическими регуляторами, индивидуально

действующие вакуум-фильтры сифонного типа, сифонная вакуумная установка, насосная вакуумная установка.

Сквозной фильтр (рис. 4) представляет собой скважину диаметром 150—300 мм, пробуренную с поверхности земли до штрека или штольни; скважина крепится обсадными трубами и

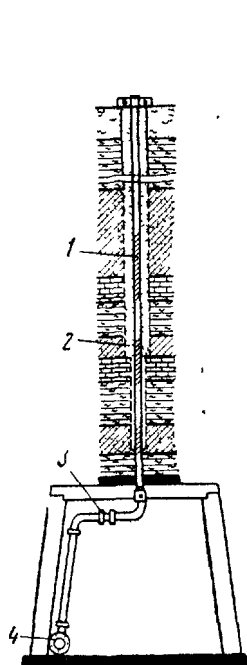


Рис. 4. Сквозной фильтр:

- 1 — проволочный фильтр,
- 2 — гравийная засыпка,
- 3 — вентиль, 4 — водоотводный коллектор

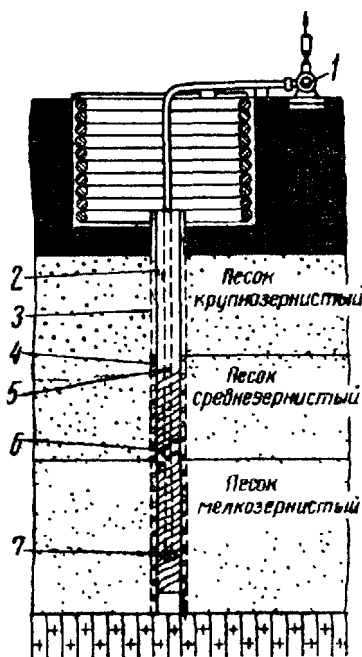


Рис. 5. Трубчатый дренажный колодец:

- 1 — насос, 2 — фильтровая колодка труб, 3 — извлекаемые обсадные трубы, 4 — гравийная засыпка, 5 — всасывающий шланг, 6 — проволочная обмотка захватной части фильтра, 7 — храпок всасывающего шланга

оборудуется фильтром с перфорированной частью против каждого из водоносных горизонтов; пространство между фильтрами и обсадной трубой заполняется промытым гравием, после чего обсадные трубы вынимаются.

Сквозные фильтры устанавливают по штрекам на расстоянии 50—100, реже 200 м один от другого. Дебит сквозных фильтров колеблется от 0,6 до 180 м³/ч.

Водопонижающие колодцы и забивные фильтры в почву пласта. Напор подземных вод, залегающих ниже почвы пласта, снижается с помощью забивных фильтров и понижающих колодцев. В редких случаях могут применяться дренажные каналы.

Расстояние между фильтрами принимается от 15 до 40 м.

Водопонижающие колодцы (рис. 5) устраиваются в почве штрека или штольни в виде срубовых колодцев и предназначаются для вскрытия подпочвенного водоносного горизонта. Они закладываются в среднем через 100—150 м в понижениях почвы пласта. Колодец имеет сечение $(1,5-2,0) \times (1,0-1,3)$ м и глубину до 4—5 м. Обычно колодцы крепят деревом.

Дренажные каналы проходят в штреках и штольнях как для дренажа подпочвенного напорного водоносного горизонта, так и для отвода собирающейся в выработках воды к перекачным зумфам или к центральному водосборнику.

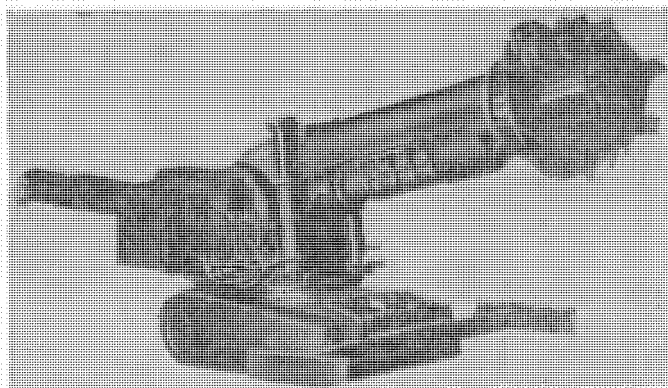


Рис. 6 Проходческий комбайн ДГИ У

Дренажная канава прокладывается с уклоном не менее 0,001—0,002, имеет ширину 0,5 м и глубину 0,5—1,0 м; канаву крепят деревянными рамами, установленными на расстоянии 0,5—1,0 м одна от другой, и затягивают горбылем. Сверху канаву закрывают досками и засыпают слоем фильтрующего материала толщиной 30 см.

Бурение скважин для установки фильтров осуществляется буровыми станками. В настоящее время для бурения скважин-фильтров создан станок БНП-15, месячная производительность которого составляет 550 м.

Механизация проходки дренажных штреков может осуществляться проходческим комбайном ДГИ-У (рис. 6), обеспечивающим скорость проведения дренажных штреков до 10 м в смену.

Поверхностный способ осушения месторождения

Горизонтальный дренаж неглубокого заложения служит для осушения покровных отложений. Такой дренаж осуществляется путем заложения водосборных канав (дрен) или

закрытых дрен. Устройство горизонтального дренажа целесообразно при хорошей водопроницаемости кровной толщи и возможности отвода вод за пределы карьера самотеком.

По расположению дрен в плане различают кольцевой, контурный и систематический (параллельный) дренаж.

При кольцевом дренаже дрены расположены по периметру карьера, а при контурном — вдоль одной или двух смежных сторон.

Систематический дренаж представляет собой сеть канав, расположенных примерно параллельно одна другой. В отличие от первых двух типов дрен, являющихся постоянно действующими сооружениями на период работы карьера, сеть канав систематического дренажа перемещается по мере обработки карьерного поля.

Глубокое водопонижение (вертикальный дренаж) производится для осушения высокой водопроницаемости пород, залегающих на глубине от 15—20 до 100 м. При таком способе осушения проводимые с поверхности водопонижающие скважины оборудуют в водоносных горизонтах фильтрами.

Для откачки воды из водопонижающих скважин на поверхность в зависимости от их дебита, диаметра и высоты подъема воды применяются:

глубинные винтовые или турбинные артезианские насосы (ВАН или АТН) непогружного типа или же погружные насосы (ПМНЛ).

В настоящее время наиболее распространенными являются насосы типа АТН.

Горизонтальный дренаж иногда применяется для осушения водоносных горизонтов, расположенных выше кровли пласта полезного ископаемого. Этот вид дренажа осуществляется путем задавливания перфорированных труб с откоса уступа в рыхлые водоносные породы или в заранее пройденные скважины в плотных породах.

Длина горизонтальных дрен должна быть как можно большей (не менее 50—120 м). Расстояние между дренами обычно составляет 15—50 м.

Эффективность горизонтального дренажа может быть значительно повышена за счет применения вакуум-фильтров.

Осушение внутренних отвалов необходимо производить для предотвращения оползней, образующихся в результате переувлажнения пород.

Внутренние отвалы должны предохраняться от просачивания в них атмосферных осадков. Для этого необходимо укатывать поверхность отвала катками и обеспечивать быстрый спуск воды после дождя и снеготаяния по трубам или откачку воды насосом в общую водоотливную сеть карьера.

Осушение основания внутренних отвалов целесообразно производить с помощью дренажных канав глубиной 2,0—2,5 м, проводимых через 20—30 м одна от другой по почве пласта вдоль фронта работ добычного уступа. Продольные канавы на участках наибольшего понижения почвы пласта надлежит соединять попереч-

ными канавами. Для того чтобы вся система канав продолжала работать и под отвалами, их необходимо засыпать фильтрующим материалом (щебнем, гравием) или же укладывать в них пористые бетонные трубы.

Кроме дренажных канав целесообразно вдоль отвального уступа на расстоянии 150—200 м одна от другой оборудовать постоянно действующие водопонижающие скважины.

Комбинированный способ осушения

В некоторых случаях при сложных инженерно-геологических условиях применяют комбинированный способ осушения как с помощью скважин, закладываемых с поверхности, так и системы дренажных штреков, проводимых по пласту полезного ископаемого.

В настоящее время комбинированный способ осушения является наиболее распространенным.

§ 8. Горнотехнические термины и понятия

Открытыми горными работами называются такие работы, при которых добыча полезного ископаемого производится непосредственно с дневной поверхности.

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом осуществляется горными предприятиями, которые называются карьерами.

В горнорудной промышленности СССР открытые разработки принято называть карьерами; в угольной промышленности и при разработке россыпных месторождений — разрезами.

Под карьером понимается также совокупность горных выработок и поверхностных сооружений, оборудованных для добывания полезного ископаемого открытыми горными работами и входящих в состав самостоятельной производственно-хозяйственной единицы горного предприятия.

Месторождение, разрабатываемое открытым способом, разделяется на отдельные горизонтальные слои. Разработка каждого верхнего слоя обычно опережает разработку нижнего, поэтому карьер приобретает уступную форму.

Часть толщи пустых пород или полезного ископаемого, разрабатываемая самостоятельными средствами отбойки, погрузки и транспорта, называется уступом (рис. 7, а).

Часть уступа (по его высоте), которая разрабатывается самостоятельными средствами выемки (отбойка и погрузка), но обслуживается транспортом, общим для всего уступа, называется подуступом (рис. 7, б).

Разделение уступа на подуступы производится:

в сложных условиях залегания месторождения, когда разработка его уступами однородного строения невозможна (по усло-

виям селективной выемки, сортности полезного ископаемого, наличию породных прослоек и т. п.);

когда условиями разработки вызывается необходимость расположить оборудование — экскаваторы и ж.-д. пути на площадке его среднего горизонта.

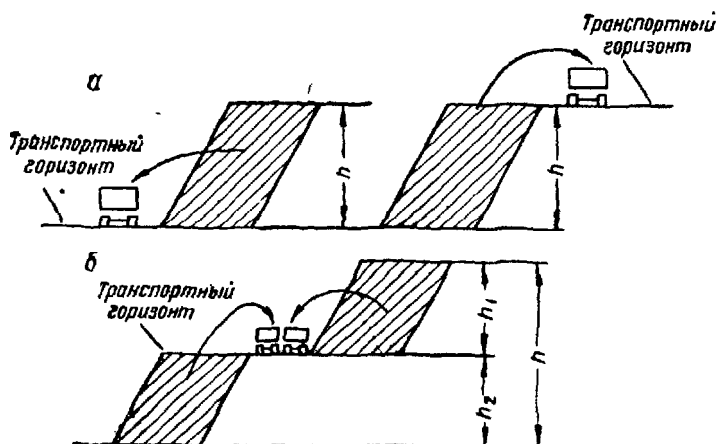


Рис 7. Уступы и подступы:
 h — высота уступа, h_1 и h_2 — высота подступов

Основные элементы уступа: площадки, откос и бровки (рис. 8). Нижняя горизонтальная поверхность рабочего уступа a назы-

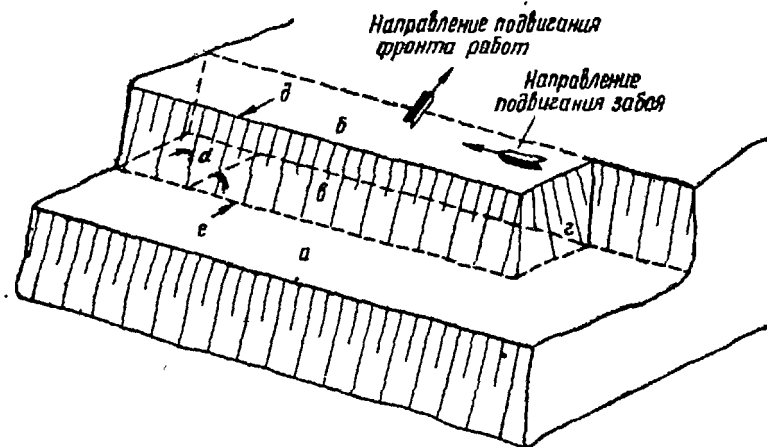


Рис. 8 Элементы уступа

вается нижней площадкой уступа, верхняя горизонтальная поверхность уступа b — верхней площадкой уступа. Площадки уступа под-

разделяются на рабочие и нерабочие. Горизонтальная поверхность уступа, на которой располагается выемочно-погрузочное оборудование, называется рабочей площадкой-горизонтом.

Количество рабочих горизонтов карьера равно количеству действующих уступов.

Минимальная ширина рабочих площадок при разработке пород одноковшовым экскаватором с погрузкой в железнодорожный транспорт составляет 30—40 м, а при разработке многоковшовым экскаватором 60—100 м.

Предохранительные площадки служат для увеличения устойчивости бортов карьера и обеспечения безопасности работы. Ширина этих площадок зависит от высоты уступа и свойств слагающих его пород (минимальная ширина предохранительной площадки должна составлять не менее 0,2 высоты уступа через каждые 15 м по вертикали в мягких породах и через 30 м в крепких породах).

Транспортные (соединительные) площадки служат для расположения на них железнодорожных или автомобильных дорог, соединяющих забойные пути с путями капитальной траншеи. Транспортные площадки могут быть оборудованы также конвейерами. Ширину транспортной площадки устанавливают в зависимости от вида транспорта и количества путей.

Наклонная плоскость *в*, ограничивающая уступ со стороны выработанного пространства, называется откосом уступа.

Угол, образуемый откосом уступа с горизонтальной плоскостью, называется углом откоса уступа.

Линии пересечения откоса уступа *в* с его верхней площадкой *б* или нижней площадкой *а* называются соответственно верхней *д* и нижней *е* бровкой уступа.

Торец *г* или откос уступа *в*, являющийся непосредственно объектом горных работ, называется *забоем*. На угольных, рудных и нерудных карьерах СССР высота уступов, разрабатываемых одноковшовыми экскаваторами, составляет 10—20 м, а многоковшовыми экскаваторами — до 40—50 м.

Уступ разрабатывают последовательными полосами *А* (рис. 9), которые называются *заходками*: заходки — части уступа, на которые последний делится по ширине.

Часть заходки по ее длине (*I* и *II*), разрабатываемая самостоятельными средствами отбойки и погрузки, называется *блоком*. Длина блока при автомобильном транспорте обычно принимается в пределах 200—400 м, а количество блоков на одном уступе 5—6; при железнодорожном транспорте длина блока составляет 350—600 м, а количество блоков 2—3. Блоки, подготовленные для разработки, составляют рабочий фронт уступа, а неподготовленные — запасный фронт. Таким образом, длина фронта работ уступа соответствует длине заходки. Фронтом работ карьера является суммарная протяженность фронтов всех уступов карьера.

Уступы, находящиеся в одновременной разработке, составляют рабочую зону карьера: положение рабочей зоны определяется отметками верхнего и нижнего уступов. При разработке мощных горизонтальных, а также наклонных и крутых залежей рабочая зона постепенно углубляется; при разработке горизонтальных и пологих залежей малой и средней мощности рабочая зона остается неизменной.

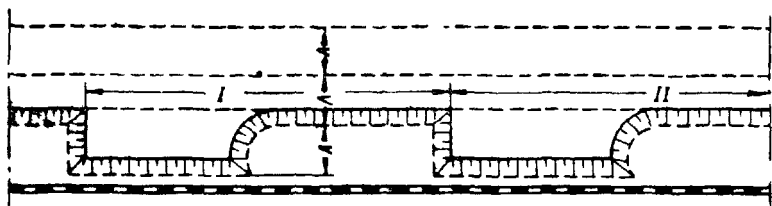


Рис. 9. Заходки и блоки

В результате разработки месторождения или его части образуется выработанное пространство, которое может быть использовано для размещения пород, получаемых в результате продолжения горных работ в том же или другом, соседнем карьере.

Боковые поверхности карьера, ограничивающие выработанное пространство, называют бортами карьера. Борт карьера, на котором производятся горные работы, называется рабочим, а борт, на котором они не производятся, — нерабочим.

Нижняя поверхность карьера называется подошвой, или дном, карьера.

Линия пересечения бортов карьера с земной поверхностью называется верхним контуром, а линия пересечения бортов карьера с его подошвой — нижним контуром карьера.

Максимальная глубина карьера, определенная расчетным путем при проектировании, носит название предельной глубины карьера. Фактическая глубина карьера по окончании его разработки носит название конечной глубины карьера.

Траншея — открытая горная выработка трапециевидного поперечного сечения, пройденная с определенным продольным профилем. На карьерах применяются три основных вида траншей: капитальные, разрезные и специальные.

Капитальная траншея — выработка, создающая транспортный доступ с поверхности земли к рабочим уступам карьера или от одного разрабатываемого уступа к другому, подлежащему разработке. Капитальные траншеи проводятся с определенным продольным уклоном.

Разрезная траншея — выработка, обеспечивающая подготовку первоначального фронта работ; обычно она проводится горизонтально и является продолжением капитальной траншеи.

К специальным траншеям относятся водоотводные, нагорные, соединительные и др.

Месторождение или часть его, разрабатываемая одним карьером, называется карьерным полем.

Вскрытие карьерного поля — проведение траншей для создания транспортной связи рабочих горизонтов с поверхностью.

При отработке уступов возможны три основных способа выемочно-погрузочных работ: с нижней, верхней и смешанной погрузкой (см. рис. 7). Нижняя погрузка производится на почву, верхняя на кровлю и смешанная — на средний горизонт уступа.

На карьерах чаще всего применяют нижнюю погрузку. Верхнюю погрузку целесообразно применять при проведении траншей, нарезке нового горизонта и выемке нижнего слоя полезного ископаемого.

Подвигание фронта вскрышных и добычных работ (рис. 10) может быть параллельным б, веерным а и смешанным в.

Параллельное подвигание фронта работ чаще применяют при отработке уступов заходками постоянной ширины одноковшовыми экскаваторами.

Веерное подвигание фронта работ обычно применяют при отработке уступов заходками переменной ширины многоковшовыми экскаваторами.

Смешанное перемещение представляет собой сочетание двух первых способов.

Рис 10 Перемещение фронта работ

1 — граница карьера по вскрыше, 2 — граница карьера по полезному ископаемому

Скорость подвигания фронта работ зависит главным образом от условий залегания месторождений, степени механизации и организации работ. На современных карьерах подвигание фронта работ достигает 40—100 м, а в отдельных случаях 200—400 м/год.

БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

§ 1. Назначение буровзрывных работ

Буровзрывные работы являются одним из основных производственных процессов при открытой добыче полезных ископаемых. Удельный вес буровзрывных работ в себестоимости добычи полезного ископаемого в зависимости от крепости разрабатываемых горных пород составляет 10—40%.

Горные породы, разрабатываемые на карьерах, в зависимости от их физико-механических свойств можно подразделить на две группы.

К первой группе следует отнести мягкие рыхлые породы, разработка которых производится экскаваторами без предварительного рыхления буровзрывным способом. Часто такие породы разрабатывают скреперами, стругами, а также средствами гидромеханизации.

Ко второй группе относятся крепкие породы, разработка которых возможна только с применением буровзрывных работ. В этом случае раздробленная взрывом горная масса грузится экскаваторами в транспортные средства.

На открытых горных работах в Советском Союзе преобладают карьеры с крепкими породами. К таким объектам открытой разработки относятся подавляющая часть месторождений различных руд и нерудных полезных ископаемых, а также значительное количество угольных карьеров.

Заряды взрывчатых веществ для дробления пород размещаются в специально пробуренных шпурах или скважинах. Шпуры имеют диаметр до 70 мм и длину до 4—5 м; скважины — диаметр более 70 мм и длину более 4—5 м. Наибольшее распространение на карьерах получили скважины диаметром 110—300 мм и длиной от 10—12 до 20—25 м.

Весь комплекс буровзрывных работ на карьерах состоит из следующих основных процессов:

буровые работы — бурение скважин или шпуров;

взрывные работы — зарядание скважин или шпуров, забойка и взрывание;

вторичное дробление полученных после взрыва крупных кусков с размерами, превышающими максимально допустимые.

К буровзрывным работам предъявляются следующие требования:

обеспечение непрерывной и производительной работы погрузочных механизмов при наименьших эксплуатационных расходах на дробление горной массы;

получение максимально возможного выхода мелких фракций при минимальном выходе негабаритных кусков породы.

Негабаритным куском или просто негабаритом называются большие куски породы, которые в силу технологии открытых горных работ или перерабатывающих полезное ископаемое предприятий требуют дополнительного дробления.

Размеры габаритных кусков вскрышных пород определяются размерами ковша экскаватора, транспортных сосудов, а для полезного ископаемого еще и размерами приемных бункеров дробилок или перегрузочных устройств.

Максимальный размер кусков A в двух взаимно перпендикулярных направлениях по условию работы экскаватора равен

$$A \cong 0,8 \sqrt[3]{E}, \text{ м,}$$

где E — емкость ковша экскаватора, м^3 .

Размер кусков при разгрузке транспортных средств в приемные бункера определяется

$$A \cong 0,8 B, \text{ м,}$$

где B — ширина приемного отверстия бункера или дробилки, м .

Снижение выхода негабарита (удельного веса негабарита по отношению к взорванной горной массе) и увеличение степени дробления пород при взрыве резко увеличивают эффективность работы экскаваторов и дробильного оборудования.

§ 2. Бурение шпуров

Бурение шпуров на карьерах осуществляется в породах средней крепости — электросверлами и в крепких породах — пневматическими бурильными молотками.

Рабочим инструментом электросверла является буровая штанга, оканчивающаяся резцом, которым и разрушают забой шпура. Буровые штанги имеют винтообразные боковые поверхности в виде шнека для выдачи из шпура измельченной породы.

Различают ручные и колонковые электросверла.

При бурении ручными электросверлами вращательное движение резца осуществляется электродвигателем, а подача на забой — вручную. При бурении колонковыми электросверлами как вращательное движение резца, так и подача его по оси сверления шпура осуществляется механическим способом. Вес колонкового сверла достигает 100—130 кг.

Область применения электросверл ограничивается породами ниже средней крепости, поэтому они не нашли на карьерах широкого распространения.

Чаще для бурения шпуров на карьерах применяют пневматические бурильные молотки или перфораторы.

Бурение шпуров перфораторами основано на ударном принципе. Рабочим инструментом при ударном бурении является пустотелый стержень — бур. Один конец бура — хвостовик вставляет-

ся в буродержательный патрон бурильного молотка, другой конец имеет коронку с заостренным лезвием, которая и производит разрушение породы в забое шпура при периодически повторяющихся ударах лезвия коронки. В некрепких породах бурение шпуров производится бурами с несъемной головкой. Последняя после затупления затачивается, при этом заточка головки бура связана с уменьшением его длины. В породах средней крепости и крепких применяют съемные буровые коронки, армированные пластинками из твердых сплавов (рис 11). Их преимущество заключается в том,

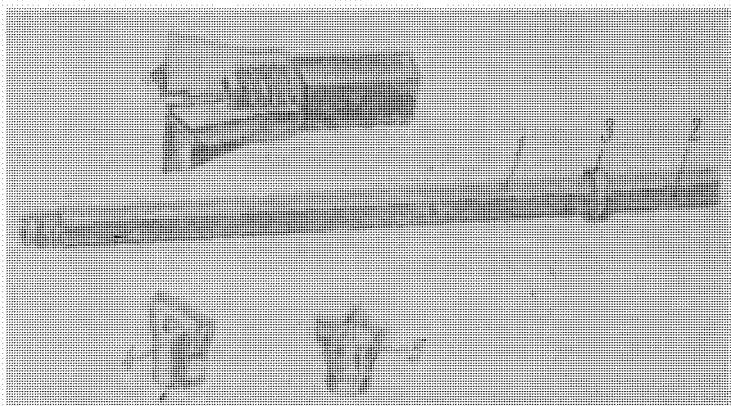


Рис 11 Бур со съемной коронкой, армированной твердым сплавом
1 — бур, 2 — хвостовик бура 3 — буртик, 4 — съемная коронка долотчатой формы 5 — съемная коронка крестообразной формы

что после затупления съемные коронки заменяются новыми, в результате чего, отпадает необходимость в транспортировке буров в мастерские.

Съемные коронки в зависимости от физико-механических свойств пород имеют разнообразную форму. Так, в породах нетрещиноватых обычно применяют коронку долотчатой формы; в породах трещиноватых чаще применяют коронки крестообразной или двухдолотчатой формы.

Соединение съемных коронок с буром осуществляется посредством резьбового или конусного крепления. Диаметр коронки обычно в 1,3—2,5 раза больше диаметра бура, который равен чаще всего 22—32 мм. Это объясняется необходимостью оставления зазора между боковой поверхностью бура и стенками шпура для беспрепятственной выдачи буровой мелочи из шпура. Буровая мелочь удаляется из шпура при бурении с промывкой водой, а также продувкой шпура сжатым воздухом.

Принцип действия пневматического бурильного молотка заключается в следующем (рис. 12). Цилиндр молотка 1 закрыт с задней стороны крышкой 2, с передней — втулкой 3. В цилиндре на-

ходится поршень 4 со штоком-ударником 5. Конец штока входит в поворачивающуюся втулку 6, в которой находится также и хвостовик бура 7. Сжатый воздух от магистрали в цилиндр попадает через отверстие 8. Под действием сжатого воздуха поршень движется вперед и в конце своего движения наносит штоком удар по хвостовику бура. Этот рабочий ход поршня заставляет лезвие коронки внедриться в породу. При рабочем ходе поршня со штоком воздух из задней части цилиндра выходит через выпускное отверстие 9, а воздухораспределительный клапан открывает доступ сжатому воздуху в отверстие 10 и закрывает доступ в отверстие 8.

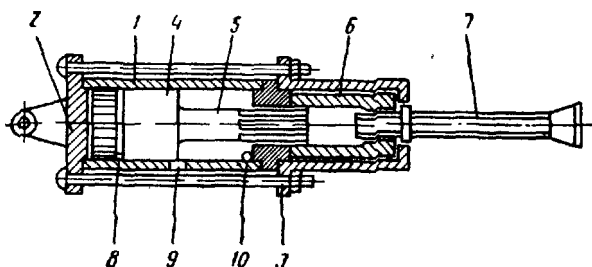


Рис. 12. Принципиальная схема бурильного молотка

Происходит холостой ход поршня со штоком в исходное положение. При холостом ходе втулка и бур поворачиваются на угол $15-36^\circ$; при следующем рабочем ходе удар лезвия коронки происходит уже по другому месту забоя шпура.

Бурильные молотки подразделяются на ручные, телескопные и колонковые, вес которых колеблется соответственно от 10 до 30 кг, от 30 до 50 кг и от 50 до 70 кг. На открытых горных работах наибольшее применение нашли колонковые и ручные бурильные молотки. Иногда колонковые бурильные молотки (обычно 2—4) с компрессором устанавливают на самоходных буровых тележках.

§ 3. Бурение скважин

Бурение скважин на карьерах осуществляется буровыми станками. По своему принципу действия они подразделяются на ударно-канатные, вращательные с резовыми долотами, вращательные с шарошечными долотами, ударно-вращательные и термические.

Станки ударно-канатного бурения в настоящее время имеют наиболее широкое применение на карьерах при разработке крепких пород.

Ударно-канатный станок (рис. 13) состоит из опорной рамы 1, ходовой гусеничной тележки 2, двигателя 3, главного вала 4, лебедки 5, балансирующей шестерни 6, шатуна 7, балансира 8, мачты 9,

блоков — головного 10, желончного 11 и направляющего 12, балансирующего ролика 13, канатного замка 14, муфты 15, штанги 16 и откидных домкратов 17.

Сущность бурения ударно-канатными станками заключается в следующем. К концу каната прикрепляется буровой снаряд, состоящий из долота, ударной штанги и канатного замка. Вес бурового снаряда составляет 500—2600 кг. Буровой снаряд заканчивается долотом. Во время работы станка он периодически поднимается на высоту 0,9—1 м и при падении наносит удары по забою скважины. Перед каждым ударом буровой снаряд поворачивается на некоторый угол. Поворот снаряда осуществляется благодаря наличию канатного замка.

Долото при ударно-канатном бурении имеет длину от 1,5 до 0,7 м. Диаметр долота составляет 0,75—0,80 диаметра головки долота. Вес долота при длине 1500 мм для скважин диаметром 150 и 300 мм равен соответственно 115 и 320 кг. Форма головки долота различная: зубильная (для крепких нетрещиноватых пород), крестовая (для трещиноватых пород) и фасонная.

Ударная штанга служит для утяжеления долота. Она соединяется с долотом резьбовым креплением. Диаметр штанги составляет 0,65—0,80 диаметра головки долота, длина ее 4—10 м и вес от 400 до 2400 кг. К верхнему концу ударной штанги прикрепляется канатный замок.

При бурении в скважину подается вода, которая, перемешиваясь с буровой мелочью, образует шлам. Скважину периодически, по мере накопления шлама, очищают. Для этого буровой снаряд извлекают из скважины и в нее опускают желонку (рис. 14), прикрепленную к желончному канату за дужку 1. Язык желонки 5, упираясь в забой скважины, поднимает клапан 3, находящийся на башмаке 4. При этом внутренняя полость трубы 2 заполняется шламом. Во время подъема желонки клапан опускается и не позволяет шламу вытекать. После выпуска шлама из желонки на поверхность операция повторяется.

Из станков ударно-канатного бурения наиболее распространен

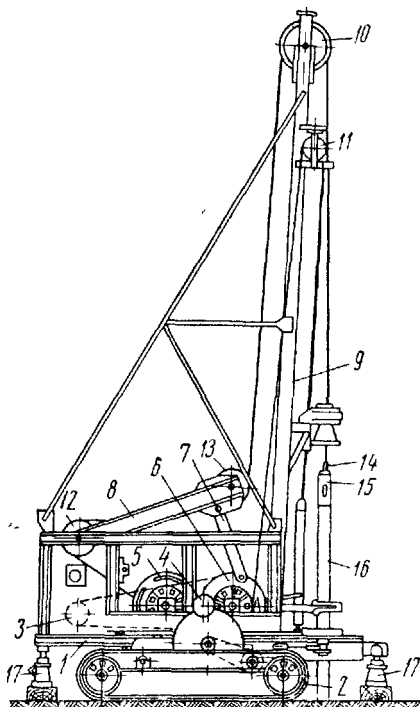


Рис. 13. Схема станка ударно-канатного бурения

ны типы БУ-2 и БС-1. Краткая техническая характеристика их приведена в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Марка станков	
	БУ-2	БС-1
Максимальный диаметр скважин, мм	300	300
Максимальный вес бурового снаряда, кг	1300	1700—2700
Число ударов снарядов в минуту	52—56	48—52
Мощность электродвигателя паспортная, кВт	20	40—75
Удельное давление на грунт, кг/см ²	0,58	0,7
Диаметр каната, мм:		
инструментального и подъема мачты	19	26
желоночного	13	14
Скорость подъема бурового снаряда, м/сек	1,2	0,9
Габариты, мм:		
длина	5 885	7000
ширина	2 620	3480
высота (с поднятой мачтой)	12 094	15050
Вес станка, т	11,5	20,8

Производительность станков в породах малой крепости составляет 25—35 м, в породах средней крепости 10—20 м, и в крепких породах 3—6 м в смену.



Рис. 14.
Желонка

К недостаткам ударно-канатных станков следует отнести низкую скорость бурения скважин, наличие дополнительных операций (заправка долот, доставка воды, транспортировка долот). В настоящее время производство станков ударно-канатного бурения прекращено, и они по мере амортизации будут заменяться более производительными — вращательными, ударно-вращательными и термическими.

Станки вращательного бурения скважин со шнековым буровым инструментом предназначены для бурения вертикальных и наклонных скважин по углю и породам ниже средней крепости. Рабочим органом у них являются буровые штанги с резцами, армированными пластинками из твердого сплава. Буровые штанги изготавливаются из труб диаметром 50—75 мм, на наружной поверхности которых закреплена в виде шнека стальная лента шириной 50—60 мм. Расстояние между витками шнека по вертикали (шаг витка) при бурении 110-мм скважин составляет 60—80 мм, при бурении 150-мм скважин 120 мм. Длина буровых штанг колеблется от 2 до 3—4 м.

Резцы применяются в основном двухлопастные, а для трещиноватых пород — трехлопастные. Буровая мелочь выдается из скважины по спиральям вращательного шнека.

Общий вид станка вращательного бурения СВБ-2 показан на рис. 15, а техническая характеристика приведена в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Марки станков		
	ПБС-110	БС-110/25	СВБ-2
Диаметр скважины, мм	110—120	110—120	150
Наибольшая глубина бурения, м	25	25	25
Скорость вращения бурового инструмента, об/мин	220	220	120 и 200
Мощность электродвигателя вращения, кВт	7,8—10	10	40
Мощность электродвигателя передвижения и подъема, кВт	Нет	2,8	14
Скорость подъема бурового инструмента, м/сек	—	0,1	0,16
Размеры станка с поднятой мачтой, мм:			
высота	3740	3850	6030
длина	3340	3300	4130
ширина	2000	2000	2810
Вес станка (без бурового инструмента), кг	495	1200	10 000
Вес комплекта буровых штанг, кг	216	256	500

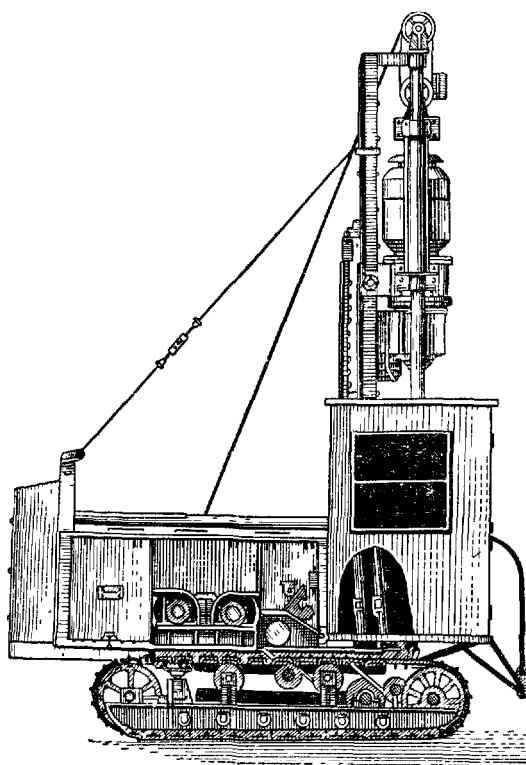


Рис. 15
Общий вид
станка враща-
тельного бу-
рения СВБ-2

К достоинствам вращательных станков со шнековым буровым инструментом относятся: высокая производительность (в несколько раз большая, чем у ударно-канатных), простота обслуживания

ния, меньшее число вспомогательных операций и возможность направленного бурения скважин.

Недостатками являются: ограниченная область применения (крепость пород не более $f=5-6$) и большой расход бурового инструмента, особенно при увеличенной крепости пород.

Сменная производительность вращательных станков достигает по углю 80—120 м и по породам ниже средней крепости 35—40 м. В породах средней крепости станки типа СВБ-2 имеют производительность в 1,5—2 раза выше, чем ударно-канатные, однако из-за высокого износа штанг и резцов применение их на бурении по крепким породам становится нецелесообразным.

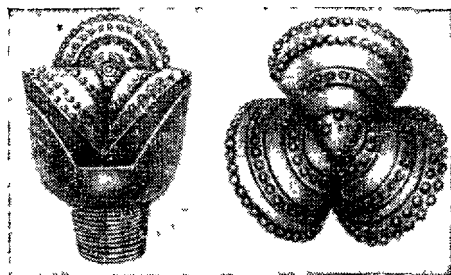


Рис. 16. Трехшарошечное долото

Станки шарошечного бурения являются тоже вращательными, отличаются от шнековых буровым инструментом и способом удаления буровой мелочи. Шарошечные станки служат для бурения в крепких и средней крепости породах. Шарошечные долота (рис. 16) армируют зубками, изготовленными из твердого сплава. Средняя стойкость шарошечных долот для крепких и средней крепости пород колеблется от 100 до 1000 м.

Разрушение породы в забое скважины осуществляют зубки шарошек, которые под действием осевой нагрузки внедряются в породу и при вращении скалывают ее отдельные частицы.

Станок шарошечного бурения состоит из привода вращателя, вращателя с механизмом подачи, гусеничного хода, рамы станка, мачты и компрессора. Вращатель с механизмом подачи осуществляет вращение буровой штанги и трехшарошечного долота, а также создает осевую нагрузку на долото. В зависимости от диаметра скважины и крепости пород общее осевое усилие может колебаться в значительных пределах от 5—8 до 25—40 т.

Удаление буровой мелочи осуществляется сжатым воздухом от компрессора, находящегося на станке.

Шарошечные станки начали применяться недавно. Интенсивные конструкторские и экспериментальные работы, проводившиеся в последние годы, позволили создать ряд станков шарошечного бурения. Техническая характеристика станков шарошечного бурения приведена в табл. 4.

Таблица 4

Показатели	Марка станка			
	БСШ 1	БАШ 250	СВБК 200	БСВ 2
Диаметр скважины, мм	210	250—275	200	225
Глубина скважины, м	До 24	25	24	20
Максимальное осевое усилие, т	13	До 25	12	13,5
Скорость вращения долота, об/мин	30—300	150	78—125	67—124,5
Рабочее давление, создаваемое компрессором, ат	6—7	6—7	6	6
Производительность компрессора, м ³ /мин	9	—	10	2×5,6
Установленная мощность двигателей, кВт	218	228	198,5	187,6
Скорость передвижения, км/ч	1,0	0,75	0,95	0,854
Удельное давление на грунт, кг/см ²	1,0	1,23	0,65	0,88
Размеры станка в рабочем положении, мм				
длина	8 500	10 365	5200	5 980
ширина	3 500	4 720	4500	3 960
высота	19 900	17 720	8400	11 540
Диаметр буровой штанги, мм	152	194	—	180
Вес станка, т	36	50	22	25
Производительность станка (при $f=12$) в смену, м	120	—	70 и 100	40

Скорость бурения станками с шарошечными долотами в 2—4 раза выше, чем ударно-канатными, при этом значительно сокращаются вспомогательные операции (отсутствует доставка воды, заправка и доставка долот)

Станки ударно-вращательного бурения (с погружными пневмоударниками) предназначены для бурения в крепких породах. Разрушение пород осуществляется пневматическим молотком с коронкой, находящимся непосредственно у забоя скважины и наносящим удары по хвостовику коронки, а также вращением пневмоударника. Буровая мелочь удаляется отработанным воздухом. Этот способ удачно совмещает положительные стороны как вращательного, так и ударного бурения. Нанесение ударов и вращение долота осуществляются независимыми механизмами. Станки с погружными пневмоударниками могут бурить скважины как вертикальные, так и наклонные.

Техническая характеристика станка ударно-вращательного бурения НБС-2

Диаметр скважины, мм	155
Глубина бурения, м	30
Производительность за чистое время бурения, мм/мин	70
Тип пневмоударника	М 150А
Диаметр пневмоударника, мм	141
Расход сжатого воздуха при давлении 5 ат, м ³ /мин	13,5
Число ударов в минуту	2200
Скорость вращения шпинделя, об/мин	75
Диаметр штанги, мм	89
Длина штанги, м	18,5

Ударно-вращательные буровые станки обеспечивают по сравнению с ударно-канатными более высокую скорость бурения, кроме того, они могут бурить скважины под любым углом наклона к горизонту.

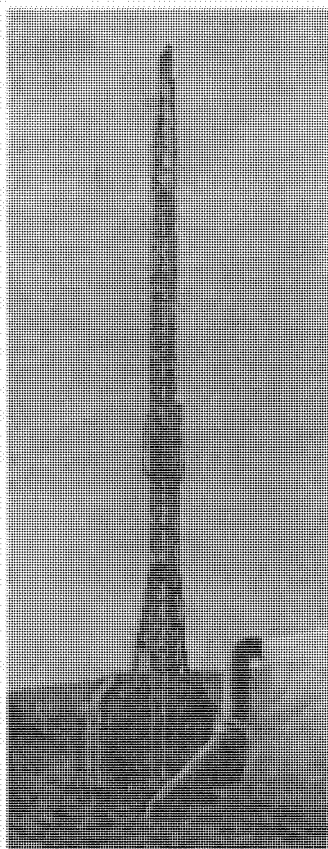


Рис. 17. Станок термического бурения СБО

Станки термического бурения применяют для прожигания скважин в крепких породах, имеющих кремнистое основание (гранит, железистые кварциты и др.), причем с увеличением крепости и монолитности пород скорость прожигания скважин увеличивается.

При термическом бурении применяется горелка реактивного типа, в которую подается смесь из керосина и кислорода. Из горелки газовая струя истекает на забой со сверхзвуковой скоростью с температурой до 2000—2200 °С. Вода, подаваемая для охлаждения горелки, превращается в пар, который выносит продукты бурения на поверхность. Горелка в рабочем положении находится от дна скважины на расстоянии 100—125 мм.

Сконструированный институтом Гипрорудмаш станок термического бурения СБО (рис. 17) обеспечивает скорость бурения по железистым кварцитам до 20—25 м в смену, в то время как в этих же условиях скорость бурения ударно-канатными станками БС-1 равна 3—5 м в смену.

Станки термического бурения в настоящее время работают на железорудных карьерах горнообогатительных комбинатов Криворожского бассейна.

Техническая характеристика станка термического бурения СБО (конструкция Гипрорудмаш)

Глубина бурения, м	17,4
Диаметр скважины, мм	250
Скорость опускания рабочего инструмента (миним.-максим.), м/ч	1,9—14,4
Емкость расходных баков, л:	
керосинового	600
водяных	3250
Средний часовой расход компонентов:	
керосина, кг	125
кислорода, м ³	240
воды, м ³	3,6

Производительность бурения по крепким магнетитовым ру-	
дам, <i>м/ч</i>	4
Общая установленная мощность двигателей, <i>квт</i>	102
Скорость вращения штанги, <i>об/мин</i>	9—30,4
Размеры в рабочем положении, <i>мм</i> :	
длина	7 290
ширина	4 600
высота	21 353
Вес станка, <i>т</i> :	
при наполненных расходных баках	36,6
при порожних баках	32,7

§ 4. Понятие о взрыве

Под взрывом понимают очень быстрое (мгновенное) превращение вещества из одного состояния в другое, со столь же быстрым переходом его потенциальной энергии в механическую работу, направленную на разрушение окружающей среды. Процесс взрыва всегда связан с химическим изменением вещества (переход из твердого в газообразное состояние) и сопровождается выделением газов при высокой температуре и давлении, которое производит разрушение горных пород.

Взрывчатые вещества характеризуются тремя основными факторами: скоростью взрывчатого превращения (скоростью детонации); количеством тепла, выделяющегося при взрыве 1 кг ВВ; количеством газов, выделяющихся при взрыве 1 кг ВВ.

Для большинства ВВ при взрыве 1 кг показательно колебание объема выделяющихся газов от 300 до 1000 л, тепла — от 500 до 1500 ккал при скорости детонации от 100 до 10 000 м/сек.

§ 5. Взрывчатые вещества

Взрывчатыми веществами (ВВ) называют химические соединения или смеси, способные под влиянием того или иного импульса (нагрев, механический удар, взрыв другого ВВ) к быстрому, самораспространяющемуся процессу взрывчатого разложения.

В зависимости от состояния ВВ могут быть твердыми, жидкими, газообразными.

По характеру действия ВВ на окружающую среду различают метательные (фугасные) и бризантные (дробящие) взрывчатые вещества.

При взрыве метательных ВВ скорость разложения ВВ небольшая (порядка 100—500 м/сек) и давление газов увеличивается относительно медленно. При давлении газов, превышающих прочность окружающей среды, в породе образуются трещины. В трещины проникают газы и, отделяя крупные куски породы, отбрасывают их от целика.

При взрыве в скважинах бризантных ВВ, имеющих скорость разложения порядка нескольких тысяч метров в секунду, давление газов увеличивается чрезвычайно быстро и достигает больших

величин. Это способствует образованию значительно большего количества трещин, чем при метательных ВВ, а следовательно, обеспечивается и более мелкое дробление породы.

Метательные ВВ обычно представлены химическими смесями, к ним относится черный и бездымный порох.

Бризантные ВВ представлены преимущественно химическими соединениями. К ним относится ряд аммиачноселитренных и нитроглицериновых ВВ. Среди бризантных ВВ выделяется группа инициирующих ВВ. В силу своей способности взрываться от незначительного внешнего воздействия, от нагревания, удара они применяются для взрывания основного количества ВВ, составляющего заряд.

К инициирующим ВВ относятся: гремучая ртуть, азид свинца, тенерес, тетрил, гэн, гексоген. Различают первичные и вторичные инициирующие вещества.

Характеристика применяемых на открытых горных работах ВВ приведена в табл. 5.

Наибольшее распространение на карьерах в настоящее время получили аммониты, представляющие собой механическую смесь аммиачной селитры (80—90%), тротила и органических горючих добавок в виде древесной торфяной муки.

Достоинством аммонитов являются безопасность в обращении и достаточно большая мощность. Основным недостатком аммонитов является их способность к поглощению влаги из воздуха (гигроскопичность) и слеживаемость, что приводит к ухудшению и даже потере взрывчатых свойств.

Тротил (тринитротолуол) является химическим соединением с хорошими взрывчатыми свойствами. Он водоустойчив, поэтому применяется для взрывания в обводненных скважинах. Выпускается он в виде порошка, чешуек, гранул и литых зарядов.

Игданит изготавливается на месте взрывных работ и состоит из 95—96% гранулированной аммиачной селитры и 4—5% солярового масла. Он является дешевым, достаточно эффективным и безопасным в обращении ВВ.

В последнее время на карьерах прошли промышленные испытания ряд новых ВВ (алюмотол, зерногранулиты 50/50 и 80/20), гранулиты АС и С, а также алюмотол ТСА, которые показали лучшие результаты, чем применяющиеся в настоящее время аммиачноселитренные ВВ.

§ 6. Средства и способы взрывания зарядов¹

Взрывание зарядов в шпурах и скважинах может быть огнем, электрическим и посредством детонирующего шнура. При огневом взрывании средствами взрывания являются капсюли-де-

¹ Энциклопедический справочник «Горное дело», т. 10, «Разработка угольных месторождений открытым способом».

Таблица

Об	Плотность, г/см ³	Объем, г/см ³	Температура пары, град. С	Температура двигателя, град.	Скорость двигателя, ж/сек	Потребляемая мощность, л.с.	Вязкость масла, мм	Рабочая стекло- мощность, см ²	Кислотный содержимый, сод. вес
Аммонит № 9	0,8—0,9	930	857	2300	2500	2—3	10—12	300—330	6
Аммонит № 10	0,85—0,95	923	905	2400	3000	2—4	11—13	300—330	6
Аммонит сорта	—	980	340	1600	1500—3000	—	6—8	165—230	Не опре- делен
Топка чистый	0,8—1,0	730	850	2350	4000—4500	—	6—8	270—300	То же
Топка окисленный	1,45—1,55	730	1010	2450	5700—6000	—	22—24	270—300	»
Исходный	0,85—0,95	600—780	830—1040	—	—	—	16—13	290—380	—
Аммонит окисленный BA-2, BA-4 или BA-8	1,1—1,0	—	—	—	3600—4000	—	16	400	6

тонаторы и огнепроводный шнур, при электрическом — электродетонаторы, а при взрывании детонирующим шнуром — детонирующий шнур.

Средства взрывания

Капсюль-детонатор представляет собой гильзу с находящимся в ней зарядом инициирующего бризантного ВВ. Он предназначен для возбуждения детонации.

Капсюль-детонатор (рис. 18) состоит из металлической (медной, латунной или алюминиевой) или бумажной гильзы 1 (длиной 47—49 мм и диаметром 7,0—7,5 мм) и впрессованного на $\frac{2}{3}$ ее высоты комбинированного заряда бризантного и инициирующего ВВ. В нижнюю часть гильзы помещается тетрил 5, поверх которого размещается первичное инициирующее ВВ 4 — гремучая ртуть

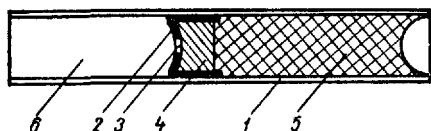


Рис 18. Капсюль-детонатор № 8

или азид свинца с тенересом, прикрытое металлической чашечкой 2 с отверстием 3 в центре для проникновения искры от огнепроводного шнура или от электровоспламенителя. Чашечка служит для предотвращения опасности от толчка при введении в капсюль огнепроводного шнура и для создания прочной камеры образования максимального давления газов при детонации первичного инициирующего ВВ.

Свободное пространство между дульцем гильзы 6 и чашечкой служит для ввода электровоспламенителя или огнепроводного шнура.

Электродетонаторы представляют собой соединение капсюля-детонатора с электровоспламенителем, который состоит из мостика накаливания и воспламенительной головки.

Мостиком накаливания является тонкая проволока из материала с большим сопротивлением, припаянная к концам двух проводников.

Воспламенительная головка — твердое, легко воспламеняющееся вещество, окружающее со всех сторон мостик накаливания и имеющее форму капельки.

Электродетонаторы изготовляют мгновенного (рис. 19, а), замедленного (рис. 19, б) и короткозамедленного действия (рис. 19, в).

Электродетонаторы замедленного действия взрываются через 0,5; 1,0 сек и более после прохождения тока через электродетонатор, что достигается за счет времени, необходимого для сгорания замедляющего состава, помещенного в электродетонатор между электровоспламенителем и чашечкой с первичным инициирующим ВВ. В остальном устройство аналогично устройству электродетонатора мгновенного действия. Время замедления зависит от длины стол-

бика замедляющего состава. Серийно выпускаются электродетонаторы с замедлением в 0,75; 1,0; 1,5; 2; 4; 6 и 8 сек, а также (по специальному заказу) с замедлением 0,5; 10 и 15 сек.

Замедляющий состав электродетонатора короткозамедленного действия имеет высокую скорость горения, благодаря чему время замедления взрыва электродетонатора составляет от нескольких сотых до нескольких десятых долей секунды.

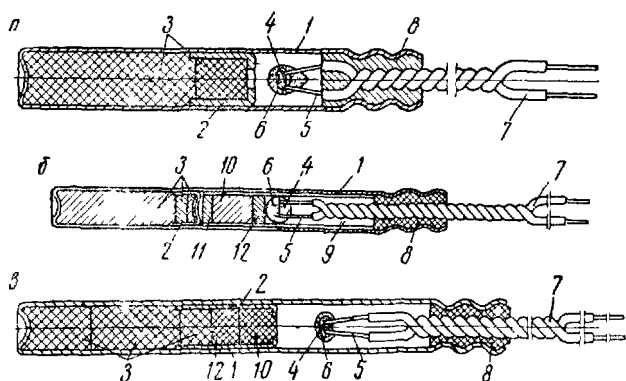


Рис 19. Электродетонаторы.

а — мгновенного действия, *б* — замедленного действия, *в* — короткозамедленного действия, 1 — гильза, 2 — чашечка, 3 — заряд капсюля-детонатора, 4 — мостик накаливания, 5 — вилочка, 6 — воспламенительная головка, 7 — детонаторные провода, 8 — пластиковая пробочка, 9 — бумажная гильза замедлителя, 10 — замедляющий состав, 11 — столбик дымового пороха, 12 — первичное инициирующее ВВ

В СССР выпускаются электродетонаторы короткозамедленного действия марки ЭД-КЗ, серия которых состоит из 6 номеров, имеющих замедления 25, 50, 75, 100, 150 и 250 мсек.

Огнепроводный шнур служит для передачи искрового импульса капсюлю-детонатору. У огнепроводного шнура сердцевина заполнена дымным порошком с одной направляющей нитью, а оболочка состоит из ряда нитяных оплеток, покрытых влагонепроницаемой массой. Скорость горения огнепроводного шнура 1—0,85 см/сек.

Детонирующий шнур служит для передачи детонации из одной точки в другую. Он представляет собой шнур с сердцевинкой из высокобрзантного ВВ. Скорость детонации шнура составляет 7000 м/сек. Цвет шнура белый с красными нитками или красный.

Способы взрывания зарядов

Огневой способ взрывания осуществляется посредством зажигательной трубки. Зажигательная воспламенительная трубка состоит из капсюля-детонатора со вставленным в него отрезком огнепроводного шнура. Огневое взрывание применяется для

взрывания одиночных зарядов, а также для последовательного взрывания серии зарядов, когда точность интервалов между взрывами не обязательна.

На карьерах огневое взрывание широко распространено при взрывании негабаритных камней и в меньшей степени при взрывании на уступах шлуров и одиночных скважин.

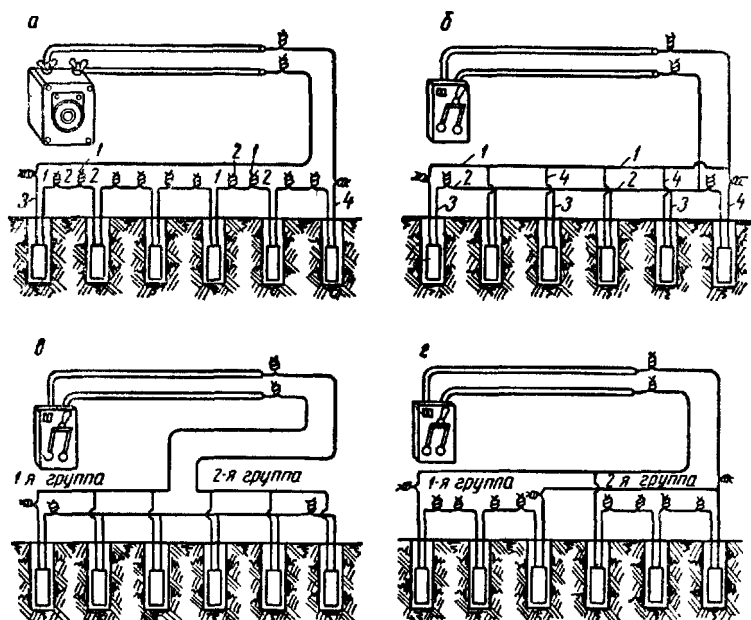


Рис. 20. Схемы соединения электровзрывных сетей:

а — последовательное, б — параллельное, в — параллельно-последовательное, г — последовательно-параллельное

Отрезки огнепроводного шнура короче 1 м применять не разрешается. При длине зажигательной трубки более 4 м должна применяться дублирующая зажигательная трубка.

Для работы в условиях большой влажности место ввода капсюля-детонатора в патрон покрывают водоизолирующим составом, температура которого не должна превышать 60 °С.

При поджигании на поверхности пяти и более зажигательных трубок применяют контрольную трубку, изготовляемую из капсюля-детонатора с бумажной гильзой. Длина огнепроводного шнура должна быть меньше на 60 см, чем на применяемых зажигательных трубках. Контрольную трубку располагают на расстоянии 5 м от заряда, зажигаемого первым, но не на пути отхода взрывников. Контрольную трубку поджигают первой; после ее взрыва все взрывники должны удалиться в укрытие.

Электровзрывание осуществляется электродетонаторами, которые могут взрываться как постоянным, так и переменным током. Его преимущества по сравнению с огневым способом заключаются в возможности одновременного взрывания большого числа зарядов, а также взрывания в определенной последовательности с нужными интервалами. Недостатком электровзрывания является большая сложность выполнения взрывания.

Монтаж электровзрывной сети заключается в соединении посредством проводов электродетонаторов с взрывным пунктом.

Все виды электровзрывных сетей делятся на три основные группы соединений (рис. 20): последовательное, параллельное (пучковое и ступенчатое) и смешанное).

В качестве источников тока для электровзрывания применяют электроосветительные и электросиловые линии и взрывные машинки.

Взрывание детонирующим шнуром. При взрывании отрезок детонирующего шнура помещается в заряд ВВ. Детонирующий шнур, взорванный огневым или электрическим способом, вызывает детонацию заряда ВВ.

Взрывание детонирующим шнуром широко применяется при скважинном методе в связи с простотой производства взрыва.

Существуют три вида схем сетей детонирующего шнура (рис. 21): параллельно-ступенчатое, параллельно-пучковое и последовательное соединения.

Наиболее распространено параллельно-ступенчатое соединение для взрывания зарядов в одну линию. Параллельно-пучковое соединение применяется при взрывании зарядов, расположенных на небольшой площади; последовательное — при одновременном взрывании наружных и камерных зарядов.

§ 7. Методы взрывных работ

На открытых горных разработках в зависимости от условий и назначения применяют следующие виды зарядов:

- шпуровые;
- камерные;
- скважинные;
- котловые;
- наружные (накладные).

Метод шпуровых зарядов. Метод шпуровых зарядов на карьерах применяется: при разработке уступов небольшой высо-

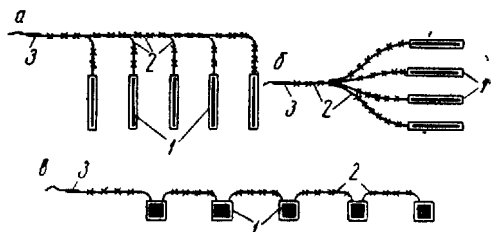


Рис. 21. Схемы сетей детонирующего шнура:

а — параллельно-ступенчатое соединение, б — параллельно-пучковое соединение, в — последовательное соединение. 1 — заряды, 2 — детонирующий шнур, 3 — зажигательная трубка или электродетонатор

ты; при проведении подготовительных выработок ограниченного сечения; при подчистке и заоткоске уступа; при разделке негабарита и других вспомогательных работах; при специальных работах, допускающих применение зарядов небольшого веса.

Глубина шпуров соответствует высоте уступов, которая в этом случае не превышает 4—5 м. При крепких породах глубина шпуров должна быть на 10—15% больше высоты уступа. Обычно диаметр шпуров составляет 40—45 мм. Шпуры могут пробуриваться в один ряд параллельно откосу уступа, а также в несколько рядов.

После зарядки шпуров взрывчатым веществом производят их забойку, которая обычно состоит из смеси глины с песком. Забойка должна занимать не менее одной трети длины шпура.

Метод камерных зарядов. Сущность этого метода заключается в том, что заряд ВВ располагается в специально пройденных горных выработках, которые проходятся на уровне подошвы уступа. После проведения подземных выработок проходятся специальные зарядные камеры, в которых и размещается заряд. Зарядная камера имеет объем, необходимый для размещения требуемого заряда ВВ.

Метод взрывных работ камерными зарядами требует большого объема дорогостоящих и трудоемких работ, связанных с проведением подземных горных выработок. Этот метод иногда применяется при проведении траншей в период строительства карьеров в виде направленного взрыва на выброс или сброс.

Метод скважинных зарядов. Метод взрывания скважинных зарядов на карьерах является основным. Этот метод обеспечивает более крупное, но равномерное и в большом объеме дробление взрываемой породы, что создает условия для высокопроизводительной работы горного оборудования.

Скважины пробуриваются буровыми станками. Наиболее распространенным является диаметр скважин 110—250 мм. При некрепких породах применяются скважины меньшего, а при крепких — большего диаметра. Глубина скважин чаще всего зависит от высоты уступа и колеблется от 7—8 до 20—25 м.

Скважины на уступах пробуриваются или вертикальными, или наклонными параллельно углу откоса уступа. При этом их расположение может быть однорядным и многорядным.

К параметрам размещения скважин на уступах относятся линия сопротивления на подошве, расстояние между скважинами в ряду и расстояние между рядами скважин.

Линией сопротивления по подошве W (л. с. п. п.) называется горизонтальное расстояние от оси скважины до нижней бровки уступа, которое определяется по формуле

$$W = H \operatorname{ctg} \alpha + 3, \text{ м},$$

где H — высота уступа, м;
 α — угол откоса уступа, град.

Вес заряда ВВ Q в скважине определяется, исходя из удельного расхода ВВ и объема породы, взрываваемой одной скважиной V :

$$Q = qV = qaWH, \text{ кг,}$$

где q — удельный расход ВВ, кг/см^3 ;

a — расстояние между скважинами в ряду (обычно равняется $0,6 \div 1,0 W$), м;

W — л. с. п. п., м.

Расчетный вес заряда проверяют из условия размещения его в скважине так, чтобы часть длины скважины, равная $0,75 W$, осталась свободной от заряда для забойки скважины.

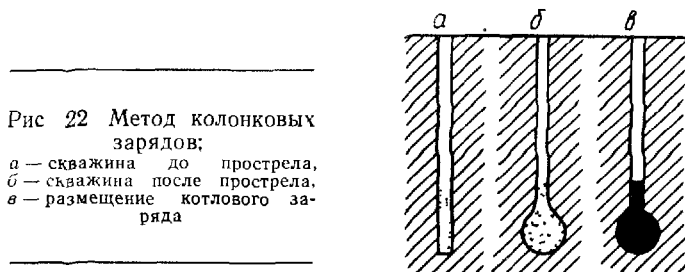


Рис 22 Метод колонковых зарядов;

a — скважина до прострела,

$б$ — скважина после прострела,

$в$ — размещение котлового заряда

При многорядном взрывании расстояние между рядами скважин принимается равным $0,87 a$. Вес заряда во втором и последующих рядах на 10—20% больше, чем в первом.

Многорядное короткозамедленное взрывание за последние годы получило значительное распространение на карьерах. Его преимущества по сравнению с однорядным взрыванием заключаются:

в улучшении качества дробления горной массы и снижении выхода негабарита;

в повышении производительности экскаваторов;

в снижении объемов работ по передвижке путей.

Применение многорядного короткозамедленного взрывания на карьере ЮГОК, осуществляемого с замедлением между рядами и скважинами в ряду, позволило за счет улучшения качества дробления снизить выход негабарита с 5—7 до 1—1,5%, повысить выход горной массы с 1 *пог. м* скважины с 40—45 до 55—60 м^3 и повысить производительность экскаваторов.

Метод котловых зарядов. Сущность метода заключается в том, что заряд ВВ размещается в нижней части шпура или скважины для чего в нижней части производят расширение скважины (рис. 22). Для расширения или образования котла применяют прострелку скважины небольшими зарядами ВВ. В зависимости от требуемого объема котла прострелка осуществляется в один или несколько приемов. Величина заряда при прострелке равна примерно 5% от веса основного заряда, который должен быть размещен в котле.

Из-за сложности работ по образованию котла этот метод зарядов на карьерах не получил широкого распространения.

Метод наружных (накладных) зарядов. Метод наружных зарядов применяется при разделке негабарита. На крупный кусок породы насыпают ВВ, используя имеющееся углубление, и засыпают забойкой. Взрывом производится дробление негабаритных камней на более мелкие части. Способ прост, но расход ВВ здесь в 8—10 раз выше, чем при шпуровом методе.

§ 8. Разделка негабарита

Благодаря повышению эффективности буровзрывных работ выход негабарита на карьерах резко снизился. Однако объемы работ по вторичному дроблению остаются еще довольно большими, особенно на карьерах с труднодробимыми породами.

Удельный вес трудоемкости работ по бурению, взрыванию скважин и разделке негабарита на некоторых рудных карьерах (по данным за 1961 г.) приведен в табл. 6.

Таблица 6

Карьер	Всего трудоемкость буровзрывных работ, %	В том числе, %		
		бурение скважин	взрывание	разделка негабарита
Магнитогорский	100	71,5	15,8	12,7
Сибайский	100	80,5	7,9	11,6
Баженовские асбестовые:				
Центральный рудник	100	66,5	22,2	11,3
Северный рудник	100	72,6	17,6	9,8
Южный рудник	100	68,6	19,5	11,9

Таким образом, затраты труда и штаты рабочих, занятых на разделке негабарита, составляют по указанным карьерам от 10 до 13% от всех затрат труда по буровзрывным работам.

Дробление негабарита в карьерах производится шпуровыми или наружными (накладными) зарядами. В первом случае ВВ размещают в шпурах, пробуренных обычно $\frac{1}{2}$ толщины негабарита. Шпуры заряжают на 0,3—0,5 их длины, остальная часть заполняется забойкой.

Заряды взрывают капсюлями-детонаторами с огнепроводным шнуром (зажигательная трубка), электродетонаторами или детонирующим шнуром.

Недостатком шпурового метода дробления негабарита является необходимость бурения шпуров, для чего на карьерах нужно иметь компрессорную установку с сетью воздушной магистрали или передвижные компрессоры, перфораторы и штат бурильщиков.

В последние годы ведутся исследования новых методов дроб-

ления негабарита, основанных на современных достижениях физики.

Применение опытных установок по дроблению негабарита на карьерах Криворожского бассейна токами высокой и промышленной частоты подтвердило целесообразность дальнейшего доведения этих установок до промышленных.

ГЛАВА III

ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

§ 1. Общие сведения

Выемочно-погрузочные работы — это процесс отделения горной породы из массива или выемки разрыхленной взрывами горной массы и погрузки ее в средства транспорта или перевалки непосредственно в отвал.

В основном эти работы осуществляются экскаваторами. На отдельных небольших предприятиях на выемочно-погрузочных работах применяют скреперы, бульдозеры и гидроземснаряды.

Экскаваторные работы на подавляющем числе современных карьеров являются ведущим технологическим процессом, которому подчинены буровые и взрывные работы, карьерный транспорт, отвальные и другие вспомогательные работы.

На карьерах применяются два основных вида экскаваторов — одноковшовые и многоковшовые. В первом случае разработка и перемещение горных пород осуществляются с помощью одного ковша, во втором — с помощью многих ковшей, укрепленных на роторном колесе или на бесконечной цепи.

Цикл работы экскаватора состоит из следующих основных элементов: внедрение ковша в горную породу, отделение ее от массива или навала и наполнение ковша; перемещение загруженного породой ковша от забоя к месту разгрузки; разгрузка ковша и перемещение порожнего ковша в забой для начала нового цикла.

По характеру рабочего процесса экскаваторы различают прерывного или цикличного (одноковшовые) и непрерывного (многоковшовые) действия. У одноковшовых экскаваторов в отдельные моменты может совмещаться не более 2—3 операций, причем все операции протекают последовательно, составляя в совокупности рабочий цикл экскаватора; у многоковшовых экскаваторов все операции рабочего цикла совершаются одновременно.

§ 2. Условия применения и классификация одноковшовых экскаваторов

Одноковшовые экскаваторы на современных отечественных карьерах получили наибольшее распространение, что обусловлено

их большой маневренностью и мобильностью; возможностью применения их для работы в породах любой крепости; наличием большого количества действующих карьеров, разрабатывающих полускальные и скальные горные породы, где применение многоковшовых экскаваторов исключено.

Одноковшовые экскаваторы классифицируют по назначению конструкции рабочего оборудования, роду силовых установок и по типу ходового оборудования.

По роду силовых установок экскаваторы подразделяются на электрические, дизельные и дизель-электрические. Преимущественное распространение на отечественных карьерах получили электрические экскаваторы.

По типу ходового оборудования экскаваторы разделяются на гусеничные, шагающие и колесные (на пневматиках). Преимущественное распространение на карьерах Советского Союза получили экскаваторы на гусеничном и шагающем ходу.

По конструкции рабочего оборудования одноковшовые экскаваторы делятся на две группы:

1. Экскаваторы, имеющие жесткую скользящую или жесткую шарнирную связь ковша со стрелой, к которым относятся: механическая (прямая) лопата со скользящей жесткой рукоятью; механическая (обратная) лопата или канавокопатель с жесткой шарнирной рукоятью; струг со скользящей кареткой на стреле и канавозасыпатель-экскаватор, подобный стругу со скользящей кареткой на стреле. Экскаваторы этой группы обеспечивают достаточно большие усилия напора при черпаниях, в связи с чем они могут применяться в относительно плотных породах.

2. Экскаваторы, имеющие гибкую связь ковша со стрелой, к которым относятся драглайн и грейфер.

В целях производственной необходимости экскаватор-драглайн может быть переоборудован и использоваться как скребок, кран, копер и корчеватель пней.

На открытых горных работах в основном применяются следующие экскаваторы:

прямая механическая лопата (рис. 23, а), ковш которой укреплен на рукояти; внедряясь в забой, он перемещается под действием подъемного троса в направлении от машины вперед и вверх;

обратная механическая лопата (рис. 23, б), ковш которой при разработке забоя перемещается под действием троса к машине и вверх;

струг (рис. 23, в), ковш которого во время работы перемещается от машины горизонтально или наклонно по жесткой направляющей стреле;

драглайн (рис. 23, г), ковш которого с помощью тросов подтягивается по забою к машине и вверх;

грейфер (рис. 23, д), ковш которого, будучи опущенным на

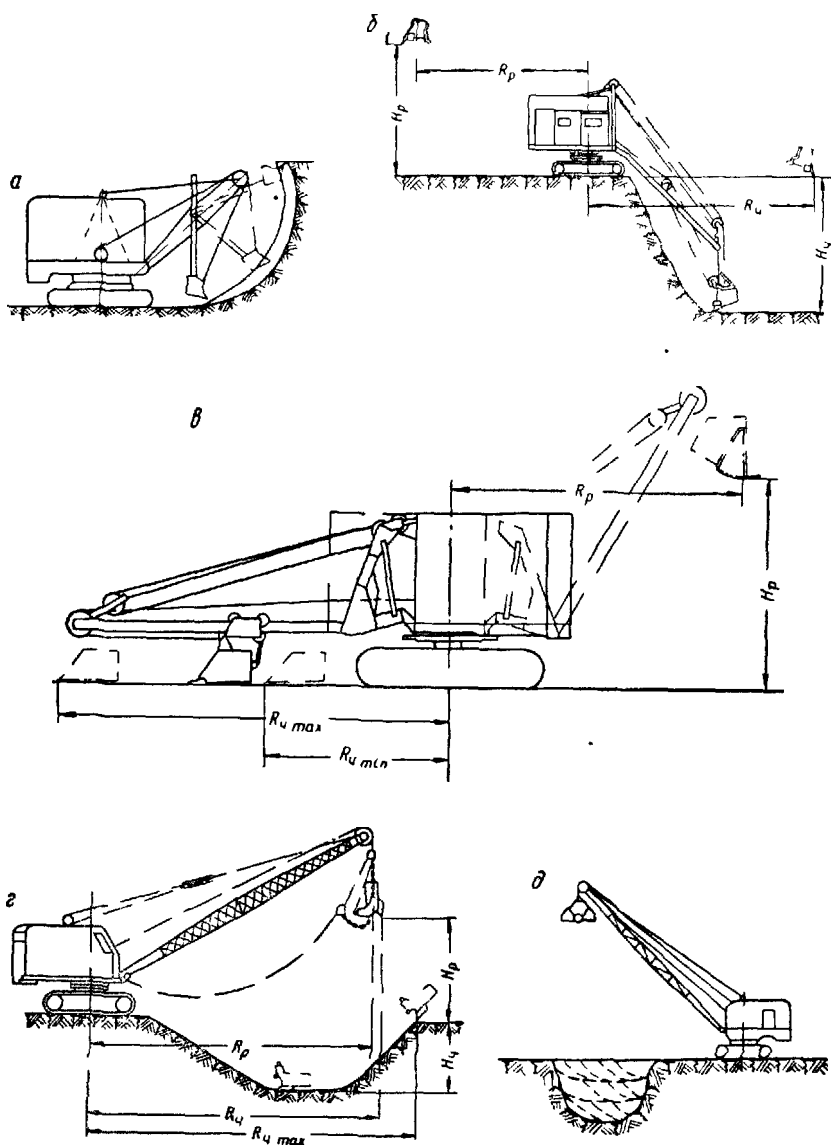


Рис 23 Рабочее оборудование одноковшовых экскаваторов
 а — прямая лопата б — обратная лопата в — струг г — драглайн д — грейфер

забой, внедряется в него и захватывает породу путем смыкания лопастей.

По эксплуатационному назначению одноковшовые экскаваторы делятся на следующие 4 типа (ГОСТ 518-54): С — строительные универсальные, К — карьерные, В — вскрышные и Ш — шагающие драглайны.

Тип С — экскаваторы строительные, гусеничные (ЭСГ) и колесные (ЭСК) на пневматических колесах, со сменными видами рабочего оборудования (универсальные), с ковшами емкостью от 0,15 до 2,5 м³.

Экскаваторы этого типа отличаются хорошей маневренностью. Универсальные строительные экскаваторы с ковшами емкостью от 0,15 до 1,0 м³ имеют один общий двигатель, который может быть: дизельным, дизель-электрическим или электрическим. Эти экскаваторы изготавливаются на гусеничном или пневмо-колесном ходу. Область и условия применения строительных экскаваторов на открытых разработках: проходка небольшого сечения траншей, нагорных канав, зачистка кровли пласта или подошвы уступа; разделка тупиков траншей; засыпка шпальных ящиков на железнодорожных путях; выполнение погрузочных работ на складах и обогажительных фабриках и установках; добыча строительных материалов — песка, глины, гравия, а также на земляных работах в строительной промышленности.

Техническая характеристика основных строительных экскаваторов отечественного производства приведена в табл. 7.

Тип К — экскаваторы карьерные гусеничные (ЭКГ) с рабочим оборудованием прямой лопаты и ковшами емкостью от 3 до 10 м³ могут работать на породах любой крепости и в любых климатических условиях,

Экскаваторы этого типа имеют электрический привод, причем напорный, поворотный, подъемный и ходовой механизмы приводятся в движение индивидуальными двигателями постоянного тока. Эти экскаваторы предназначены в основном для погрузки породы в транспортные сосуды, расположенные на уровне стояния экскаватора, и применяются для производства добычных, вскрышных и отвальных работ. Преимущественно они используются для работы в сочетании с железнодорожным и автомобильным транспортом, однако в отдельных случаях они применяются совместно с конвейерным (на добычных работах) и гидромеханизированным (на вскрышных работах) транспортом.

В сочетании с конвейерным транспортом эти экскаваторы применяются на карьерах трестов Коркинуголь, Вахрушевуголь.

Иногда в случае производственной необходимости карьерные экскаваторы используются в качестве крана для переукладки железнодорожных путей, монтажа других экскаваторов, для погрузочных работ на крупных складах руды, угля или других полезных ископаемых.

Ранее нашей промышленностью производились карьерные экскаваторы СЭ-3 с ковшом емкостью 3 м³, которые в настоящее

Таблица 7

Показатели	Темы учебных занятий				
	З-501 (З-756)	З-1251 (З-1004А)	З-1252 (З-1004А)	З-2001	З-2002

Соборудованием прямой лопаты

Емкость кузова, м³	0,8-1,0	1,0-1,25	1,0-1,25	2,0	2,5
Длина стрелы, м	5,5	6,8	6,8	8,6	8,6
Длина рукоятки, м	4,7	4,9	4,9	6,1	6,1
Угол наклона стрелы, град	45-60	45-60	45-60	45-60	45-60
Глубина черпания, м	1,0-1,5	2,0	1,6	2,2	1,8
Наименование					
радиус черпания	7,9-8,6	9,9	9,1	11,5	10,8
высота черпания	8,7-7,4	7,8	9,3	9,3	10,8
радиус разгрузки	7,1-7,7	8,9	9,3	10,7	10,0
высота разгрузки	6,3-5,0	5,1	8,3	6,0	7,6
Число черпаний в минуту	4	3	3	2,5	2,5

Соборудованием драглайна

Емкость кузова, м³	0,75-1,0	1,0	1,0	2,0-1,5	1,0
Длина стрелы, м	14,0-11,0	13,0	15,0	15-20	25,0
Угол наклона стрелы, град	30-45	30-45	30-45	30-45	30-45

Показатели	Типы универсальных экскаваторов			
	Э-501 (Э-750)	Э-1251 (Э-1003А)	Э-1252 (Э-1004А)	Э-2001 Э-2002
Соборудованном драглайна				
Высота разгрузки, м	4,9-7,8; 3,2-5,5	4,0-6,5	5,5-8,0	4,8-7,9; 8,0-12,2
Радиус разгрузки, м	13,5-11,9; 11,0-9,2	12,8-10,4	15,1-12,7	15,0-12,7; 19,4-16,3
Радиус черпания, м	14,8-11,5; 11,3-9,6	14,4-10,5	17,4-15,8	17,4-15,8; 19,4-16,3
Глубина черпания, м	3,2-5,5; 4,9-7,8	5,8-8,0	7,4-6,5	7,4-6,5; 10,7-9,4
при бковом проходе	10,8-8,8; 8,2-6,5	12,2-9,5	12,0-9,6	9,6-12,9; 13,1-16,3
при гильковом проходе	20,6-16,6			
Снаряже оборудование	Дизель	Электрогидравлическая	Дизель	Электрогидравлическая
Тип двигателя	КАМАЗ	АМ-14Б-2А	2Д6	АМТ-125-6
Мощность двигателя				2Д12
дизельного, л.с.	90	—	150	—
электромотора, кВт	—	85	—	140
Скорость вращения двигателя, об/мин	1000	1480	1500	1500
Рабочий вес экскаватора, т	27,6	39	40	80

время еще имеют широкое распространение на действующих карьерах Советского Союза и стран народной демократии.

Сейчас производство экскаваторов СЭ-3 прекращено и по мере износа они заменяются экскаваторами ЭКГ-4 и ЭКГ-8 с ковшами емкостью соответственно 4 и 8 м³.

Карьерные механические лопаты в зависимости от свойств разрабатываемых горных пород снабжаются ковшами различной емкости. При этом за номинальную считают емкость, принятую для работы в скальных породах. При работе в менее крепких породах емкость ковша может быть увеличена на 25%, а в сильно абразивных породах — уменьшена на 25%. Поэтому в зависимости от условий работы экскаватор ЭКГ-4 снабжается ковшами емкостью 3, 4 и 5 м³, а экскаватор ЭКГ-8 — ковшами емкостью 6, 8 и 10 м³.

Техническая характеристика карьерных и вскрышных экскаваторов, выпускаемых в СССР, приведена в табл. 8.

Тип В — экскаваторы вскрышные гусеничные (ЭВГ) с оборудованием прямой лопаты и ковшами емкостью от 4 до 35 м³.

Таблица 8

Показатели	Карьерные экскаваторы		Вскрышные экскаваторы	
	ЭКГ-4	ЭКГ-8	ЭВГ-6	ЭВГ-15
Емкость ковша (номинальная), м ³	4,0	8,0	6,0	15,0
Угол наклона стрелы, град	45	45	45	45
Длина стрелы, м	10,5	12	30	34
Длина рукояти, м	7,3	8,6	20	19
Глубина черпания ниже стоянки, м	2,3	3,4	3,6	3,8
Наибольший радиус черпания на уровне напорного вала, м	14,4	17,4	35,0	40
Наибольшая высота черпания, м	10,0	12,5	27,0	30
Наибольший радиус разгрузки, м	12,6	15,4	33,0	37,8
Высота разгрузки при наибольшем радиусе разгрузки, м	4,8	5,7	13,5	15
Наибольшая высота разгрузки, м	6,1	8,2	22,0	26
Радиус разгрузки при наибольшей высоте разгрузки, м	12,3	15,0	30,5	36,5
Силовое оборудование	Электрическое по системе двигатель-генератор			
Мощность двигателей, кВт:				
сетевого	250	520	520	1450
подъемного	175	2×190	2×190	2×540
напорного механизма	54	100	100	120
поворотного механизма	2×50	2×100	2×100	2×250
гусеничного хода	54	175	4×45	4×60
открывания днища ковша	2,9	5,1	2×5,1	6
Максимальный подъем, преодолеваемый экскаватором, град	12	13	8	7,5
Скорость передвижения экскаватора, км/ч	0,45	0,8	0,63	0,31
Продолжительность цикла при угле поворота 90°, сек	24	26	45	50
Среднее удельное давление на грунт при передвижении, кг/см ²	1,6	2,4	1,92	2,58
Рабочий вес, т	185	340	660	1150

Экскаваторы этого типа имеют большие рабочие параметры, гусеничный ход и электрический привод с индивидуальными двигателями подъема, напора, поворота и хода постоянного тока. Эти экскаваторы предназначены для проходки капитальных и разрезных траншей, а также для производства вскрышных работ по бестранспортной системе.

Тип III — экскаваторы шагающие (ЭШ) с рабочим оборудованием драглайна и ковшами емкостью от 4 до 25 м³.

Экскаваторы этого типа имеют большие рабочие параметры, шагающий ход и электрический привод с индивидуальными двигателями подъема, поворота, тяги и хода постоянного тока.

Эти экскаваторы предназначены для производства вскрышных работ, а также для горностроительных работ при проведении траншей.

В отдельных случаях экскаваторы ЭШ-5/45 могут применяться для погрузки горных пород в транспортные средства (железнодорожные вагоны, автосамосвалы и конвейеры), строительства от-

Таблица 9

Показатели	Типы шагающих драглайнов			
	ЭШ-5/45	ЭШ-10/60	ЭШ-15/90	ЭШ-25/100
Емкость ковша, м ³	5	10	15	25
Длина стрелы, м	45	60	90	100
Длина лыжи, м	7,6	11	13,0	20,5
Ширина лыжи, м	1,22	1,85	2,8	3,5
Диаметр опорной базы, м	7,4	9,5	16	18
Угол наклона стрелы, град	25	35	30	30
Наибольшая высота разгрузки, м	14,5	21	24	42
Наибольший радиус разгрузки, м	43,5	39,5	57	83
Наибольший радиус черпания без заброса ковша, м	—	45	58	85
Глубина черпания при бортовом забое, м	20,5	18,5	20	—
Наибольшая глубина черпания, м	36	32	35	41
Силовое оборудование	Электрическое по системе двигатель-генератор			
Мощность двигателей, квт:				
сетевого	700	715	1600	2×1600
подъемной лебедки	—	540	2×540	4×540
тяговой лебедки	—	540	2×540	4×540
поворотного механизма	—	2×100	2×350	4×450
механизма шагания	—	2×158	2×260	4×260
Скорость передвижения экскаватора, км/ч	0,45	0,2	0,06	0,06
Средняя длина шага, м	1,5	1,81	2,0	2,3
Наибольший допустимый уклон пути при передвижении, град	12	10	7	7
Среднее удельное давление на грунт при работе, кг/см ²	0,40	0,735	0,80	1,0
Среднее удельное давление на грунт при шагании, кг/см ²	1,0	1,05	1,27	1,5
Продолжительность цикла при угле поворота 135°, сек	45	60	68	70

валов, зачистки пластов полезного ископаемого, заоткоски уступов, понижения высоты уступов, а также на строительстве железнодорожных насыпей, водооградительных дамб, нагорных канав и других земляных сооружений.

Драглайны могут устанавливаться на почве и кровле, а также на промежуточном вскрышном или отвальном уступе. Они могут работать с нижним и верхним черпанием.

Техническая характеристика шагающих драглайнов приведена в табл. 9.

§ 3. Основные рабочие параметры одноковшовых экскаваторов

Основными параметрами рабочего оборудования механической лопаты являются (рис. 24):

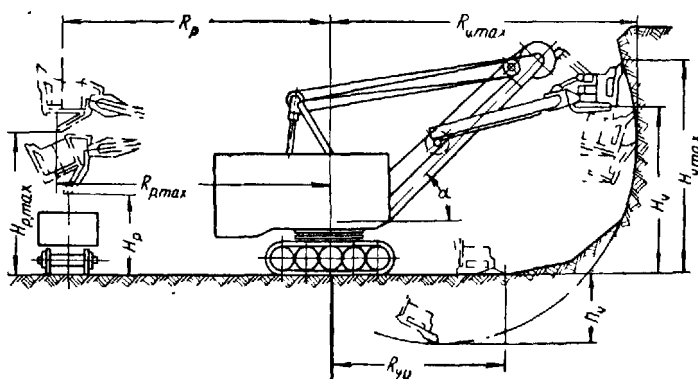


Рис. 24. Рабочие параметры механической лопаты

радиус черпания $R_{ч}$ — горизонтальное расстояние от оси вращения экскаватора до режущей кромки ковша при черпании породы; различают максимальный радиус черпания $R_{чmax}$, когда рукоять экскаватора выдвинута горизонтально на всю длину, и радиус черпания $R_{чч}$ на горизонте установки экскаватора при максимальной отодвинутой от гусениц рукояти;

высота черпания $H_{ч}$ — вертикальное расстояние от горизонта установки экскаватора до режущих кромок ковша при черпании; наибольшая высота черпания $H_{чmax}$ соответствует максимально поднятой рукояти;

радиус разгрузки R_p — горизонтальное расстояние от оси вращения экскаватора до середины ковша при разгрузке; наибольший радиус разгрузки R_{pmax} соответствует горизонтальному положению максимально вытянутой рукояти;

высота разгрузки H_p — вертикальное расстояние от горизонта установки экскаватора до нижней кромки открытого днища ковша; наибольшая высота разгрузки H_{pmax} соответствует максимально поднятому ковшу;

глубина черпания $h_{\text{ч}}$ — вертикальное расстояние от горизонта установки экскаватора до режущих кромок ковша при черпании.

Рабочие параметры драглайнов зависят от емкости ковша, длины и угла наклона стрелы. Основными параметрами рабочего оборудования драглайна являются (рис. 25):

радиус разгрузки R_p — горизонтальное расстояние от оси вращения экскаватора до середины ковша при разгрузке;

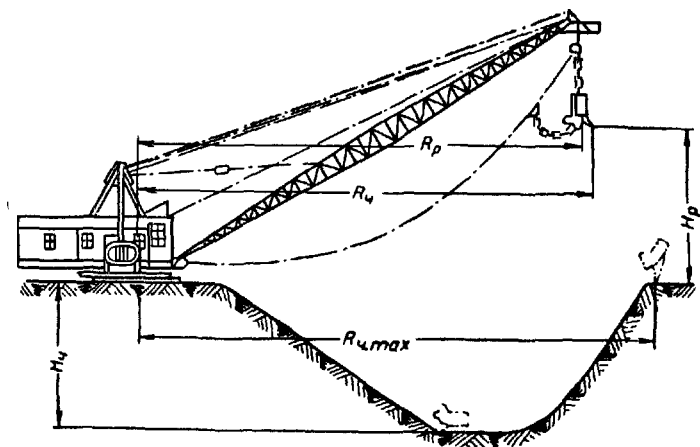


Рис. 25. Рабочие параметры драглайна

высота разгрузки H_p — вертикальное расстояние от горизонта установки экскаватора до нижней кромки его ковша при разгрузке;

радиус черпания $R_{\text{ч}}$ — горизонтальное расстояние от оси вращения экскаватора до режущего края ковша при черпании; различают радиус черпания без учета заброса ковша и радиус черпания с учетом величины заброса ковша $R_{\text{ч, max}}$;

глубина черпания $H_{\text{ч}}$ — вертикальное расстояние от горизонта установки экскаватора до дна разрабатываемой выработки; различают глубину черпания при расположении драглайна в тупиковом и в бортовом забоях.

§ 4. Схемы работы одноковшовых экскаваторов

Под схемой работы экскаватора понимают определенную последовательность выемочно-погрузочных работ в забое, которая в основном зависит от рабочего оборудования экскаватора.

Механическую лопату обычно устанавливают на почве уступа и разрабатывают его отдельными заходками, забои которых расположены с торца заходки.

К основным схемам работы механической лопаты относятся следующие: с разгрузкой в отвал (рис. 26, а); с боковой разгруз-

кой в вагоны, автосамосвалы или в бункера ленточных конвейеров, расположенные на одном уровне с экскаватором (рис. 26, б); с боковой разгрузкой в те же средства транспорта, находящиеся на верхней площадке уступа (рис. 26, в); с тупиковой разгрузкой в различные средства транспорта (рис. 26, г).

При работе механической лопаты с разгрузкой в отвал может быть достигнута наибольшая производительность, так как в этом случае экскаватор не связан с транспортом, вызывающим вынужденные простои при обмене груженых транспортных сосудов на

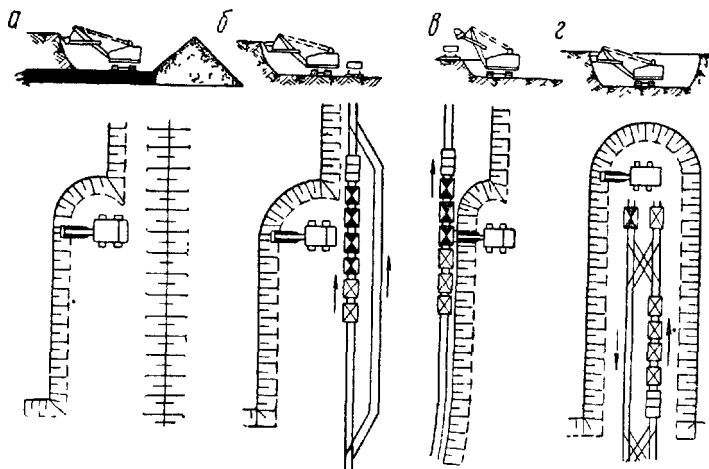


Рис 26. Схемы работы механической лопаты

порожние. Эта схема применяется при переэкскавации породы на отвалах и при бестранспортной системе производства вскрышных работ с непосредственным размещением породы в выработанном пространстве.

Иногда механические лопаты применяются на добычных работах с погрузкой полезного ископаемого на ленточные конвейеры. В этом случае производительность экскаватора выше, чем при колесном транспорте, так как обменные операции отсутствуют.

При схеме работы механической лопаты с боковой разгрузкой в средства транспорта, расположенные на верхней площадке уступа, применяются экскаваторы с удлиненным рабочим оборудованием. Такую схему весьма удобно применять при проходке траншей, вскрытии нижних горизонтов карьера. Верхняя погрузка во всех этих случаях сокращает количество транспортных горизонтов и длину откатки породы.

Схему работы механической лопаты с тупиковой погрузкой применяют при проведении траншей, селективной выемке руды на месторождениях сложного состава, а также при отработке тупиков карьерного поля.

Производительность механической лопаты в тупиковых забоях значительно ниже, чем в боковых забоях, из-за большей продолжительности простоев по обменным операциям транспорта, наращиванию железнодорожных путей или конвейерных линий и большего угла поворота экскаватора. При работе экскаватора по этой схеме наиболее удобным является применение автомобильного транспорта.

Высота забоя механической лопаты при работе в мягких породах не должна превышать высоты черпания экскаватора, т. е. $h \leq H_{\text{ч}}$. Высота забоя до $1,5 H_{\text{ч}}$ допускается только в исключительных случаях в сыпучих или хорошо разрыхленных скальных породах, когда постепенное их осыпание не является опасным. В других случаях при большой высоте забоя у кровли уступа обычно образуются временные нависи или козырьки породы, представляющие опасность для людей и экскаватора.

При верхней разгрузке высота забоя определяется по выражению

$$h = H_{\text{р. max}} - (h_{\text{в}} + h_{\text{з}}), \text{ м},$$

где $h_{\text{в}}$ — высота транспортного сосуда (вагона, автосамосвала), м;
 $h_{\text{з}}$ — зазор между верхом транспортного сосуда и днищем ковша при разгрузке, м; $h_{\text{з}} = 0,5 \div 1,0 \text{ м}$.

Расстояние от бровки уступа до оси железнодорожного пути устанавливается проектом, однако оно не должно быть меньше 2,5 м.

При разработке пород карьерными экскаваторами ЭКГ-4 и ЭКГ-8 без предварительного рыхления рекомендуется применять высоту уступа соответственно 10 и 12,5 м, а с предварительным рыхлением — 15 и 20 м.

Минимальную высоту забоя устанавливают из условия наполнения ковша за одно черпание, что зависит от емкости ковша и крепости породы.

Ширина забоя механической лопаты определяется по формуле

$$A = 0,5 \div 1,7 R_{\text{ч. у}}, \text{ м}.$$

Обычно для уменьшения количества передвижек транспортных коммуникаций ширину заходки принимают наибольшей. Оптимальная ширина заходки для экскаваторов составляет, м;

ЭКГ-4	12—16
ЭКГ-8	15—21
ЭВГ-4	20—23
ЭВГ-6	33—40

Забой драглайна располагается с торца уступа, а при проведении траншей иногда и с откоса.

Высоту забоя при нижнем черпании устанавливают по глубине черпания, учитывая, что драглайн, расположенный на уступе, должен находиться за призмой обрушения. При верхнем черпании высота уступа не должна превышать 0,8 высоты разгрузки.

Глубина выемки у драглайна при тупиковой схеме работы значительно превышает высоту забоя при боковой схеме. Увеличение радиуса и глубины черпания драглайна может быть достигнуто за счет уменьшения угла наклона стрелы экскаватора

Углы разворота экскаватора устанавливаются по потребности, но чаще всего в пределах 30—45°.

§ 5. Производительность одноковшовых экскаваторов

Производительность одноковшовых экскаваторов зависит от типа машины, ее конструктивных параметров и мощности, состояния забоя и физико-механических свойств разрабатываемой породы, вида и мощности транспорта, общей организации горных и транспортных работ в карьере.

Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность экскаваторов.

Теоретическая производительность $Q_{\text{теор}}$ экскаваторов в единицу времени соответствует полному использованию его конструктивных возможностей и определяется отношением расчетных параметров емкости ковша к продолжительности рабочего цикла экскаватора:

$$Q_{\text{теор}} = \frac{3600}{t_{\text{к.п}}} E, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где E — геометрическая емкость ковша экскаватора, м^3 ;
 $t_{\text{к.п}}$ — конструктивная продолжительность рабочего цикла экскаватора, сек .

Техническая производительность $Q_{\text{техн}}$ экскаваторов в плотном теле определяется по выражению

$$Q_{\text{техн}} = \frac{3600}{t_{\text{ф}}} EK_{\text{э}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $t_{\text{ф}}$ — фактическая продолжительность рабочего цикла экскаватора, сек ;

$K_{\text{э}}$ — коэффициент экскавации.

Коэффициент экскавации или использования геометрической емкости ковша экскаватора определяется по формуле

$$K_{\text{э}} = \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{р}}},$$

где $K_{\text{н}}$ — коэффициент наполнения ковша экскаватора;

$K_{\text{р}}$ — коэффициент разрыхления породы в ковше экскаватора.

Коэффициент наполнения ковша зависит от физико-механических свойств горных пород, их влажности, вязкости, степени их дробления, параметров и состояния забоя, квалификации машиниста экскаватора и др.

Примерные значения коэффициента экскавации для различных пород приведены в табл. 10.

Таблица 10

Категория пород ¹	Породы	Коэффициент наполнения ковша	Коэффициент разрыхления породы	Коэффициент экскавации
I	Мерзлый растительный слой, мерзлые суглинки и легкие глины	1,0—1,1	1,1	0,91—1,0
II	Бурый и каменный уголь, плотные глины, слабые глинистые сланцы, мел	0,85—1,1	1,22	0,70—0,90
III	Плотные глинистые сланцы, мергель, слабые песчаники на глинистом цементе	0,83—1,05	1,28	0,65—0,82
IV	Песчаники на известняковом цементе, слабые и разрушенные известняки	0,85—1,0	1,41	0,60—0,71
V	Песчаники на железистом и кварцитовом цементе, плотные известняки, доломиты	0,8—0,9	1,45	0,55—0,62

¹ По классификации, принятой в угольной промышленности СССР.

Эксплуатационная производительность экскаватора за смену $Q_{см}$ определяется по выражению

$$Q_{см} = Q_{техн} T K_v, \text{ м}^3/\text{смену},$$

где T — продолжительность смены, ч;

K_v — коэффициент использования экскаватора во времени в течение смены.

Таблица 11

Погрузка	Породы	Коэффициент использования экскаваторов во времени	
		в период строительства	в период эксплуатации
В средства железнодорожного транспорта	Рыхлые	0,70	0,75
	Полускальные	0,65	0,70
В средства автомобильного транспорта	Рыхлые	0,75	0,80
	Полускальные	0,70	0,75
В отвал	Рыхлые	0,85	0,90
	Полускальные	0,80	0,85

Значение коэффициента использования экскаваторов по времени в течение смены (по данным Центрогипрошахта) приведено в табл. 11.

Годовая эксплуатационная производительность экскаватора $Q_{\text{год}}$ может быть определена по формуле

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{техн}} TK_{\text{в}} nN, \text{ м}^3/\text{год},$$

где n — количество смен работы экскаватора в сутки;

N — количество рабочих дней экскаватора в год (табл. 12).

Таблица 12

Плановое число дней работы экскаваторов в году (по Н. А. Кулешову)

Экскаваторы	Дни			
	праздничные и выходные	ремонтные	на переходы экскаваторов	всего рабочих дней в году
ЭШ-4/40, ЭКГ-4	57	38	12	258
ЭКГ-8	57	48	12	248
ЭВГ-6, ЭШ-10/60	57	52	12	244
ЭВГ-15, ЭШ-15/90	57	60	12	236

Следует отметить, что, кроме указанных в табл. 11 плановых простоев экскаваторов в году, в конкретной обстановке предусматриваются простои экскаваторов по климатическим (ливни, сильные туманы, ветры, снегопады, морозы и т. д.) и организационно-техническим условиям (переноска автомобильных дорог, переукладка железных дорог, ремонт и переноска ленточных конвейеров, переустройство контактной и высоковольтной линий и т. д.).

Снижение производительности одноковшовых экскаваторов при работе в зимний период (по данным Центрогипрошахта) приведено в табл. 13.

Таблица 13

Районы	Число зимних месяцев в году	Понижающий коэффициент для			
		механических лопат с емкостью ковша, м ³		драглайнов с емкостью ковша, м ³	
		6 и более	до 6	4 и более	до 4
Северные	6	0,95	0,92	0,92	0,90
Средней полосы	5	0,96	0,94	0,94	0,92
Южные	4	0,97	0,95	0,95	0,94

Основными особенностями опыта работы передовых машинистов экскаваторов являются:

тщательный уход за машиной;

строгое выполнение правил технической эксплуатации экскаваторов;

рациональное расположение экскаваторов в забое, обеспечивающее минимальные угол поворота при разгрузке и число передвижек;

тщательная подготовка забоя в период обменных операций транспорта;

совмещение некоторых операций рабочего цикла экскаватора;

организация работы забоя по технологическим графикам;

систематическое повышение квалификации всего обслуживающего персонала.

Отечественный и зарубежный опыты подтверждают, что применение мощных экскаваторов позволяет значительно улучшить технико-экономические показатели при добыче полезных ископаемых. В СССР развитие экскаваторостроения идет в основном по линии создания более мощных и совершенных конструкций экскаваторов.

На новых мощных экскаваторах за счет снижения рабочего веса и более высоких скоростей рабочих движений производительность, приходящаяся на 1 т его веса, значительно увеличена. Снижение веса достигается в значительной мере путем улучшения конструкций отдельных узлов и внедрения более качественных материалов и легких сплавов.

В области создания мощных шагающих экскаваторов существующий ряд типоразмеров экскаваторов с ковшами емкостью 15 и 25 м³ предполагается заменить расширенным рядом типоразмеров с ковшами емкостью 15, 25, 50, 80 и 100 м³.

Параметры создаваемых экскаваторов должны строго соответствовать горнотехническим условиям месторождений и запроектированным элементам системы разработки. Только в этом случае может быть обеспечена экономически целесообразная эксплуатация месторождения открытым способом.

§ 6. Условия применения и классификация многочерпаковых экскаваторов

Многочерпаковые экскаваторы осуществляют непрерывную экскавацию пород с помощью ковшей-черпаков, расположенных на бесконечной цепи или колесе (роторе). Они обычно применяются при разработке месторождений, представленных мягкими породами, в сочетании с конвейерным транспортом, транспортно-отвальными мостами, консольно-ленточными отвалообразователями и в некоторых случаях с железнодорожным транспортом.

По сравнению с одноковшовыми экскаваторами многочерпаковые имеют следующие преимущества:

стоимость разработки 1 м³ горной массы ниже в 2 раза;

удельная металлоемкость ниже на 40%;

удельные капиталовложения ниже на 30%.

В настоящее время многочерпаковые экскаваторы применяют на карьерах Днепровского буроугольного, Керченского железорудного, Никопольского марганцевого бассейнов, Часов-Ярского

месторождения огнеупорных глин, Лопатинском и Егорьевском фосфоритных месторождениях и некоторых карьерах стройматериалов. Однако общий уровень применения многочерпаковых экскаваторов в настоящее время невелик.

Применение машин непрерывного действия наиболее эффективно при разработке месторождений, расположенных в районах с благоприятными климатическими условиями.

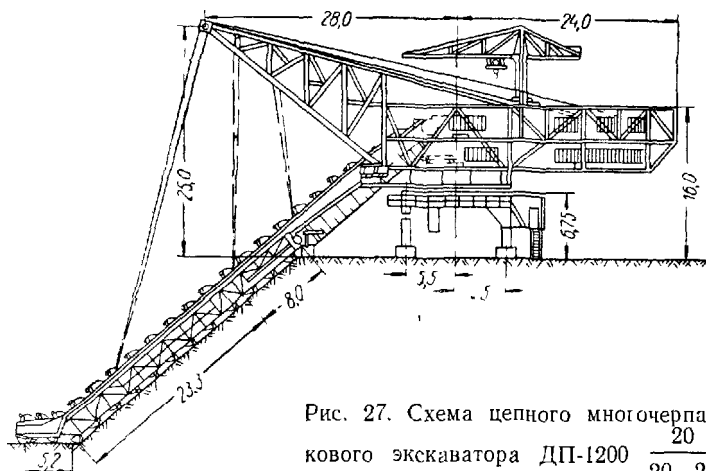


Рис. 27. Схема цепного многочерпакового экскаватора ДП-1200
20
20—23

Современные многочерпаковые экскаваторы классифицируют: по виду рабочего оборудования, направлению черпания, конструкции черпаковой рамы, поворотности корпуса, способу разгрузки экскавируемого материала, виду ходового оборудования и роду применяемой энергии.

По виду рабочего оборудования различают цепные (рис. 27), скребково-черпаковые (рис. 28) и роторные (рис. 29) экскаваторы.

По направлению черпания многочерпаковые экскаваторы разделяются на экскаваторы: верхнего черпания, нижнего черпания, верхнего и нижнего черпания с одной черпаковой рамой и двумя планировочными звеньями, верхнего и нижнего черпания с двумя черпаковыми рамами.

По конструкции ковшовой цепи эти экскаваторы подразделяют на экскаваторы с жесткой и мног шарнирной рамой.

По поворотности корпуса различают полноповоротные, неполноповоротные и неповоротные экскаваторы.

По способу разгрузки горной массы различают: экскаваторы без портала, осуществляющие боковую погрузку породы;

портальные однопроездные и двухпроездные экскаваторы, снабженные бункерным погрузочным устройством с затворами.

По конструкции ходового оборудования многочерпаковые эк-

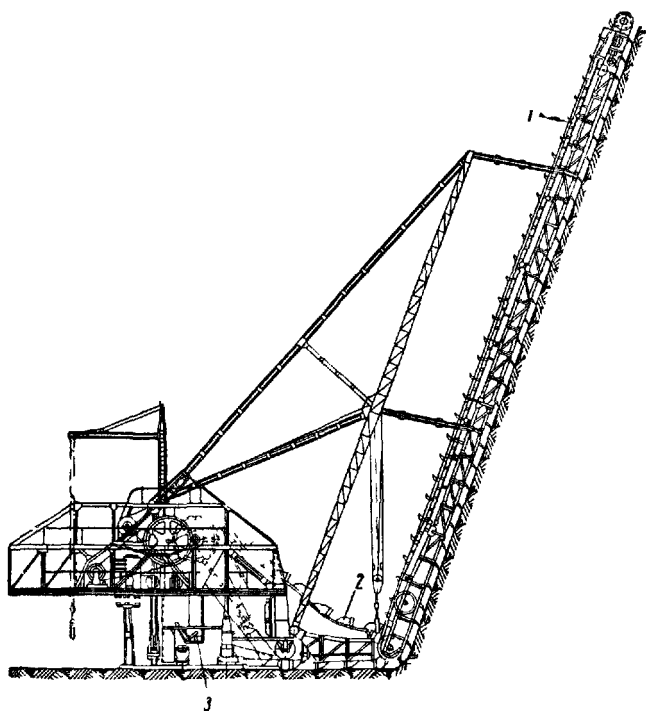


Рис. 28 Схема скребково-черпакового экскаватора.
1 — скребковая цепь, 2 — черпаковая цепь, 3 — разгрузочный бункер

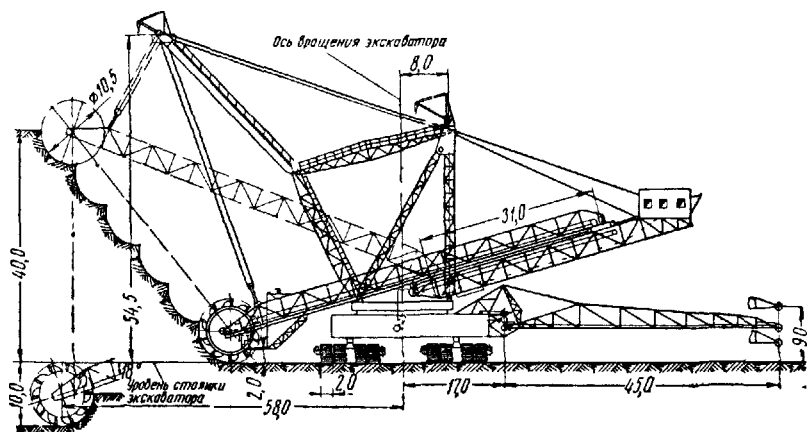


Рис 29. Схема роторного экскаватора ЭРГ-1600 $\frac{40}{10} 31$

скаваторы бывают на железнодорожном, гусеничном и шагающе-рельсовом ходу; по силовому оборудованию — дизельные, электрические и дизель-электрические.

§ 7. Цепные и скребково-черпаковые экскаваторы

Цепные экскаваторы применяются на вскрышных и добычных работах при высоте уступа для верхнего черпания до 30 м и нижнего до 40 м.

Ковши цепных экскаваторов имеют емкость от 50 до 2200 л.

На добычных работах находят применение главным образом многочерпаковые экскаваторы малой и средней мощности, на вскрышных — средней мощности, мощные и весьма мощные.

На некоторых цепных экскаваторах для селективной разработки полезного ископаемого имеется дополнительный ленточный конвейер, позволяющий встречающуюся в пласте породу выбрасывать в выработанное пространство карьера. В СССР многочерпаковые цепные экскаваторы применяются в основном на карьерах химической промышленности и строительных материалов; на рудных и угольных карьерах они не нашли широкого распространения.

Машиностроительная промышленность СССР в настоящее время выпускает цепные экскаваторы с емкостью ковша до 50 л.

Скребково-черпаковые экскаваторы, в отличие от цепных, снабжены черпачными рамами, в которых разделены функции черпания и транспортирования материала до приемной воронки экскаватора: черпание производится скребковой цепью, снабженной врубными зубками, а перенос материала — элеваторной ковшовой цепью, подбирающей материал, отделенный от массива скребковой цепью и свалившийся к подошве уступа. Эти экскаваторы применяются только для верхнего черпания при вертикальной высоте забоя до 45 м для добычи бурого угля, горючего сланца и мела.

Шаг передвижки при параллельной отработке забоя определяется длиной планирующего звена, которая у крупных многочерпаковых экскаваторов доходит до 6—8 м.

Цепные экскаваторы могут работать также с непрерывным поперечным перемещением, если передвижка железнодорожных путей производится после выемки каждого слоя путепередвижателем непрерывного действия, встроенными в экскаватор.

Чаще цепные экскаваторы имеют железнодорожный ход; гусеничный ход применяется в основном для малых моделей экскаваторов.

§ 8. Роторные экскаваторы

Исполнительным органом роторного экскаватора является роторное колесо (ротор) с равномерно расположенными на его окружности черпаками. Во время вращения ротора происходит черпание породы и разгрузка ее на конвейер, установленный на роторной стреле. Роторные экскаваторы являются лучшими

машинами для селективной разработки месторождений сложного строения.

Существует несколько конструкций роторных исполнительных органов, в том числе: камерная и бескамерная, с торцевой разгрузкой и шарового типа. Наиболее прогрессивной конструкцией является бескамерная (открытая). При сильном налипании грунта на черпаки ротора их задняя стенка может быть вырезана и заменена сеткой из цепей, что резко улучшает условия разгрузки черпаков. Ротор с торцевой разгрузкой черпаков обеспечивает высокую производительность, но может применяться только при разработке неналипающих сыпучих материалов.

Роторные экскаваторы чаще выпускаются на гусеничном ходу, они имеют поворотный корпус и боковую разгрузку. В настоящее время разрабатывается конструкция роторных экскаваторов на шагающе-рельсовом ходу.

Емкость черпаков роторных экскаваторов колеблется от 100 до 4500 л, а диаметр роторного колеса соответственно от 2,5 до 18 м при скорости вращения ротора 0,9—4,5 м/сек.

До последнего времени применялись роторные экскаваторы только верхнего черпания. Благодаря созданию конвейера, который позволяет транспортировать породу при угле наклона до 45°, и использованию бескамерного ротора стало возможным изготавливать роторные экскаваторы верхнего и нижнего черпания. Особенность конструкции приемного конвейера таких экскаваторов заключается в том, что грунт предохраняется от сползания верхней прижимной лентой, которая движется синхронно с нижней несущей лентой.

Особенно большое развитие получили роторные экскаваторы в ГДР, ФРГ и ЧССР.

Заводом тяжелого машиностроения в Лаухгаммере (ГДР) построен роторный экскаватор теоретической производительностью 2375 м³/ч и весом 1900 т. На карьере «Рейнланд» (ФРГ) работают 4 роторных экскаватора производительностью 7600 м³/ч.

На карьере «Фортуна» (ФРГ) работает роторный экскаватор с высотой верхнего черпания 50 м, нижнего — 20 м; производительность экскаватора 100 тыс. м³ в сутки, вес 5430 т.

Последним достижением фирмы «Любек» (ФРГ) является создание роторных экскаваторов производительностью 10 800 м³/ч, весом 5820 т.

В настоящее время в Советском Союзе налажено производство роторных экскаваторов производительностью 500, 1000 и 3000 м³/ч (ЗЭР-500, ЭРГ-350/1000, ЭРГ-1600⁴⁰/₁₀31). Разрабатываются конструкции роторных экскаваторов с более высокими усилиями резания на кромке ковшей, чем у подобных экскаваторов. Так, в ГДР и ФРГ выпускаемые роторные экскаваторы имеют усилия резания 80—100 кг/см, а в СССР создаются роторные экскаваторы с усилием резания до 180—220 кг/см.

Роторный экскаватор ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 имеет высоту верхнего черпания 40 м и нижнего 10 м (см. рис. 29).

Техническая характеристика роторных экскаваторов приведена в табл. 14.

Таблица 14

Показатели	ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31	ЭРГ-350/1000	ЗЭР-500
Производительность в плотной массе, $\text{м}^3/\text{ч}$	3000	1000	500
Емкость ковша, л	1600	350	200
Усилие резания на 1 см режущей кромки ковша, кг	125	80	70
Число ковшей	10	8	8
Число черпаний в минуту	30—50	64	—
Диаметр роторного колеса по зубьям ковшей ротора, м	11,5	6,125	4,5
Скорость вращения ротора, об/мин	3,5	6—8,7	8,12
Высота копания выше горизонта установки, м	40	17	12,5
Глубина копания выше горизонта установки, м	10	2	0,5
Наибольший радиус резания, м	66	24	17,525
Наименьший радиус резания, м	33	—	—
Ход выдвижения стрелы ротора (телескопичность), м	31	—	—
Наибольшая высота разгрузки, м	9	8,6	7,47
Наименьшая высота разгрузки, м	2	2,8	3,38
Среднее удельное давление на грунт, $\text{кг}/\text{см}^2$	1,05	1,0	1,07
Вес экскаватора, т	3300	410	184,3

В настоящее время Ново-Краматорским машиностроительным заводом запроектирован роторный экскаватор ЭРШР-2600 с емкостью ковшей 2600 л и высотой верхнего черпания 50 м; производительность этого экскаватора 11 200 $\text{м}^3/\text{ч}$.

Забой роторного экскаватора располагают с торца уступа или со стороны его откоса. Наиболее распространенной является разработка забоя с торца уступа. При этом экскаватор стоит на месте, а стрела вместе с ротором поворачивается около оси экскаватора на угол $\omega = 90—120^\circ$. После того как уступ отработан на установленную ширину по всей высоте, экскаватор передвигается на расстояние, равное величине подачи роторной стрелы на забой.

Ширина заходки при расположении забоя с торца уступа определяется величиной радиуса черпания экскаватора и углом его разворота:

$$A = R_q \sin \omega, \text{ м.}$$

§ 9. Производительность многочерпаковых экскаваторов

Теоретическая производительность $Q_{\text{теор}}$ многочерпакового экскаватора определяется по формуле

$$Q_{\text{теор}} = \frac{60 zq}{1000}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где z — число ковшей, разгружающихся в течение 1 мин;
 q — емкость ковша, л.

Техническая производительность многочерпакового экскаватора $Q_{\text{техн}}$ может быть определена по формуле

$$Q_{\text{техн}} = \frac{60}{1000} z q \frac{K_n}{K_p} K_t, \text{ м}^3/\text{м},$$

где K_n — коэффициент наполнения ковша;

K_p — коэффициент разрыхления породы;

K_t — коэффициент, учитывающий трудность разработки породы.

Значение указанных коэффициентов приведено в табл. 15.

Таблица 15

Категория пород по Н и Р 1955 г *	K_n	K_p	K_t	$K_n - K_n \frac{1}{K_p} K_t$
I	1,05	1,15	1,00	0,91
II	1,00	1,20	0,95	0,79
III	0,90	1,25	0,80	0,58
IV	0,85	1,30	0,70	0,46

* Нормы и расценки на земляные работы

Эксплуатационная производительность экскаватора за смену в породе определенной категории с учетом всех возможных простоев и перерывов определяется по формуле

$$Q_{\text{см}} = \frac{60}{1000} z q K_n T K_b, \text{ м}^3,$$

где T — продолжительность смены, ч;

K_b — коэффициент использования экскаватора во времени в течение смены.

Коэффициент использования экскаватора во времени K_b зависит от общей организации работ на карьере и, в частности, от четкости работы транспорта. Ориентировочные значения этого коэффициента могут быть приняты:

при работе роторного экскаватора с железнодорожным транспортом $K_b = 0,75—0,90$;

при работе двухпортального цепного экскаватора с разгрузкой породы в вагоны $K_b = 0,65—0,80$;

при работе однопортального цепного экскаватора с разгрузкой породы в вагоны $K_b = 0,50—0,70$.

На бурогольных и железорудных карьерах Украины цепные и роторные экскаваторы применяют на вскрышных работах в сочетании с транспортно-отвальными мостами; на вскрышных рабо-

тах на Часов-Ярских карьерах огнеупорных глин роторные экскаваторы применяют в сочетании с отвалообразователями и конвейерным транспортом; на добыче бурого угля, железной руды и огнеупорной глины роторные экскаваторы используются совместно с железнодорожным и конвейерным транспортом.

ГЛАВА IV

КАРЬЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ

§ 1. Значение и виды карьерного транспорта

При открытой разработке процесс транспортирования полезного ископаемого является обязательным. Кроме того, при транспортных системах разработки, которые на карьерах Советского Союза имеют наибольшее распространение, надлежит также транспортировать и вскрышные породы. Необходимо иметь в виду, что объем вскрышных пород при разработке угольных, марганцеворудных, меднорудных и ряда других месторождений в несколько раз больше объема полезного ископаемого.

Задачей карьерного транспорта является перемещение полезного ископаемого из забоев в карьере до погрузочных бункеров или обогатительных фабрик, а вскрышных пород — до отвалов.

Транспортирование горной массы занимает наибольший удельный вес в стоимости и трудоемкости открытой добычи полезных ископаемых. Стоимость транспортирования горной массы в отдельных случаях составляет 50—70% от общей стоимости полезного ископаемого, а затраты труда соответственно от 40 до 55—60%. На карьерах, разрабатывающих наклонно- и крутопадающие месторождения, горные работы непрерывно углубляются. Увеличение глубины карьера приводит к возрастанию расстояния транспортирования, а следовательно, и к снижению производительности транспортных средств и повышению денежных и трудовых затрат на транспорт.

Транспортные пути на карьерах могут быть постоянными (или стационарными) и временными (или передвижными). Постоянные пути служат в течение всего срока существования карьера или довольно длительный промежуток времени. К ним относятся пути на поверхности и в капитальных траншеях. К временным путям относятся забойные и отвальные, которые по мере подвигания фронта работ в карьере или на отвалах систематически перемещаются. Срок службы временных путей колеблется в пределах от нескольких дней до нескольких месяцев.

Транспортные пути для соответствующих видов транспорта имеют свои специфические особенности. Основными параметрами транспортных трасс являются руководящий подъем и радиус за-

кругления. Руководящий подъем транспортных путей (или угол подъема) определяет расстояние доставки горной массы с определенной глубины H до поверхности, а радиус закругления путей характеризует степень маневренности данного вида транспорта.

Руководящим подъемом (уклоном) транспортных путей называется максимальный подъем в грузовом направлении, по величине которого определяется вес поезда при установившемся движении с расчетной минимальной скоростью при одиночной тяге.

Подъем или уклон пути i измеряется тангенсом его угла I , т. е. $i = \operatorname{tg} I = \frac{h}{L}$, где h — высота подъема пути, L — длина наклонного участка пути. Обычно подъем для железнодорожного пути выражается в миллипроцентах (тысячных долях) (‰), а автомобильных — в процентах (%).

Радиус закругления зависит от вида транспортных средств и их размеров. Минимально допустимый радиус закруглений при карьерном железнодорожном транспорте 80—100 м, а при автомобильном транспорте 15—20 м. Обычно стремятся иметь радиусы закруглений больше минимально допустимых.

Расстояние транспортирования груза на карьерах колеблется от нескольких сот метров до нескольких километров. При транспортировании горной массы выделяют три характерных участка пути, различных по продольному профилю и стационарности транспортных трасс: внутрикарьерный — обычно близкий к горизонтальному, наклонный — в капитальной траншее и поверхностный.

Внутрикарьерный участок пути характеризуется малыми радиусами закругления и временным положением транспортной трассы, что обуславливает большую трудоемкость по его поддержанию.

Подъем горной массы осуществляется по стационарным транспортным трассам, от руководящих уклонов которых зависят полезная грузоподъемность и скорости движения транспортных средств (электровозосоставов, автосамосвалов и др.).

Участок транспортирования на поверхности является наиболее легким, поскольку отличается в основном стационарностью трассы и небольшими уклонами. Исключение составляют транспортные пути, расположенные на отвалах, которым свойственны основные черты внутрикарьерных путей.

При транспортировании горной массы на карьерах применяют железнодорожный, автомобильный, конвейерный и комбинированный виды транспорта.

§ 2. Железнодорожный транспорт

На отечественных карьерах железнодорожный транспорт является самым распространенным. В 1960 г. было вывезено железнодорожным транспортом на железорудных карьерах 62% всей горной массы и на угольных карьерах 48% вскрышных пород. Значительный удельный вес занимает в общем объеме перевозок

железнодорожный транспорт на карьерах цветной металлургии и нерудной промышленности.

Железнодорожный транспорт является наиболее эффективным при массовой перевозке грузов на относительно большие расстояния. Ему присущи следующие технико-эксплуатационные особенности:

- большие грузопотоки, достигающие 120—150 млн. т в год;
- интенсивность движения, доходящая иногда до 600 пар поездов в сутки;

- дальность перевозок, достигающая в отдельных случаях 10—15 км;

- небольшие скорости движения локомотивосоставов — около 15—20 по передвижным и 30—40 км/ч по постоянным путям;

- преодоление значительных уклонов, достигающих иногда 40‰;
- применение локомотивов со сцепным весом до 150—200 т и вагонов грузоподъемностью до 100—180 т;

- большой объем путепереукладочных работ, достигающий на отдельных карьерах 300 км в год.

На карьерах применяется железнодорожный транспорт с паровой, электрической и тепловозной тягой.

Преимущественное распространение на карьерном железнодорожном транспорте получила электрическая тяга. Главным достоинством электровозов является способность преодолевать более крутые уклоны, что позволяет значительно сократить общую длину транспортных коммуникаций и значительно уменьшить объем земляных работ по проходке капитальных траншей.

На карьерах в основном применяются электровозы постоянного тока, однако в последнее время созданы и проходят испытания электровозы переменного тока. На отдельных карьерах в настоящее время начинает внедряться тепловозная тяга, которая сочетает в себе преимущества электровозной и паровой тяги.

На карьерах применяется широкая (1524 мм) и узкая (750, 900 и 1000 мм) колея. Наибольшее распространение на карьерах получила широкая колея; объем перевозок железнодорожного транспорта узкой колеи составляет менее 5%; узкая колея применяется главным образом на небольших карьерах строительных материалов и на отдельных карьерах других отраслей промышленности, транспортное оборудование для которых было изготовлено за рубежом.

Локомотивы по роду привода подразделяются на паровозы, электровозы и тепловозы.

К локомотивам, работающим на карьерах, предъявляются следующие требования:

- способность преодолевать значительные подъемы без существенного снижения скорости и вписываться в кривые малого радиуса;
- повышенная устойчивость при движении по передвижным путям;

- постоянная готовность к работе.

Паровоз — локомотив с самостоятельной паросиловой установкой, состоящей из котла и паровой машины. Основные части паровоза: котел с топкой, паровая машина с парораспределительным и движущим механизмами, экипажная часть.

Главное достоинство паровозов — наличие собственной паросиловой установки, что делает их относительно независимыми от источника питания и поэтому достаточно маневренными. Однако, как показала длительная практика, они оказались мало пригодными для эксплуатации в тяжелых горных условиях открытых разработок.

К недостаткам паровозов относятся:

низкий к. п. д., который составляет всего лишь 6—7%;

незначительный преодолеваемый уклон пути (до 25%), что увеличивает длину и стоимость откатки и объем горнокапитальных работ;

трудность эксплуатации и большое снижение производительности в зимнее время;

необходимость содержания паровозов в состоянии постоянной готовности к работе (в горячем состоянии), что требует большого расхода топлива;

большая стоимость эксплуатации и ремонта паровозов, которая на 25—30% выше, чем электровозов;

плохие санитарно-гигиенические условия для обслуживающего персонала.

Электровоз — локомотив, приводимый в движение электрическими тяговыми двигателями. В настоящее время на карьерах применяются четырехосные электровозы постоянного тока со сцепным весом 75—80 т и шестиосные электровозы со сцепным весом 150 т (рис. 30), техническая характеристика которых приведена в табл. 16.

Таблица 16

Типы	Осевая формула	Количество осей	Сцепной вес, т	Средняя осевая нагрузка, т	Напряжение, в	Часовая мощность, квт	Скорость при часовой мощности, км/ч
IV-КП	B_0+B_0	4	80	20	1650—825	832	24,7
13E и 21E . .	$B_0+B_0+B_0$	6	150	25	1650	1560	28,8
EL-2	B_0+B_0	4	100	25	1500	1400	30,5
EL-1	$B_0+B_0+B_0$	6	150	25	1500	2100	30,5

Система однофазного переменного тока имеет преимущества перед системой постоянного тока и является перспективной, так как в этом случае не требуется строительства дорогостоящих выпрямительных тяговых подстанций: по контактному проводу подается высокое напряжение (до 15—20 тыс. в) с понижением его непосредственно на электровозе, что значительно снижает электрические потери.

В Советском Союзе в настоящее время созданы и проходят испытания электровозы на постоянном токе типа Д-100 со сцепным весом 100 т.

По способу питания электроэнергией электровозы постоянного тока подразделяются на контактные, аккумуляторные, контактно-кабельные, контактно-аккумуляторные и контактно-дизельные

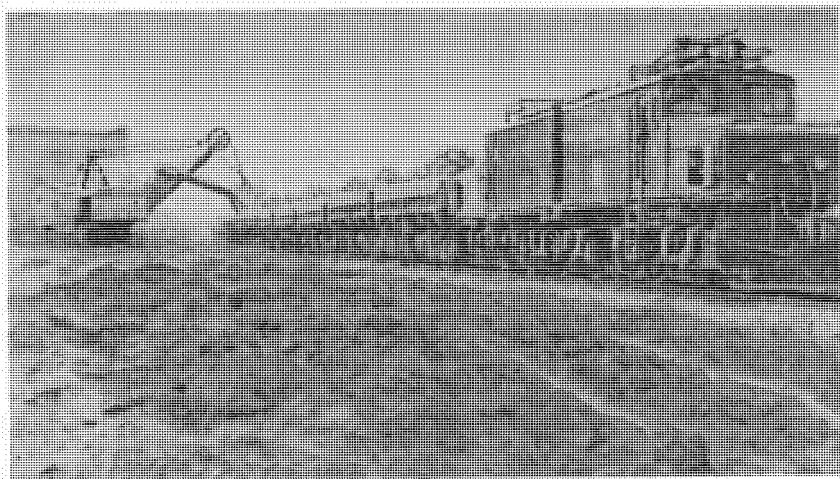


Рис 30 Электровоз со сцепным весом 150 т на Богдановском карьере треста Никополь-Марганец

На открытых разработках СССР в настоящее время применяются контактные электровозы. На некоторых карьерах США начали применять контактно-дизельные электровозы, которые оборудованы вспомогательной дизельной установкой. На постоянных путях эти локомотивы работают в электровозном режиме, питаясь от контактной сети, а на неэлектрифицированных передвижных путях — от дизель-генераторной установки.

Применение контактно-дизельных электровозов не требует применения в карьере передвижной контактной сети, что позволяет значительно сократить капитальные и эксплуатационные расходы.

Преимуществами электрической тяги являются:

относительно высокий к. п. д. (14—16% или в два раза выше, чем у паровоза);

преодоление значительных уклонов (до 40‰), что сокращает длину откатки и объем горнокапитальных работ,

способность проходить по кривым малого радиуса;

во время остановок электровоз не потребляет энергии;

постоянная готовность к работе;

лучшие, чем у паровоза, санитарно-гигиенические условия.

К недостаткам электрической тяги относятся:

относительно большие капитальные затраты на сооружение тяговых подстанций и контактной сети;

наличие передвижной контактной сети усложняет производство взрывных и погрузочных работ в карьере.

Тепловоз — локомотив, оборудованный двигателем внутреннего сгорания.

Специальных карьерных тепловозов отечественная промышленность не выпускает. Однако среди тепловозов, применяемых на железных дорогах МПС СССР, тепловозы ТЭ-2 со сцепным весом 170 т и ТЭ-3 со сцепным весом 126 т в некоторой мере отвечают условиям работы в карьерах.

В настоящее время на карьере Ново-Криворожского горнообогатительного комбината успешно применяются тепловозы типа ТЭ-3. Опыт их работы показал, что эксплуатационные затраты при этом виде тяги на 30% ниже, а производительность труда на 25% выше по сравнению с электровозной тягой.

Вагоны. На карьерах преимущественное распространение на транспортировании вскрышных пород получили думпкары (полувагоны с самоопрокидывающимся кузовом), на вывозке полезных ископаемых и балласта — гондолы и хопперы и на перевозке материалов и оборудования — платформы. Техническая характеристика основных типов думпкарв широкой колеи, изготавливаемых в СССР, приведена в табл. 17.

Таблица 17

Показатели	Тип думпкаров					
	Калининградского завода				Завода им. газеты «Правда»	
	ВС-50	ЗВС-50	ВС-100	ВС-140—180		
Грузоподъемность, т	50	50	100	140—180	60	80
Емкость кузова, м³	22,6	24,5	43,6	62	32,3	38,0
Конструктивный вес, т	31,5	31,4	58,7	—	45,0	40,2
Способ опрокидывания*	ПБ	ОБ	ОБ	ОБ	ОБ	ОБ
Длина между автосцепками, м	12,8	11,9	16,08	17,58	14,6	14,6
Число осей, шт.	4	4	6	8	4	4
Коэффициент тары	0,64	0,63	0,587	0,485—0,377	0,75	0,5

* ОБ — откидывающийся борт, ПБ — поднимающийся борт.

Железнодорожный путь состоит из нижнего и верхнего строения. К нижнему строению относятся земляное полотно и искусственные сооружения, а к верхнему — балласт, шпалы, рельсы со скреплениями и противоугоны. Конструкцию и размеры каждого элемента железнодорожного пути выбирают в соответствии с объемом перевозок, типом подвижного состава и скоростью движения.

Земляное полотно сооружается по типовым профилям в виде насыпей (рис. 31, а), выемок (рис. 31, б), нулевых мест (рис. 31, в), полунасыпей-полувыемков (рис. 31, г).

Ширина основной площадки, на которой непосредственно размещается верхнее строение пути, зависит от ширины колеи, числа путей и рода грунта (табл. 18).

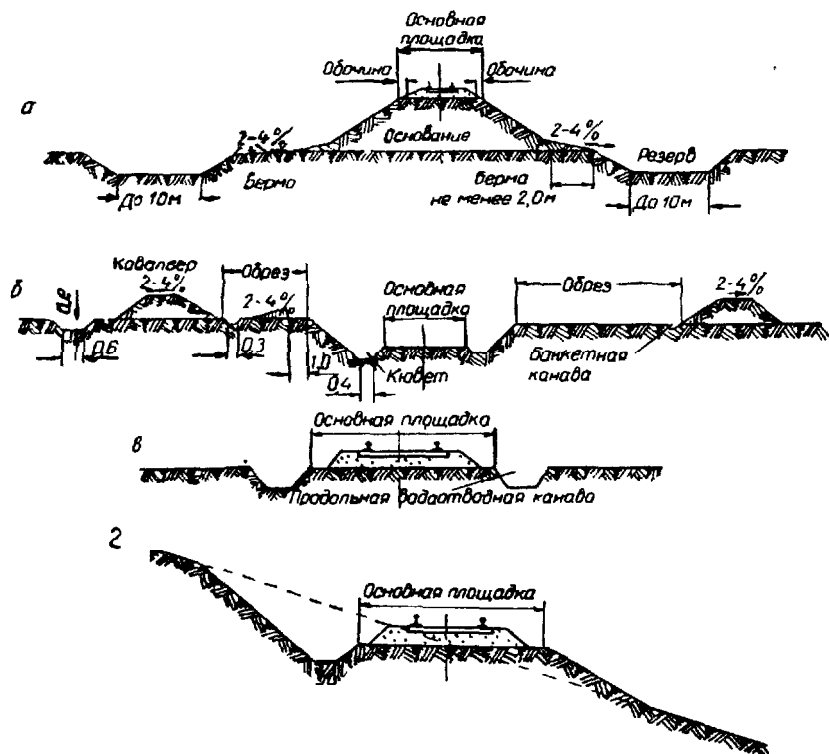


Рис. 31. Типы поперечного профиля земляного полотна

Таблица 18

Поперечный профиль земляного полотна	Ширина колеи, мм		
	1524	900	750
	Ширина основной площадки, м		
Насыпь под один путь	4,6—5,5	4,0	2,8—3,4
Насыпь под два пути	8,7—9,6	7,6	5,8—6,4
Выемка под один путь (с учетом ширины кювета)	7,6—8,0	7,0	6,1—6,7
Выемка под два пути	11,7—12,1	10,6	9,1—9,7

Искусственные сооружения. При пересечении железнодорожным путем различных препятствий (рек, оврагов, автомобильных и железных дорог и пр.) в качестве основания для пути возводятся искусственные сооружения: мосты, путепроводы, эстакады, виадуки, трубы, лотки, тоннели и подпорные стенки.

Рельсы и крепление. Рельсы служат для направления колес подвижного состава и передачи давления от них на шпалы.

Стандартная длина рельсов установлена 12,5 и 25 м, что позволяет укладывать на 1 км пути число рельсов, кратное 1000 м (80 или 40). Однако выпускаются и укороченные рельсы — 12 и 11 м, укладываемые на кривых участках пути в карьере. Характеристика рельсов приведена в табл. 19.

Таблица 19

Тип рельса	Размеры, мм					Вес 1 пог. м. кг
	высота	ширина подошвы	ширина головки	высота головки	толщина шейки	
P-65	180	150	70	45	18	64,93
P-50	152	132	70	42	15,5	51,514
P-43	140	114	70	42	14,5	43,653

В настоящее время на карьерах в основном применяются рельсы типов P-43 и P-50, а на крупных карьерах, оснащенных тяжелым подвижным составом, — P-65.

При тяжелых рельсах воздействие подвижного состава на путь передается на шпалы и балластный слой значительно более равномерно, чем при рельсах легких типов.

Железнодорожный путь расстраивается преимущественно на стыках, поэтому уменьшение числа стыков (сварка рельсовых плетей) удешевляет ремонт, улучшает состояние пути, дает большую надежность в работе. Опыт применения сварных рельсовых плетей показал, что в этих случаях значительно уменьшается количество сходов подвижного состава с рельсов, а также значительно снижается общая стоимость содержания путей. Сварка стыков рельсов производится термитным или электродуговым способом.

На карьерах применяются (рис. 32) костыльное, шурупное и болтовое крепления. Сопротивление выдергиванию из сосновых шпал составляет: у костылей — около 2000, шурупов — 3200—3500 и болтов — 4200 кг. При этом необходимо учитывать, что при болтовом креплении сопротивление выдергиванию с течением времени не уменьшается.

В Советском Союзе шурупное рельсовое крепление конструкции б. ВУГИ в порядке опыта было применено на ряде угольных карьеров. На основании этого опыта было установлено, что применение болтового крепления позволяет увеличить срок службы верхнего строения пути в 2—2,5 раза, при этом значительно сократить количество сходов подвижного состава, увеличить скорости движения поездов и снизить стоимость и трудоемкость путевых работ.

Шпалы. Шпалы служат для соединения рельсовых ниток железнодорожной колес и передачи давления от подвижного состава на балластный слой.

На отечественных карьерах получили преимущественное применение деревянные шпалы, изготовленные из сосны, реже ели, лиственницы и других пород дерева.

По форме деревянные шпалы разделяют на обрезные, брусковые и пластинные. Пластинные шпалы применяют при колее 750 мм. Для колеи 1524 мм шпалы имеют длину 2,7 м, для колеи 900 и 1000 мм — 1,8 м и для колеи 750 мм — 1,5 м. Количество шпал на 1 км пути выбирается в зависимости от нагрузки на ось подвижного состава и качества земляного полотна. Обычно

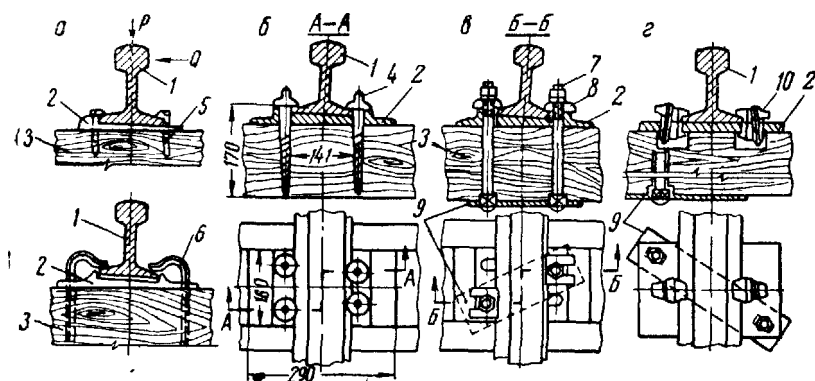


Рис. 32. Конструкции креплений рельсов со шпалами:

а — костыльное, б — шурупное, в — болтовое, г — болтовое клинового типа, 1 — рельс, 2 — подкладка, 3 — шпала, 4 — шуруп, 5 — костыли, 6 — пружинные костыли, 7 — болт, 8 — прижим, 9 — подкладка под шпалу, 10 — клин

для колеи 1524 мм количество шпал на 1 км пути принимают 1440, 1600, 1840, 2000. Увеличение количества шпал на 1 км пути снижает удельное давление на балластный слой и земляное полотно, в результате чего повышается устойчивость пути. В зависимости от числа шпал, уложенных на 1 км пути, на каждое 12,5-м звено приходится от 18 до 25 шпал. Расстояние между шпалами должно быть не менее 25 см, иначе затрудняется подбивка балласта под шпалы.

Недостатком деревянных шпал является их быстрый износ из-за гниения древесины. Для увеличения срока службы шпалы, уложенные на стационарных карьерных путях, пропитываются противогнилостными составами (антисептиками) — креозотом, хлористым цинком и др. На стационарных путях срок службы шпал, пропитанных хлористым цинком, достигает 5—7 лет, а пропитанных креозотом — 8—10 лет. На временных передвижных путях шпалы выходят из строя главным образом из-за механических повреждений, поэтому их срок службы не превышает 2—3 лет. С целью ликвидации механических повреждений в шпалах, укладываемых на передвижных путях, производят предварительное просверливание отверстий для костылей, шурупов и болтов, кроме того, чтобы

предохранить их от раскалывания, производят оковку торцов бандажами из полосового железа.

В последнее время у нас и за рубежом находят применение металлические и железобетонные шпалы.

Срок службы стальной шпал составляет 15 лет, при стоимости их в 2—3 раза больше, чем деревянных. Они обеспечивают высокую прочность и надежность верхнего строения, особенно на передвижных путях. Недостатком металлических шпал является высокая жесткость, большая погружаемость в грунт и примерзание к земляному полотну в зимнее время.

Основным преимуществом железобетонных шпал является их высокая прочность и большой срок службы (30 лет), недостатком — высокая стоимость, малая упругость и появление трещин при динамической нагрузке.

Балласт. Стационарные железнодорожные пути в карьерах укладывают на балластный слой, основным назначением которого является равномерное распределение на земляное полотно давления и ударов от подвижного состава, отвод поверхностных вод и защита земляного полотна от промерзания.

Многолетний опыт работы Магнитогорского, Богословских и Коркинских карьеров показывает, что применение балласта на передвижных путях целесообразно во всех случаях, когда железнодорожные пути переукладываются не реже чем через 1—2 месяца. При этом дополнительные затраты на балластировку пути полностью оправдываются повышением скорости движения поездов и снижением аварийности. Расход балласта при балластировке составляет на 1 км стационарных путей 1500—2000 м³ и передвижных 600—1000 м³. Материалом для балластировки служат щебень, галька, гравий, крупнозернистый песок.

Для производства ремонтно-путевых работ на карьерах применяются следующие средства механизации: рельсорезный станок РМ-2, рельсосверлильный станок 1024-Б, электрический шурупно-гаечный ключ ШГК-1, электродрели, вибрационные шпалоподбойки ЭШП-3 и др. Для питания машин и механизмов электроэнергией применяется передвижная электростанция ЖЭС-4.

Перемещение путей на новую трассу производится передвижкой и переукладкой. Выбор способа перемещения путей определяется принятой системой ведения горных работ и типом используемого горного оборудования.

Передвижка путей производится без разъединения рельсовых звеньев: путь последовательно сдвигается в сторону до тех пор, пока не займет требуемого положения; расстояние перемещения пути (шаг передвижки) при этом не превышает 2—3 м. Передвижка железнодорожных путей применяется: на плужных отвалах, под цепными экскаваторами и транспортно-отвальными мостами.

Передвижка железнодорожных путей производится путепередвижателями прерывного действия (рис. 33), тракторными пере-

движками и путепередвижателями непрерывного действия (рис. 34).

Переукладка путей производится при перемещении их на ширину заходки экскаватора. При этом путь разъединяется в

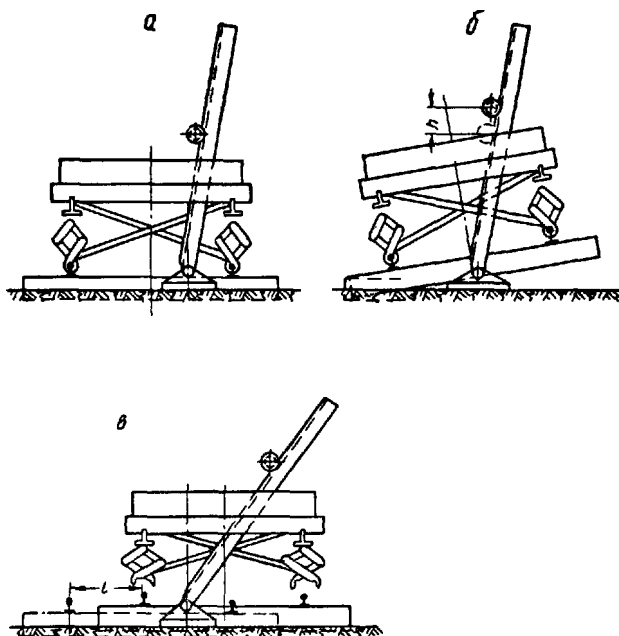


Рис. 33. Схема путепередвижателя циклического действия:

a — начальное положение, *б* — подъем пути, *в* — конечное положение, *h* — высота подъема, *l* — шаг передвижки

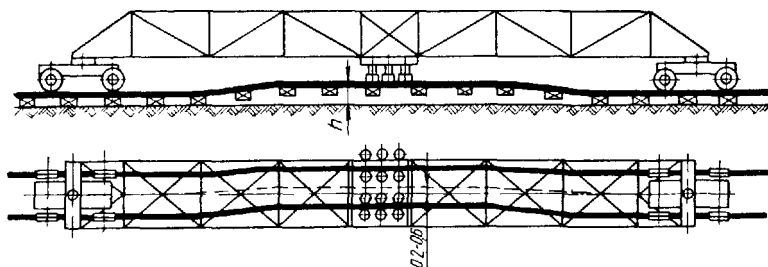


Рис. 34. Схема передвижки железнодорожных путей путепередвижателем непрерывного действия.

h — высота подъема пути

стыках и отдельными звеньями переносятся на новую трассу в новое положение, обычно на расстояние 12—24 м. Переукладка при-

меняется при работе одноковшовых и роторных экскаваторов в карьере и на экскаваторных отвалах.

Переукладка железнодорожных путей чаще осуществляется с помощью железнодорожных кранов. Наиболее широкое применение на карьерах получили дизель-электрические краны на железнодорожном ходу с заводской или удлиненной стрелой грузоподъемностью от 15 до 45 т.

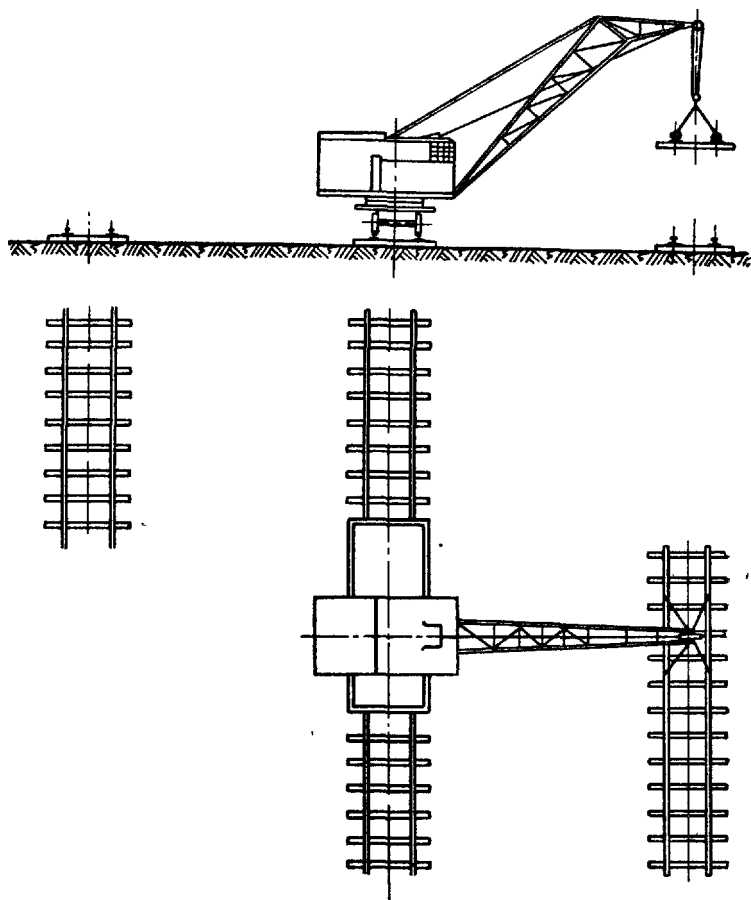


Рис. 35. Схема переукладки железнодорожных путей краном

Переноска рельсового звена вместе с налипшей породой общим весом в 4,5 т обеспечивается 45-тонными кранами с удлиненной стрелой на 16—18 м, а 15—25-тонными кранами на 7—12 м.

Схема переукладки железнодорожных путей краном показана на рис. 35.

Для механизации работ при балластировке железнодорожных путей на карьерах применяются вагоны-дозаторы и шпалоподбивочные машины.

В целях дальнейшего совершенствования карьерного железнодорожного транспорта необходимо:

заменить паровозную тягу электровозной или тепловозной, при этом надлежит ориентироваться на локомотивы со сцепным весом до 180—200 т и думпкары грузоподъемностью 120—180 т для мягких пород и 100—140 т для скальных пород;

создать и внедрить электровозы с двойным питанием (контактно-аккумуляторные или контактно-дизельные);

обеспечить серийный выпуск механизмов для полной механизации путевых работ, в том числе по укладке, балластировке, передвижке и ремонту путей;

внедрить на карьерах связь, централизацию и блокировку;

применять на постоянных путях карьера железобетонные шпалы и контактные опоры.

§ 3. Автомобильный транспорт

Автомобильный транспорт в больших масштабах на карьерах начали применять сравнительно недавно. По мере увеличения грузоподъемности выпускаемых нашей промышленностью автосамосвалов объем перевозок горной массы автомобильным транспортом непрерывно увеличивается.

В настоящее время автотранспорт применяется в качестве основного вида карьерного транспорта почти на всех небольших и средних по производительности карьерах строительных материалов Советского Союза, а также на многих крупных карьерах по добыче руд черных и цветных металлов, угля и неметаллических полезных ископаемых.

Кроме того, автотранспорт широко используется на строительстве карьеров, даже в том случае, когда основным видом транспорта во время эксплуатации запроектирован железнодорожный.

На угольных карьерах СССР в 1961 г. около 6% и на железорудных карьерах около 33% объема горной массы вывезено автотранспортом.

Увеличение объема и удельного веса автоперевозок на карьерах объясняется преимуществами автомобильного транспорта по сравнению с железнодорожным. Основные из них заключаются в следующем:

способность преодолевать большие подъемы в грузовом направлении (до 80—100‰);

меньшие радиусы закруглений (до 10—20 м);

отсутствие жесткой привязанности к транспортным путям, что вместе с малыми радиусами закруглений делает автотранспорт весьма маневренным;

более быстрый ввод карьера в эксплуатацию вследствие меньших объемов вскрышных работ;

производительность экскаваторов в комплексе с автотранспортом повышается на 15—25% по сравнению с работой экскаваторов на железнодорожный транспорт;

применение автотранспорта обуславливает наличие простых в организации и экономичных при строительстве и эксплуатации бульдозерных отвалов

К недостаткам автомобильного транспорта относятся:

большая стоимость транспортирования 1 т км по сравнению с железнодорожным транспортом,

возможность эффективного применения при ограниченных расстояниях транспортирования (до 2—5 км в зависимости от грузоподъемности автомашин).

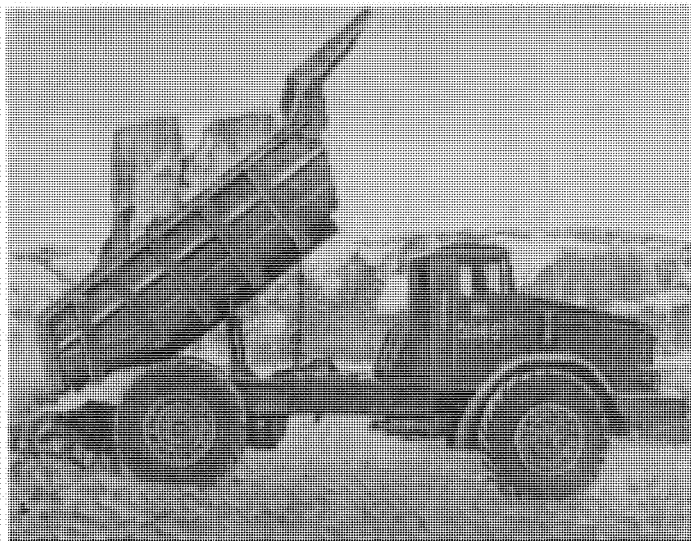


Рис 36 Автосамосвал МАЗ 525 грузоподъемностью 25 т

Высокая стоимость автотранспорта объясняется небольшим коэффициентом использования автомашин на карьерах вследствие отсутствия достаточного количества запасных частей, хороших авторемонтных мастерских. Эти факторы, а также ряд других являются преходящими и будут в ближайшие годы ликвидированы, поскольку они не свойственны автомобильному транспорту, а вызваны организационными причинами.

Увеличение грузоподъемности карьерных автомашин также содействует снижению себестоимости, что наряду с улучшением организации их эксплуатации и ремонта еще более повысит эффективность карьерного автотранспорта.

Карьерные автомашины

На карьерах применяются автосамосвал, тягачи с прицепами или полуприцепами.

Автосамосвалы. На карьерах автосамосвалы получили наибольшее распространение. Карьерный автосамосвал (рис. 36)

состоит из следующих основных частей: рамы самосвала, дизельного двигателя, кабины с приборами и рукоятками управления, кузова и опрокидывающего устройства. Чаще карьерные автосамосвалы выпускаются с задней разгрузкой. Угол опрокидывания кузова автосамосвала составляет 60—65°.

На карьерах применяются автосамосвалы: МАЗ-205 грузоподъемностью 5 т, КРАЗ-220В — 10 т, МАЗ-525 — 25 т и МАЗ-530 — 40 т. В настоящее время взамен автосамосвала МАЗ-525 выпускается более совершенная машина МАЗ-540 грузоподъемностью 27 т, а МАЗ-530 в ближайшее время будет модернизирован, в результате чего его грузоподъемность увеличится до 45 т.

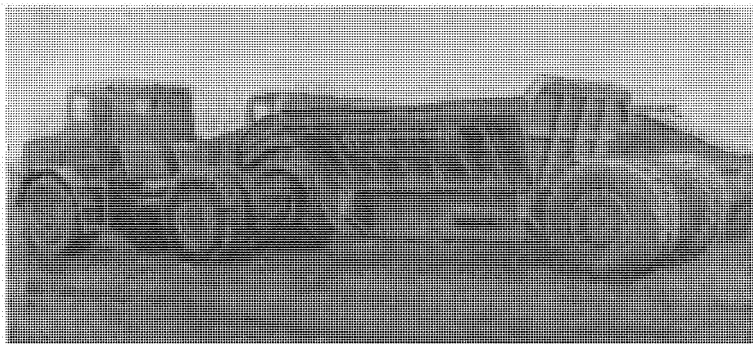


Рис. 37. Автополуприцеп грузоподъемностью 40 т

Сейчас ведутся работы по созданию дизель-электрических самосвалов, у которых вырабатываемая дизель-генератором электроэнергия будет питать электродвигатели, встроенные в колеса самосвала. Первый опытный образец такого самосвала намечено построить грузоподъемностью 60 т.

Автополуприцепы. Конструкция тягачей с полуприцепами (рис. 37) включает седельный автотягач и полуприцепы. Седельный автотягач представляет собой автосамосвал с укороченной рамой без кузова и опрокидывающего устройства. Перевозимая порода размещается в полуприцепе, который опирается задней частью на колеса полуприцепа, а передней частью — на раму автотягача посредством опорно-цепного устройства.

В зависимости от разгрузки автополуприцепы различают самосвальными и с принудительной разгрузкой. Самосвальные автополуприцепы снабжены опрокидывающим устройством с боковой или задней разгрузкой. Автополуприцепы с принудительной разгрузкой (обычно боковой) не имеют опрокидывающего устройства, что упрощает конструкцию машины. Они разгружаются на постоянных пунктах (например, около бункеров) с помощью стационарной лебедки.

Автополуприцепы во многих случаях экономичнее автосамосвалов. При равной мощности двигателя автополуприцеп имеет полезную грузоподъемность в 1,5—2 раза большую, чем автосамосвал. Если удельная мощность самосвалов составляет в среднем 12 л. с. на 1 т грузоподъемности, а коэффициент тары колеблется от 0,8 до 0,9, то у автоприцепов эти показатели составляют соответственно 6—7 л. с. и 0,5—0,65.

Опыт эксплуатации 15- и 25-тонных полуприцепов на Балаклавском карьере, а также зарубежный опыт показывают, что эксплуатационные расходы по сравнению с автосамосвалами снижаются на 30—50%.

В настоящее время проходят промышленные испытания 40-тонные полуприцепы с опрокидывающим устройством, а также с принудительной разгрузкой. Автотягач в обоих случаях сконструирован на базе автосамосвала МАЗ-525. Намечается также выпуск автополуприцепов грузоподъемностью 65, 80, 100 т.

В США, где автотранспорт получил особо широкое распространение, работают полуприцепы грузоподъемностью 40, 80, 120 т и несколько единиц 165-тонных автополуприцепов, которые имеют емкость кузова 76,4 м³ и общую мощность двух двигателей 860 л. с. при радиусе поворота 12,2—15,2 м.

Колесные и тракторные тягачи с прицепами на наших карьерах распространения не получили.

Кроме автомашин, на карьерах применяются троллейбусы. Последние представляют собой самосвалы, оборудованные электродвигателями. Последние получают постоянный ток от контактной сети.

Достоинствами троллейбусов по сравнению с автосамосвалами являются: меньшие эксплуатационные расходы на транспортировку горной массы, большие преодолеваемые подъемы (до 10—12%), простота конструкции, ремонта и обслуживания.

Недостаток троллейбусов — наличие контактной сети.

Троллейбусы применяются на Богураевском карьере, запроектированы для ряда карьеров, расположенных в районах с суровым климатом.

Производительность карьерных автомашин зависит от их грузоподъемности и продолжительности рейса.

Продолжительность рейса складывается из времени: движения в грузовом и порожняковом направлениях, погрузки и разгрузки, маневрирования и задержек автомашин (по фактическим данным 2—4 мин на один рейс).

Все остальные составляющие продолжительности рейса являются расчетными величинами и зависят от грузоподъемности автомашины, емкости ковша экскаватора, скорости движения порожней и груженой автомашины.

Сменная производительность автомашины

$$П = \frac{QTK_n K_3}{t}, \text{ т,}$$

где Q — грузоподъемность автомашины, т;
 T — продолжительность смены, мин;
 $K_{и}$ — коэффициент использования сменного времени (0,75—0,85);
 $K_з$ — коэффициент загрузки автомашины;
 t — продолжительность рейса, мин.

Карьерные автодороги

От качества и состояния автомобильных дорог в карьере в большой степени зависит скорость движения автомашин, а следовательно, и их производительность.

Автодороги подразделяются на постоянные и временные. Временные автодороги с небольшим сроком существования прокладываются на рабочих уступах в карьере и на отвалах. По мере отработки добычных или вскрышных заходов временные (забойные) автодороги перемещаются в новое положение.

Постоянные дороги устраивают с дорожным покрытием, а временные — без него.

Автомобильная дорога состоит из земляного полотна и дорожного покрытия. Земляное полотно включает проезжую часть, обочины по обеим сторонам дороги и кюветы для стока воды.

По конструкции дорожного покрытия различают автодороги: естественные грунтовые; грунтовые, улучшенные добавками гравия, щебня, песка; гравийные или щебеночные, обработанные органическими вяжущими веществами или без обработки; бетонные монолитные; бетонные из сборно-разборных железобетонных плит и мостовые с каменным покрытием.

На карьерах распространены в основном естественные грунтовые дороги с добавками, а иногда и без добавок щебня (на скальных породах), щебеночные дороги, а также асфальтовые и бетонные дороги (главным образом на постоянных дорогах). В последнее время на карьерах широко используются покрытия из сборно-разборных железобетонных плит. Их конструкции могут быть как со сплошными, так и с решетчатыми железобетонными плитами.

В зависимости от организации движения автомашин различают автодороги для однополосного и двухполосного движения.

При одностороннем движении машин минимальная ширина проезжей части равна $B_1 = A + 2n$, где A — ширина автомашины по задним колесам; n — ширина полосы наката (обычно равно 0,4—1 м). Для двухполосного движения, когда по автодороге осуществляется двустороннее, встречное движение, наименьшая ширина проезжей части должна быть $B_2 = 2A + m + 2n$, где $m = 0,7—1,7$ м — зазор между встречными автомобилями.

Наименьшая ширина проезжей части автодороги для автосамосвалов грузоподъемностью 5—25 т обычно принимается 3,5—4,5 м при однополосном движении и 7—10 м при двухполосном движении.

На карьерах, как правило, применяют автодороги с двухполосным движением. При организации кольцевого движения автомашин возможно устройство однополосных дорог.

Постоянные автодороги чаще имеют предельный подъем 70—80‰, а иногда на коротких участках—120‰. Если автодорога служит только для движения порожних машин, то подъем автодорог может быть увеличен до 150—200‰.

Кривые участки постоянных автомобильных дорог в карьерах строят с радиусом закругления не менее 30 м, а временных 10—15 м.

При строительстве и содержании автомобильных дорог на карьерах используют бульдозеры, грейдеры, катки. В летнее время для уменьшения пылеобразования карьерные дороги периодически поливают водой.

В местах скопления автомашин (у экскаваторов при погрузке и у разгрузочных пунктов) выделяется значительное количество выхлопных газов, отравляющих атмосферу и вредно действующих на рабочих (формальдегиды, акролеин, угарный газ). В настоящее время разработаны эффективные способы нейтрализации выхлопных газов карьерных автомашин. Оборудование каждой машины установками для нейтрализации выхлопных газов позволит улучшить атмосферу в карьерах, что особенно важно при разработке глубоких горизонтов карьеров. Автомобильные дороги двухполосного движения способны обеспечить годовую производительность карьеров до 20—30 млн. т горной массы, а при расщеплении грузопотоков — практически любую требуемую производительность карьера.

Применение большегрузных автомашин в качестве карьерного транспорта наиболее эффективно:

- на строительстве карьеров, когда горные работы могут начинаться с небольшим предварительным объемом подготовительных работ, а также при разработке месторождений в сложных топографических условиях;

- при разработке месторождений с ограниченными запасами, а также с малыми размерами месторождений в плане, что вызывает при использовании железнодорожного транспорта большие дополнительные объемы вскрышных работ вследствие больших радиусов закруглений;

- при необходимости осуществлять селективную выемку различных сортов полезного ископаемого;

- в случае применения комбинированного транспорта, в котором одной из главных составных частей служит автотранспорт.

§ 4. Конвейерный транспорт

Конвейерный транспорт получил широкое распространение на открытых разработках.

Преимущества конвейерного транспорта по сравнению с железнодорожным и автомобильным состоят в:

поточности транспортирования груза, что обеспечивает совместную высокопроизводительную работу выемочно-погрузочных агрегатов непрерывного действия:

возможности полной автоматизации процесса транспортирования;

большом угле наклона ленточных конвейеров (до $16-18^\circ$, а в специальных типах конвейеров до $45-60^\circ$), что уменьшает расстояния доставки груза по сравнению с железнодорожным транспортом в 8—12 раз и автомобильным в 3—4 раза.

К недостаткам конвейерного транспорта следует отнести:

ухудшение работы конвейеров в зимних условиях;

необходимость при доставке скальных пород дробления последних до кусков размером 250—350 мм.

По своему назначению ленточные конвейеры на открытых разработках разделяются на:

забойные — транспортирующие груз от забоя до сборочных или подъемных конвейеров, они устанавливаются вдоль забоя и вслед за подвиганием фронта работ периодически переносятся;

сборочные — доставляющие груз от нескольких забойных конвейеров до подъемного. Они полустационарные и в зависимости от развития горных работ в карьере могут укорачиваться или наращиваться;

подъемные — служащие для подъема горной массы из карьера на поверхность, они обычно стационарные и расположены под углом до 18° ;

магистральные — осуществляющие доставку на поверхности от подъемного конвейера до приемных пунктов. Магистральные конвейеры стационарны и могут быть расположены под углом в зависимости от рельефа поверхности.

Известны различные конструкции конвейерных установок. На открытых горных работах наибольшее распространение получили ленточные конвейеры (рис. 38), которые состоят из приводной и натяжной станций, несущих секций с роlikопорами и конвейерной ленты. Приводная станция включает головной барабан, редуктор для его вращения и электродвигатель с пусковой аппаратурой. Натяжная станция состоит из хвостового барабана и натяжного устройства. Конвейерная лента в виде бесконечной цепи обхватывает два барабана. Движение ленты осуществляется за счет вращения головного барабана и возникающей при этом силы трения между поверхностью головного барабана и лентой. Хвостовым барабаном и натяжным устройством регулируется степень натяжения ленты.

У конвейерной установки различают верхнюю — грузовую и нижнюю — холостую ветви. Поскольку обе ветви при работе конвейера постоянно меняются местами, то они не имеют строгого ограничения по длине ленты.

Поддерживающие механические конструкции ленточных конвейеров состоят из рамы и роlikопор. Последние служат для

роликов, по которым движется лента. Выделяются роlikоопоры грузовой и холостой ветви. Ролики грузовой ветви служат для поддержания ленты и груза, находящегося на ней, а также для уменьшения сопротивления движению ленты. Роlikоопора может быть однороlikовой, или плоской, и трехроlikовой, или лотковой. Лотковая роlikоопора применяется для грузовой ветви, а плоская для холостой. При транспортировании штучных материалов грузовая

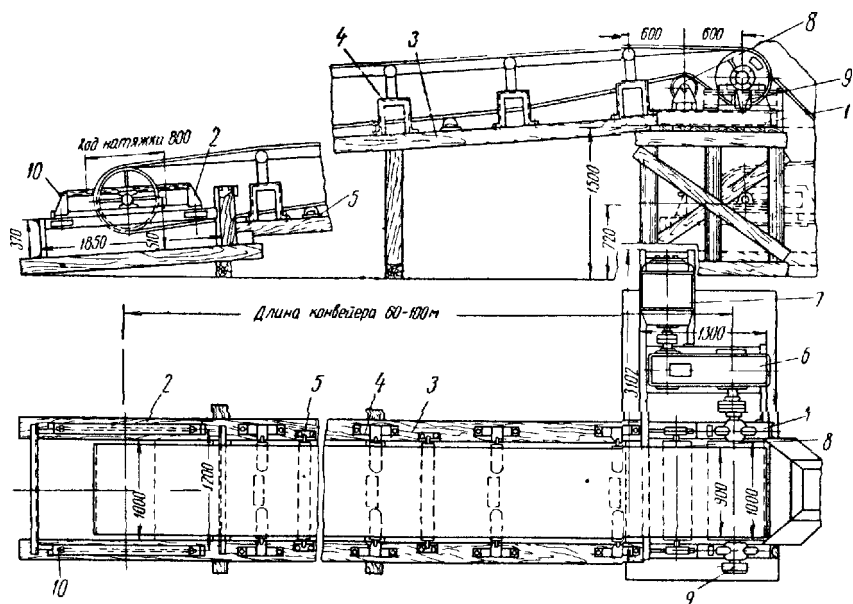


Рис. 38. Схема ленточного конвейера РТ-60:

1 — приводная станция, 2 — натяжная станция, 3 — несущие секции, 4 — верхние роlikоопоры, 5 — нижние роlikоопоры, 6 — редуктор, 7 — электродвигатель, 8 — отклоняющий барабан, 9 — тормозное устройство, 10 — головка натяжного винта

ветвь может иметь плоскую форму. У лотковой трехроlikовой опоры средний ролик расположен горизонтально, а боковые наклонены к среднему под углом 20—30°. Производительность конвейера с лотковой лентой при прочих равных условиях всегда выше, чем с плоской лентой, вследствие возможности размещения большего количества транспортируемого материала на единицу длины ленты.

Расстояние между роlikоопорами грузовой ветви обычно принимают 1—1,3 м, а холостой — 2—2,6 м.

Предельная длина ленточных конвейеров зависит в основном от угла наклона конвейера, прочности ленты и тяговой способности привода.

При конвейерной доставке затраты на ленту составляют 30—50% всех эксплуатационных расходов, в связи с чем конструкция

и тип конвейерной ленты приобретают исключительно важное значение.

Обычно лента состоит из тканевого каркаса и резиновой обкладки, которая предохраняет каркас от истирания и повреждения кусками породы.

В зависимости от ткани различают конвейерные ленты с прокладками из бельтинга, особопрочного бельтинга и синтетических тканей (анид, капрон, нейлон, терилен и др.) и армированные металлическими тросами.

Ширина ленты на карьерных конвейерах колеблется от 600—700 до 2200 мм, а количество прокладок — от 3 до 12.

В настоящее время в СССР выпускаются ленты с прокладками из синтетической ткани — анида и ленты, армированные металлическими тросами. Ленты с прокладками из синтетических тканей имеют сопротивление разрыву 250—300 кг/см, а армированные металлотросами — 3200 кг/см, в то время как у обычной бельтинговой ленты оно составляет 50—60 кг/см и у ленты с особопрочным бельтингом — 100—120 кг/см.

В резиנותросовой ленте стальные канатики диаметром 4—5 мм завулканизированы в резину. Благодаря большому сопротивлению разрыву применение ленты, армированной металлическими тросами, позволяет создавать конвейерные установки длиной до 2 км и более, а при каркасе из синтетических материалов — до 1 км вместо 100—150 м при ленте с бельтинговым каркасом.

В СССР при бельтинговой ленте чаще всего на карьерах применяют конвейеры РТ-60, КЛЗ-300 и КРП-300, которые при скорости движения ленты 1,5—1,8 м/сек обеспечивают производительность около 300 т/ч.

Выпуск высокопрочных конвейерных лент на основе синтетической ткани, а также резиנותросовых лент привел к созданию конвейерных установок большой мощности и протяженности. Так, построенный в нашей стране магистральный конвейер КРУ-900 обеспечивает производительность по углю 900 т/ч и имеет длину при угле наклона 5° около 2 км.

Для транспортирования мягких вскрышных пород от мощных роторных экскаваторов Ново-Краматорский машиностроительный завод изготавливает комплект забойных, поперечных и отвальных ленточных конвейеров производительностью 1500 и 4500 м³/ч рыхлого грунта.

Наибольшее распространение на карьерах имеют ленточные конвейеры обычного типа, где функции тягового и несущего органа выполняет лента. Канатно-ленточные конвейеры, где эти функции подразделены между канатами и лентой, применяются реже. В Советском Союзе канатно-ленточный конвейер (КЛК-500) применяется на карьере треста Вахрушевуголь. Производительность конвейера КЛК-500 при ширине ленты 1200 мм и скорости ее движения 1,78 м/сек составляет около 500 т/ч. Длина конвейера при угле подъема 7° порядка 800 м

§ 5. Комбинированный транспорт

При комбинированном транспорте доставка горной массы от забоя до приемных пунктов на поверхности производится двумя или более видами транспорта.

Комбинированный транспорт отличается от обычных видов карьерного транспорта следующими характерными особенностями: прерывностью процесса транспортирования во время движения груза, наличием приемных и перегрузочных устройств

Комбинированный транспорт может применяться в сочетании: железнодорожного с автомобильным;

автомобильного с наклонными скиповыми подъемниками и железнодорожным;

автомобильного с конвейерным.

Сочетания производятся так, чтобы наилучшим образом использовать преимущества отдельных видов транспорта, входящих в комбинированный. Чаще всего в качестве внутрикарьерного применяется автотранспорт, что позволяет наиболее полно использовать его достоинства в естественных условиях при непрерывно перемещающемся фронте работ.

Комбинация автомобильного транспорта с железнодорожным применяется в различных горногеологических условиях как на небольших, так и на высокопроизводительных карьерах. В зависимости от расположения перегрузочного пункта изменяется и соотношение между автомобильным и железнодорожным транспортом.

Перегрузочный пункт может располагаться на поверхности около карьера, на борту карьера и на дне карьера. В первом случае автотранспорт осуществляет доставку груза от забоя до поверхности. После перегрузки горная масса транспортируется в железнодорожных составах до обогатительной фабрики или до отвалов.

Во втором случае в автомашинах груз доставляется из забоя до промежуточного горизонта на борту карьера. После перегрузки железнодорожные составы транспортируют его на поверхность до приемных пунктов.

Наконец, на карьерах, применяющих железнодорожный транспорт, указанная комбинация применяется при проведении траншей. Автотранспорт из забоя траншей доставляет горную массу на перегрузочный пункт, находящийся на последнем рабочем горизонте карьера, последующую транспортировку осуществляют железнодорожные составы.

Перегрузка горной массы из автосамосвалов в думпкары может быть экскаваторной (рис. 39) и непосредственной, реже посредством бункеров.

Автомобильно-железнодорожный транспорт применяется на ряде железорудных, марганцевых и других карьеров страны.

Комбинация автотранспорта с наклонными скиповыми подъемниками осуществляется примерно на 15 зарубежных карьерах.

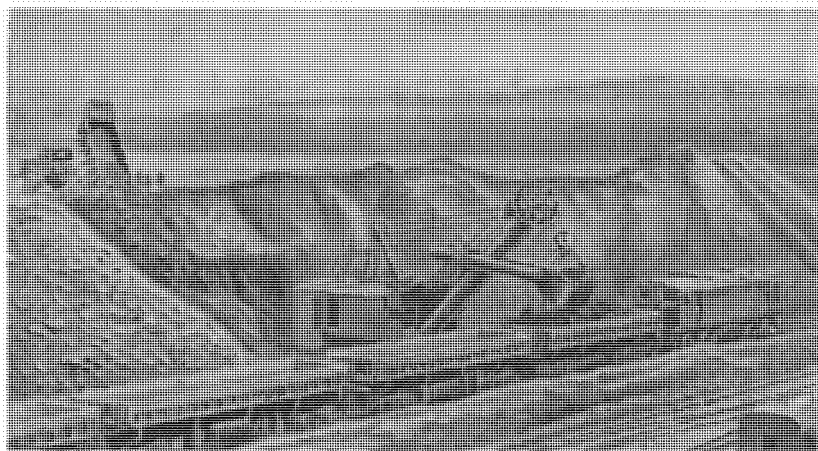


Рис. 39 Экскаваторная перегрузка из автосамосвалов в думпкеры на карьере Центрального ГОКа

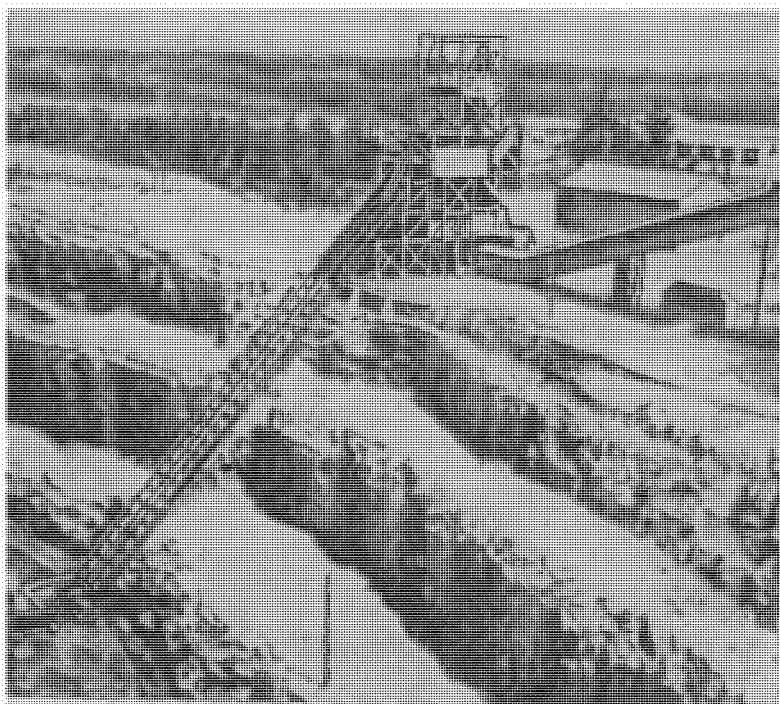


Рис. 40 Скиповый подъемник на карьере «Мармора»

При этом подъем горной массы в скипах производится по кратчайшему расстоянию при углах подъема, равных углам откоса борта карьера (рис. 40).

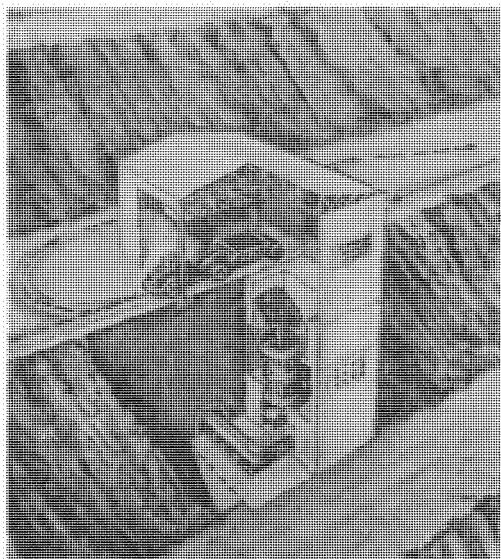


Рис. 41. Принципиальная схема дробильной установки в карьере

Емкость скипов колеблется от 15 до 40 т, т. е. она равна или кратна емкости автомашин, применяемых в качестве внутрикарьерного транспорта. Скипы загружают на нижней приемной площадке в карьере. Разгрузку скипов на поверхности производят в бункер, из которого горную массу перегружают на поверхностный транспорт.

При комбинации автомобильного транспорта с конвейерным скальная горная масса вначале автосамосвалами доставляется к дробильно-перегрузочному устройству (рис. 41). После дробления она поступает на

ленточный конвейер и транспортируется к приемным пунктам на поверхности.

ГЛАВА V

ОТВАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

§ 1. Общие сведения об отвалах

Выбор способа отвалообразования и организация отвальных работ имеют важное значение для технологии открытых горных работ. Это объясняется тем, что объем пустых пород, размещаемых в отвалы, довольно часто в несколько раз превышает объем полезного ископаемого. Кроме того, от эффективности отвальных работ зависит производительность основного карьерного оборудования. Чтобы избежать больших расстояний перевозок, отвалы стремятся расположить как можно ближе от карьера.

В зависимости от расположения по отношению к контуру карьера различают внутренние и внешние отвалы. Внутренние отвалы размещаются в выработанном пространстве карьера и их применяют при разработке горизонтальных или пологопадающих месторождений. Внешние отвалы размещаются вне контуров карьера, выше земной поверхности. Они применяются в основном при разработке наклонно- и крутопадающих месторождений, поскольку в этом случае выработанное пространство ограничивается бортами карьера, на которых внутренние отвалы разместить нельзя. Расстояния транспортирования пустых пород до внешних отвалов всегда больше, чем до внутренних. При выборе места заложения внешних отвалов принимается во внимание рельеф местности; удаленность от выходов транспортных коммуникаций из карьера; застроенность земной поверхности промышленными и бытовыми объектами. Кроме того, внешние отвалы стремятся размещать на площадях, не пригодных для сельскохозяйственного использования.

Пустые породы могут отсыпаться в отвалы одним или несколькими уступами. В первом случае их называют *одноярусными*, а во втором — *многоярусными*.

В настоящее время размещение породы в отвалах после разгрузки ее из транспортных сосудов осуществляется различными отвальными механизмами, которые и характеризуют способ отвалообразования. В значительной мере способы отвалообразования зависят от производительности карьера, физико-механических свойств пород, рельефа местности, однако наибольшее влияние на выбор способа отвалообразования оказывает вид транспорта вскрышных пород. Наиболее характерными для различных видов транспорта являются следующие способы отвалообразования:

- при железнодорожном транспорте — плужный;
- экскаваторный и гидромеханизированный;
- при автомобильном транспорте — бульдозерный;
- при конвейерном транспорте — конвейерный.

По мере отсыпки отвала на всем его протяжении транспортные пути необходимо передвигать в новое положение, ближе к бровке отвального уступа. Расстояние между старым и новым положением транспортных путей называется *шагом передвижки отвальных путей*. Величина шага передвижки зависит от способа отвалообразования и определяет приемную способность отвала между двумя передвижками пути. Чем меньше шаг передвижки отвальных путей, тем меньше приемная способность отвала и тем больше объем путепередвижных работ. Большое влияние на эффективность отвальных работ оказывает также и высота отвального уступа. При одном и том же шаге передвижки путей приемная способность отвала тем больше, чем больше высота отвального уступа.

§ 2. Отвалы при железнодорожном транспорте вскрышных пород

Плужный способ отвалообразования

При железнодорожном транспорте вскрышных пород на многих рудных карьерах применяют плужные отвалы. Отвальным механизмом при плужном отвалообразовании является отвальный плуг (рис. 42). Рабочим органом у отвального плуга является система подвижных лемехов, которые осуществляют как непосредственный

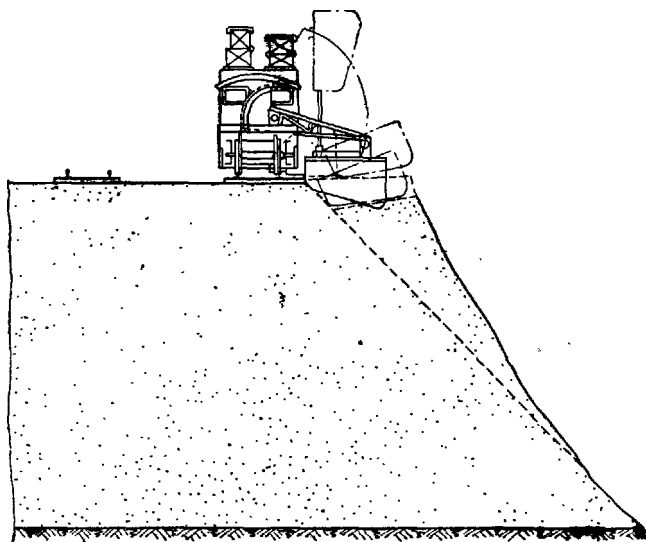


Рис. 42. Плужный отвал

сброс породы под откос отвального уступа, так и планировку поверхности отвала.

В зависимости от длины главного отвального лемеха отвальные плуги подразделяются на легкие, средние и тяжелые. Вылет лемеха у тяжелых плугов достигает 7,5 м, а вес — 60 т. Отвальные плуги чаще прицепные и передвигаются с помощью локомотива.

Техническая характеристика отвального плуга МОР-1

Ширина колеи, мм	1524
Основные размеры плуга, мм:	
длина	16 320
ширина	3100
высота	5060
Вылет главного лемеха при угле раскрытия 45° от оси пути, мм	7500
Тяговое усилие локомотива, кг	16 000—18 000
Рабочая скорость, км/ч	6—10
Рабочее давление сжатого воздуха, атм	6—7
Сцепка	Автоматическая
Вес плуга, т	60

Сущность плужного способа отвалообразования состоит в следующем. При разгрузке железнодорожного состава часть породы скатывается под откос отвального уступа, а часть остается на бровке. При заполнении отвала по всей длине осуществляется вспашка его плугом, который сбрасывает оставшуюся на бровке уступа породу под откос, в результате чего появляется возможность повторного заполнения отвала, а затем следует вторичная вспашка. Подобные операции (разгрузка и вспашка) повторяются до тех пор, пока не будет заполнен отвальный тупик на полный вылет лемеха плуга, после чего производят передвижку отвальных путей в новое положение, ближе к откосу уступа. Передвижку пути производят на спланированную плугом поверхность, отметка которой выше прежнего уровня отвальных путей на 0,3—0,6 м, имея в виду, что при последующей усадке отсыпанной породы уровень спланированной поверхности будет соответствовать отметке отвала. Количество вспашек между двумя передвижками пути зависит от длины лемеха отвального плуга и от высоты отвального уступа. Обычно оно равно 3—6.

Шаг передвижки отвальных железнодорожных путей при отвалообразованиях обычно составляет 2—3,5 м. Передвижка отвальных путей при этом способе отвалообразования производится плуге-передвижками циклического действия.

Основными достоинствами плужного отвалообразования являются:

небольшие капитальные затраты на приобретение отвального оборудования вследствие возможности обслуживания нескольких отвальных тупиков одним плугом; простота обслуживания отвальных плугов; большой фронт разгрузки и возможность более быстрой разгрузки локомотивосостава.

Недостатки плужных отвалов заключаются в:

большом объеме плуге-передвижных работ вследствие небольшого шага передвижки отвальных путей;

низкой производительности труда отвальных рабочих;

относительно небольшой высоте отвального уступа (в слабых породах — до 10 м, в крепких — до 15—20 м).

Указанные недостатки привели к тому, что на карьерах Советского Союза плужные отвалы все в большей степени вытесняются экскаваторными.

Экскаваторный способ отвалообразования

При экскаваторном способе отвалообразования применяют одноковшовые и многочерпаковые экскаваторы. В зависимости от этого различают экскаваторные отвалы с одноковшовыми и с многочерпаковыми экскаваторами, последние часто называют абзетчерными.

Процесс отвалообразования при одноковшовых экскаваторах заключается в следующем (рис. 43).

Первоначально железнодорожные пути отвального тупика располагают в 1,5—3 м от бровки отвального уступа. Экскаватор находится на 3—4 м ниже уровня железнодорожного пути. Грузенный железнодорожный состав поступает на отвальный тупик и в месте нахождения экскаватора производит разгрузку груженых думпкаров. Разгрузка думпкаров осуществляется в приемную яму

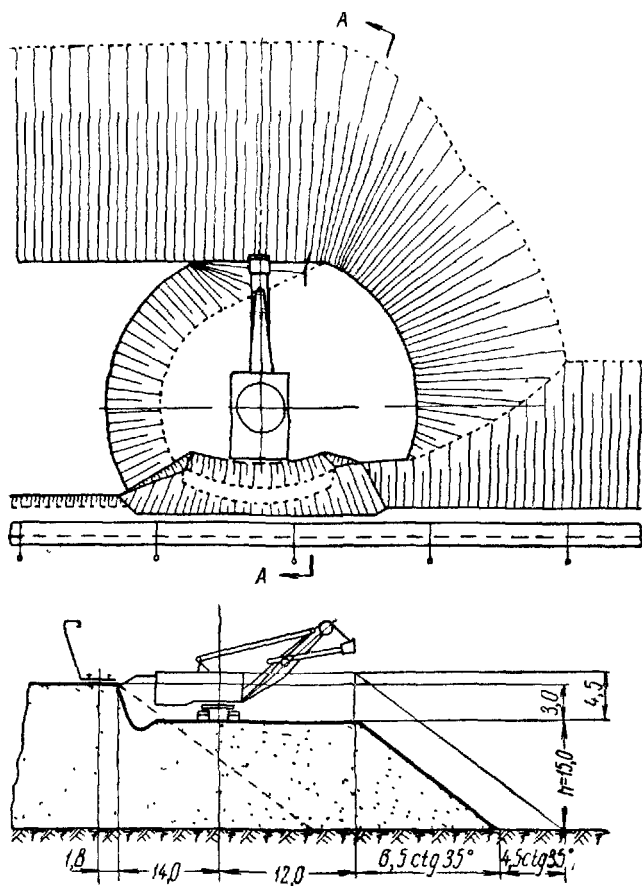


Рис. 43. Схема экскаваторного отвала с одноковшовым экскаватором

отвального экскаватора. Длина ямы равна длине одного — двух думпкаров, а ее емкость в два-четыре раза больше емкости думпкара. Таким образом, разгрузка состава осуществляется последовательно по одному-двум думпкарам с последующими передвижками состава, что несколько увеличивает время разгрузки состава по сравнению с плужными отвалами, где разгрузка состава производится без передвижки.

Разгружаемая порода перемещается отвальным экскаватором из приемной ямы в отвал как в процессе разгрузки состава, так и после ее окончания. При этом экскаватор засыпает впереди себя пространство на уровне стояния, а сзади — на проектную высоту отвала, обычно на 0,5—1,5 м выше уровня железнодорожного пути (с учетом последующей усадки отвала).

После отсыпки отвала в одном участке экскаватор перемещается вперед по ходу заполнения отвальной заходки и повторяет описанный выше цикл работ. После окончания отвальной заходки ее поверхность планируют бульдозерами и отвальные железнодорожные пути переносят в новое положение, ближе к образовавшейся новой бровке отвала.

Шаг передвижки отвальных путей на экскаваторных отвалах зависит от параметров экскаватора и определяется по формуле

$$S = \sqrt{R_q^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} + R_p, \text{ м}$$

где R_q — максимальный радиус черпания экскаватора на уровне стояния, м;

R_p — максимальный радиус разгрузки экскаватора, м;

l — длина фронта разгрузки, равная длине приемной ямы, м.

При длине приемной ямы, равной длине 1—2 думпкаров, наибольший шаг передвижки определится уравнением

$$S = 0,9 (R_q + R_p), \text{ м.}$$

Практически шаг передвижки отвальных железнодорожных путей на экскаваторных отвалах, на которых в большинстве случаев применяются карьерные экскаваторы типа СЭ-3 и ЭКГ-4 с емкостью ковша 3—5 м³, равен 22—25 м.

Производительность отвальных экскаваторов на 30—50% больше, чем таких же экскаваторов, работающих на вскрышных работах в карьере.

Снижение частоты переукладок рельсовых путей при экскаваторном отвалообразовании позволяет их укладывать на балластном слое, что резко улучшает состояние путей. Высота уступа при экскаваторном способе отвалообразования составляет 15—20 м, а в отдельных случаях до 40 м. Для переукладки железнодорожных путей на экскаваторных отвалах применяются краны на железнодорожном ходу с удлиненными стрелами.

Число передвижек железнодорожных путей зависит от высоты отвального уступа и длины тупика и составляет 2—4 передвижки в год. Длина отвальных тупиков на экскаваторных отвалах обычно равна 1—2 км.

За последние годы экскаваторные отвалы получили наиболее широкое распространение в силу следующих приеущих им преимуществ перед плужными отвалами:

меньший объем весьма трудоемких путепереукладочных работ;
большая приемная способность отвального тупика;
лучшее состояние железнодорожных путей на отвалах;
большая производительность труда отвального рабочего;
меньшие эксплуатационные расходы на отвалообразование;
возможность расположения отвалов в тяжелых топографических условиях (заболоченная местность, наличие водоемов и т. д.).

К недостаткам экскаваторного способа отвалообразования с однокоровыми экскаваторами следует отнести:

увеличенные капитальные затраты на приобретение экскаваторов;

некоторое увеличение времени на разгрузку груженных составов вследствие возможности осуществления одновременной разгрузки только одного-двух думпкаров.

Абзетцерные отвалы

Многочерпаковые отвальные экскаваторы, или абзетцеры, в отличие от однокоровых могут применяться для размещения в отвал только мягких рыхлых пород. Обычно они имеют железно-

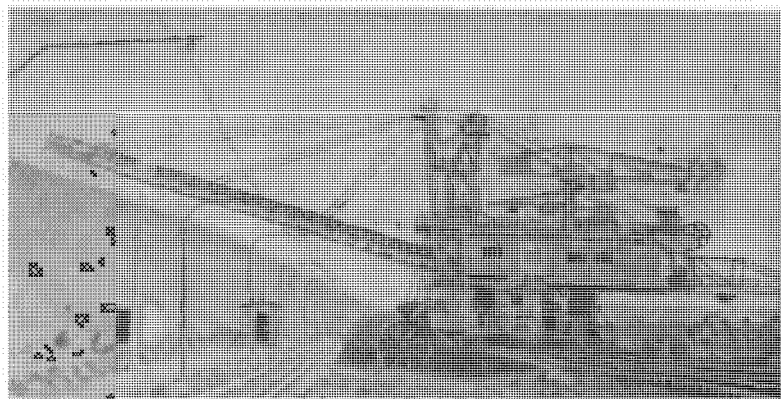


Рис. 44. Черпаково-ленточный отвалообразователь (абзетцер)

дорожный ход и состоит из следующих основных частей: корпуса, в котором находятся силовые установки, пульт управления и перегрузочный узел; черпаковой рамы с черпаками и разгрузочного механизма. Последний может быть представлен черпаковой рамой с насаженными черпаками или консольной фермой с ленточным конвейером (рис. 44). Соответственно различают черпаковые и черпаково-ленточные абзетцеры. Черпаковые абзетцеры из-за их малой производительности и громоздкости в настоящее время не строятся.

При абзетцерном отвалообразовании локомотивосоставы раз-

гружают породу в приямок, образованный вдоль железнодорожных путей. Глубина приямка составляет 1,5—2,5 м.

Абзетцер, передвигаясь вдоль приямка, забирает разгруженную породу ковшами черпаковой рамы и передает ее через перегрузочный узел на разгрузочную консоль экскаватора. Ленточный конвейер разгрузочной консоли перемещает породу и сбрасывает ее под откос отвала.

Организация работ на отвалах построена таким образом, что на одном участке работает абзетцер, укладывая породу из заполненного приямка в отвал, а на другом участке происходит разгрузка груженого состава в свободный приямок. Передвигаясь по фронту отвального тупика, абзетцер заваливает отвальную заходку по всей его длине, после чего происходит перемещение отвальных путей ближе к бровке отвала в новое положение. Перед передвижкой путей отсыпанную поверхность отвала планируют с помощью черпаковой рамы абзетцера.

Ширина отвальной заходки, а следовательно, и шаг передвижки отвальных путей зависят от длины вылета разгрузочной консоли, которая у современных типов черпаково-ленточных абзетцеров колеблется от 30—50 до 90—100 м.

Черпаково-ленточные абзетцеры могут производить как нижнюю отсыпку отвала, так и верхнюю.

Применяемые черпаково-ленточные абзетцеры имеют производительность от 300 до 8500 м³/ч, емкость ковшей от 500 до 4500 л с возможной высотой отвала от 15 до 35 м. Установленная мощность электродвигателей у таких абзетцеров колеблется от 410 до 4800 квт, а рабочий вес — от 380 до 3000 т.

Достоинства абзетцерных отвалов:

возможность обеспечения высокой производительности карьера по вскрышным породам при минимальном числе абзетцеров;

большая высота абзетцерных отвалов (до 50—60 м) и большая приемная способность отвалов при небольшом объеме путевых работ;

высокая производительность труда отвальных рабочих и низкие эксплуатационные расходы.

Однако многочерпаковые отвальные экскаваторы могут применяться только для размещения в отвалах мягких горных пород и в теплое время года. В суровых климатических условиях вследствие смерзания породы работа их невозможна.

Указанные условия резко ограничивают область их применения, что является существенным недостатком.

Способ отвалообразования многочерпаковыми отвальными экскаваторами наиболее широко распространен на бурогольных карьерах ГДР и Чехословакии. В Советском Союзе он не нашел широкого распространения.

Гидромеханизационный способ отвалообразования

Гидромеханизированный способ отвалообразования при применении железнодорожного транспорта применяется чаще всего

как вспомогательный. При этом способе порода из думпкаров сваливается под откос, который укрепляется настилом. Сваленная порода размывается подведенной по трубопроводам к пункту разгрузки водой под давлением. Образовавшаяся смесь породы с водой, или так называемая пульпа, стекает по уклону в пониженные места. По мере заполнения пониженных участков пункт разгрузки составов и размыва переносят в другое место отвала.

Гидромеханизация отвальных работ применяется в теплое время года в районах, обеспеченных достаточным количеством воды, в основном на размывке песчанистых грунтов.

§ 3. Отвалы при автомобильном транспорте

Бульдозерные отвалы применяются главным образом при автомобильном транспорте. Бульдозер, являясь основным отвалообразующим агрегатом, выполняет также функции дорожной машины при ремонте и строительстве автомобильных дорог.

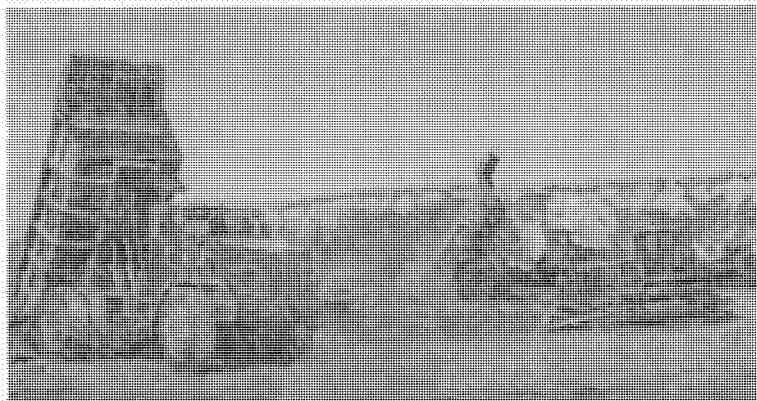


Рис 45 Разгрузка 25-тонного автосамосвала на бульдозерном отвале

В процессе бульдозерного отвалообразования различают: разгрузку груженых автомашин и планирование отвала.

Разгрузка автосамосвалов (рис. 45) производится в непосредственной близости от бровки отвального уступа. В этом случае часть разгружаемой породы сваливается непосредственно под откос отвала, а часть остается на бровке отвала. При расстоянии задних колес автосамосвала от бровки отвала 2—3 м под откос сваливается до 30—40% общего объема пустых пород.

Для предотвращения скатывания автосамосвала под откос на бровке отвального уступа устраивают защитный (предохранительный) вал из породы высотой 0,6—1,0 м (см. рис. 45).

После заполнения отвала приступают к его планировке.

Планировочные работы заключаются в сталкивании бульдозером находящейся на бровке отвала породы под откос и в последующем выравнивании поверхности отвала. Отвал планируют с учетом оставления на его бровке защитного вала.

Разгрузка породы и планировка отвала могут производиться на одном участке одновременно, а на двух — последовательно.

На рис. 46 представлена схема бульдозерного отвала, где разгрузка автосамосвалов и планировка отвалов осуществляются на различных участках. Автосамосвалы разгружаются на втором участке. Участок № 1 находится в планировке, а участок № 3 — в резерве.

Высота уступа бульдозерного отвала достигает 20—30 м и более.

К преимуществам бульдозерного способа отвалообразования относятся:

отсутствие железнодорожных путей на отвалах;

возможность применения для отвалообразования, ремонта и строительства автодорог одного и того же оборудования;

низкие капитальные и эксплуатационные затраты;

быстрое и эффективное строительство отвалов;

простота организации отвальных работ.

Бульдозерное отвалообразование наиболее широко распространено на карьерах, применяющих автомобильный транспорт на вскрышных работах.

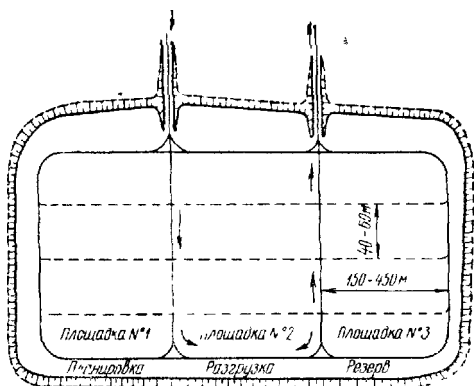


Рис. 46. Схема организации работ на участках бульдозерного отвала

§ 4. Конвейерные отвалы

При транспортировании вскрышных пород ленточными конвейерами размещение их в отвалы производится консольно-ленточными отвалообразователями, которые являются основными отвальными механизмами.

Консольные отвалообразователи состоят из ходового оборудования, приемной и отвальной консоли и электрооборудования (рис. 47). Отвалообразователи ОШ-1500/125 и ОШ-4500/90 имеют шагающий ход, который обеспечивает низкое удельное давление на грунт ($0,7—0,8 \text{ кг/см}^2$), что очень важно при работе их на мягких породах. Приемная и отвальная консоли отвалообразователя оборудованы ленточными конвейерами и поддерживаются системой канатов, соединяющих различные точки по длине консоли с пилоном отвалообразователя. Отвальная консоль имеет угол

наклона к горизонту 16° , что позволяет осуществлять как нижнюю, так и верхнюю отсыпку отвального уступа высотой до 25—35 м.

Краткая техническая характеристика выпускаемых в СССР шагающих отвалообразователей приведена в табл. 20.

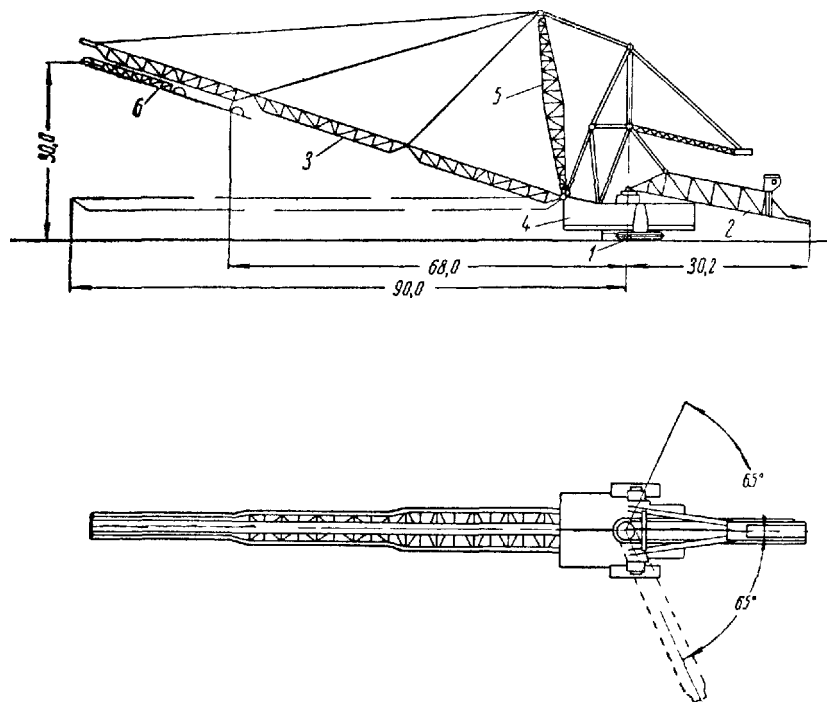


Рис. 47. Консольно-ленточный отвалообразователь ОШ-4500/90:

1 — ходовое устройство, 2 — приемная консоль, 3 — отвальная консоль, 4 — корпус, 5 — пилон, 6 — сбрасывающий конвейер

Таблица 20

Показатели	ОШ-1500/125	ОШ-4500/90
Теоретическая производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	1500	4500
Длина отвальной консоли, м	125	90
Высота разгрузки от уровня установки, м	40	30
Ширина ленты конвейера, мм:		
на приемной консоли	1200	1800
на отвальной консоли	1200	1600
Скорость движения ленты конвейера, м/сек:		
на приемной консоли	4,3	3,7
на отвальной консоли	4,5	5,0
Общий вес отвалообразователя с противовесом, т . . .	495,4	765
Установленная мощность, кВт	450	947

Отвалообразователь ОШ-1500/125 предназначен для совместной работы с роторным экскаватором ЭРГ-350/1000, а ОШ-4500/90 — с экскаватором ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31.

Вскрышные породы забойными и поперечными конвейерами передаются на отвальные, с которых они попадают непосредственно на конвейер приемной консоли отвалообразователя, а затем на конвейер отвальной консоли, откуда сбрасываются в отвал.

По мере заполнения отвальной заходки консольный отвалообразователь перемещается вдоль отвальных конвейеров. После заполнения заходки отвальные конвейеры передвигаются в новое положение, ближе к бровке отвала. Шаг передвижки ленточных конвейеров равен ширине отвальной заходки.

Консольные отвалообразователи применяются только при конвейерном транспорте. Поскольку конвейерный транспорт применим при разработке мягких вскрышных пород, то и область применения конвейерных отвалообразователей ограничивается этими условиями.

Достоинствами конвейерных отвалов с консольно-ленточными отвалообразователями являются:

обеспечение поточности процесса отвалообразования;

высокая производительность отвалов;

низкие эксплуатационные расходы и высокая производительность труда отвального рабочего.

Консольные отвалообразователи в зависимости от условий залегания месторождения могут применяться как на внутренних, так и на внешних отвалах.

§ 5. Сравнительная характеристика различных способов отвалообразования

Основными показателями, определяющими эффективность способа отвалообразования, являются: себестоимость укладки в отвал 1 м³ породы и производительность труда отвальных рабочих.

Сравнительные технико-экономические показатели различных способов отвалообразования приведены в табл. 21.

Таблица 21

Способы отвалообразования	Высота отвального уступа, м	Производительность труда рабочего на выход, м ³	Производительность отвального тупика в смену, м ³	Относительная стоимость отвалообразования, %
Плужный	От 10—15 до 30	80—150	2000—3000	80—100
Одноковшовые экскаваторы	От 15—20 до 30—40	120—180	3000—4000	100
Многочерпаковые экскаваторы	20—40	150—500	5000—15 000	30—60
Бульдозерный	До 70	500—1000	1000—2000	3—7

Наилучшими показателями обладают абзетцерный, конвейерный и бульдозерный способы отвалообразования. Однако область их применения ограничивается физико-механическими свойствами вскрышных пород и применяемым видом транспорта.

Наиболее распространены на карьерах Советского Союза плужный и экскаваторный (одноковшовыми экскаваторами) способы отвалообразования, причем последний благодаря меньшему объему путепередвижных работ, большей производительности труда рабочих и большей приемной способности является наиболее распространенным.

ГЛАВА VI

ПРОВЕДЕНИЕ ТРАНШЕЙ

§ 1. Общие сведения

Основными горными выработками, проводимыми в период строительства карьера, являются капитальные, разрезные и специальные траншеи.

Капитальные траншеи создают транспортный доступ с поверхности земли к разрабатываемому месторождению. В этих траншеях размещают железнодорожные пути, автомобильные дороги или стационарные транспортные установки (наклонные ленточные или канатные подъемники и др.). Они служат довольно длительный период, чаще равный сроку службы карьера.

В зависимости от расположения капитальные траншеи делятся на внешние — располагаемые за пределами карьерного поля и внутренние — в пределах поля.

Капитальным траншеям придают продольный уклон и поперечные размеры, соответствующие виду карьерного транспорта.

Капитальные траншеи, предназначенные для железнодорожного или автомобильного транспорта, имеют сравнительно малый уклон (до 100‰); такие траншеи называют наклонными. Траншеи, предназначенные для установки ленточных конвейеров, бесклетевых и скиповых подъемников, имеют большой уклон (до 60°), и поэтому их называют крутыми. Понятие подъема или уклона капитальных траншей означает руководящий уклон или подъем их пути. Подъем капитальных траншей оказывает существенное влияние на их объем, длину транспортных путей, установление веса поезда и др. Наиболее распространенные величины подъема траншей:

Наклонные траншеи:

железнодорожный транспорт, ‰

паровая тяга	20—30
электротяга	30—40
электротяга с моторвагонами	60—80

Автомобильный транспорт, %	6—100
Крутые траншеи (подъемники), град:	
Бесклетевой подъемник с тягачами	7—15
Ленточный конвейер	14—18
Скиповой подъемник	25—45

Минимальная ширина капитальных траншей с учетом свободного размещения транспортных средств приведена в табл. 22.

Таблица 22

Вид транспорта	Ширина траншей, м		
	однопутевой	двухпутевой	трехпутевой
Железнодорожный нормальной колеи .	7,6—8,0	11,7—12,1	15,8
Автомобильный	4,5—6,8	7,0—14,0	—
Конвейерный	2,5—3,0	4,0—4,5	6,5—7,0

Однако чаще всего ширина капитальных траншей определяется параметрами проходческого оборудования и способом проведения.

Так, если проходка осуществляется механической лопатой с вывозкой породы, то ширина траншеи понизу не должна быть меньше радиуса вращения кузова экскаватора.

Разрезные траншеи являются продолжением капитальных траншей; они предназначены для создания первоначального фронта вскрышных и добычных работ на каждом уступе.

Разрезные траншеи чаще являются горизонтальными и реже слабонаклонными выработками. По мере развития горных работ на уступе разрезная траншея как выработка перестает существовать.

Минимальная ширина разрезной траншеи при проведении ее в мягких породах соответствует данным, приведенным в табл. 22. Если траншея проводится в скальных породах, то ее ширина должна определяться по условию создания площадки, достаточной для размещения развала породы при взрыве одного из бортов траншей.

Специальные траншеи имеют назначение водоотводных и дренажных выработок (траншей или канав). Их ширина понизу, продольный и поперечный профили определяются гидравлическим расчетом, с учетом обеспечения свободного по ним движения воды. К специальным траншеям относятся вспомогательные (хозяйственные) траншеи, служащие для вывода на поверхность и спуска в карьер подвижного состава и другого карьерного оборудования, доставки воды к буровым станкам, доставки в карьер взрывчатых материалов и средств взрывания и других материалов (шпал, рельсов, леса, запчастей и т. п.); спуска людей в карьер и др.

§ 2. Способы проведения траншей

Различные условия открытых разработок и физико-механические свойства пород обуславливают многообразие вариантов проведения вскрывающих траншей. Однако имеются общие признаки, позволяющие объединить отдельные варианты в группы. К таким признакам относятся: способ перемещения горной массы из забоя в отвал; тип и размеры рабочего оборудования экскаваторов; форма и размеры поперечного сечения траншей и др. Кроме того, при проведении траншей с поверхности имеет значение рельеф местности и возможность размещения на бортах траншеи породных отвалов. Основным признаком, определяющим эффективность варианта проведения траншей, является способ перемещения горной массы в отвал.

На этом основании различают следующие способы проведения траншей:

бестранспортные — при которых породу размещают на одном или обоих ее бортах или в непосредственной от них близости;

транспортные — когда породу вывозят за пределы траншеи различными средствами транспорта (железнодорожным, автомобильным, конвейерным или тракторным);

комбинированные — при которых часть породы размещается непосредственно на бортах траншеи, а другая часть вывозится за ее пределы;

специальные — при которых порода перемещивается средствами гидромеханизации, колесными скреперами и взрыванием на выброс.

§ 3. Транспортные способы проведения траншей

Выбор эффективного вида транспорта и рациональная организация работы являются одним из основных вопросов при проведении траншей.

Наибольшее распространение при проведении траншей на карьерах получил железнодорожный транспорт нормальной колеи (1524 мм).

При электрифицированном железнодорожном транспорте самым крупным недостатком является необходимость частой переноски и наращивания временных железнодорожных путей и контактной сети, поэтому в данном случае при проведении траншей целесообразно применять контактно-аккумуляторные или дизель-электрические электровозы. Также очень удобны при проведении траншей тепловозы.

В последнее время на строительстве траншей получил широкое распространение автомобильный транспорт, который при небольших расстояниях перевозок (2—3 км) является весьма экономичным.

Весьма эффективным является способ проведения траншей с

многочерпаковыми экскаваторами в сочетании с конвейерным транспортом.

Транспортные средства на проведении траншей могут располагаться на подошве вскрышного уступа, на верхней его площадке или на промежуточном горизонте. Расположение транспортных средств определяет потребные параметры экскаваторов и организацию транспортного обслуживания забоев.

Выемка и погрузка горной массы при этих способах осуществляется механическими лопатами с нижней или верхней погрузкой драглайнами или многочерпаковыми (цепными и роторными) экскаваторами.

Разнообразие применяемого погрузочно-транспортного оборудования делает транспортные способы проведения траншей по условиям возможности их применения универсальными. Однако вследствие необходимости транспортирования горной массы стоимость проведения траншей при транспортных способах выше, а скорость проведения и производительность экскаваторов ниже, чем при бестранспортных способах.

Выемка горной массы при проведении неглубоких траншей чаще всего производится сплошным забоем, а глубоких — послойно.

При транспортных способах проведения траншей различают:

проведение сплошным забоем с нижней погрузкой одной или двумя механическими лопатами;

проведение сплошным забоем механической лопатой с верхней погрузкой;

послойное проведение механической лопатой;

проведение сплошным забоем драглайном;

проведение многочерпаковыми экскаваторами.

При проведении траншей сплошным забоем механической лопатой с нижней погрузкой в средства железнодорожного транспорта (рис. 48, а) железнодорожные пути располагают на почве траншеи и доводят погрузочный тупик до самого забоя. В этом случае экскаватор может загрузить с одной позиции только один, редко два вагона, причем угол его поворота составляет 140° — 180° . Для загрузки состава из нескольких вагонов на расстоянии 50—200 м от забоя траншеи устраивают выставочный тупик, с помощью которого из груженных вагонов формируется состав. По

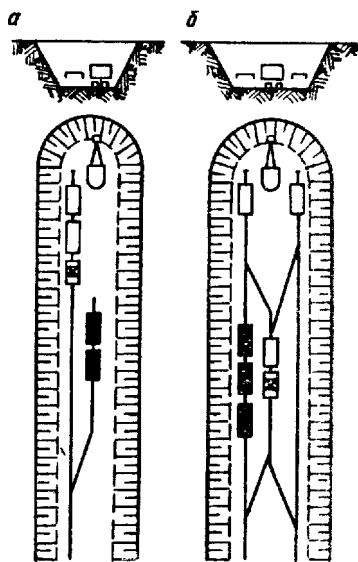


Рис 48 Схема проведения траншей полного сечения механической лопатой при железнодорожном транспорте

мере продвижения экскаватора выставочный тупик переносят ближе к забою.

Организация работы транспорта при этом способе следующая. Порожний состав подается к экскаватору думпками. После загрузки одного (заднего) думпка состав отводится к выставочному тупику, в котором оставляют груженный вагон. Затем к экскаватору подают следующий думпкар, и операции повторяются в том же порядке. После загрузки последнего думпка прицепляют груженные вагоны, и состав выходит из траншеи.

Затраты времени на маневровые операции при этом способе проходки значительны и достигают 60—70% всей смены.

Для уменьшения потерь рабочего времени экскаватора в некоторых случаях применяют схему проведения с двумя тупиками в забое траншеи (рис. 48, б). В данном случае порожние вагоны поступают в тупики попеременно, с таким расчетом, чтобы во время смены вагонов в одном тупике экскаватор производил погрузку вагона, поданного в другой тупик.

При этой схеме полезное использование экскаватора во времени возрастает на 30—40% и иногда более. Однако из-за сложного развития путей в траншее, трудности переноски разъездов и выставочных тупиков и отсутствия места для размещения породы, требующей вторичного взрывания, эта схема проведения траншеи применяется на карьерах очень редко.

Оптимальная ширина нижнего основания траншеи при проведении ее экскаватором ЭКГ-4 равна 22 м, а экскаватором ЭКГ-8 — 26 м.

Из опыта Коунрадского рудника скорость проведения траншей сплошным забоем с погрузкой механической лопатой на уровне стояния в средства железнодорожного транспорта составляет 90—120 м в месяц.

К основным преимуществам проведения траншей сплошным забоем с нижней погрузкой относятся: возможность проведения траншей полного сечения экскаватором с нормальными рабочими параметрами за один прием, что позволяет в отдельных случаях начать вскрышные или добычные работы до окончания всего комплекса проходческих работ; взаимозаменяемость проходческого и эксплуатационного оборудования.

Недостатками этого способа являются: низкий коэффициент использования экскаваторов и средств транспорта; сложность транспортного обслуживания проходки; большой объем путевых работ; сложность буровзрывных работ; высокая стоимость проходческих работ.

Этот способ проведения траншей, несмотря на отмеченные недостатки, широко распространен на карьерах рудной и нерудной промышленности, разрабатывающих скальные горные породы.

При проведении траншей сплошным забоем двумя экскаваторами одна машина располагается непосредственно в забое траншеи, а другая — на некотором расстоянии от него (рис. 49).

В этом случае первый экскаватор вынимаемую породу укладывает позади себя в навал, а второй грузит ее из навала в вагоны. Так как второй экскаватор находится на значительном расстоянии от железнодорожного тупика, то появляется возможность подачи под одновременную загрузку состава из 3—4 вагонов.

Основным недостатком этого способа проведения траншей является очень низкая производительность экскаваторов — обычно вдвое меньшая, чем при фронтальной погрузке.

Кроме того, при проведении траншей в крепких скальных породах возникают затруднения с укладкой негабаритных кусков позади экскаватора. Как показал опыт работы Баженовских асбестовых карьеров, при выходе негабарита, достигающем 10%, проведение траншей спаренными экскаваторами является нерациональным.

Вследствие этих недостатков спаренную работу экскаваторов целесообразно применять лишь при проведении широких и незначительной длины траншей.

Проведение траншей сплошным забоем механической лопатой с нижней погрузкой в автосамосвалы позволяет значительно увеличить эффективность лобового способа проходки траншей сплошным забоем с нижней погрузкой.

Большая гибкость, подвижность и маневренность автотранспорта позволяет повысить производительность экскаватора, работающего на проведении траншей.

Так например, при проведении траншей в карьере Южного горно-обогатительного комбината (ЮГОК) при автомобильном транспорте производительность экскаватора была выше, чем при железнодорожном, на 20—90%.

Средняя скорость проведения траншей при погрузке на автомобильный транспорт на ЮГОКе составила 190 м, на Сибайском и Учалинском карьерах 170 м и на Блявинском карьере 150—160 м в месяц.

Следует отметить, что при автомобильном транспорте отсутствуют трудоемкие работы по передвижке железнодорожных путей, улучшаются условия для буровзрывных работ и селективной выемки, в результате чего стоимость проведения 1 м траншей на 25—35% ниже, чем при железнодорожном транспорте.

На рудных карьерах наибольшее распространение получил способ проведения траншей сплошным забоем с нижней погрузкой породы в автосамосвалы механической лопатой.

В зависимости от размеров траншей и физико-механических

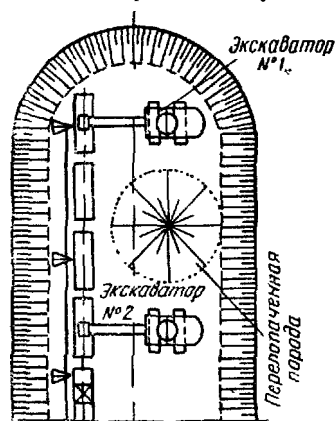


Рис. 49. Схема проведения траншей двумя экскаваторами

свойств пород применяют следующие схемы подачи автосамосвала к экскаватору: кольцевую (рис. 50, а), тупиковую (рис. 50, б) и тупиковую с разворотом автосамосвалов в нишах (рис. 50, в).

Правильно выбранная ширина траншей обуславливает высокую скорость и низкую стоимость их проведения.

Обычно ширина траншей понизу при транспортировании породы автосамосвалами МАЗ-525 и ЯАЗ-210Е по кольцевой схеме движения машин 25—40 м, тупиковой 20—22 м и тупиковой с нишами 16—18 м.

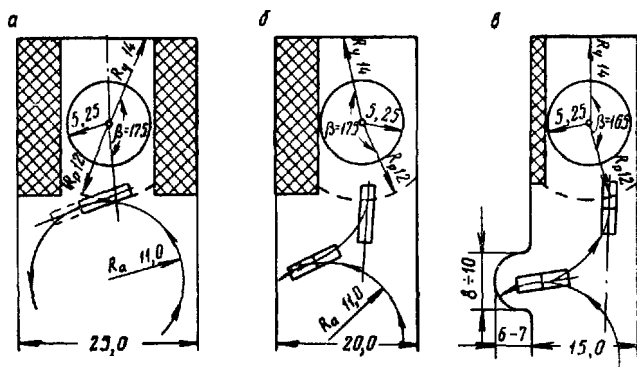


Рис. 50. Схемы проведения траншей сплошным забоем с погрузкой в автосамосвалы

Эффективность проведения траншей во многом зависит от наличия места для размещения негабарита (на рис. 50 эти площади заштрихованы).

Наблюдениями, проведенными научно-исследовательским институтом Унипромедь, установлено, что при автомобильном транспорте оптимальная ширина траншей составляет 25—30 м. Такая ширина траншей позволяет организовать кольцевое движение автосамосвалов и тем самым обеспечить непрерывную работу экскаватора по отгрузке породы.

Производительность экскаватора при кольцевой схеме движения автосамосвалов на 20—50% выше, чем по другим схемам, а скорость проведения, несмотря на увеличение ширины траншей, такая же. Однако количество автосамосвалов, необходимое для обеспечения бесперебойной работы экскаваторов, при этой схеме наибольшее.

При тупиковой схеме движения автосамосвалов производительность экскаватора ниже, но скорость проведения почти такая же, как при кольцевой, за счет уменьшения объема траншей, а потребное количество автосамосвалов меньше.

При тупиковой подаче автосамосвалов с разворотом их в нишах уменьшается объем траншей за счет устройства ниш, что позволяет снизить количество потребных автосамосвалов и в то же время несколько увеличить скорость проведения.

Для проведения траншей сплошным забоем механической лопатой с верхней погрузкой (рис. 51)

применяются экскаваторы с удлиненным рабочим оборудованием, при этом средства транспорта располагаются на борту траншеи.

Размеры проводимых траншей экскаваторами с увеличенными рабочими размерами приведены в табл. 23.

Необходимо отметить сложность ведения буровзрывных работ при проведении траншей этим способом в скальных породах.

Буровзрывные работы должны вестись так, чтобы была обеспечена (не подорвана взрывом) сохранность транспортной бермы и борта траншеи.

При этом способе проведения траншей отсутствуют простои экскаваторов из-за наращивания железнодорожного пути и контактной сети, погрузка производится в нерасформированные составы, вследствие чего обеспечивается высокая скорость проведения траншей.

При послойном проведении механической лопатой (рис. 52) траншея по высоте разделяется на горизонтальные слои, которые последовательно отрабатывают экскаваторами нормального исполнения с погрузкой горной массы в средства железнодорожного транспорта, расположенного выше уровня стояния экскаватора.

Первый слой отрабатывают на железнодорожный путь, уложенный на борту траншеи. Затем путь переносят на дно первоначальной траншеи и производят выемку второго слоя. Остальные слои отрабатывают аналогично.

При такой организации работ на проведении траншей могут одновременно находиться в работе несколько экскаваторов, причем

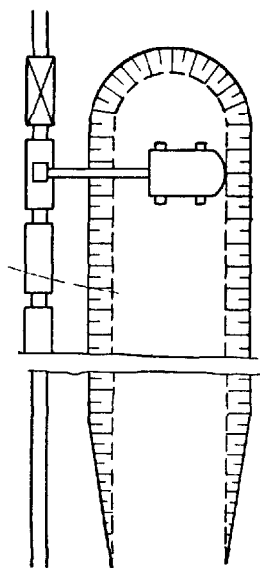
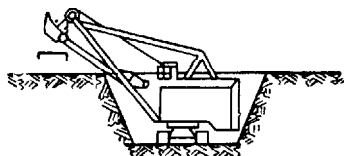


Рис. 51. Схема проведения траншей сплошным забоем механической лопатой с верхней погрузкой

Таблица 23

Показатели	Тип экскаватора	
	ЭВГ-4	ЭВГ-6
Ширина понизу, м:		
наименьшая	15	20
наибольшая	22	27
Глубина траншей, м	12	18

каждый из них будет обрабатывать отдельный слой и производить погрузку на самостоятельный железнодорожный путь.

Количество слоев определяется в зависимости от размеров траншеи и высоты слоя. При использовании стандартных думпкаров высота слоя составляет 3,0—3,2 м для экскаватора ЭКГ-4 и 4,5—4,7 м для экскаватора ЭКГ-8.

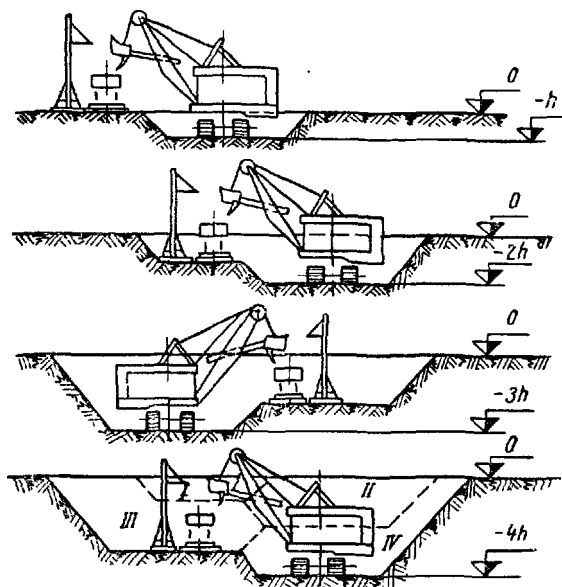


Рис. 52. Схема послойного проведения траншей:
I—IV — порядок выемки слоев

С целью улучшения технико-экономических показателей буровзрывных работ на некоторых карьерах, например на Баженовских асбестовых, забой траншеи обуривают и взрывают сразу на всю глубину, а затем взорванную горную массу вынимают послойно.

Применение послойной схемы проведения траншей на Магнитогорском руднике позволило достигнуть скорости проходки траншей в мягких породах 180—200 м, а в крепких 120—150 м в месяц.

Достоинствами послойного проведения траншей являются: возможность использования обычных механических лопат для верхней погрузки; возможность одновременной работы нескольких экскаваторов при проведении одной траншеи; высокая скорость проведения траншей.

К недостаткам этого способа проведения траншей относятся: большой объем путепереукладочных работ, расходы на которые в 2—3 раза превышают расходы на путевые работы при других способах; малая высота забоя, препятствующая достижению нормальной производительности экскаватора и отрицательно влияющая на

показатели буровзрывных работ; относительно высокая стоимость проведения траншей.

Проведение траншей сплошным забоем драглайном с погрузкой в средства транспорта чаще всего применяется при строительстве разрезных траншей.

Распространение этого способа проведения траншей объясняется тем, что драглайны, имея большие рабочие размеры, чем механические лопаты, могут обеспечивать проведение траншей сплошным забоем значительной глубины. Кроме того, ими можно проводить траншеи в обводненных породах.

Проведение траншей драглайном можно осуществлять боковым или торцовым забоем. Однако чаще драглайн устанавливают в торцовом забое. При такой схеме проведения траншеи уменьшается угол поворота экскаватора для выгрузки и за счет более крутых откосов борта уменьшается поперечное сечение траншеи. Ширина поверху при торцовом забое может достигать (1,7—1,8) максимального радиуса черпания экскаватора.

На некоторых карьерах применяют весьма эффективную комбинированную схему проведения траншей транспортным способом. При этой схеме проведение траншеи осуществляется с помощью механической лопаты и драглайна с погрузкой породы в средства транспорта.

В этом случае драглайн осуществляет проведение траншей узким забоем с опережением забоя механической лопаты не менее чем на длину состава. Это позволит вслед за драглайном по дну траншеи укладывать железнодорожные пути впереди забоя, а механической лопате расширить траншею до проектных размеров. При такой схеме работа механической лопаты по существу не отличается от фронтальной погрузки, так как всегда обеспечивается возможность иметь достаточную длину тупика впереди экскаватора для размещения железнодорожного состава.

Многочерпаковые экскаваторы (цепные и роторные) при проведении траншей могут работать в сочетании с железнодорожным, автомобильным и конвейерным транспортом. Наиболее эффективно они используются при совместной работе с транспортом непрерывного действия — конвейерным, при котором использование их во времени достигает 90%.

Способ проведения траншей с применением многочерпаковых экскаваторов и конвейерного транспорта, хотя еще и не получил широкого распространения, однако он является наиболее прогрессивным в мягких покрывающих породах, что подтверждено опытом строительства разрезной траншеи под транспортно-отвальный мост на Бандуровском буроугольном карьере Александрийского угольно-горнорудного комбината.

В настоящее время разработаны новые высокоэффективные способы проведения траншей с применением техники непрерывного действия, пригодной как на период строительства, так и эксплуатации карьеров с мягкими покрывающими породами.

Выбор способа проведения траншей техникой непрерывного действия в основном предопределяется системой разработки и горнотранспортным оборудованием, принятыми на период эксплуатации карьера.

Принципиальная схема строительства разрезной траншеи приведена на рис. 53. Здесь от роторного экскаватора 1 производи-

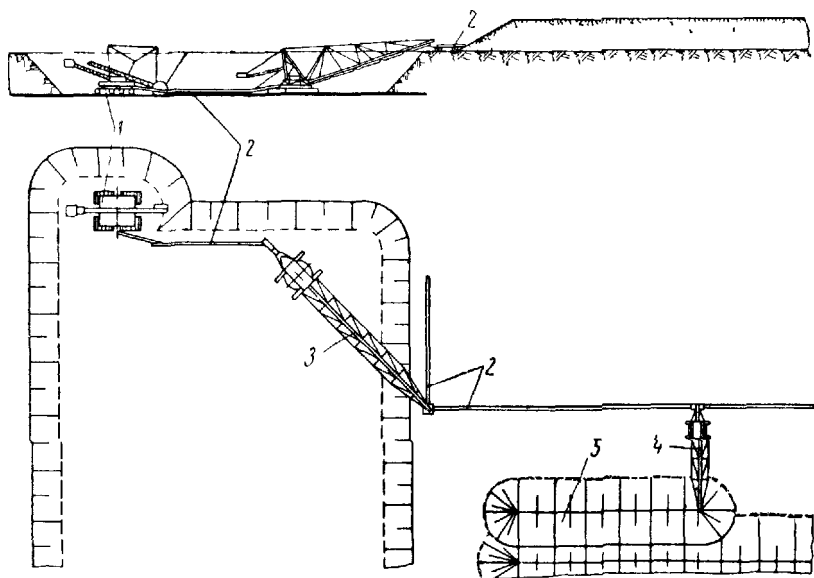


Рис. 53 Технологическая схема проведения траншеи комплексом машин непрерывного действия

тельностью 3000 м³/ч порода с помощью конвейеров 2 и перегружателя 3 поступает на отвалообразователь 4 и с последнего сбрасывается во внешний отвал 5.

§ 4. Бестранспортные способы проведения траншей

Бестранспортные способы проведения применяются в случаях, когда имеется возможность расположить породу на борту проводимой траншеи.

Чаще всего при этом способе применяют драглайны. Механические лопаты применяются в основном при проведении неглубоких траншей в скальных горных породах. В большинстве случаев вынутую из траншей породу размещают на одном борту траншеи.

К преимуществам рассматриваемого способа относятся:

высокая скорость проведения траншей; простота организации проходческих работ; высокое использование проходческого оборудования; низкая стоимость работ; возможность проведения драг-

лайнми траншей в обводненных породах. Поэтому во всех случаях, где для этого имеется возможность, следует применять бестранспортный способ проведения траншей.

Обычно при бестранспортных способах различают схемы проведения траншей: драглайном с размещением породы на одном или на обоих бортах траншеи; без переэкскавации и с переэкскавацией, а также механической лопатой с размещением породы на одном или двух бортах траншеи; кроме того, в отдельную группу выделяется схема проведения траншей на косогоре.

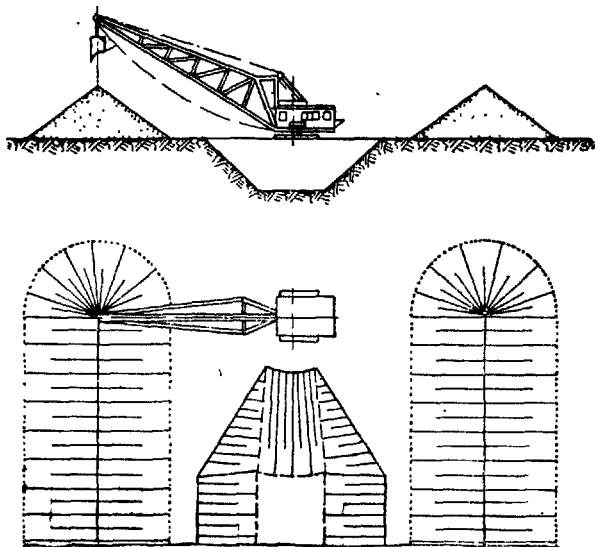


Рис. 54. Схема бестранспортного способа проведения траншеи драглайном с размещением породы на обоих бортах

Схема проведения траншей драглайном с размещением породы на обоих бортах (рис. 54) широко применяется на мягких породах в период строительства карьера. Обычно небольшой ширины траншеи проводят за один проход, а широкие траншеи за два прохода экскаватора с размещением породы на обоих бортах. Иногда, чтобы избежать повторного прохода экскаватора, траншею проводят двумя драглайнами.

При наличии у экскаватора шагающего хода ширину проводимой траншеи можно увеличить путем зигзагообразного передвижения драглайна.

Схема проведения траншей драглайном с размещением породы на одном борту (рис. 55) применяется чаще при проведении разрезных траншей. В случаях, когда надо увеличить ширину траншеи или разместить отвалы на большем расстоянии от ее борта, драглайн смещается к одному из бортов траншеи.

При проведении широких траншей часто применяют бестранспортные способы с перегрузкой породы. Проведение траншей драглайнами с перегрузкой может конкурировать с транспортным способом при 3—4-кратной перевалке породы. Однако в каждом конкретном случае целесообразность и пределы применения перегрузки породы драглайнами должны обосновываться технико-экономическими расчетами.

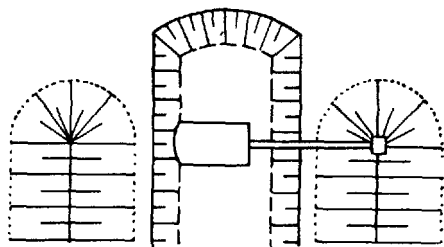
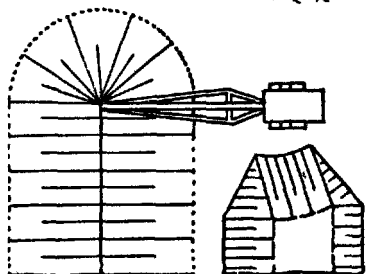
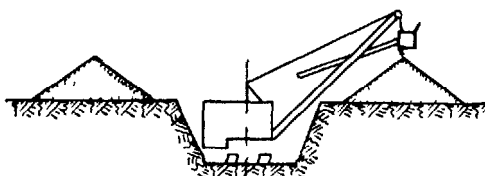
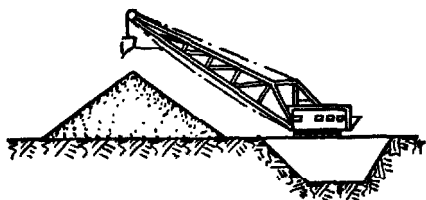


Рис. 55. Схема бестранспортного способа проведения траншей драглайном с размещением породы на одном борту

Рис. 56. Схема бестранспортного способа проведения траншей механической лопатой с размещением породы на обоих бортах

Бестранспортный способ проведения траншей с применением механической лопаты (рис. 56) применяют сравнительно редко, главным образом в крепких породах, когда применение драглайнов невозможно.

Рабочие размеры механической лопаты ограничивают размеры поперечного сечения траншеи в большей степени, чем рабочие размеры драглайна. Поэтому механическими лопатами по бестранспортному способу проводят траншеи небольших размеров.

При надобности проведения траншей большего сечения, чем это позволяют рабочие параметры механической лопаты, применяют перегрузку породы дополнительным экскаватором-драглайном.

При этом механическая лопата устанавливается на почве траншеи и выкладывает породу из нижней части траншеи на вспомогательную площадку, образованную драглайном, а драглайн перегружает ее в отвал.

Бестранспортные способы проведения полутраншей на косогорах успешно осуществляются механическими лопатами с нормаль-

ными рабочими размерами. При этом экскаватор размещает породу непосредственно на откос косогора (рис. 57).

Полутраншей в скальных породах можно проводить взрывом на сброс.

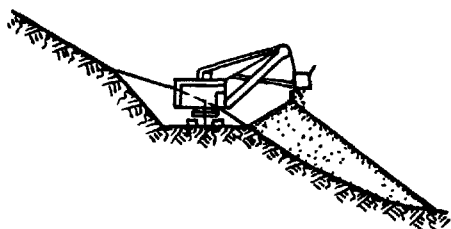


Рис 57. Схема бестранспортного способа проведения траншей механической лопатой на косогоре

§ 5. Транспортно-отвальные способы проведения траншей

В практике открытых работ транспортно-отвальный мост на проведении разрезной траншей был применен только один раз на карьере «Гостекс» во Франции. Вообще считают, что дополнительные требования, предъявляемые к конструкции моста на проведении разрезных траншей, значительно усложняют и удорожают его использование в период эксплуатации карьера.

В настоящее время в Советском Союзе транспортно-отвальный способ проведения траншей успешно применяется на Часов-Ярских карьерах огнеупорных глин с использованием роторных экскаваторов в комплексе с консольно-ленточными отвалообразователями.

В связи с дальнейшим широким применением техники непрерывного действия на строительстве и эксплуатации карьеров транспортно-отвальный способ проведения траншей с использованием роторных экскаваторов и отвалообразователей должен найти широкое распространение.

§ 6. Комбинированные способы проведения траншей

Возможны следующие комбинированные способы проведения траншей:

нижнюю зону разрабатывают механическая лопата, драглайн, роторный или цепной экскаватор с погрузкой на железнодорожный, автомобильный или конвейерный транспорт, а верхнюю — драглайн с размещением породы на одном из бортов траншей;

нижнюю зону разрабатывают аналогично предыдущей, а верхнюю — транспортно-отвальным способом (роторным экскаватором и отвалообразователем) с размещением породы на одном из бортов траншей.

Применение комбинированных способов позволяет осуществлять проведение глубоких капитальных и разрезных траншей.

§ 7. Специальные способы проведения траншей

К специальным способам относятся:

проведение траншей колесными скреперами;

взрывной способ проведения траншей;

проведение траншей с применением гидромеханизации.

Проведение траншей колесными скреперами и посредством гидромеханизации применяют в случае использования указанного оборудования на карьерах.

Взрывной способ проведения траншей заключается в том, что заряд взрывчатых веществ размещается в заранее пройденных выработках равномерно по всей трассе траншей. После взрыва порода большей частью располагается на бортах траншей. Оставшаяся в траншее порода вынимается экскаватором.

Вес заряда в зависимости от крепости пород, параметров траншей колеблется от нескольких сотен до тысяч тонн.

Проведение траншей массовыми взрывами на выброс позволяет сократить время проведения траншей и обеспечивает высокую производительность труда. Но этот способ является дорогим и характеризуется трудностью получения требуемого профиля траншей. Широкого распространения в практике карьеров он не получил.

ГЛАВА VII

ВСКРЫТИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

§ 1. Классификация способов вскрытия

Под вскрытием месторождения при открытой разработке следует понимать создание условий для доступа транспортных средств с поверхности на рабочие горизонты карьера. Установление грузотранспортной связи, как правило, достигается посредством проведения капитальных наклонных траншей и реже подземных выработок.

Решающее влияние на выбор способа вскрытия оказывают:

рельеф местности и месторасположение конечных пунктов доставки полезного ископаемого и вскрышных пород на поверхности;

условия и элементы залегания месторождения;

физико-механические свойства вмещающих пород;

система разработки и принятое выемочно-погрузочное оборудование;

способ транспортирования горной массы;
конечная глубина открытых разработок.

Выбранный способ вскрытия с учетом конкретных условий оказывает существенное влияние на эффективность открытых горных работ. При правильно выбранном способе обеспечиваются минимальные расстояния транспортирования полезного ископаемого и вскрышных пород; наиболее совершенные схемы развития горных работ; минимальные объемы горнокапитальных работ; наибольшая производительность карьера. Обычно вскрытие карьерных полей осуществляется капитальными траншеями, которые в зависимости от расположения по отношению к контуру карьера могут иметь внешнее и внутреннее заложения. Характерной особенностью вскрывающих капитальных траншей является их уклон.

Длина траншей при определенной глубине карьера в наибольшей степени зависит от уклона транспортных путей, уложенных в капитальных траншеях.

Зная глубину карьера и уклон транспортных путей, можно определить длину вскрывающих капитальных траншей:

$$l = \frac{H}{i_p},$$

где H — глубина карьера;

i_p — руководящий уклон (подъем) капитальных траншей.

Найденная таким образом длина трассы капитальных траншей является теоретической, поскольку здесь предполагается руководящий уклон выдерживать по всей длине трассы.

Однако в действительности на отдельных участках уклон транспортных путей меньше руководящего. К таким участкам относятся закругления и участки примыкания капитальных траншей к рабочим горизонтам (чаще участки примыкания принимают горизонтальными).

Вследствие указанных причин действительная длина трассы l_d будет больше, чем теоретическая. Ее удлинение учитывается коэффициентом развития трассы

$$l_d = \frac{H}{i_p} K_{тр}$$

или после замены $\frac{H}{i_p} = l$ и преобразований получим

$$K_{тр} = \frac{l_d}{l}.$$

Величина коэффициента развития трассы зависит от вида применяемого карьерного транспорта, способов вскрытия и примыкания капитальных траншей к рабочим горизонтам. При железнодорожном транспорте коэффициент развития трассы обычно равен 1,3—1,6, при автотранспорте 1,1—1,3.

Как внешние, так и внутренние капитальные траншеи в зави-

симости от количества вскрываемых горизонтов карьера подразделяются на отдельные, групповые и общие. Отдельная траншея вскрывает только один уступ; групповая траншея вскрывает несколько уступов карьера, а общей траншеей вскрываются все уступы карьера.

Траншей, по которым осуществляется доставка груза на поверхность и спуск в карьер порожних транспортных средств принято называть *одинными*. При наличии двух траншей, по одной из которых двигаются груженные (из карьера), а по другой — порожние (в карьер) транспортные средства, принято называть *парными* траншеями.

В основу классификации способов вскрытия положены признаки наличия количества, назначения и расположения вскрывающих выработок по отношению к границам карьерного поля. Научные основы классификации способов вскрытия разработаны проф. Е. Ф. Шешко,

Классификация способов вскрытия, предложенная проф. М. Г. Новожиловым, приведена в табл. 24.

Таблица 24

**Классификация способов вскрытия при открытой разработке месторождений
(по М. Г. Новожилову)**

Класс	Группа	Способ вскрытия
1. Бестраншейное вскрытие	—	Капитальные траншеи отсутствуют
2. Траншейное вскрытие	Внешние траншеи	Отдельными траншеями простой формы Групповыми траншеями простой формы Общими траншеями простой формы
	Внутренние траншеи	Парными траншеями простой формы Отдельными траншеями простой формы Групповыми траншеями простой формы Общими траншеями тупиковой, петлевой и спиральной формы Крутыми траншеями Парными траншеями различной формы Различные сочетания основных способов
3. Подземное вскрытие	Комбинированные траншеи	
	Вскрытие горизонтальными выработками	Штольнями Туннелями
	Вскрытие шахтными стволами	Наклонными шахтными стволами Вертикальными шахтными стволами
4. Комбинированное вскрытие	Комбинация траншейного вскрытия с бестраншейными	Бестраншейное вскрытие породных уступов и траншейное — добычных Траншейное вскрытие породных уступов и бестраншейное — добычных
	Комбинация траншейного вскрытия с подземным	Траншейное вскрытие породных уступов и шахтными стволами — добычных
	Комбинация нескольких способов вскрытия	Различные сочетания способов вскрытия

§ 2. Бестраншейное вскрытие

Бестраншейное вскрытие осуществляется без проведения вскрывающих выработок. Полезное ископаемое или пустые породы с рабочих горизонтов доставляются соответственно в приемные бункера или отвалы в рабочих органах машин. Бестраншейное вскрытие в чистом виде характерно в случае применения башенных экскаваторов и кабельных кранов. Однако вследствие присущих им недостатков эти механизмы практически уже не применяются.

Чаще этот способ вскрытия встречается в комбинации с другими способами. В этом случае отдельные горизонты, как правило вскрываемые, вскрываются без проведения капитальных траншей, причем пустые породы перемещаются во внутренние отвалы или на вышележащий горизонт экскаваторами с большими рабочими размерами.

§ 3. Траншейное вскрытие

Траншейное вскрытие подразделяется на вскрытие внешними и внутренними траншеями. В первом случае капитальные траншеи, вскрывающие месторождение, расположены вне пределов карьерного поля, а во втором — в контурах его.

Вскрытие внешними траншеями применяется на неглубоких карьерах при разработке горизонтальных и полого залегающих месторождений полезных ископаемых. Форма трассы внешних траншей в плане простая и имеет одно направление движения груза по всей своей длине.

При вскрытии отдельными внешними траншеями (рис. 58, а) в условиях равнинной местности характерны большие объемы горнокапитальных работ. Число вскрываемых уступов при этом не превышает двух-трех. Достоинством вскрытия отдельными внешними траншеями является независимость грузопотоков с рабочих горизонтов, что обеспечивает их высокую пропускную способность.

Вскрытие отдельными траншеями широко применяют при разработке нагорных месторождений. Вскрывающие выработки здесь представлены полутраншеями, которые проводятся за пределами карьерного поля для каждого рабочего горизонта.

При групповых внешних траншеях (рис. 58, б) вскрывается одной траншеей группа вскрывных, а другой — группа добычных уступов. Каждая групповая траншея вскрывает не более 2—3 уступов. Благодаря подразделению грузопотоков из карьера увеличивается пропускная способность траншей и упрощается организация перевозок. Групповые траншеи располагают по флангам карьерного поля. В зависимости от рельефа местности и местонахождения пунктов доставки полезного ископаемого и отвалов групповые траншеи могут быть расположены параллельно или перпендикулярно продольной оси карьера.

Групповые траншеи применяют для вскрытия месторождений, залегающих на глубине до 40—50 м.

Вскрытие общими внешними траншеями и внешнего заложения (рис. 58, в) применяют при открытой разработке горизонтальных и пологих пластов, почва которых залегает на глубине не более 50—70 м от поверхности, так как с увеличением глубины карьера резко возрастают размеры общей траншеи.

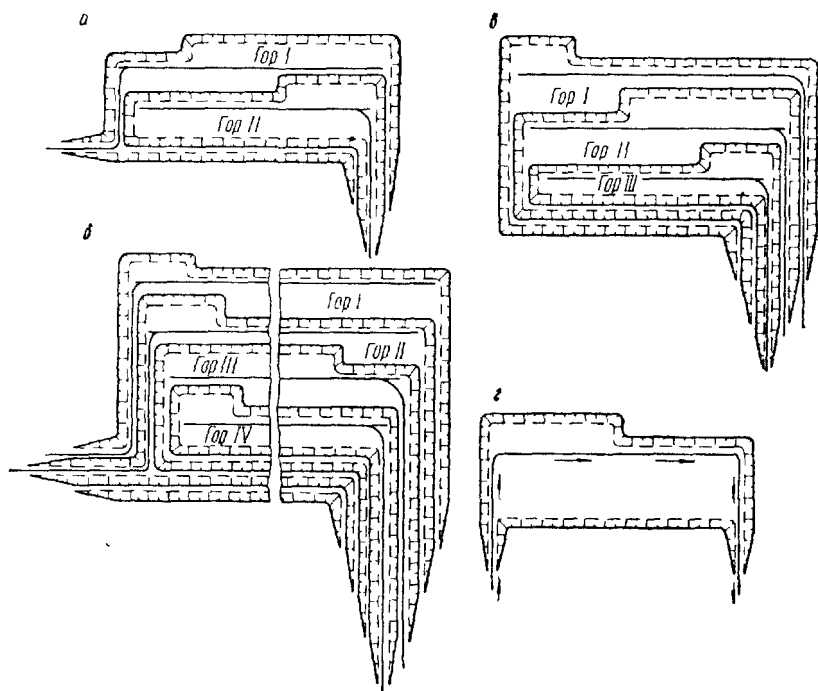


Рис. 58. Внешние траншеи:

а — отдельные, б — групповые, в — общие, г — парные

Общие траншеи обычно имеют фланговое расположение. В поперечном сечении они имеют ступенчатую форму. На площадках рабочего борта траншеи располагают транспортные пути, а нерабочий борт при небольшой глубине и устойчивых породах может иметь сплошной откос. При большой глубине траншеи и при слабых породах для придания нерабочему борту большей устойчивости устраивают предохранительные площадки.

В равных условиях объем горнокапитальных работ при вскрытии общими внешними траншеями меньше, чем при вскрытии групповыми траншеями.

В практике имеются случаи, когда на глубоких карьерах верхние горизонты вскрывают общими внешними траншеями, а нижние — внутренними траншеями или подземными выработками.

Вскрытие парными внешними траншеями (рис. 58, з) применяют при небольшой глубине разработок и большой производственной мощности карьера. В этом случае порожняковые составы на рабочие уступы поступают по въездной траншее, а груженные выдаются на поверхность по выездной траншее. При-

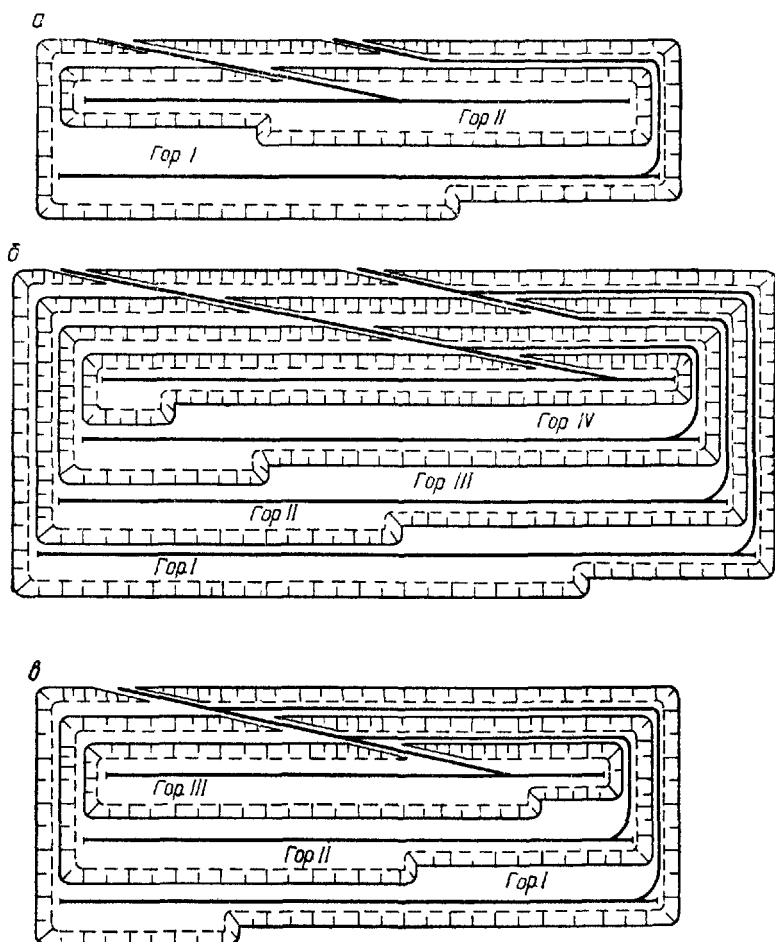


Рис. 59. Внутренние траншеи:
а — отдельные, б — групповые, в — общие

менение парных траншей наряду с увеличением пропускной способности создает безопасные условия движения транспортных средств и упрощает организацию карьерного транспорта.

Вскрытие внутренними траншеями (рис. 59) применяют для вскрытия наклоннозалегающих и крутопадающих месторождений с большой глубиной карьеров, которая может достигать 200—

300 м и более. Внутренние капитальные траншеи проводят в контурах карьерного поля.

В зависимости от глубины и длины карьера траншеи располагают в одном или в нескольких направлениях. В первом случае транспортные средства движутся в карьере и из него без изменения направления. Форму трассы такой траншеи называют простой, в плане она будет представлять прямую или искривленную линию. Эти траншеи, как правило, проводят на одном борту карьера.

При наличии изменения направления в движении транспортных средств трасса траншеи в плане имеет сложную форму. В этом случае траншею проводят на нескольких бортах карьера или на одном, но с переменной направленности движения транспортных средств.

Вскрытие отдельными, групповыми и общими внутренними траншеями, имеющими простую форму трассы (см. рис. 59), возможно в случае, если требуемая длина траншеи l_d будет меньше или равна протяженности карьерного поля L , т. е. должно быть соблюдено условие $l_d \leq L$.

В случае несоблюдения этого условия необходимо применить вскрытие траншеями со сложной формой трассы. При большой глубине разработок наиболее распространенными являются тупиковые, петлевые и спиральные трассы внутренних траншей.

Тупиковая трасса траншей принята на многих карьерах, применяющих железнодорожный транспорт (рис. 60).

Характерной особенностью тупиковой трассы является перемена направления движения поездов. Тупиковую трассу чаще проводят на нерабочем и реже на рабочем борту карьера, в первом случае ее называют стационарной и во втором случае скользящей.

Профиль тупиковой трассы на всем протяжении, за исключением тупиковой части, имеет максимально допустимый уклон. Тупиковую часть трассы, служащую для перемены направления движения поездов, проводят горизонтально. Длина горизонтальных участков трассы-тупиков зависит от длины применяющихся составов и обычно составляет 200—300 м.

Рабочие горизонты соединяют с тупиковой трассой обычно по одному из торцовых бортов карьера.

При небольшой длине карьера в одном направлении вскрывают только один рабочий горизонт.

На карьерах значительной протяженности стремятся вскрыть тупиковым съездом в одном направлении максимально возможное число горизонтов, что резко сокращает количество тупиковых площадок и, как следствие, затраты времени на маневры, связанные с переменной направленности движения локомотивосостава.

Достоинствами тупиковой трассы траншей являются: возможность применения при разнообразных условиях залегания месторождений; несложность развития горных работ и ввода горизонтов в эксплуатацию; возможность одновременной эксплуатации боль-

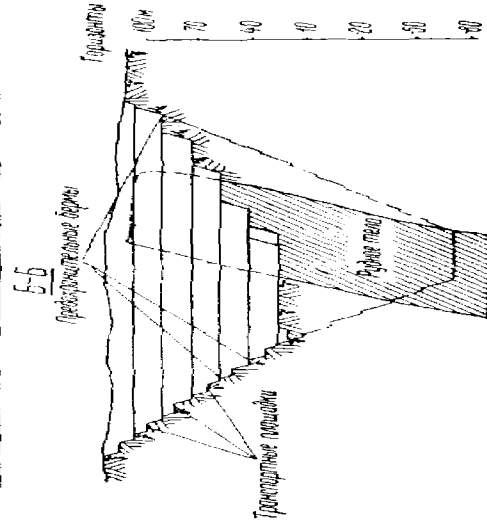
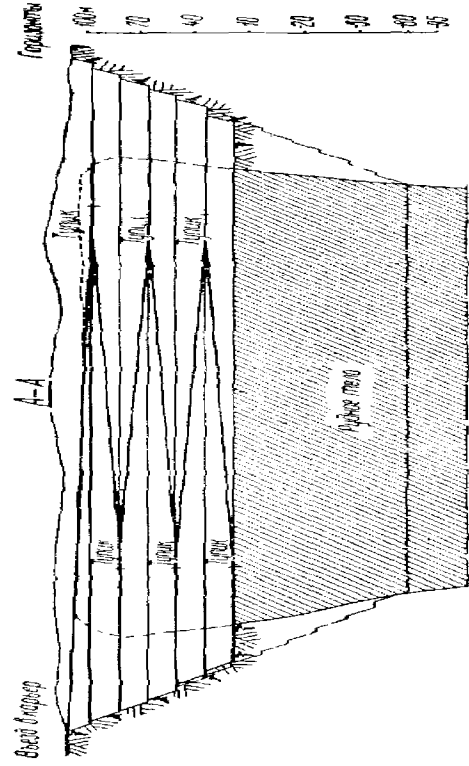


Рис. 60. Схемы вскрытия тушковицкой траншеи

шого числа рабочих горизонтов и достижения высокой производительности карьера.

Основным недостатком является необходимость изменения направления движения локомотивосоставов и потери времени при маневрировании на тупиковых площадках, что уменьшает провозную способность железнодорожных путей и производительность локомотивосоставов.

Тупиковую трассу траншей применяют на Высокогорском, Магнитогорском, Бакальском железнорудных карьерах, на карьерах Южного, Ново-Криворожского горнообогатительных комбинатов, на Баженовских асбестовых, Экибастузских угольных и других карьерах страны.

При петлевой трассе траншей тупиковые площадки заменены петлевыми закруглениями рельсовых путей, что позволяет ликвидировать маневры, свойственные тупиковым траншеям, и обеспечить движение поездов без перемены направления. Петлевыми траншеями предусмотрено вскрыть породные горизонты самого глубокого в СССР Коркинского буроугольного карьера.

Траншея в одном направлении вскрывает четыре верхних горизонта до отметки +70 м (рис. 61). По мере примыкания траншеи к горизонтам по транспортным бермам укладывают железнодорожные пути, для соединения с забойными путями. Для вскрытия пятого горизонта необходимо было бы с отметкой +55 м при тупиковой трассе изменить направление трассы на обратное. При петлевых съездах это изменение направления достигается наличием петлевого закругления. После устройства петлевого закругления осуществляется вскрытие нижележащих горизонтов с отметками +50, +40 и +25 м. Количество петлевых площадок зависит от глубины и длины карьера, а также от вида применяемого транспорта.

Петлевые соединения располагают на горизонтальных площадках с шириной, равной двум радиусам кривых. Минимальная ширина такой площадки при железнодорожном транспорте должна составлять не менее 200—400 м.

На карьерах с железнодорожным транспортом применение способа вскрытия петлевыми траншеями ограничено и возможно в случае их расположения в лежащем борту карьера при угле его откоса менее 25°. В противном случае создание площадок вызывает необходимость выполнения значительных дополнительных объемов вскрышных работ. Петлевые съезды имеют широкое распространение на карьерах с автомобильным транспортом. Вследствие большего уклона капитальных траншей, меньшей длины съездов число петлевых закруглений при автомобильном транспорте для одних и тех же условий уменьшается по сравнению с железнодорожным транспортом в 2—3 раза. Ввиду того, что ширина площадки для петли при автомобильном транспорте составляет 40—50 м, резко сокращаются дополнительные объемы по выемке вскрышных пород при устройстве петлевых закруглений.

Спиральная трасса траншей проводится вокруг карьера по всем его бортам. В плане такая трасса траншей приобретает форму спирали.

Количество возможных для одновременной отработки уступов при спиральной трассе зависит от размеров карьера, длины капитальной траншеи и профиля трассы.

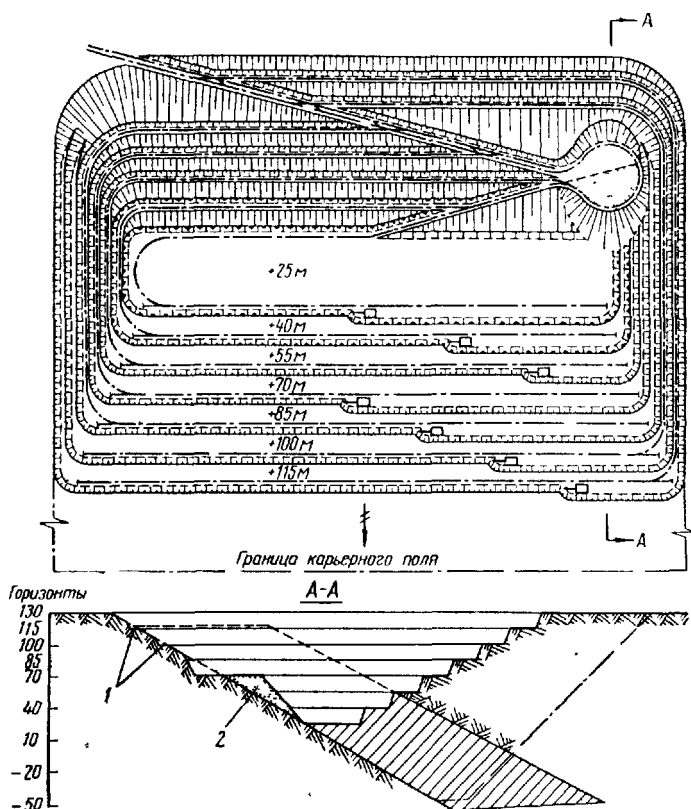


Рис. 61. Вскрытие петлевыми траншеями, оборудованными железнодорожными путями:

1 — транспортные бермы, 2 — насыпь

Длина спиральной трассы траншей для одной и той же глубины карьера при железнодорожном транспорте в 2—3 раза больше, чем при автомобильном. Для применения железнодорожного транспорта, по условиям вписывания подвижного состава в кривые, необходимо иметь значительные размеры карьера в плане. Указанное обстоятельство часто приводит к ограничению способа вскрытия со спиральной трассой траншей при железнодорожном транспорте.

Автотранспорт благодаря более крутым уклонам и небольшим

радиусам кривых позволяет при одной и той же длине трассы иметь значительно большее количество одновременно обрабатываемых горизонтов, чем при железнодорожном транспорте. Кроме того, при автотранспорте представляется возможным разрабатывать карьерные поля с небольшими поперечными размерами в плане, а также осуществлять доработку глубоких горизонтов карьеров, применявших на верхних горизонтах железнодорожный транспорт.

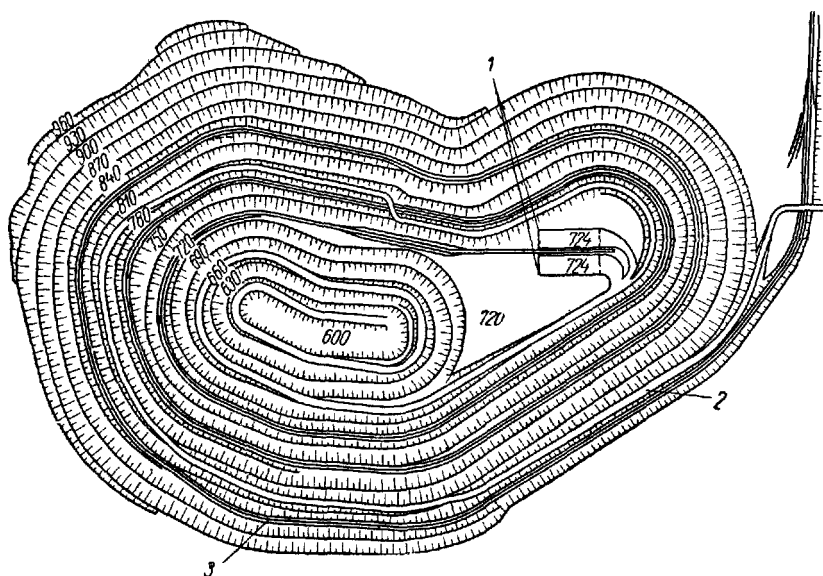


Рис. 62 Вскрытие спиральными съездами при комбинированном транспорте:
1 — перегрузочные платформы, 2 — автосъезды, 3 — железнодорожные съезды

На рис. 62 приведен план на конец отработки Карагайлинского карьера. До гор. 720 м карьерное поле вскрывается спиральными железнодорожными съездами. Ниже гор. 720 м в связи с уменьшением размеров карьера в плане вскрытие намечено осуществлять спиральными автомобильными съездами. На гор. 720 м устроен перегрузочный пункт для перегрузки горной массы из автосамосвалов в думпкары. При отработке уступов ниже этого горизонта используется автотранспорт, который доставляет горную массу до перегрузочного пункта; после перегрузки она доставляется железнодорожным транспортом на поверхность.

Вскрытие крутыми траншеями позволяет резко уменьшить длину транспортирования при подъеме груза с рабочих горизонтов карьера на поверхность. Крутые траншеи могут быть оборудованы ленточными конвейерами, скиповыми или клетевыми, а иногда локомотивными или автомобильными подъемниками. Вскрытие крутыми траншеями, оборудованными ленточными кон-

вейерами, позволяет уменьшить расстояние транспортирования по сравнению с железнодорожным транспортом в 8—10 и автомобильным в 4—5 раз.

Вскрытие месторождений с помощью конвейерных подъемников применено для угольных горизонтов на Коркинском, Богословских и Волчанских карьерах. В условиях скальных пород этот способ вскрытия применен для Гайского карьера, где предусмотрено предварительное дробление руды и пород.

При вскрытии крутыми траншеями, оборудованными канатными скиповыми и клетевыми подъемниками, угол наклона траншеи обычно равен углу откоса борта карьера. Чаще в этом случае карьерный транспорт состоит из 2—3 видов, при этом обязательно наличие приемных площадок как в карьере, так и на поверхности.

Преимуществами способа вскрытия крутыми траншеями являются: возможность применения эффективных видов карьерного транспорта в условиях глубоких карьеров; минимальные расстояния транспортирования горных пород; небольшие объемы работ по проведению траншей.

Вскрытие комбинированными траншеями применяется в практике открытых работ на многих карьерах.

Месторождения, залегающие на большой глубине, часто вскрываются комбинированными внешними и внутренними траншеями. Как правило, верхнюю зону карьерного поля до глубины 30—60 м вскрывают внешними траншеями, нижнюю зону — внутренними (Соколовский, Сарбайский, Центральный и другие карьеры).

Верхнюю часть месторождения, расположенную на косогоре, часто вскрывают отдельными полутраншеями внешнего заложения, а нижнюю (глубинную) — внутренними траншеями.

Широко распространено вскрытие с применением комбинированной, спиральной с тупиковой или спиральной с петлевой трассой траншей.

§ 4. Подземное вскрытие

Вскрытие при этом способе осуществляется подземными горными выработками (наклонными и вертикальными шахтными стволами, штольнями, квершлагами, рудоспусками).

Обычно подземными выработками вскрывают месторождения, расположенные в гористой местности, или глубокие горизонты. В обоих случаях подземное вскрытие должно быть экономичнее траншейного.

Вскрытие наклонными стволами, оборудованными ленточными конвейерами, показано на рис. 63. Наклонные стволы применяют обычно при разработке глубоких горизонтов с большим сроком службы карьера. Подобное вскрытие угольных глубоких горизонтов осуществлено на Коркинском бурогольном карьере и принято в проектах ряда других глубоких карьеров.

Подземные способы вскрытия при открытой разработке месторождений пока еще не получили широкого распространения.

§ 5. Комбинированные способы вскрытия

Комбинированные способы представляют собой различные сочетания 1, 2 и 3 классов вскрытия (см. табл. 24).

В практике открытых горных работ часто встречается комбинация бестраншейного вскрытия вскрышных и траншейного добычных уступов. Этот способ вскрытия широко применяется при разработке горизонтальных и пологопадающих месторождений, когда пустые породы мощными одноковшовыми экскаваторами или вскрышными комплексами непрерывного действия перемещают во внутренние отвалы. Однако этот способ вскрытия применим при мощности вскрыши до 25—50 м. При большей мощности покрывающих пород верхние вскрышные уступы и полезное ископаемое вскрывают траншеями, а для нижних вскрышных уступов применяют бестраншейное вскрытие. Таким способом вскрыты Керченские железорудные, Украинские, Богословские, Райчихинские бурогольные, а также Богдановский и Александровский марганцевые карьеры.

На Коркинском бурогольном карьере породные горизонты вскрывают наклонными траншеями, а угольные — наклонными шахтными стволами, оборудованными конвейерными подъемниками.

На Ингулецком карьере верхние горизонты вскрыты автомобильными съездами. Средние горизонты предусматривается вскрыть наклонным стволом, а нижние крутой траншеей. Наклонный ствол и крутую траншею намечено оборудовать конвейерными подъемниками. Автотранспорт будет доставлять гор-

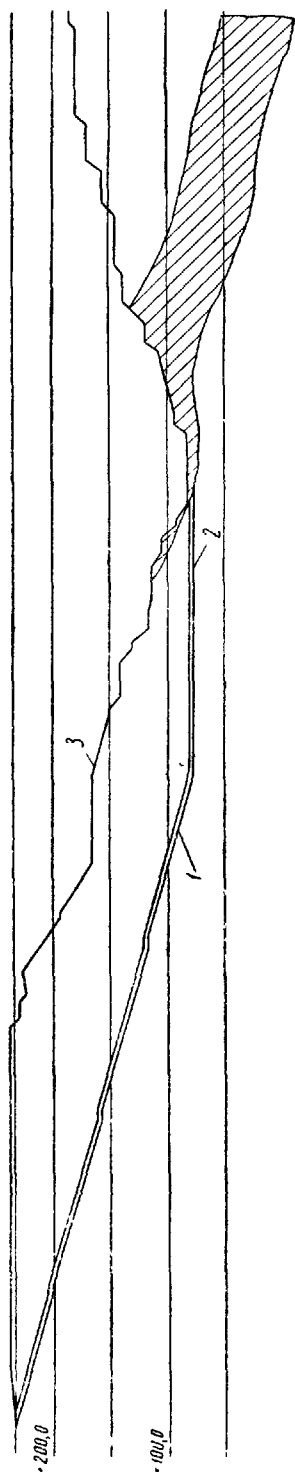


Рис 63. Вскрытие наклонными стволами.
1 — наклонный ствол, 2 — верхний борт, 3 — боковой борт карьера

ную массу от забоя до дробильных установок, расположенных в карьере на концентрационных горизонтах. После дробления подъем на поверхность будет осуществляться конвейерными подъемниками.

ГЛАВА VIII

СИСТЕМЫ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИИ

§ 1. Классификация систем открытой разработки

Системой открытой разработки месторождения называют безопасные и экономичные способы осуществления определенного комплекса вскрышных, добычных и других горных работ, обеспечивающие плановую производительность карьера при рациональном использовании запасов месторождения.

Основные производственные процессы открытой разработки месторождений, совокупность которых определяет технологию горного производства, включают отбойку и погрузку горной массы, транспортирование и разгрузку ее. Преобладающее значение в производственном процессе принадлежит вскрышным работам, как наиболее трудоемким и, как правило, имеющим наибольший объем.

В основу наиболее распространенных классификаций систем открытой разработки положены следующие признаки:

способ перемещения пустых пород в отвалы (классификация проф. Е. Ф. Шешко);

способ производства вскрышных работ (классификация акад. Н. В. Мельникова, табл. 25).

Классификация систем разработки, а также их сравнительная технико-экономическая оценка преследует цель установления степени их экономической эффективности, условий и области их рационального применения.

Удельный вес различных систем открытой разработки в угольной и железорудной промышленности СССР за 1960 г. приведен в табл. 26.

В последние годы в угольной промышленности значительное распространение получили такие наиболее прогрессивные системы разработки, как бестранспортная и транспортно-отвальная. В перспективе с развитием мощной и высокопроизводительной техники непрерывного действия будет высокими темпами развиваться транспортная система разработки с применением конвейерного транспорта.

**Классификация систем открытой разработки месторождений
(по Н. В. Мельникову)**

Система разработки	Основная характеристика системы разработки	Условия применения системы разработки	Характерное забойное и транспортное оборудование
Бестранспортная: простая, усложненная, с переэкскавацией пород на отвалах	Вскрышные породы перемещаются во внутренние отвалы непосредственно экскаваторами; возможно перелопачивание пород на отвалах	Пласты горизонтальные или пологие ограниченной мощности; покрывающие породы не выше средней крепости и ограниченной (возможными рабочими размерами экскаваторов) мощности. Наклонные или крутые пласты при мягких вмещающих породах и ограниченной глубине карьера, позволяющей производить двойное или тройное перелопачивание пород экскаваторами	Экскаваторы, механические лопаты и драглайны с удлиненными рабочими размерами; транспортное оборудование отсутствует
Транспортно-отвальная	Вскрышные породы перемещаются во внутренние отвалы с помощью передвижных транспортно-отвальных установок (транспортно-отвальных мостов или отвалообразователей)	Пласты горизонтальные или пологие; рыхлые, мягкие покрывающие породы	Многочерпаковые экскаваторы и механические лопаты; транспортно-отвальные мосты и передвижные отвалообразователи
Специальная	Вскрышные породы удаляются башенными экскаваторами, колесными скреперами, гидромеханизационным способом или кабель-кранами	Пласты горизонтальные или пологие; мягкие, рыхлые, покрывающие породы. При применении кабель-кранов в условиях крутого падения полезного ископаемого и крепких пород	Кабельные экскаваторы, колесные скреперы; транспортное оборудование отсутствует; гидромониторы и землесосные установки; кабель-краны
Транспортная	Вскрышные породы средствами транспорта перемещаются во внутренние или внешние отвалы	При любой форме месторождений и при любой крепости пород	Экскаваторы любых типов; рельсовый, автомобильный или конвейерный транспорт

Система разработки	Основная характеристика системы разработки	Условия применения системы разработки	Характерное забойное и транспортное оборудование
Комбинированная	Вскрышные породы верхних уступов средствами транспорта вывозятся во внешние или внутренние отвалы; породы нижних уступов перемещаются во внутренние отвалы экскаваторами или транспортно-отвальными установками; другие сочетания систем	Пласты горизонтальные или пологие ограниченной мощности; покрывающие породы мягкие, рыхлые или не выше средней крепости	Экскаваторы любых типов для верхних уступов и экскаваторы с удлиненными рабочими размерами для нижних уступов; рельсовый или автомобильный транспорт, транспортно-отвальные установки

Т а б л и ц а 26

Системы разработки	В угольной промышленности, %	В железорудной промышленности, %
Транспортная:		
с железнодорожным транспортом	48,2	61,9
с автомобильным транспортом	4,9	32,8
с конвейерным транспортом	—	0,3
Итого	53,1	95,0
Бестранспортная	30,8	3,3
Транспортно-отвальная	9,9	1,7
Специальная с гидромеханизацией вскрышных пород	6,2	—

§ 2. Бестранспортные системы разработки

При этих системах разработки вскрышные породы перемещаются во внутренние отвалы экскаваторами — механическими лопатами и драглайнами.

Область применения этих систем:

горизонтальное или пологое залегание полезного ископаемого; мощность полезного ископаемого не более 10—15 м;

мощность покрывающих пород не более 20—35 м.

В Советском Союзе бестранспортная система разработки применяется на угольных карьерах комбината Дальвостуголь (Райчихинское месторождение) треста Черемховуголь, а также на марганцеворудных карьерах Украины (Александровский, Богдановский, Марьевский, Новоселовский карьеры и др.).

Если в 1940 г. на всех угольных карьерах по бестранспортной системе разработки было удалено только 0,42 млн. м³ вскрышных

пород, или 4,4%, то в 1957 г. уже 69,17 млн. м³, или 26,1%. Удельный вес бестранспортных систем разработки в 1961 г. составил 31,3%.

На угольных карьерах США подавляющая часть вскрышных работ выполняется по бестранспортной системе.

Достоинствами бестранспортных систем разработки являются. низкая себестоимость вскрышных работ (в 2—5 раз меньше, чем при транспортной системе);

высокая производительность труда рабочих на вскрышных работах;

относительно невысокая металлоемкость оборудования.

Основным недостатком бестранспортной системы разработки является ограниченность применения, обусловленная залеганием, мощностью пласта и покрывающих вскрышных пород.

При бестранспортной системе разработки на выемке и перемещении пород вскрыши в отвалы применяются экскаваторы с большими рабочими размерами.

Наибольшее распространение при бестранспортных системах разработки получили шагающие драглайны (ЭШ-14/75, ЭШ-15/90, ЭШ-10/60 и ЭШ-5/45) и реже механические лопаты типов ЭВГ-6 и ЭВГ-15.

Бестранспортные системы разработки в зависимости от способа укладки породы в отвал подразделяются на простые и усложненные. При простых системах выемка и укладка породы производится экскаватором непосредственно в постоянный отвал. При усложненной бестранспортной системе часть или вся вынутая порода укладывается во временные отвалы с последующей переэкскавацией ее (перелопачиванием) в постоянный отвал этим же или специально предназначенным экскаватором.

Простая бестранспортная система разработки

В зависимости от типа применяемого экскаватора и горизонта его установки различают следующие варианты простой бестранспортной системы

установка драглайна на кровле вскрышного уступа с отработкой одним уступом нижнего черпания;

установка драглайна на промежуточной площадке с отработкой двумя подступами нижнего и верхнего черпания;

установка вскрышной механической лопаты на кровле пласта полезного ископаемого.

Схема разработки вскрыши драглайном в один уступ. При этой схеме драглайн, установленный на верхней площадке уступа, перемещает породу из вскрышной заходки в отвал, расположенный в выработанном пространстве (рис 64). Перемещаясь вдоль фронта, экскаватор вынимает вскрышную заходку по всей длине карьерного поля.

Ширина заходки A зависит от высоты уступа H_y и радиуса разгрузки драглайна.

Вскрытая драглайном полоса полезного ископаемого зачищается бульдозером от остатков вскрышных пород, после чего осуществляется выемка вскрытого полезного ископаемого специальным добычным экскаватором. При этом по условиям безопасности минимальное расстояние между вскрышным и добычным экскаваторами (вскрышное опережение) должно быть больше суммы радиусов действия добычного и вскрышного экскаваторов.

Рабочий ход драглайна может осуществляться в одном направлении (в этом случае производится холостая перегонка его к первоначальному положению) или в двух направлениях — в прямом и обратном. В последнем случае неизбежны простои вскрышного экскаватора в ожидании отработки добычной заходки. Для уменьшения непроизводительных простоев вскрышного экскаватора ширину заходки и длину карьера принимают таким образом, чтобы очередные ремонты экскаваторов производить в момент окончания заходки.

Ширину заходки по полезному ископаемому принимают равной или кратной ширине вскрышной заходки. В качестве добычного экскаватора применяют механические лопаты. Транспортные сосуды подаются чаще по верхней площадке добычного уступа (кровле пласта), но возможна подача их и по почве пласта полезного ископаемого.

На вывозке из карьера полезного ископаемого чаще применяется автомобильный и реже железнодорожный и конвейерный транспорт.

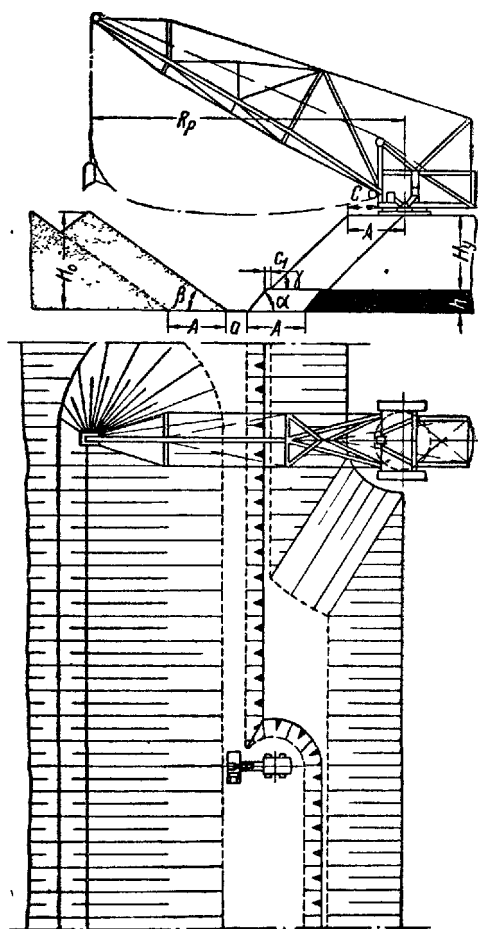


Рис. 64. Простая бестранспортная система разработки с установкой драглайна на кровле вскрышного уступа с отработкой вскрышных пород одним уступом нижнего черпания

Для всех схем экскавации элементы бестранспортных систем разработки рассчитываются по рабочим размерам экскаватора, т. е. для драглайна — по радиусу, а для мехлопаты — по радиусу и высоте разгрузки. В принципе этот расчет основан на равенстве площадей S_1 вскрышной и S_2 отвальной заходок (см. рис. 64), т. е. порода из вскрышной заходки должна разместиться с учетом коэффициента разрыхления в отвальной заходке:

$$kS_1 = S_2,$$

где k — коэффициент разрыхления вскрышных пород.

Поскольку $S_1 = AH_y$, а $S_2 = AH_0 - \frac{A^2}{4} \operatorname{tg} \beta$, то равенство примет вид

$$kAH_y = \left(AH_0 - \frac{A^2}{4} \operatorname{tg} \beta \right),$$

где A — ширина заходки по вскрышному уступу и отвалу;

H_0 — высота отвала;

β — угол откоса отвала, град;

H_y — высота вскрышного уступа, разрабатываемого по бестранспортной системе, м.

Исходя из радиуса разгрузки драглайна R_p , возможная высота отвала определится

$$H_0 = [R_p - (C + H_y \operatorname{ctg} \gamma + C_1 + h \operatorname{ctg} \alpha + a)] \operatorname{tg} \beta,$$

где R_p — радиус разгрузки экскаватора, м;

C — расстояние от оси драглайна до верхней бровки вскрышного уступа (половина ширины экскаваторного хода плюс площадка безопасности), м;

h — мощность пласта полезного ископаемого, м;

H_y — высота уступа, м;

β — угол откоса отвального уступа, град;

α — угол откоса добычного уступа, град;

C_1 — ширина верхней площадки добычного уступа, соответствующая ширине между нижней бровкой вскрышного уступа и верхней бровкой добычного уступа, м;

γ — угол откоса вскрышного уступа, град;

a — ширина призабойной полосы, м.

После замены в предыдущей формуле и преобразований получим высоту уступа, которая может быть отработана экскаватором с определенным радиусом разгрузки, по формуле

$$H_y \leq \frac{R_p - \left(C + C_1 + a + h \operatorname{ctg} \alpha + \frac{A}{4} \right)}{\operatorname{ctg} \gamma + k \operatorname{ctg} \beta}.$$

Ширина верхней площадки добычного уступа C_1 зависит от места расположения транспортных коммуникаций, а ширина призабойной полосы a — от организации добычных работ.

При небольшой мощности пласта (4—6 м) иногда для увеличения мощности вскрыши, разрабатываемой по бестранспортной системе, работы ведут с частичной подвалкой добычного уступа. Однако при большой ценности полезного ископаемого схема работы с подвалкой добычного уступа не может быть рекомендована.

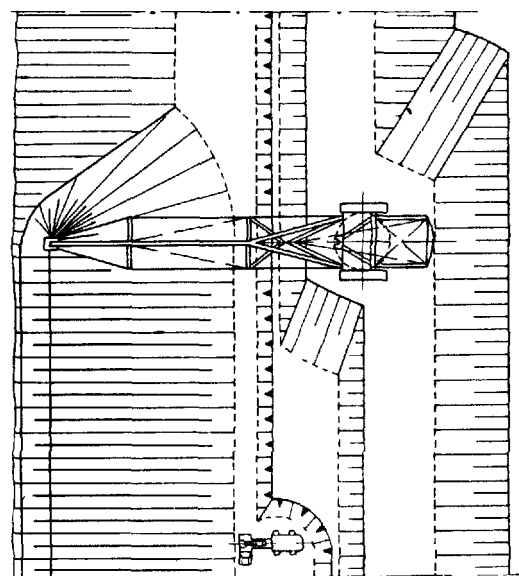
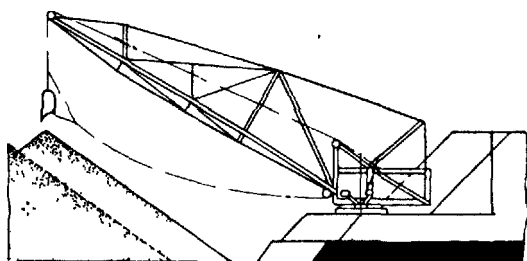
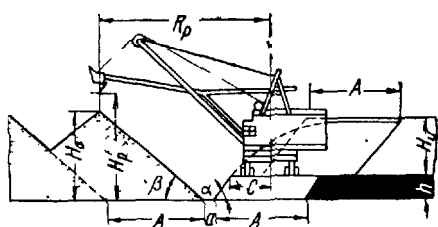


Рис. 65. Простая бестранспортная система с установкой драглайна на промежуточной площадке с отработкой двумя подступами нижнего и верхнего черпания

Схема разработки вскрыши драглайном двумя подступами. В этом случае драглайн устанавливают на промежуточном горизонте (рис. 65) и разрабатывают первый подступ верхним черпанием, а второй нижним черпанием. Такое расположение драглайна позволяет при одних и тех же рабочих размерах драглайна увеличить на 30—40% высоту разрабатываемого

по бестранспортной системе вскрышного уступа. Однако при этом надо учитывать, что при верхнем черпании драглайн работает менее производительно, чем при нижнем черпании. Практи-



кой установлено, что если высота подступа, разрабатываемого верхним черпанием, не превышает 0,4—0,5 высоты разгрузки экскаватора, то снижение производительности экскаватора не ощущается.

Схема разработки вскрыши механической лопатой (рис. 66). При простой бестранспортной системе разработки механические лопаты чаще применяются в условиях крепких пород, требующих предварительного рыхления с помощью буровзрывных работ. В качестве вскрышного оборудования могут применяться вскрышные экскаваторы типов ЭВГ-4, ЭВГ-6, ЭВГ-15 и ЭВГ-35/65.

Организация добычных работ в этом случае не отличается от организации их при вскрышных работах драглайнами.

В зависимости от рабочих размеров механической лопаты предельная высота вскрышного уступа может быть определена по формулам:

по высоте разгрузки экскаватора

$$H_y = \left(H_p + h - \frac{A}{4} \operatorname{tg} \beta \right) \frac{1}{k};$$

по радиусу разгрузки экскаватора

$$H_y = \left[R_p - \left(C + a + h \operatorname{ctg} \alpha + \frac{A}{4} \right) \right] \frac{\operatorname{tg} \beta}{k}.$$

Рис. 66. Простая бестранспортная система разработки с установкой вскрышной механической лопаты на кровле пласта полезного ископаемого

Усложненная бестранспортная система разработки

Усложненную бестранспортную систему разработки или бестранспортную систему с перегрузкой применяют при значительной высоте вскрышного уступа, когда размещение породы в отвалы возможно с подсыпкой и частичной или полной завалкой пласта полезного ископаемого. Для того чтобы производить выемку добычного уступа, необходимо часть или весь объем вскрышного отвала, перегрузивать. Перегрузка вскрышных пород осуществляется чаще вторым экскаватором — драглайном.

При разработке уступа по усложненной бестранспортной системе после выемки вскрытого первой заходкой полезного ископаемого остается полоса, свободная от внутренних отвалов, шириной $A+a$ (рис 67, а). От второй заходки породу можно размещать на свободной полосе выработанного пространства заходки по ширине A , а призабойное пространство шириной a необходимо оставить свободным для обеспечения нормальной выемки новой заходки по полезному ископаемому

Однако вследствие невозможности соблюсти это условие в связи с большой высотой вскрышного уступа производят отсыпку первичного отвала с засыпкой не только пространства $A+a$, но и откоса добычного уступа. Это позволяет создать дополнительную емкость первичного отвала и разместить породу от вскрышного экскаватора в выработанном пространстве (рис 67, б). Объем породы в вскрышной заходке V_1 с учетом коэффициента разрыхления должен быть равен объему первичного отвала V_2 .

$$V_1 k = V_2.$$

Для осуществления добычных работ в новой заходке по полезному ископаемому необходимо часть первичного отвала перегрузить таким образом, чтобы осталась свободной призабойная полоса шириной a . С этой целью установленный на отвале драглайн перегружает объем породы V_4 , укладывая его впереди по ходу V_5 и сбоку выше стояния экскаватора V_6 (во второй ярус отвала) (рис 67, в). После перегрузки появляется возможность нормального ведения добычных работ.

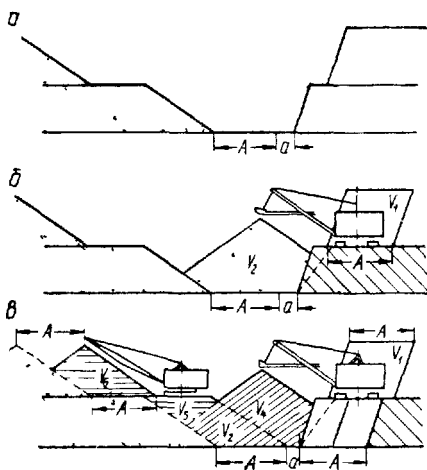


Рис 67 Последовательность развития работ при усложненной бестранспортной системе

Таким образом, объем сваленной породы V_2 состоит из объема V_3 , который не мешает разработке новой заходки по полезному ископаемому, и объема V_4 , который для обеспечения выемки полезного ископаемого надлежит переэкскавировать отвальным экскаватором.

При усложненной бестранспортной системе разработки соблюдается следующая последовательность работ: переэкскавирующий породу отвальный экскаватор движется за вскрышным, а за отвальным — добычной. При этом минимальные расстояния между двумя соседними экскаваторами должны быть всегда больше суммы их радиусов разгрузки.

В бестранспортных системах разработки соотношение объема переэкскавируемой породы к общему объему бестранспортной вскрыши принято называть коэффициентом переэкскавации и K_n , который определяется по формуле

$$K_n = \frac{V_4}{kV_1} = \frac{V_2 - V_3}{kV_1} = \frac{V_5 + V_6}{kV_1}.$$

Коэффициент переэкскавации может изменяться в пределах от 0 до 1.

В зависимости от рабочих размеров экскаваторов, мощности вскрыши и полезного ископаемого, а также крепости пород применяются следующие основные схемы усложненной бестранспортной системы разработки:

а) вскрышные работы выполняются механической лопатой, а переэкскавация драглайном (см. рис. 67);

б) вскрышные работы выполняются одним, а переэкскавация другим драглайном, при этом вскрышная машина может быть расположена на верхней или средней площадке уступа;

в) вскрышные работы и переэкскавация выполняются одновременно одним экскаватором-драглайном, установленным на временной площадке между вскрышным уступом и отвалом. Из перечисленных схем последняя является наиболее экономичной (минимальный объем переэкскавации, достаточно наличие одного экскаватора, простая организация работ); однако ее применение возможно при относительно небольшой мощности полезного ископаемого (5—10 м).

Схема с использованием одного драглайна на вскрышных работах и на переэкскавации (рис. 68) впервые была применена на карьерах треста Райчихинуголь. При этом драглайн располагается на первичном отвале и отрабатывает верхним черпанием верхнюю часть уступа, размещая ее в первичный отвал по ходу движения экскаватора и устраивая таким образом для себя рабочую площадку. Порода из нижней части уступа драглайн перемещает непосредственно в постоянный отвал. Туда же переэкскавируется и порода из первичного отвала по мере продвижения экскаватора вперед.

Эта схема имеет существенные технико-экономические преимущества по сравнению с первой, второй и третьей усложненными схемами.

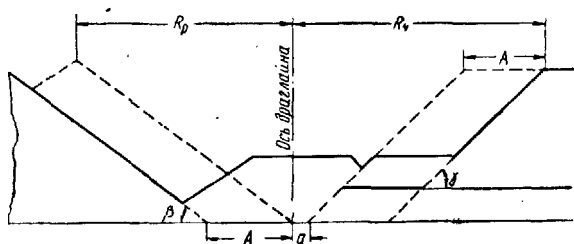


Рис. 68. Усложненная бестранспортная система разработки, применяемая на Райчихинских угольных карьерах

Высота уступа при указанной схеме разработки для экскаваторов ЭШ-14/75 достигает 25—30 м, а коэффициент переэкскавации 0,3—0,6.

Организация вскрышных и добычных работ

При бестранспортных системах разработки применяют различные варианты организации работ. Наиболее характерные из них следующие.

Одним блоком с одним фланговым выездом (рис. 69, а). Вскрышной экскаватор опережает добычной. Вскры-

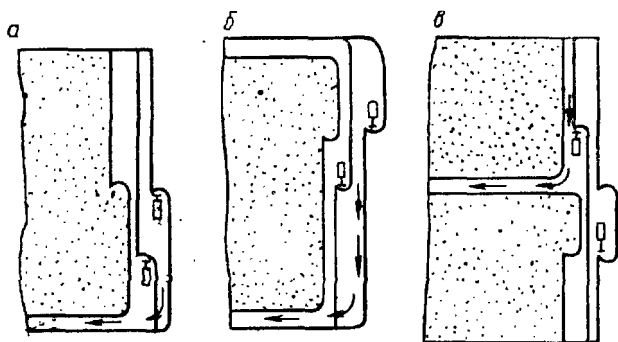


Рис. 69. Варианты организации работ при бестранспортных системах разработки

тие карьерного поля осуществляется одной фланговой траншеей. После отработки заходки оба экскаватора (вскрышной и добычной) переводят вхолостую в первоначальное положение.

Одним блоком с двумя фланговыми выездами (рис. 69, б, в). Добычной экскаватор может опережать вскрышной

или быть позади него. Здесь отсутствуют холостые переходы экскаваторов, поскольку возможен рабочий ход в обоих направлениях. Карьерное поле вскрывают двумя траншеями, заложенными по флангам.

Двумя блоками с одним центральным выездом (рис. 69, в). Вскрышные и добычные работы производятся в различных блоках попеременно. После отработки каждого блока экскаваторы возвращаются вхолостую к центральному выезду, откуда и начинается новая заходка. Карьерное поле вскрыто одной центральной траншеей.

Выемку полезного ископаемого целесообразнее вести одним уступом. Однако в отдельных случаях не исключена возможность ведения добычных работ в два уступа.

§ 3. Транспортно-отвальные системы разработки

Транспортно-отвальные системы разработки условно подразделяются на транспортно-отвальную — с отвалообразователями и на транспортно-отвальную с мостовыми комплексами. При этих системах разработки породы вскрыши, отделенные от целика экскаватором, перемещаются по наикратчайшему расстоянию во внутренний отвал с помощью самоходного консольного отвалообразователя или транспортно-отвального моста.

Основные преимущества транспортно-отвальной системы разработки с применением мостов и отвалообразователей заключаются в кратчайшем расстоянии транспортирования вскрышных пород; минимальных удельных капитальных затратах, а также в относительно малой металлоемкости и энергоемкости оборудования; простоте организации работ; небольшом штате обслуживающего персонала; высокой производительности труда и низкой стоимости разработки 1 м³ вскрыши; возможности комплексной автоматизации всех производственных процессов.

Однако область применения транспортно-отвальных систем разработки ограничивается горизонтальным или близким к нему залеганием полезного ископаемого, мягкими покрывающими породами, климатическими условиями (возможно работать только в летний период), мощностью пород вскрыши (25—50 м) и пласта (10—35 м).

Транспортно-отвальная система с отвалообразователями является наиболее простой в организационно-техническом отношении, легко осуществимой в благоприятных горнотехнических условиях и относится к одной из наиболее прогрессивных систем разработки, обеспечивающей высокие технико-экономические показатели работы карьеров.

По конструкции ходового механизма различают отвалообразователи на железнодорожном (рельсовом), гусеничном, шагающем и шагающе-рельсовом ходу.

В большинстве случаев консольные отвалообразователи приме-

няются в сочетании с многоковшовыми (цепными и роторными) экскаваторами (карьеры Райчихинские буроугольные, Егорьевский и Лопатинский фосфоритовые, Часов-Ярские огнеупорных глин) и довольно редко с одноковшовыми экскаваторами.

Техническая характеристика отечественных консольных отвалообразователей приведена в табл. 27.

Таблица 27

Показатели	Консольные ленточные отвалообразователи					
	ОР 3 (Райчихинский карьер)	УНП (проект)	ОШ 1 (Часов-Ярские карьеры)	ОШ 105/1500 (Часов-Ярские карьеры)	ОШ-90/4500 (Шенчковский карьер)	ОШР 180/4500 (Грушековский карьер)
Производительность (разрыхленный грунт, м ³ /ч)	830	3600	650	1500	4500	4500
Длина консоли от оси шарнира, м	42,5	167,2	75,0	105,0	90,0	181,0
Высота разгрузки, м	25,9	52	23	40	30	65
Установленная мощность, квт	182,7	2700	180	890	1610	3460
Рабочий вес, т	170,0	1600	195	495,4	765	2000
Ходовое устройство	Рельсовое	Гусеничное	Шагающее			Шагающее рельсовое

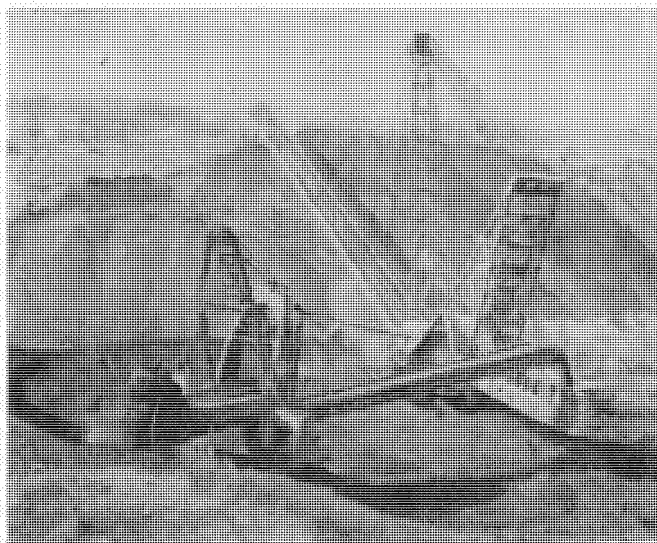


Рис 70 Вскрышной комплекс на Часов-Ярском карьере огнеупорных глин

Многолетний опыт работы на Часов-Ярских карьерах Донецкой области консольных отвалообразователей на шагающем ходу в комплексе с роторными экскаваторами (рис 70) подтверждает

высокую эффективность такого комплекса оборудования в условиях мягких пород при умеренном климате.

Отвалообразователи могут устанавливаться в зависимости от условий на почве или на кровле пласта полезного ископаемого. В первом случае зимний запас вскрытого полезного ископаемого размещается под приемной консолью, а во втором случае под отвальной или под отвальной и приемной консолями отвалообразователя.

Отвалообразователь может конструироваться для работы в сочетании с отдельно стоящим роторным экскаватором или встроенным в него.

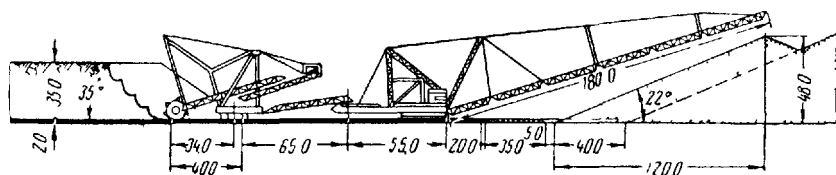


Рис 71 Вскрышной комплекс машин непрерывного действия производительностью 3000 м³/ч

В настоящее время Ново-Краматорским машиностроительным заводом (НКМЗ) начато производство **комплекса машин непрерывного действия** (рис. 71), состоящего из роторного экскаватора ЭРГ-1600⁴⁰/₁₀31 и консольного отвалообразователя на шагающем ходу ОШР-180/4500. Производительность комплекса 3000 м³/ч.

На заводе им. 15-летия ЛКСМУ осваивается производство комплекса машин производительностью 1000 м³/ч, состоящего из роторного экскаватора ЭРГ-350/1000 и отвалообразователя на шагающем ходу.

На Юрковском бурогольном карьере (рис. 72) применен транспортно-отвальный мост со встроенным в него роторным экскаватором, который по конструкции очень близок к консольному отвалообразователю.

Обычно производственная мощность карьера по полезному ископаемому зависит от производительности вскрышных машин и коэффициента вскрыши, а при применении отвалообразователей, кроме того, и от величины вскрытых подконсольных запасов, так называемого зимнего опережения.

Максимально возможный объем вскрытых запасов, расположенных под консолью отвалообразователя, зависит от длины отвальной консоли, мощности пласта полезного ископаемого и длины фронта работ.

Ввиду невозможности работы вскрышного оборудования непрерывного действия в зимнее время подконсольные запасы должны

обеспечивать планомерную добычу полезного ископаемого в течение всего зимнего периода.

При применении на основном вскрышном уступе транспортно-отвальных комплексов возможны: однокрылая разработка карьерного поля — в этом случае выездная траншея проводится на границе карьерного поля и на основном уступе работает один транспортно-отвальный комплекс и двукрылая разработка — в этом случае выездная траншея проводится в середине карьерного поля и на основном уступе работают два транспортно-отвальных комплекса.



Рис. 72. Вскрышной комплекс на Юрковском карьере

Применение двукрылой схемы отработки карьерного поля позволяет удвоить производственную мощность карьера и тем самым снизить по сравнению с однокрылой схемой себестоимость и удельные капитальные затраты на 10—15%. Эту схему наиболее целесообразно применять при большой протяженности карьерного поля.

Показатели стоимости разработки 1 м³ вскрыши и производительности труда при применении этих комплексов могут быть значительно улучшены за счет полной автоматизации производственных процессов. В настоящее время Институтом автоматики (г. Киев) уже разработана принципиальная схема автоматизации транспортно-отвального комплекса машин с применением роторного экскаватора и консольного отвалообразователя. Ново-Краматорский машиностроительный завод разработал эскизный проект мощного роторного экскаватора ЭРШР-2600 $\frac{50}{5}$ и консольного отвалообразователя ОШР-220/11200. Производительность

этого комплекса по разрыхленной породе должна составить 11 200 м³/ч. Высота верхнего черпания экскаватора 50 м, нижнего 5 м. Длина отвальной консоли отвалообразователя 225 м.

Транспортно-отвальная мостовая установка как агрегат объединяет в один производственный процесс экскавацию, транспорт породы и размещение ее в отвалы.

В процессе работы мост перемещается вдоль фронта работ вместе с экскаваторами по рельсам или гусеницам со скоростью 4—8 м/мин.

В отличие от отвалообразователя транспортно-отвальный мост состоит из несущей конструкции — главной фермы, которая поκειται не на одной, а на двух опорах (экскаваторно-забойной и отвальной), снабженных ходовыми механизмами. Несущая конструкция предназначена для установки ленточного конвейера. На мост могут работать цепные и роторные экскаваторы, соединяющиеся с ним жестко или с помощью соединительной фермы. Порода с экскаваторов поступает на соединительный ленточный конвейер, а с последнего — на главный конвейер моста и в отвал.

Основным условием производительной и безаварийной работы мостовой установки является устойчивость основания, по которому перемещаются опоры моста. При устойчивых породах вскрыши забойная опора располагается на верхней площадке нижнего вскрышного уступа, а при слабых породах она размещается на кровле или в пределах пласта полезного ископаемого.

Отвальная опора, являющаяся наиболее нагруженной, в больших мостовых установках располагается в пределах пласта полезного ископаемого, а у относительно небольших установок — на предотвале.

В настоящее время в Советском Союзе транспортно-отвальные мосты применяются на Байдаковском, Семеновско-Головковском и Юрковском карьерах Днепровского бурогоугольного бассейна, на карьерах Е и С Керченского железорудного бассейна, находится в монтаже мост на Шевченковском карьере Никопольского марганцевого бассейна. Техническая характеристика этих мостов приведена в табл. 28

Наиболее характерные в горногеологическом и организационно-техническом отношении являются Байдаковский, Семеновско-Головковский и Юрковский карьеры. На указанных карьерах применяется комбинированная система разработки, при которой нижний (основной) уступ, составляющий 65—70% от всей вскрыши, разрабатывается по транспортно-отвальной системе с использованием мостовых комплексов, а верхние (передовые) уступы — по транспортной системе.

Транспортно-отвальный мост Байдаковского карьера (рис. 73) работает в комплексе с тремя цепными и одним роторным экскаватором. Верхний мостовой подступ разрабатывают роторный экскаватор СУ-450 и цепной полноповоротный ЕС-500, нижний подступ — два неповоротных экскаватора Д-500.

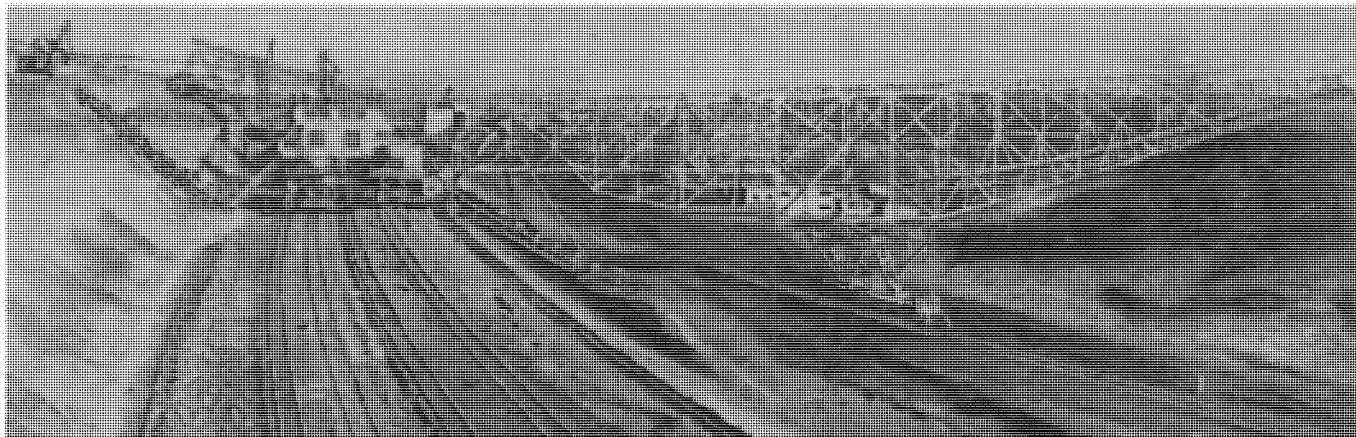


Рис. 73. Транспортно-отвальный мост Байдаковского карьера

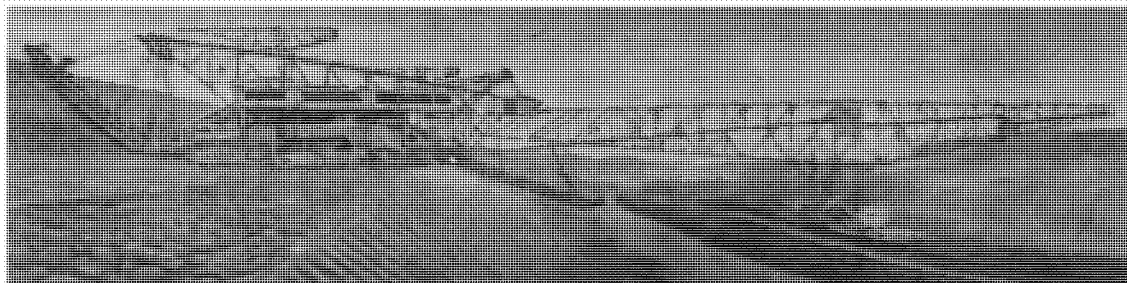


Рис. 74. Транспортно-отвальный мост Семеновско-Головковского карьера

Показатели	Карьеры					
	Е	С	Байда- ковский	Семенов- ско-Го- ловков- ский	Юрков- ский	Шевчен- ковский
Производительность моста, $\text{м}^3/\text{ч}$	3000	1300	3400	3000	2100	3000
Общая длина моста, м	330	280	265	303	335	—
Расстояние между осями опор, м	175+15	170+20	65+40	160+13	45	110
Длина консоли, м	140	90	135	130	170	125
Угол поворота моста в плане, град	До 22	До 25	До 30	До 22	—	До 20
Ширина ленты главного конвейера, м	1,8	1,6	1,65	1,8	1,8	1,6
Скорость движения ленты, $\text{м}/\text{сек}$	3,8	3,0	4,6	3,8	4,0	4—5,25
Скорость рабочего хода моста, $\text{м}/\text{мин}$	6	8	8	8	4	6
Установленная мощность двигателей моста, квт	1680	980	1360	2220	3000	4050
Рабочий вес моста, т	2750	2260	2000	3570	7400*	4500
Удельное давление на грунт, $\text{кг}/\text{см}^2$:						
забойной опоры	—	—	2,12	2,20	3,0	1,5
отвальной опоры	—	—	2,85	2,27	2,78	1,0
Мощность мостовой вскрыши, т	33	40	35	40	54	35
Высота отвала, м	42	55	45	50	74	47

* Вес вместе с экскаватором.

Порода от мостовых экскаваторов с помощью поперечных конвейеров передается на транспортно-отвальный мост.

Транспортно-отвальный мост Семеновско-Головковского карьера (рис. 74) работает в сочетании с двумя цепными экскаваторами: верхний мостовой подступ разрабатывает полноповоротный экскаватор ДС-1500, нижний — неповоротный экскаватор Д-1500. Порода от экскаваторов на мост передается поперечными конвейерами.

Транспортно-отвальный мост Юрковского карьера (см. рис. 72) имеет встроенный роторный экскаватор, который передает породу непосредственно на конвейеры моста.

Транспортно-отвальный мост Шевченковского карьера изготовлен с отдельно стоящим роторным экскаватором ЭРГ-1600 $\frac{40}{10}$ 31 (рис. 75).

Передвижка многорельсовых путей отвальной и экскаваторной опор осуществляется путепередвижателями непрерывного действия, которые чаще всего связаны с ходовыми устройствами мостов.

Основные технико-экономические показатели работы транспортно-отвальных мостов за 1959 г. приведены в табл. 29.

При использовании на вскрыше мостовых установок применяют веерное перемещение фронта работ, которое значительно упрощает

Показатели	Карьеры		
	Байдаковский	Семеновско-Головковский	Юрковский
Общий объем вскрыши на транспортно-отвальный мост, млн. м ³	6,3	12,8	7,3
Среднечасовая производительность моста, м ³	1300	2340	1570
Число суток работы моста в год	229	257	221
Среднесписочное число рабочих на мостовой вскрыше, чел.	165	209	101
Среднемесячная производительность рабочего по мостовой вскрыше, м ³	2988	5134	6772
Расход электроэнергии по мостовой вскрыше, квт-ч	0,85	1,31	0,83
Стоимость разработки 1 м ³ мостовой вскрыше, коп.	18,2	12,9	9,5

передвижку многорельсовых путей. Однако при веерном перемещении фронта работ запасы полезного ископаемого будут в два раза меньше, чем при параллельном перемещении. Здесь мост

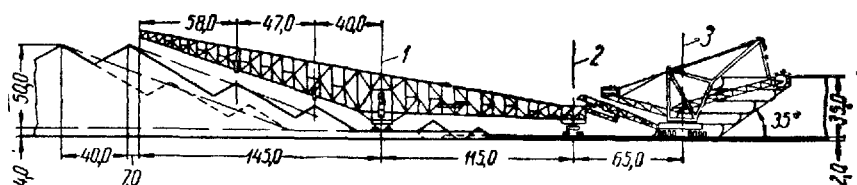


Рис. 75. Схема транспортно-отвального моста Шевченковского карьера:
1 — ось опоры отвального моста, 2 — ось опоры экскаватора отвального моста, 3 — ось многочерпакового экскаватора

перекрывает не прямоугольную площадку, а треугольную с максимальной шириной ее в торце карьера и минимальной (около 0) у поворотного пункта.

Несмотря на высокие технико-экономические показатели, достигнутые при работе мостов, они имеют и существенные недостатки. Проектирование и изготовление транспортно-отвальных мостов требуют больших капитальных затрат и времени, а также большого объема горнокапитальных работ для ввода их в эксплуатацию.

Мостовые установки не могут быть использованы в период строительства карьеров.

§ 4. Транспортные системы разработки

В СССР наибольшее распространение получили транспортные системы разработки. По этой системе добывается около 50% угля и 90% руд черных и цветных металлов.

Удельный вес транспортной системы разработки в общем объеме открытых разработок в СССР с учетом нерудной промышленности составляет около 70%. Эти системы могут применяться в любых горногеологических и климатических условиях. Перемещение вскрышных пород при этих системах может осуществляться железнодорожным, автомобильным, конвейерным или комбинированным транспортом как во внешние, так и во внутренние отвалы. В зависимости от крепости пород и климатических условий при этих системах могут применяться одноковшовые или многоковшовые экскаваторы.

В настоящее время на отечественных карьерах применяется железнодорожный и автомобильный транспорт.

На ряде отечественных и зарубежных карьеров (Часов-Ярские — СССР, «Антонин Запотоцкий» — ЧССР, «Мейерштольн» — ГДР, «Фортуна» — ФРГ, «Кастельново» — Италия) в качестве основного вскрышного транспорта применяются мощные ленточные конвейерные установки.

Благодаря поточности и высокой производительности транспортная система разработки с применением конвейерного транспорта в ближайшем будущем получит исключительно большое распространение. Она станет преобладающей на карьерах с мягкими породами.

В настоящее время в Советском Союзе изготавливаются два транспортных комплекса машин непрерывного действия производительностью 1000 и 3000 м³/ч. Эти комплексы машин включают в себя роторные экскаваторы, систему ленточных конвейеров и консольных отвалообразователей для приемки пород вскрыши с ленточных конвейеров и укладки их во внутренний отвал.

Комплекс машин производительностью 1000 м³/ч состоит из роторного экскаватора ЭРГ-350/1000, системы ленточных конвейеров конструкции института Гипроуглемаш и консольного отвалообразователя ОШ-105/1500.

Комплекс машин производительностью 3000 м³/ч состоит из роторного экскаватора ЭРГ-1600⁴⁰/₁₀31, системы ленточных конвейеров конструкции НКМЗ и консольного отвалообразователя ОШ-90/4500 (рис. 76).

Система ленточных конвейеров состоит из конвейеров забойной и отвальной стороны и поперечного конвейера.

Замена железнодорожного транспорта конвейерным при расстоянии транспортирования 3 км может обеспечить годовую экономию по эксплуатационным расходам: в случае применения на вскрыше комплекса непрерывного действия производительностью 3000 м³/ч — порядка 1,2 млн. руб., а при комплексе 1000 м³/ч — порядка 250 тыс. руб.

Транспортная система разработки с перевозкой вскрыши во внешние отвалы до сих пор является наиболее распространенной на отечественных карьерах, поэтому ее

совершенствование является исключительно важной задачей, особенно при разработке мощных крутых пластов или залежей, когда исключается возможность размещения пород во внутренних отвалах. При большой мощности и крутом падении залежей или пластов размещение отвалов в выработанном пространстве исключается. В этом случае вскрышные породы перемещаются во внешние отвалы, которые располагают обычно на расстоянии 3—6 км, а иногда и 10—12 км от карьера.

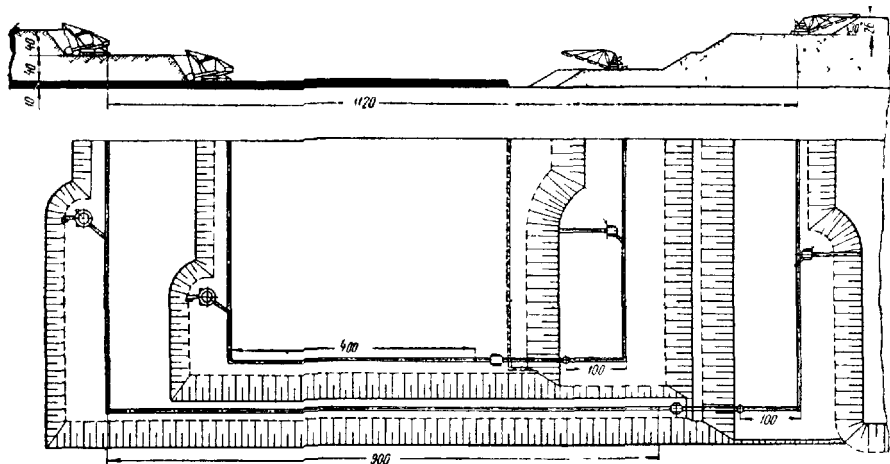


Рис. 76. Транспортная система разработки с применением ленточных конвейеров

При крутом залегании выемка пустых пород и полезного ископаемого производится последовательными слоями — уступами в нисходящем порядке. Разработке каждого нового горизонта предшествуют горнокапитальные и подготовительные работы по нарезке новых горизонтов и углубке траншей. Глубина карьеров при этой системе разработки систематически увеличивается.

В связи с тем, что при транспортных системах разработки производство вскрышных, отвальных и добычных работ осуществляется относительно независимо, создаются условия для подготовки вскрытых запасов полезного ископаемого больших размеров.

При транспортной системе разработки с перемещением вскрышных пород во внутренние отвалы железнодорожным транспортом разрабатывается значительное количество угольных и преобладающая часть рудных карьеров.

Транспортная система разработки с перемещением вскрышных пород во внешние отвалы автомобильным транспортом нашла широкое применение на карьерах по добыче цветных металлов и нерудных полезных ископаемых.

Транспортная система разработки с размещением породы во внутренних отвалах применяется при разработке месторождений с горизонтальным или пологим залеганием пластов, когда всю или часть породы можно разместить во внутренних отвалах.

Основными элементами транспортной системы разработки являются: высота уступа, ширина заходки и рабочих площадок и длина фронта работ.

На основании опыта и расчетных данных рекомендуемые основные элементы транспортной системы разработки приведены в табл. 30.

Таблица 30

Показатели	Элементы системы разработки при работе экскаваторов			
	ЭКГ-4		ЭКГ-8	
	без рыхления пород	с рыхлением пород	без рыхления пород	с рыхлением пород
Высота уступа, м	9,5—10,5	15,0—16,0	12,5—13,5	19,5—21,0
Ширина заходки, м	15,5—16,0	15,0—16,0	19,0—19,5	19,0—19,5
Ширина развала, м	—	30,0—32,0	—	38,0—39,0
Ширина рабочей площадки, м	60,0—62,0	75,0—78,0	68,0	87,0—88,0

Прогресс техники и технологии открытых разработок делает возможным применение транспортной системы при большой глубине разработки — до 500—700 м, где применение других систем практически пока не осуществимо.

§ 5. Комбинированные системы разработки

Комбинированные системы разработки представляют собой различное сочетание систем транспортных с транспортно-отвальными или бестранспортными системами. Их применяют в тех случаях, когда мощные наносы при горизонтальных или слабонаклонных пластах из-за недостаточных размеров рабочего оборудования (мощных одноковшовых экскаваторов, консольных отвалообразователей, транспортно-отвальных мостов) невозможно разрабатывать только одной бестранспортной или транспортно-отвальной системой.

При этой системе всю толщу наносов разбивают на две зоны: нижнюю зону наносов (основной уступ) разрабатывают по транспортно-отвальной или бестранспортной системе с высокими технико-экономическими показателями, а верхнюю (передовые уступы) — по транспортной системе, дающей обычно более низкие технико-экономические показатели. При комбинированной системе разработки усредненные технико-экономические показатели получаются более благоприятными, чем при одной транспортной.

На современных карьерах нашли применение следующие комбинации систем открытой разработки:

- транспортной с бестранспортной;
- транспортной с транспортно-отвальной;
- транспортной с гидромеханизационной;
- транспортной с гидромеханизационной и бестранспортной и др.

Комбинированная система разработки применяется на буроугольных карьерах Днепровского бассейна, а также на Богословских, Райчихинских, Черемховских угольных карьерах.

Комбинированная система разработки будет применена на Шевченковском карьере Никопольского марганцевого бассейна, где основной уступ будет отрабатываться по транспортно-отвальной системе мостовым комплексом, а верхний — по транспортной с применением транспортного комплекса машин производительностью 3000 м³/ч.

Параметры и конструкция комбинированных систем разработки зависят от конкретных горногеологических условий залегания месторождения и размеров применяемого горнотранспортного оборудования.

При рациональном сочетании комбинированные системы разработки весьма эффективны, они позволяют расширять границы применения бестранспортных и транспортно-отвальных систем, а следовательно, и область применения открытых горных работ.

§ 6. Специальные системы разработки

При специальных системах разработки для производства вскрышных работ применяется оборудование, представленное башенными экскаваторами, кабельными кранами, скреперами. Сюда же относятся и системы разработки с применением средств гидромеханизации.

Башенные экскаваторы представляют собой сооружение, состоящее из головной и хвостовой башни, которые установлены на поверхности, на противоположных бортах карьера и имеют железнодорожный ход. Хвостовая и головная башни между собой соединены системой канатов.

Ковш башенного экскаватора укрепляется на канатах.

Башенный экскаватор применяется на мягких породах и осуществляет как зачерпывание породы в ковш, так и транспортирование ее и разгрузку на борту карьера у головной башни.

Кабельные краны отличаются от башенных экскаваторов тем, что у них ковш не приспособлен для черпания породы. Загрузка ковша кабельного крана осуществляется экскаваторами.

Вследствие низкой производительности и небольшой возможной глубины разработки башенные экскаваторы и кабель-краны в настоящее время практически не применяются.

Скреперные установки (стационарные и колесные) находят применение при разработке месторождений с небольшой мощ-

ностью покрывающих пород. Чаще всего колесные скреперы применяются как вспомогательные механизмы, производящие выемку вскрышных пород на отдельных участках карьера.

Наиболее широко при специальных системах разработки применяется гидромеханизация вскрышных работ.

Гидромеханизация может применяться только при разработке горных пород, доступных размыву потоком воды.

Основные сведения по гидромеханизации приведены в гл. IX.

ГЛАВА IX

ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

§ 1. Общие сведения

Гидромеханизация на открытых разработках является одним из видов комплексной механизации горных работ, при которой отделение горных пород от целика, транспортирование и укладка их в отвалы производится потоком воды.

Сущность процесса гидромеханизации заключается в создании направленной струи воды, истекающей под давлением на забой. Под действием энергии потока воды порода отделяется от целика и перемешивается с водой, образуя пульпу (смесь воды с частицами грунта). Пульпа транспортируется самотеком или под напором к приемным пунктам на поверхности.

Различают два основных способа разработки при гидромеханизации, отличающихся друг от друга принципами размыва грунта: гидромониторный и разработка плавучими земснарядами (рис. 77).

Гидромониторная разработка осуществляется посредством гидромониторов, которые служат для создания плотной компактной струи (рис. 77, а). Истекающая под большим давлением струя из ствола гидромонитора размывает породу, отделяя ее от целика.

Разработка плавучими землесосными снарядами основана на принципе всасывания грунта из-под воды (рис. 77, б). Плавучие земснаряды могут применяться при наличии естественных или специально созданных водоемов.

Рациональное применение гидромеханизации на открытых горных работах зависит в основном от способности грунтов легко поддаваться размыву, обеспеченности района достаточным количеством воды, электроэнергии, наличия площадей для размещения отвалов и благоприятных климатических условий.

Особенно большое влияние на эффективное применение гидромеханизации оказывает крепость и связность горных пород. Наиболее легко размываемыми породами являются пески и глинисто-песчаные грунты. Глины и глинистые грунты относятся к трудно-

размываемым породам, и их разработка сопряжена с повышенным удельным расходом воды и электроэнергии.

Учитывая, что гидромеханизационная разработка является весьма энергоемким процессом, ее эффективность по сравнению с другими способами во многом зависит от стоимости электроэнергии. Так, например, в районах с дешевой электроэнергией гидромеханизация будет экономичнее экскаваторного способа разработки, а в районах с высокой стоимостью энергии ее применение может оказаться совершенно нецелесообразным. При низких температурах вследствие обледенения механизмов, труб и часто полного замерзания воды применение гидромеханизации на открытых горных работах становится практически невозможным. Поэтому в суровых климатических условиях северных районов Советского Союза гидромеханизация является сезонным способом разработки, что существенно влияет на ее технико-экономические показатели, а в отдельных случаях вообще исключает возможность применения гидромеханизированного способа разработки.

Преимущества гидромеханизации открытых горных работ:

непрерывность производственного процесса по отделению грунта от целика, транспортированию его и укладке пустых пород в отвал или доставке полезного ископаемого на

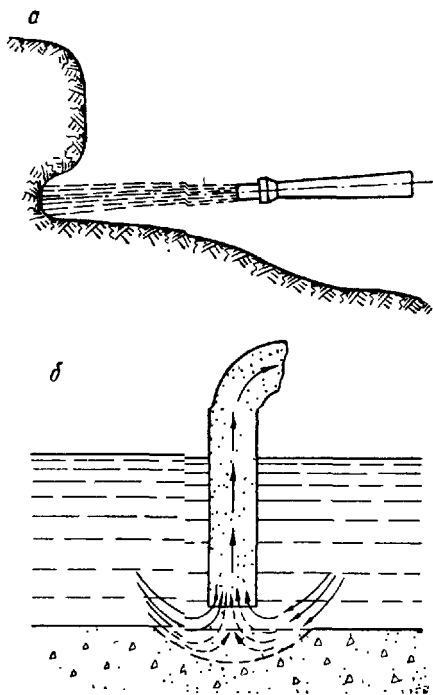


Рис. 77. Способы гидромеханизационной разработки:

а — гидромониторный, б — плавучим земснарядом

обогадительную фабрику;

простота и невысокая стоимость гидромеханизационного оборудования при незначительном его весе и размерах;

высокая производительность труда рабочих; при наличии дешевой электроэнергии низкая стоимость выемки и транспортирования горной массы;

относительно небольшие объемы горнокапитальных работ по строительству траншей вследствие возможности вертикального подъема пульпы по трубопроводам;

возможность осуществления попутного обогащения полезного ископаемого.

Недостатки гидромеханизации открытых горных работ:
ограниченность условий применения;
сезонность работы гидромеханизационного оборудования на карьерах;
резкое уменьшение производительности и увеличение стоимости разработки по мере возрастания степени трудности размываемости пород;

сравнительно высокий расход электроэнергии.

Использование потока воды для выемки полезного ископаемого издавна привлекало внимание людей. В России (на Урале и в Сибири) гидравлический способ разработки россыпей начал применяться еще в начале XIX в. Развитие гидромеханизации шло в те времена по пути применения естественного напора воды и самотечного гидротранспорта. Однако в дореволюционный период развития этот способ из-за низкого уровня машиностроения не получил широкого развития.

В послереволюционные и особенно в послевоенные годы нашей машиностроительной промышленностью было создано мощное гидромеханизационное оборудование (насосы, землесосы, и плавучие землесосные снаряды), что позволило превратить гидромеханизированный способ в один из основных при производстве земляных работ.

В настоящее время этот способ широко применяется при производстве вскрышных работ при добыче угля, руд и строительных материалов, а также на строительстве карьеров, каналов и гидроэлектростанций. Так, на строительстве крупных гидроэлектростанций удельный вес гидромеханизации в общем объеме земляных работ составляет более 50%, а при разработке россыпных месторождений он значительно преобладает над другими способами.

Широкое распространение гидравлический способ разработки находит и в зарубежных странах.

В последние годы гидромеханизированный способ начал широко внедряться на выемке, транспортировании и выдаче угля на поверхность при подземном способе добычи.

§ 2. Гидромониторная разработка

При гидромониторной разработке в качестве оборудования для размыва породы применяются гидромониторы (рис. 78), которые служат для создания плотной, компактной струи и управления ею при размыве пород.

Принцип работы гидромониторов заключается в следующем. Нижнее колено гидромонитора подсоединяется к трубопроводу, из которого вода поступает под давлением в гидромонитор. Вода попадает в ствол, который представляет длинную суживающуюся трубу, и выбрасывается через насадку, закрепленную на конце ствола.

Для предотвращения завихрения в гидромониторных струях ствол снабжается успокоителями, которые в виде направляющих лопаток приварены внутри ствола продольно его оси.

С этой же целью диаметр ствола суживается к выходному отверстию.

Для увеличения работоспособности струи гидромонитор снабжается насадкой, закрепляемой на выходном отверстии ствола.

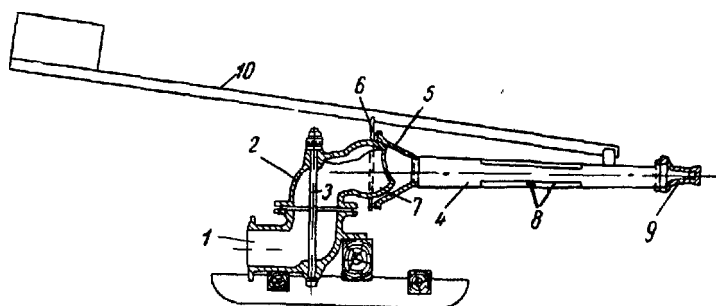


Рис. 78. Схема гидромонитора с центральным болтом:

1 — нижнее колено, 2 — верхнее колено, 3 — центральный стяжной болт, 4 — ствол, 5 — раструб ствола, 6 — вращающийся фланец, 7 — шаровой шарнир, 8 — успокоители струи, 9 — насадка, 10 — водило

Наибольшее распространение получили насадки с углом конусности 13° . Длина насадки должна быть в 4—5 раз больше ее диаметра.

Гидромонитор позволяет создать плотную струю, управлять ее полетом, а также изменять угол наклона струи от горизонта вверх на $30\text{—}32^\circ$ и вниз на $18\text{—}30^\circ$. Поворот в горизонтальной плоскости осуществляется на 360° . Управление гидромонитором производится посредством рычага — водила

Струя воды, вылетающая из насадки гидромонитора, в поперечном сечении разделяется на три зоны (рис. 79).

Первая зона характеризуется плотной массой в виде ядра; вторая зона — вокруг ядра, менее плотная, с пузырьками воздуха; третья зона — вокруг второй зоны, молочного цвета, состоит из отдельных струек и мелких капель воды.

По длине струя также разделяется на три участка. На первом участке имеются первая и вторая зоны, на втором — вторая и третья зоны, на третьем — только третья зона. Поперечное сечение, где исчезает ядро, называется переходным сечением. Для разработки пород струей воды наиболее эффективен первый и в меньшей мере второй участок.

Длина участков зависит от напора и диаметра насадки. Чем больше напор, тем больше длина работоспособной части струи.

Размыв уступа в зависимости от направления струи гидромонитора по отношению к направлению стока пульпы может про-

изводиться встречным, попутным и комбинированным забоями (рис. 80).

При работе встречным забоем гидромонитор устанавливается на нижней площадке уступа, и сток пульпы осуществляется в обратном направлении по отношению к полету струи.

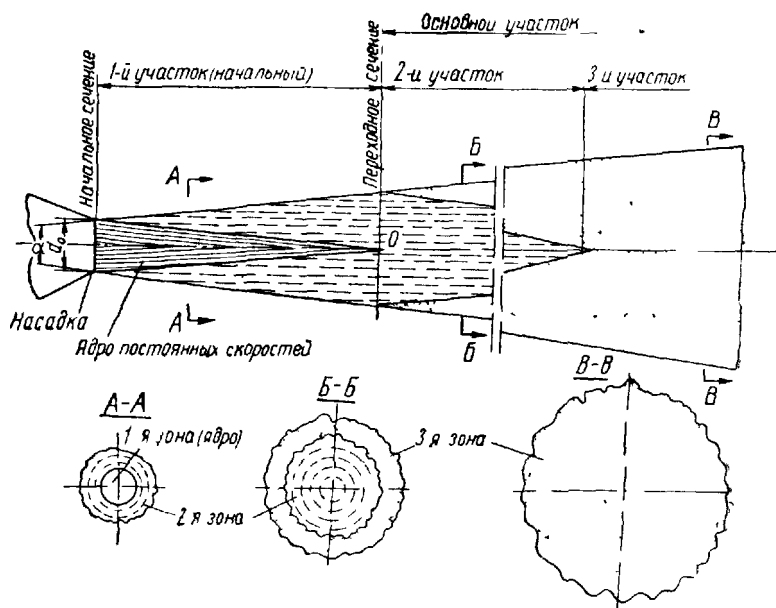


Рис 79. Участки гидромониторной струи

Разработка уступа осуществляется путем подрезки нижней части уступа — устройство вруба, представляющего собой горизонтальную щель высотой 0,3—0,4 м (подрезка уступа является наименее производительной операцией, расход воды здесь в 3—4 раза выше, чем на смыве породы). После образования вруба происходит обрушение части породы, которая смывается водой. Во время смыва расход воды, а следовательно, и электроэнергии значительно ниже, чем на подрезке уступа.

Эффективность работы гидромониторов в значительной степени зависит от расстояния их установки от забоя. Поэтому по мере подвигания забоя осуществляется периодическая переноска гидромониторов и наращивание водовода.

Минимальное расстояние гидромонитора от забоя

$$L_{\min} = kH,$$

где k — поправочный коэффициент, зависящий от угла откоса уступа (0,8—1,3);

H — высота уступа, м.

Высота уступа при гидромониторной разработке составляет 8—10 м, но иногда она достигает 18—20 м.

Максимальное расстояние гидромонитора от забоя

$$L_{\max} = L_{\min} + a,$$

где a — шаг передвижки гидромонитора, равный или кратный длине секций водовода (обычно 6—12 м).

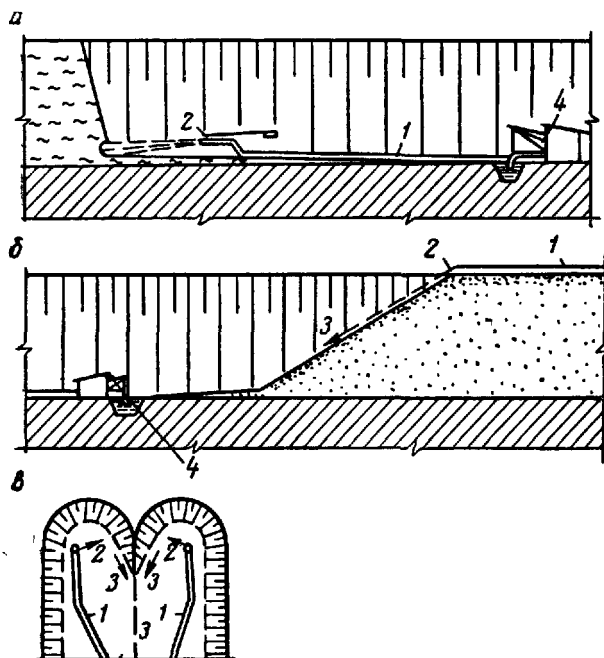


Рис. 80. Схемы размыва уступа:

a — встречным забоем, $б$ — попутным забоем, $в$ — встречно-попутным забоем. 1 — водовод, 2 — гидромонитор, 3 — направление потока пульпы, 4 — землесос

В последнее время на карьерах Кузбасса между трубопроводом и монитором вставляют специальный отрезок трубы, который имеет шарнирное соединение с трубопроводом и монитором. Это позволило увеличить радиус действия гидромонитора, сократить частоту передвижек и обеспечить наиболее эффективное расстояние между забоем и гидромонитором.

Способ размыва попутным забоем применяется при установке гидромонитора на верхней площадке уступа (рис. 80, $б$). В этом случае направление движения струи и стока пульпы совпадают.

Преимуществом размыва попутным забоем являются лучшие условия труда (водовод и гидромонитор находятся на верхней необводненной площадке. Ввиду того, что энергия струи интенсифи-

фицирует сток пульпы, уклон для стока можно принимать меньшим.

Существенным недостатком размыва попутным забоем является то, что струя под тупым углом работает с меньшей эффективностью, чем под прямым углом при встречном размыве.

Иногда применяют комбинацию способов размыва попутным и встречным забоями. Разработка попутно-встречным забоем применяется при наличии гравия, гальки.

Специфической особенностью гидромониторной разработки является наличие в нижней части уступа недомыва.

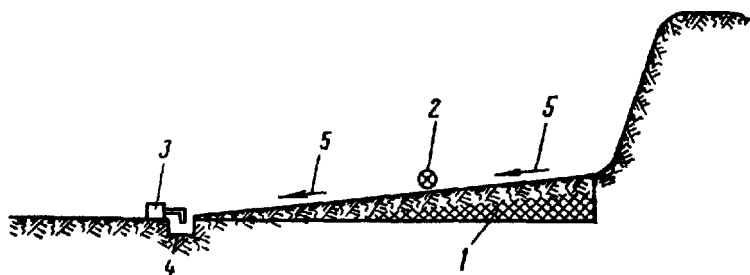


Рис. 81. Недомыв при гидромониторной разработке:

1 — недомыв, 2 — гидромонитор, 3 — землесос, 4 — зумпф,
5 — направление стока пульпы

Недомыв — это оставшаяся невынутая часть породы в уступе, разрабатываемая гидравлическим способом (рис. 81). Оставление недомыва вызывается необходимостью иметь значительный уклон землесосной установки от забоя к зумпфу для обеспечения самотечного стока пульпы. Величина этого уклона зависит от физико-механических свойств горных пород и колеблется от 1,5 до 7%. Так, например, при расстоянии между забоем и зумпфом землесосной установки 50 м и уклоне 7% высота недомыва в конечной точке составит 3,5 м.

Объем недомыва, остающийся после гидромониторной выемки, по отношению к общему объему вскрыши составляет обычно 6—15%, достигая в отдельных случаях 20%.

Уборка недомыва чаще осуществляется с помощью экскаваторов или бульдозеров, которые концентрируют породу из недомыва в навал, после чего она размывается гидромонитором и поступает в зумпф землесоса.

Для повышения эффективности гидромониторной разработки трудноразмываемых пород (глин, суглинков) иногда применяют ослабление породного массива посредством предварительного водонасыщения. С этой целью параллельно верхней бровке разрабатываемого уступа на расстоянии от нее, равном половине высоты уступа, в грунт внедряют трубы диаметром 12—

19 м. От водовода через шланги в трубки подается вода под давлением до 8—9 ат. Трубки внедряют в грунт одновременно с подачей напорной воды. После внедрения трубок на полную высоту уступа производят насыщение массива водой. Расстояние между трубками в ряду равно 3—5 м. С помощью предварительного насыщения достигается образование трещин с последующими оползнями грунта к подошве уступа, где он размывается гидромонитором со значительно меньшим расходом воды и энергии.

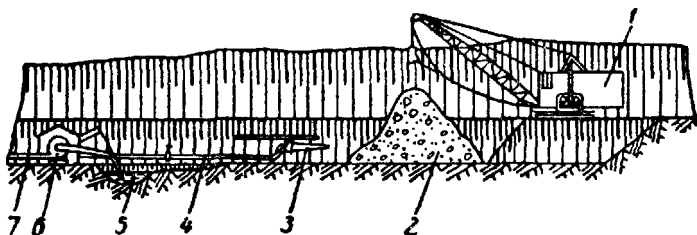


Рис. 82. Схема экскаваторно-гидромеханизированной разработки при размыве породы в навале:

1 — экскаватор, 2 — навал породы, 2 — гидромонитор, 4 — водовод, 5 — зумпф, 6 — землесосная установка, 7 — пульповод

Экскаваторно-гидромеханизационная разработка. При экскаваторно-гидромеханизационной разработке отделение породы от массива и ее рыхление осуществляются экска-

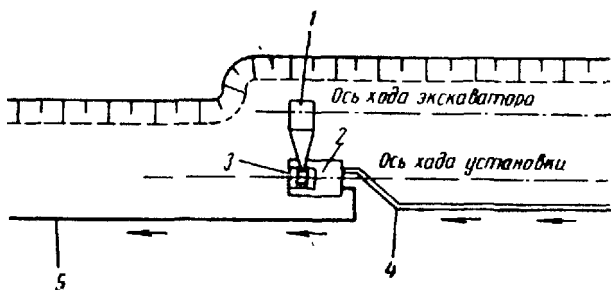


Рис. 83. Схема экскаваторно-гидромеханизационной разработки при размыве породы в передвижных землесосных установках:

1 — экскаватор, 2 — передвижная землесосная установка, 3 — бункер-смеситель, 4 — водовод, 5 — пульповод

ваторами или бульдозерами, а размыв и транспортирование — средствами гидромеханизации.

В зависимости от места размыва породы, вынутой экскаватором, различают работу экскаватора в навал и в передвижную землесосную установку.

При работе в навал экскавируемая порода укладывается на нижнюю площадку уступа, где она размывается гидромониторной

струей (рис. 82). Образовавшаяся пульпа поступает в зумпф и землесосной установкой транспортируется по пульпопроводу на гидроотвалы.

При передвижных землесосных установках размыв породы осуществляется в бункерах-смесителях. Передвижная землесосная установка на железнодорожном или гусеничном ходу (рис. 83) состоит из бункер-смесителя, в который разгружается порода из ковша экскаватора, землесоса, механизмов передвижения и системы трубопроводов. В бункер-смеситель подводится вода, которая, действуя на находящуюся там породу, размывает ее, и образовавшаяся пульпа транспортируется по пульпопроводу.

Сочетание экскаваторной выемки с гидромеханизированным транспортом позволяет увеличить использование экскаватора во времени по сравнению с колесным транспортом на 15—30%.

§ 3. Разработка плавучими землесосными снарядами

Плавучий землесосный снаряд представляет собой землесосную установку, расположенную на понтоне (рис. 84).

Разработка плавучими земснарядами основана на принципе всасывания частиц грунта. При работе землесоса конец всасывающей трубы находится на некотором расстоянии от грунта. Благодаря создающемуся разрежению частицы грунта увлекаются потоком воды и попадают в землесос, откуда по пульпопроводу транспортируются на поверхность. Для облегчения засасывания грунта во всас землесоса при связных грунтах часто применяются механические рыхлители, которые способствуют более легкой разработке грунта. Рабочий орган рыхлителя выполнен в виде фрезы.

Пульпа с земснаряда по плавучему пульповоду поступает на магистральный, расположенный на берегу. В зависимости от типа земснаряда длина плавучего пульповода составляет от 100 до 500 м, а диаметр пульповода 350—800 мм.

Перемещение земснаряда осуществляется посредством свайного аппарата и якорей с канатами.

Мощные земснаряды позволяют вести разработку грунта на глубине до 15 м.

В Советском Союзе работают землесосные снаряды 100—35; 300-40; 500-60; 1000-80. Первая цифра указывает среднюю часовую производительность земснаряда в куб. метрах, вторая — напор, развиваемый землесосом в метрах водяного столба. Основные технические данные плавучих землесосных снарядов приведены в табл. 31.

Разработка плавучими земснарядами может производиться при наличии естественных или искусственных водоемов. Этот способ применялся на строительстве Лебединского железорудного карьера. Удельный расход электроэнергии, а также стоимость разработки при применении земснарядов ниже, чем при гидромониторной разработке, поскольку здесь необходимость подачи напорной воды отсутствует.

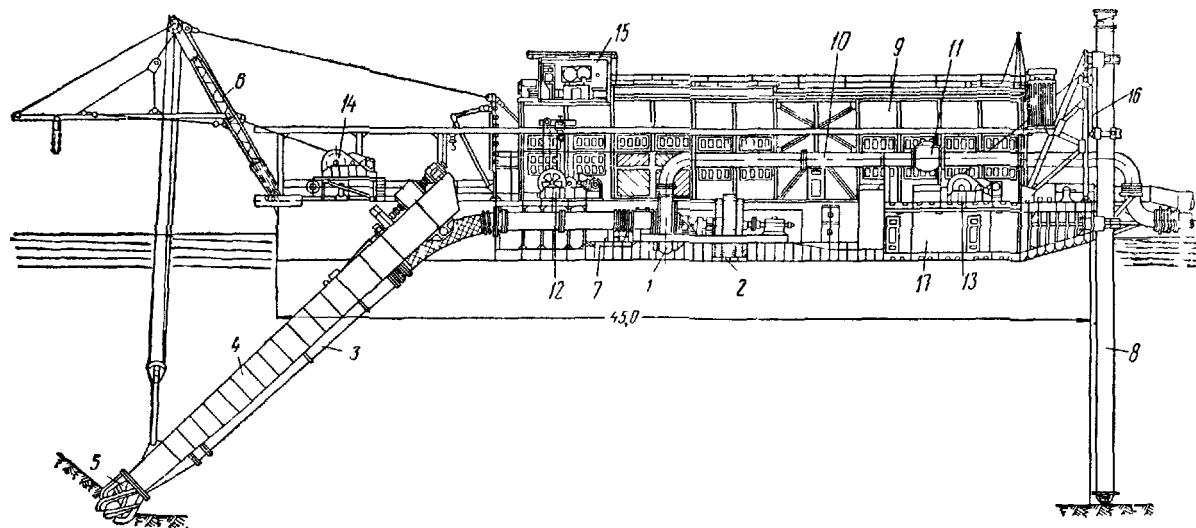


Рис 84 Плавучий землесосный снаряд

1 — землесос 2 — электродвигатель 3 — всасывающая труба, 4 — рама рыхлителя и всасывающих устройств 5 — фрис за рыхлителя 6 — стрела подъема рамы рыхлителя 7 — корпус 8 — лапильонажные сваи 9 — надстройка 10 — напорный трубопровод 11 — обратный клапан 12 — лебедка бокового перемещения землесосного снаряда 13 — лебедка подъема свай 14 — лебедки подъема рамы 15 — будка управления 16 — крепление свай, 17 — помещение для команды

Таблица 31

Показатели	Типы землесосных снарядов			
	100-35	300-40	500-60	1000-80
Марка землесоса	ЗГМ-35	20Р-11	500-60	100-80
Диаметр плавучего трубопровода, мм	350	500	700	800
Диаметр магистрального трубопровода на берегу, мм	400	600	800	980
Общая установленная мощность, кВт	400	1227	2970	5130
Напряжение для главного двигателя, в	6000	6000	6000	6000
Наибольшая глубина подводного забоя, м	7	11	15	15
Наименьшая глубина подводного забоя, м	2	3	4	6
Мощность главного двигателя, кВт	340	864	2439	4400
Мощность двигателя рыхлителя, кВт	28	115	180	310
Вес землесосного снаряда, т	64,16	212	400	650
Размеры корпуса, м:				
ширина	8,06	9,5	11,0	12,2
длина	18,06	30,0	37,0	45,0
высота борта	1,32	2,0	2,3	2,85

§ 4. Гидравлический транспорт и гидроотвалы

Гидравлический транспорт

Гидравлический транспорт по сравнению с колесным имеет следующие преимущества:

непрерывность процесса транспортирования;
высокая производительность и низкая себестоимость транспортирования при простоте конструкции.

Гидротранспорт может быть безнапорным (самотечным) и напорным. Для самотечного гидротранспорта необходим определенный уклон поверхности, который создается за счет разницы отметок между начальным и конечным пунктами движения пульпы. Самотечное транспортирование осуществляется по земляным или бетонированным канавам, а также по специальным лоткам и желобам. В зависимости от шероховатости поверхности стенок канав, желобов и лотков, а также от вида транспортируемого грунта необходимые уклоны для самотечного транспортирования колеблются от 0,015—0,02 до 0,08—0,10. По разности отметок (начала и конца движения пульпы) и по необходимому уклону определяют возможную длину самотечного транспортирования по формуле

$$L = \frac{H_1 - H_2}{i} \text{ или } \frac{H_1 - H_2}{L} \geq i,$$

где H_1 — отметка начального пункта транспортирования (подошва забоя), м;

H_2 — отметка конечного пункта транспортирования, м;

i — уклон, необходимый для движения пульпы;

L — длина транспортирования, м.

Расход воды на самотечное транспортирование 1 м³ породы составляет от 1—2 до 6—8 м³.

Напорный гидравлический транспорт осуществляется по специальному трубопроводу, называемому пульповодом. Скорость движения пульпы в трубопроводе оказывает значительное влияние на экономичность гидротранспорта. Высокие скорости движения пульпы требуют большого расхода электроэнергии, а малые приводят к быстрому износу труб. Наиболее рациональной считается такая наименьшая скорость потока, при которой частицы грунта перемещаются в воде во взвешенном состоянии. Эту ско-

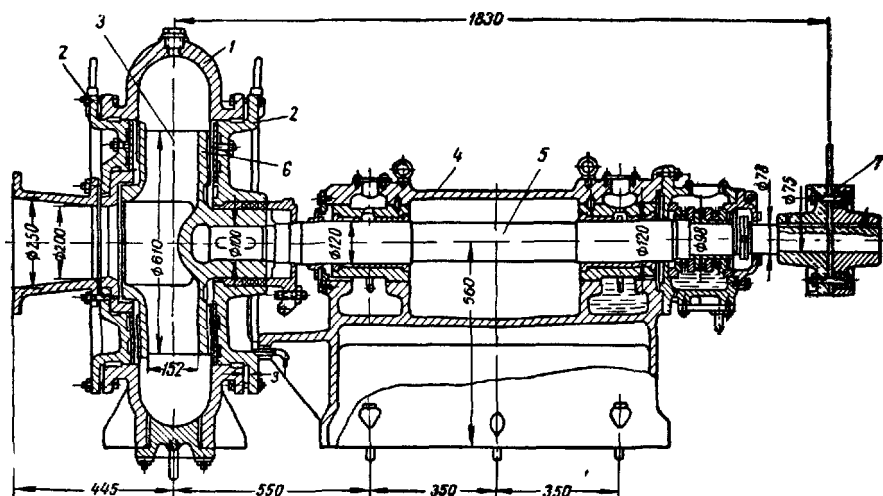


Рис 85 Продольный разрез землесоса 8НЗ

рость принято называть критической. Величина критической скорости движения потока зависит от гранулометрического состава и удельного веса частиц грунта, а также от диаметра пульповода. Ориентировочные значения критических скоростей при диаметре пульповода 500 мм для глинистых грунтов составляют 2,5 м/сек, а для песчаных 3,8 м/сек.

Основным механизмом при гидравлическом транспорте являются землесосные установки. Землесос представляет собой специальную конструкцию центробежного насоса, предназначенного для перекачки пульпы. Основными частями землесоса являются (рис. 85): корпус 1, крышки 2 со стороны всаса и нагнетания, рабочее колесо 3, чугунная опорная стойка 4, вал 5, торцовые разгрузочные лопатки 6 и муфта 7. В связи с наличием в пульпе твердых частиц быстроизнашивающиеся части землесоса (рабочее колесо и крышка корпуса) изготавливаются из стали с повышенной износостойкостью.

При гидромониторной разработке землесосная установка состоит из землесоса с всасывающей трубой и электродвигателя с

пусковой аппаратурой. Установка монтируется на металлической раме с салазками. Перемещение осуществляется трактором или ручной лебедкой.

На открытых разработках применяются землесосы различных типов. Наиболее часто используются землесосы с производительностью по воде от 400 до 1600 м³/ч. Полный напор колеблется для различных землесосов преимущественно от 25 до 80—100 м вод. ст., достигая в отдельных случаях 200—250. Диаметр всасывающего патрубка составляет 150—300 мм, напорного патрубка 125—300 мм. Мощность электродвигателя зависит от производительности землесоса и напора и колеблется от 100 до 950 квт. Для большинства землесосов наибольший размер пропускаемых кусков породы составляет 60—200 мм.

Гидроотвалы

При гидравлическом транспорте вскрышные породы размещают на гидроотвалах.

Наиболее целесообразно гидроотвалы располагать в оврагах, ложбинах и других естественных углублениях. В случае отсутствия их используют участки, ограниченные дамбами. Обвалование таких участков осуществляется экскаваторами или бульдозерами.

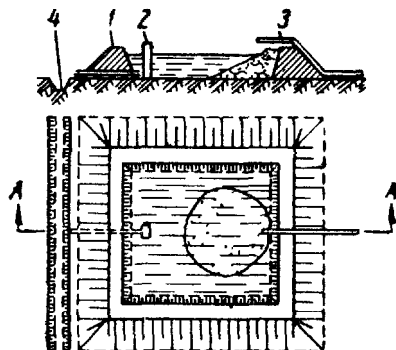


Рис 86 Схема гидроотвала:

1 — дамба обвалования, 2 — колодец, 3 — участки гидроотвала, 4 — канава

При гидравлическом отвалообразовании (рис. 86) торец пульповода поднимается на опоры, имеющие высоту 2—3 м. По мере намыва грунта пульповод поднимается выше до проектной отметки отвала. После намыва грунта в начальном положении пульповод постепенно наращивается по длине, заполняя новые участки гидроотвала.

При укладке породы в гидроотвалы крупные и тяжелые частицы откладываются вблизи места выброса пульпы, а более мелкие частицы уносятся потоком воды на значительное расстояние. Осаждение мелких частиц и осветление воды происходит в прудах-отстойниках, находящихся у водосборного колодца.

§ 5. Водоснабжение гидроустановок

Снабжение гидроустановок водой осуществляется из естественных и искусственных водоемов. Вследствие большого удельного расхода воды, который в зависимости от физико-механических свойств пород колеблется от 3—4 до 12—15 м³, и больших объемов

гидромеханизационных работ на карьерах водоснабжение является весьма важным вопросом и играет, зачастую, решающую роль в выборе способа разработки.

Водоснабжение может быть самотечным и принудительным посредством насосов. Самотечное снабжение водой возможно при соответствующем рельефе местности, когда источник водоснабжения находится значительно выше отметки уступа, на котором осуществляется гидромеханизация.

Принудительное водоснабжение осуществляется специальными насосными станциями. Для подачи воды применяются центробежные насосы производительностью до $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Вода к гидроустановкам подается по системе водоводов. Последние подразделяются на магистральные, распределительные и рабочие. Магистральные водоводы являются стационарными и служат для подачи воды от насосных станций до района действия гидроустановок. Здесь от магистрального водовода ответвляются распределительные водоводы, которые подают воду для группы действующих гидроустановок, как правило, расположенных вблизи друг от друга. Непосредственное снабжение оборудования водой от распределительных водоводов до гидроустановок осуществляют с помощью рабочих водоводов.

Трубы применяют металлические диаметром от 100 до 1100 мм.

Водоснабжение может быть прямым и с кругооборотом воды.

Прямое водоснабжение (рис. 87, а) предусматривает размещение насосной станции непосредственно у источника. Вода к гидроустановкам подается насосами. После поступления пульпы на отвал осветленная вода сбрасывается в водоисточник. При прямом водоснабжении вода используется в технологическом процессе гидромеханизации один раз. Прямое водоснабжение можно применять в том случае, когда дебит водоисточника больше или по крайней мере равен расходу воды всех гидромониторов карьера с учетом потерь.

Водоснабжение с кругооборотом (рис. 87, б) предусматривает многократное использование воды. При этой схеме насосная станция располагается у водохранилища, которое пи-

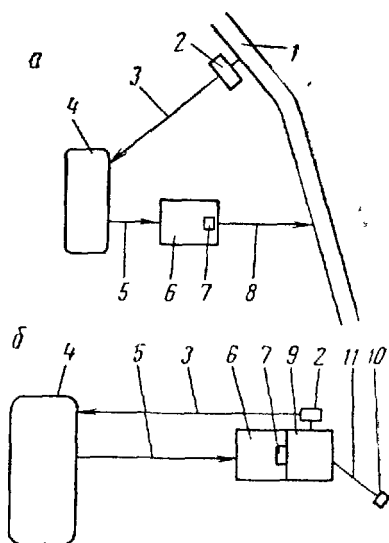


Рис 87 Схемы водоснабжения гидроустановок

а — прямое, б — с кругооборотом, 1 — река, 2 — основная насосная станция, 3 — водовод, 4 — карьер, 5 — пульповод, 6 — отвал, 7 — водосборный колодец, 8 — водосборная канава, 9 — отстойник, 10 — насосная станция подпитки, 11 — водовод

тается водой из пруда-отстойника. Вследствие наличия потерь в водохранилище периодически добавляют воду, т. е. производят подпитку. Подпитка осуществляется вспомогательной насосной станцией, находящейся у реки. Потери воды составляют примерно около 10—20% от общего потребления.

Водоснабжение с кругооборотом обычно применяется при недостаточном дебите водоисточника.

ГЛАВА X

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА

§ 1. Основные принципы размещения предприятий открытых разработок

Размещение производительных сил в нашей стране основано на принципах народнохозяйственной эффективности в интересах укрепления мощи нашего государства и обеспечения все более полного удовлетворения растущих материальных и культурных потребностей трудящихся.

В основу размещения производительных сил в современных условиях положено:

равномерное размещение промышленных предприятий по территории страны. Планомерное развитие промышленности по всей стране имеет огромное значение для укрепления оборонной мощи СССР, способствует ликвидации различия между городом и деревней, устранению деления областей на производящие и потребляющие;

приближение промышленности к источникам сырья, топлива, энергии к районам потребления. Это способствует ликвидации нерациональных и излишних дальних перевозок, приводит к росту производительности труда и снижению себестоимости промышленной продукции;

промышленное развитие национальных окраин и отсталых в прошлом районов страны;

правильная специализация и комплексное развитие народного хозяйства.

§ 2. Основные фонды горнодобывающей промышленности

Для нормальной производственной деятельности каждому промышленному предприятию необходимы средства производства, которые в зависимости от характера их участия в производственном процессе делятся на средства труда (машины, двигатели, здания,

сооружения и др.) и предметы труда (сырье, топливо, материалы и др.).

Средства производства в зависимости от характера их использования делятся на основные фонды и оборотные средства.

Основные фонды — это та часть средств производства, которая длительное время многократно участвует в процессе производства, не изменяет в течение всего периода своей натуральной формы и лишь постепенно изнашивается, перенося частями свою стоимость на готовую продукцию.

Оборотные средства — целиком входят в состав стоимости выпускаемого продукта.

Основные фонды в социалистическом народном хозяйстве учитываются не только в натуральном выражении (количество экскаваторов, электровозов, кубатура зданий и сооружений и т. д.), но имеют и стоимостное выражение.

Денежная оценка основных фондов необходима для правильной калькуляции продукции, для осуществления хозяйственного расчета и определения рентабельности предприятия.

В целях установления грани между основными и оборотными фондами в практике учета принято в основные фонды включать только такие предметы, которые могут служить больше одного года независимо от их стоимости. В основные фонды не включаются предметы стоимостью менее 50 руб. за единицу независимо от срока их службы.

По сфере использования основные фонды подразделяются на промышленно-производственные и непромышленные.

Промышленно-производственные фонды — здания и сооружения, горные выработки, силовое и производственное оборудование, приспособления и инструменты, хозяйственный инвентарь, запасные части и материалы.

Непромышленные основные фонды — сельскохозяйственные, торговые здания, машины и оборудование, находящиеся в подсобном хозяйстве, жилищное и культурно-бытовое хозяйство.

§ 3. Учет и оценка основных фондов

Правильная оценка основных фондов имеет большое значение для их учета, планирования и контроля использования.

Оценка основных фондов производится по первоначальной, восстановительной и остаточной стоимости.

Первоначальная стоимость — это общая сумма фактических затрат на строительство или приобретение объекта, включая расходы по доставке и монтажу в цехах на момент строительства или приобретения.

Восстановительная стоимость — стоимость приобретения или постройки предметов основных фондов в современных условиях применительно к уровню цен на момент переоценки. Разрыв между первоначальной и восстановительной стоимостью тем

больше, чем больше срок, в течение которого переоцениваемые основные фонды находились в эксплуатации.

В промышленности СССР общая переоценка основных фондов по восстановительной стоимости была проведена в 1925 г., затем — в 1960 г.

Остаточная стоимость — стоимость по первоначальной или восстановительной стоимости с учетом износа основных фондов. Такая оценка показывает стоимость, которую основные фонды еще не перенесли на готовую продукцию.

На каждом предприятии для определения величины основных фондов в денежном выражении составляется баланс основных фондов на определенную дату (например, на начало года).

В процессе производства основные фонды, не теряя своей первоначальной формы, постепенно изнашиваются. Перенесение стоимости основных фондов по частям на выработанную продукцию называется а м о р т и з а ц и е й. Амортизация обеспечивает непрерывное возмещение износа основных фондов в процессе производства. Часть первоначальной стоимости основных фондов, соответствующая степени износа, включается в себестоимость и в цену реализуемой продукции. Таким образом, стоимость износа основных фондов в горнорудной промышленности входит в себестоимость тонны полезного ископаемого.

Амортизационные отчисления образуют амортизационный фонд, который разбивается на две строго определенные части: одна расходуется в централизованном порядке на цели финансирования капитального строительства и переводится в стройбанк, а другая — остается в распоряжении карьера и расходуется на капитальный ремонт.

Основные фонды, подвергшиеся разрушениям в результате стихийного бедствия или военных действий, а также находящиеся в течение длительного времени в капитальном ремонте или на складе, не амортизируются.

Нормой амортизации называется величина ежегодных амортизационных отчислений, выраженная в процентах от полной первоначальной стоимости основных фондов.

Для определения нормы амортизации находится годовая сумма амортизации, которая определяется по формуле

$$A_r = \frac{K_n + C_{к\ p} - O}{T_{о\ ф}}, \text{ руб.},$$

где A_r — сумма амортизации за год, руб.;

K_n — первоначальная стоимость основных фондов, руб.;

$C_{к\ p}$ — стоимость капитальных ремонтов, производимых в течение всего срока службы основных фондов, руб.;

O — остаточная стоимость основных фондов, руб.;

$T_{о\ ф}$ — срок службы основных фондов, лет.

В зависимости от суммы амортизации, определяется норма амортизации по следующему выражению

$$A_n = \frac{A_r \cdot 100}{K_n}, \%$$

Рост добычи полезного ископаемого во многом зависит от степени использования основных фондов. С увеличением роста использования основных фондов растет производительность машин, снижаются эксплуатационные расходы, увеличивается производительность труда рабочих.

Улучшение использования основных фондов означает лучшее овладение новой техникой, что может быть достигнуто путем повышения квалификации рабочих, осуществления комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и других технических и организационных мероприятий. Постоянное улучшение использования основных фондов создает условия для систематического роста производственной мощности карьеров.

Правильно использовать основные фонды значит в совершенстве овладеть техникой, максимально использовать производственные мощности и получить больше продукции.

§ 4. Оборотные средства

Каждое вновь организуемое предприятие для обеспечения выполнения производственной программы, помимо основных фондов, получает от государства оборотные средства. На эти средства предприятие приобретает сырье, материалы и др.

Оборотные средства предприятия состоят из оборотных производственных фондов и фондов обращения. В промышленности оборотные производственные фонды в их денежном выражении составляют основную часть оборотных средств. К ним относятся главным образом предметы труда: сырье, вспомогательные материалы, топливо, полуфабрикаты и др. На карьерах сырье отсутствует, а имеются только вспомогательные материалы (взрывчатые вещества, лес и др.).

Фонды обращения состоят из подлежащей реализации готовой продукции и денежных средств.

Структура оборотных средств

Оборотные средства в сфере производства. *Производственные запасы* — сырье, основные материалы и покупные полуфабрикаты являются предметами труда, которые составляют основу изготавливаемого продукта, и входят в состав готовой продукции предприятия обрабатывающей промышленности. На карьерах этих расходов нет, следовательно нет и оборотных фондов по этой статье.

На вновь строящихся карьерах к сырью и основным материалам относятся разного рода строительные материалы; на обогащенных фабриках сырьем является уголь, руда и др.

Вспомогательные и прочие материалы, тара, запасные части для текущего ремонта в производственном процессе играют вспомогательную роль и вещественно не входят в готовый продукт. К ним на карьере относятся взрывчатые вещества, смазочные, обтирочные, лесные материалы и др.

Малоценные и быстроизнашивающиеся предметы и инвентарь. К этой группе относятся слесарно-механические, горные, измерительные и маркшейдерские приборы и инструменты, конторский и лабораторный инвентарь, спецодежда и другие предметы стоимостью до 50 руб. независимо от срока службы, а также со сроком службы до одного года, независимо от их стоимости.

Стоимость этих предметов на готовую продукцию переносится двумя частями: первая часть списывается в размере 50% в том месяце, когда предмет выписывался со склада, а вторая часть (50%) погашается в том месяце, когда выбывает из производства.

Топливо является одним из видов вспомогательных материалов, расходуемое на собственные производственные нужды карьеров — в механических мастерских, кочегарках, на отопление производственных зданий и т. д.

Незавершенное производство и полуфабрикаты собственного производства. К незавершенному производству относятся предметы труда, не прошедшие всех стадий производства и находящиеся в процессе обработки в цехе. В карьерах горнодобывающей промышленности ввиду малой длительности производственного цикла незавершенное производство отсутствует.

Расходы будущих периодов. В горнодобывающей промышленности имеют место производственные затраты, производимые в данном периоде, но которые будут иметь отношение к производству продукции в течение длительного времени. Такие затраты не могут быть списаны целиком в одном месяце или году, а должны быть соответствующими долями отнесены на добычу будущих периодов. В состав этих затрат на карьерах входят:

расходы на вскрышные работы, так как они обеспечивают добычу в будущее время;

расходы на материалы с более длительными сроками службы, к которым относятся: транспортные ленты, кабели гибкие, канаты стальные, стрелочные переводы, рельсы и т. д.;

расходы, по освоению новых изделий;

расходы, производимые одновременно, но списываемые равномерными частями (арендная плата, налоги и т. п.).

Фонды обращения. Готовая продукция. В готовую продукцию в горнодобывающей промышленности входит добытое и хранящееся на складах полезное ископаемое.

Для того чтобы предприятие не испытывало финансовых затруднений из-за нереализованного полезного ископаемого, находящегося на складе в ожидании отгрузки, ему выделяются обо-

ротные средства, равные себестоимости установленного запаса полезного ископаемого.

Продукция, отгруженная покупателям. С момента отгрузки продукции до момента поступления платежа за нее от покупателя проходит определенное время.

Для предотвращения финансовых затруднений предприятию для этих целей выделяется определенная сумма оборотных средств.

Средства в расчетах. Это — средства на выдачу заработной платы трудящимся, а также на выдачу подотчетных сумм и т. д.

Денежные средства. Для обеспечения нормальной хозяйственной деятельности предприятие всегда должно иметь определенную сумму наличных денежных средств в кассе и на расчетном счете, которые являются частью оборотных средств.

Оборотные средства по способу их регулирования и обеспечения запасов делятся на нормируемые и ненормируемые.

Нормирование оборотных средств производится для каждого вида отдельно. Различают норматив оборотных средств и норму оборотных средств.

Нормативом оборотных средств называется сумма оборотных средств, необходимая для обеспечения постоянных минимальных производственных запасов, незавершенного производства, готовой продукции, затрат будущих периодов, продукции, отгруженной покупателям, которая необходима для бесперебойной работы предприятия.

Подвижное установление нормативов оборотных средств является одним из важных условий их рационального использования. Заниженные нормативы оборотных средств не могут обеспечить бесперебойность производственного процесса, а завышение оборотных средств снижает эффективность их использования.

Норма оборотных средств выражается в днях запаса материальных ценностей, в процентах к обороту или в других относительных показателях.

Норма оборотных средств показывает, на какой период (в днях) предприятие должно быть обеспечено материальными ресурсами для бесперебойной работы предприятия.

§ 5. Организация производства и труда на карьере

Технологический процесс добычи полезного ископаемого открытым способом обладает рядом особенностей организации производства и труда, в значительной степени отличающихся от условий на других предприятиях. К этим особенностям относятся:

подвижность рабочего места (рабочее место в добычных и вскрышных забоях, а также на отвалах непрерывно перемещается);

влияние геологических условий (различная крепость пород), мощность и угол падения пласта, водообильность, геологические нарушения пласта или залежи полезного ископаемого и вскрышных пород, глубина разработки;

разбросанность рабочих мест (выполнение производственных процессов на вскрышных и добычных работах требует тесной взаимной связи между ними);

влияние климатических условий (продолжительность зимних простоев по климатическим условиям на месторождениях с мягким климатом значительно короче, чем на месторождениях, расположенных на севере и в Сибири).

Добыча полезного ископаемого открытым способом состоит из комплекса взаимоувязанных во времени и пространстве производственных процессов.

Ритмичная и высокопроизводительная работа на карьерах возможна только при хорошей организации и взаимной увязке как во времени, так и в пространстве всех без исключения производственных процессов из которых складываются как вскрышные, так и добычные работы.

Развитие техники социалистического производства влечет за собой изменения в способах его организации. Перед социалистической организацией производства и труда стоит основная цель — повышение производительности труда, усиление эффективности использования производственных фондов предприятия, максимально возможное увеличение объема продукции при данных производственных ресурсах. Достижение этой цели возможно за счет правильной расстановки рабочих, ликвидации простоев, широкого внедрения в производство технически обоснованных норм выработки.

Планом развития народного хозяйства предусматривается осуществить комплексную механизацию всех работ на карьерах с применением мощного вскрышного оборудования. Комплексная механизация — это такая степень механизации всех производственных процессов, при которой полностью вытеснен ручной труд и роль рабочего сводится к функции управления машинами и механизмами и контроля за их работой.

§ 6. Штат трудящихся карьера

Штат трудящихся карьера состоит из следующих групп:

промышленно-производственный персонал;

персонал капитального строительства;

персонал по капитальному ремонту;

непромышленный (непроизводственный) персонал.

Промышленно-производственный персонал делится на рабочих (добычных, вскрышных и отвальных участков и прочих цехов); инженерно-технических работников; горных мастеров и десятников; служащих; младший обслуживающий персонал и учеников индивидуального и бригадного обучения.

Персонал капитального строительства выполняет работу по строительству объектов капитального характера. Капитальное строительство финансируется за счет специальных ас-

сигнований, поэтому расходы по нему и штат персонала учитываются отдельно.

Персонал по капитальному ремонту занят на капитальном ремонте объектов, числящихся на балансе карьера.

Непромышленный (непроизводственный) персонал состоит из работников жилищно-коммунального хозяйства, курсовой сети, детских садов, клубов, по заготовке фуража, подсобных хозяйств карьера.

Рабочие постоянного и переменного состава. Все рабочие карьера делятся на две группы: рабочие переменного и постоянного состава. К переменному составу относятся рабочие, численность которых изменяется пропорционально объему производства. К этой группе относятся рабочие экскаваторных бригад, мостовых комплексов, комплексов, состоящих из роторных экскаваторов и консольно-ленточных отвалообразователей, переносчики конвейеров, рабочие отвального хозяйства, бурильщики и др.

К постоянному составу относятся рабочие, численность которых не зависит (до известного предела) от объема добычи полезного ископаемого. Численность этого персонала определяется методом расстановки рабочих по местам (мотористы главного водотлива и др.).

Планирование и учет численности по участкам и цехам и в целом по карьере производится по явочному и списочному составу (штат на работе и штат по списку).

Явочный состав — это количество рабочих, которые ежедневно должно выходить на работу.

Списочный состав — это количество рабочих, числящихся в списках карьера. Сюда относятся все трудящиеся как находящиеся на работе, так и отсутствующие из-за служебных командировок, отпусков, отдыхающие (при непрерывной рабочей неделе), временно нетрудоспособные, отвлеченные от работы по случаю исполнения государственных обязанностей и т. п.

Списочный штат трудящихся рассчитывается по формуле

$$N_c = N_{\text{я}} \cdot K_c, \text{ чел.},$$

где $N_{\text{я}}$ — явочный состав рабочих;

K_c — коэффициент списочного состава.

Коэффициент списочного состава есть отношение числа рабочих дней предприятия за год к плановому количеству выходов на одного рабочего за тот же период. Для определения количества выходов на одного рабочего по плану необходимо из общего количества календарных дней вычесть праздничные дни, выходные, отпускные и планируемые невыхода по уважительным причинам.

§ 7. Рабочее время и его использование

На карьерах основным режимом работы является прерывная рабочая неделя с круглосуточным производством вскрышных работ с общим выходным днем. В настоящее время на открытых разработках в угольной и железорудной промышленности установлен 7-часовой рабочий день; в предвыходные и предпраздничные дни длительность работы сокращается на один час.

Возможными режимами работы на карьерах в настоящее время могут быть следующие:

- три смены по 7 ч с общим трехчасовым перерывом в конце суток. Время перерыва используется для ремонта механизмов;
- три смены по 7 ч с часовым перерывом между сменами. Этот вариант режима встречается реже;
- три смены по 8 ч с часовым перерывом на обед (при пятидневной рабочей неделе).

Во вспомогательных цехах и службах работы производят в одну или две семичасовые смены.

Организация работ на вскрышных работах принимается при одноковшовых экскаваторах — круглогодичная, а при многоковшовых — сезонная. Количество дней работы оборудования на вскрыше зависит в основном от климатических условий. Работы по добыче полезного ископаемого обычно ведутся круглогодично.

Проведение ремонтов вскрышного оборудования в период остановки (в зимнее время) позволяет более производительнее использовать оборудование в более благоприятное летнее время года. Но наиболее трудным организационным вопросом при сезонном производстве вскрышных работ является вопрос производительного использования рабочих, занятых на вскрышных работах, в период прекращения работ. Сезонное ведение вскрышных работ при постоянном штате рабочих на предприятии возможно только при наличии высококвалифицированных рабочих, способных совмещать несколько профессий. Такое совмещение возможно и необходимо для рационального использования рабочих и содержания в порядке механизмов в процессе их эксплуатации.

§ 8. Формы организации труда

Основной формой организации труда является производственная бригада. Бригадный труд более производительный, чем индивидуальный, и приводит к уплотнению рабочего дня.

Производственная бригада — это коллектив рабочих, организованный на основе единого планового задания и общего рабочего места. Во главе бригады стоит бригадир, который назначается из числа опытных и квалифицированных рабочих приказом начальника карьера. В течение всей смены бригадир работает наравне со всеми членами бригады.

Различают специализированные и комплексные производственные бригады.

В специализированных бригадах рабочие объединяются по профессиям. При таком распределении труда норма выработки и сдельная расценка устанавливаются рабочим каждой профессии в отдельности, а не бригаде в целом.

В комплексной бригаде, являющейся основной формой организации труда в современных условиях, нет строгого разделения труда между ее членами. Каждый член бригады выполняет работу, соответствующую его профессии, однако по ходу производственного процесса может привлекаться к выполнению любой другой работы.

В комплексной бригаде нормы выработки и расценки устанавливаются не индивидуальные, а комплексные на одного члена бригады. Замер объемов выполненных работ и начисление заработка производятся не каждому рабочему в отдельности, а бригаде в целом. Величина заработка каждого члена бригады пропорциональна тарифным ставкам и количеству отработанных смен каждым членом бригады.

Производственные бригады бывают сменные и круглосуточные. В сменную бригаду входят рабочие только одной смены. Круглосуточные бригады объединяют рабочих, занятых в течение суток во всех сменах.

Основным преимуществом круглосуточных бригад является то, что рабочие всех смен заинтересованы в общих результатах работ бригады. Отсюда стремление каждого члена бригады, работающего в смене, не только работать хорошо самому, но и готовит и передавать рабочее место следующей смене.

В настоящее время в нашей стране широко развернулось движение за коммунистический труд, которое возникло по инициативе масс и является выражением высокой сознательности трудящихся.

Соревнуясь за коммунистический труд, коллективы борются за звание предприятия, цеха, отдела, бригады коммунистического труда, которое присваивается тем коллективам и рабочим, которые в течение продолжительного времени имеют высокие и устойчивые производственные показатели, внедряют новую технику, непрерывно повышают производительность труда, активно участвуют в рационализации производства, оказывают помощь отстающим, постоянно повышают свои общеобразовательные и культурно-технические знания, добиваются улучшения условий труда и быта, соблюдения принципов морального кодекса строителя коммунизма.

На карьерах в зависимости от применяемого оборудования организуют бригады: экскаваторов, мостовых комплексов, комплексов машин непрерывного действия (роторные экскаваторы, ленточные конвейеры и консольно-ленточные отвалообразователи), а также ремонтные бригады. Ремонтные бригады могут производить осмотр и ремонт оборудования на месте его установки или же в электромеханической мастерской.

Ремонт мощного горнотранспортного оборудования производится комплексной бригадой, включающей в свой состав слесарей,

электриков, сварщиков, такелажников и обслуживающий персонал.

Кроме того, на карьерах организуют бригады по ремонту ж.-д. путей.

За каждой производственной бригадой или рабочим закреплено свое рабочее место, машина, механизм и станки. Это повышает личную ответственность отдельных рабочих и бригады в целом за эти объекты и способствует бережному отношению к оборудованию, мобилизации сил и средств, которыми располагает бригада для выполнения и перевыполнения сменного задания, улучшению качества выполняемых работ и снижению материальных затрат на единицу продукции, совершенствованию приемов работы, усилению контроля со стороны административно-технического персонала за работой, правильной расстановкой и использованием рабочих, входящих в состав бригады.

§ 9. Техническое нормирование

Техническое нормирование имеет своей целью установление технически обоснованных норм выработки, обеспечивающих улучшение организации труда и снижение себестоимости продукции. Техническое нормирование дает возможность более эффективно использовать горнотранспортное оборудование во времени, способствует изучению и внедрению в процесс производства передовых методов труда, прогрессивных норм, новых, более совершенных машин и механизмов. Оно является основой правильной организации труда и внутрикарьерного планирования. Установление плановых заданий по труду и заработной плате исходит из технических норм.

В горнорудной промышленности применяются два способа нормирования: опытно-статистический и технического нормирования.

Опытно-статистический способ подразделяется на статистический и опытный. Статистический способ нормирования заключается в том, что нормы выработки устанавливаются на основе средних отчетных статистических данных о фактическом выполнении выработки за прошлый период. Этот способ нормирования не анализирует по существу нормируемый процесс в новых технических и организационных условиях, исходит из фактически достигнутого среднего уровня производительности труда и поэтому не способствует росту производительности труда. При опытно-статистическом способе норма выработки устанавливается исходя из сравнения условий данной работы с условиями работы, ранее выполнявшейся.

Способ технического нормирования состоит из: изучения производственного процесса методом наблюдения рабочего времени — фотография рабочего дня или хронометражные наблюдения;

обработки и анализа материалов наблюдения; установления длительности затрат времени на отдельные операции и составления фактического баланса рабочего дня;

проектирования новой структуры нормируемого процесса, сопоставления нормального баланса рабочего дня и установления норм времени и выработки.

При изучении организации производства для нормирования следует руководствоваться принятыми в практике нормирования определениями и понятиями.

Процесс добычи полезного ископаемого на карьере — это комплекс ряда рабочих процессов; комплексами рабочих процессов в карьере являются добычные и вскрышные работы, транспортировка горной массы, водоотлив, содержание и ремонт откаточных путей и т. д.

Рабочий процесс — это четко очерченная и отличная по своей организационной структуре и производственному содержанию часть производственного процесса. Рабочий процесс, в свою очередь, состоит из отдельных операций.

В состав операций входят различные рабочие приемы. Приемом называется часть операций, состоящая из нескольких непрерывных законченных действий (движений рабочего), имеющих определенное целевое назначение.

Под временем работы понимается все время, когда рабочий трудится, а под временем перерывов — время, когда рабочий по каким-либо причинам не работает.

Время работы делится на время производительной работы и время непроизводительной работы.

К производительной относится работа, предусмотренная технологическим или организационным планом и оказывающая влияние на конечный результат данного процесса.

Время производительной работы делится на подготовительно-заключительное, основное и вспомогательное.

К подготовительно-заключительным относятся однократные операции, которые необходимы для подготовки к приему и сдаче рабочего места, материалов, инструмента и приспособлений. Эти операции обычно производятся в начале и конце смены.

К основным операциям относятся те, которые вносят изменения в форму, положение или состояние предмета труда. Эти операции многократны и периодически повторяются в течение рабочего дня.

К вспомогательным операциям относятся те, которые сопутствуют основным, многократны и совершенно не вносят изменений в форму, положение и состояние предмета труда. Время, затраченное на основные и вспомогательные операции, прямо пропорционально количеству выработанных исполнителем единиц продукции.

Непроизводительной или посторонней считается всякая работа, которая не соответствует принятой технологии работ для данного рабочего места.

Очень важное значение при исследовании процесса имеет правильная классификация перерывов.

Перерывы в работе принято делить на перерывы, зависящие от исполнителя, и перерывы, не зависящие от исполнителя; первая

группа перерывов состоит из перерывов регламентированных и нерегламентированных; вторая группа перерывов подразделяется на перерывы по организационным и перерывы по техническим причинам.

К регламентированным относятся перерывы, предусмотренные законодательством о труде, коллективными договорами, правилами внутреннего распорядка

Нерегламентированные перерывы — это перерывы, не предусмотренные законодательством о труде, являющиеся нарушением трудовой дисциплины (опоздание на работу, преждевременный уход с работы и др.).

К потерям рабочего времени по организационным причинам относятся потери, возникшие вследствие неправильной или недостаточно четкой организации производственного процесса.

К потерям рабочего времени по техническим причинам относятся перерывы, вызванные неудовлетворительным состоянием механизмов, оборудования и инструментов.

Так, например, рабочее время машиниста экскаватора делится на следующие операции:

подготовительно-заключительные операции — осмотр и проверка движущихся частей экскаватора, смазка и ремонт, опробование экскаватора;

основная операция — погрузка полезного ископаемого или породы в думпкеры, автосамосвалы или на конвейеры;

вспомогательные операции — передвижение экскаватора к забой, планировка подошвы уступа экскаватором, проверка работы частей экскаватора, подвеска и переноска кабеля, очистка ковша и ходовых частей экскаватора и др.

Структура рабочего времени машины имеет некоторое отличие от схемы рабочего времени исполнителя. Все рабочее время машины делится на время работы и перерывы. Под рабочим временем машины следует понимать то время, когда машина находится в действии, независимо от получаемых результатов.

Время работы машины в свою очередь делится на время производительной работы и время непроизводительной работы

Перерывы в работе машины делятся так же, как и у исполнителя, на регламентированные и нерегламентированные.

В основе метода технического нормирования лежит изучение производственного процесса, составление мероприятий по росту производительности труда. В этом и заключается отличие технического нормирования от опытного — статистического метода.

В техническом нормировании различают норму времени и норму выработки.

Н о р м а в р е м е н и — количество времени, которое необходимо затратить на производство единицы доброкачественной продукции в определенных производственно-технических условиях при установленной организации производства и труда.

Норма выработки — это минимальное количество единиц доброкачественной продукции в натуральном выражении, которое должен выработать квалифицированный рабочий в единицу времени (час, смену) в конкретных условиях работы при современном уровне техники и передовой организации производства и труда.

Норма времени и норма выработки являются взаимно связанными величинами. Соотношение между нормой времени H_v и нормой выработки H может быть выражено формулой

$$H_v = \frac{1}{H}.$$

Определение технически обоснованных норм выработки на определенный вид работы при установленной законодательством продолжительности смены производится по следующей формуле:

$$H = \frac{T - T_{пз}}{(T_o + T_v)(1 + K_o)},$$

где T — продолжительность рабочего дня, мин.;

$T_{пз}$ — общая затрата времени в течение рабочего дня на подготовительно-заключительные операции, мин.;

T_o — время, затрачиваемое рабочими по основным операциям, на единицу продукции, мин.;

T_v — время вспомогательных операций, затрачиваемое на единицу продукции, мин.;

K_o — коэффициент отдыха, показывающий соотношение времени отдыха в течение рабочего дня ко времени, затрачиваемому на выполнение основных и вспомогательных операций.

Точность величины нормы выработки зависит от количества проведенных хронометражных наблюдений.

Различают нормы выработки индивидуальные, комбинированные и комплексные.

Индивидуальная норма выработки составляется на один вид работы, выполняемый одним рабочим определенной профессии.

Комбинированная норма выработки составляется на два или более видов работы, выполняемой одним рабочим.

Комплексная норма выработки устанавливается на одного члена бригады, который выполняет комплекс работ. В комплексную норму выработки включаются затраты времени не по одному, а по нескольким видам работ.

§ 10. Заработная плата

Заработная плата при социализме является частью национального дохода, выраженная в денежной форме, получаемая трудя-

нимися для удовлетворения их личных материальных и духовных потребностей в соответствии с количеством и качеством затраченного ими труда.

Величина получаемой заработной платы при правильной ее организации зависит от количества и качества труда, поэтому она создает личную материальную заинтересованность у каждого работника. Чем сложнее труд, тем больше должен быть размер заработной платы. Квалифицированный труд является более производительным трудом, поэтому он оплачивается выше. Это создает заинтересованность в повышении своей квалификации.

Уровень заработной платы для работников ведущих отраслей (угольная, нефтяная, металлургическая, машиностроительная и др.) более высокий, а внутри отрасли — для работников ведущих профессий.

Ввиду трудностей, связанных с работой в отдаленных районах, уровень заработной платы для работников этих предприятий повышается путем специальных надбавок и льгот.

Заработная плата работников промышленных предприятий подразделяется на основную и дополнительную.

Основная заработная плата выплачивается за выполненную работу и фактически проработанное время и состоит из следующих элементов: сдельная, повременная и аккордная оплата труда, оплата по должностным окладам; надбавки за выслугу лет; доплаты за работу в сверхурочное и ночное время; за обучение учеников на производстве; руководство бригадами и др.; премии; оплата простоев и брака в работе, допущенных не по вине работников и всевозможные виды гонорара.

В дополнительную оплату включаются: оплата очередных и дополнительных отпусков или компенсация за неиспользованные отпуска; оплата перерывов в работе кормящих матерей; льготных часов подростков и допускаемых законом отвлечений работников от основной работы на выполнение государственных и общественных обязанностей; бесплатная выдача топлива, специального питания (на вредных производствах) и бесплатные коммунальные услуги.

При организации заработной платы должно строго соблюдаться такое соотношение, при котором рост производительности труда опережает рост заработной платы. Только опережающий рост производительности труда может обеспечить возможность роста социалистического накопления, необходимого для дальнейшего расширения промышленности, дальнейшего укрепления оборонной мощи страны и повышения благосостояния трудящихся. Нормирование заработной платы производится при помощи тарифной системы, которая состоит из тарифных ставок, тарифной сетки и тарифно-квалификационного справочника.

Т а р и ф н а я с т а в к а — это размер оплаты труда за единицу времени, установленный в соответствии с разрядом тарифной сетки. На каждом предприятии тарифная ставка первого разряда

устанавливается в зависимости от условий труда, и уровень ее соответствует оплате неквалифицированного труда.

Т а р и ф н а я с е т к а — это шкала, отражающая различные уровни квалификации рабочих путем присвоения им определенных разрядов. Число разрядов зависит от принятого количества квалифицированных групп и их различий в данной отрасли.

Т а р и ф н о - к в а л и ф и к а ц и о н н ы й с п р а в о ч н и к состоит из производственной характеристики различных видов работ в данной отрасли производства, на основе которых производится определение квалификации рабочих и отнесение их к тому или иному разряду. В этом справочнике излагаются требования, предъявленные рабочим по выполняемой ими работе.

Дневные тарифные ставки рабочих всех разрядов, занятых на разработке полезных ископаемых открытым способом, указаны в тарифной сетке (табл. 32).

Т а б л и ц а 32

Добываемое полезное ископаемое	Квалификационные разряды							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Тарифные ставки рабочих, руб.							
Уголь, железная руда . .	1,90	2,13	2,53	3,00	3,57	4,25	5,07	6,08
Руда цветных металлов, слоды	2,13	2,53	3,00	3,57	4,25	5,07	6,08	—
Нерудные материалы . .	1,76	1,97	2,34	2,78	3,30	3,94	4,70	5,63
Асбест, графит, озокерит, апатит, мыльняк, сера	2,02	2,34	2,75	3,21	3,78	4,44	5,25	—
Калийная соль и другие виды горнохимического сырья	1,83	2,12	2,49	2,91	3,42	4,03	4,76	—
Каменная соль, сдельная оплата . . .	1,79	2,08	2,43	2,85	3,35	3,94	4,65	—
повременная оплата	1,52	1,77	2,07	2,43	2,85	3,36	3,97	—

Примечание: Для машинистов мощных экскаваторов (с ковшом емкостью 10 м³ и более), экскаваторов—механических лопат (с удлиненным оборудованием и с ковшом емкостью свыше 5 м³), транспортно-отвальных мостов (с управлением по экскавации), многоковшовых экскаваторов (с ковшом емкостью 1500 л и выше) установлена дневная тарифная ставка вне сетки в размере 7 руб.

На предприятиях промышленности применяется сдельная и повременная формы оплаты труда. Обе эти формы включают в себя несколько систем.

Основной формой оплаты труда является сдельная, наиболее отвечающая социалистическому принципу оплаты по количеству и качеству затраченного труда, которая позволяет сочетать личные интересы трудящегося с интересами государства.

Сдельная формы оплаты труда может быть подразделена на несколько систем: прямая сдельная, сдельно-повременная, сдельно-прогрессивная, аккордная.

В основе сдельной оплаты труда лежит сдельная рас-

ценка единицы продукции, вырабатываемой рабочим. Расценка определяется следующим образом:

$$P = \frac{C_T}{H}, \text{ руб.},$$

где C_T — тарифная ставка рабочего — сдельщика соответствующего разряда за смену, руб.;

H — норма выработки за смену.

При этой системе оплаты труда заработок рабочего определяется по формуле

$$Z_c = P \cdot Q, \text{ руб.},$$

где Q — объем выполняемой работы.

При сдельно-премиальной системе заработная плата состоит из двух частей сдельного заработка, рассчитанного по сдельной расценке, и премии, выплачиваемой за достижение определенных количественных и качественных показателей работы.

При сдельно-прогрессивной системе оплаты заработной платы рабочего подсчитывается по прогрессивно увеличивающейся расценке в зависимости от степени выполнения нормы выработки.

Аккордная система оплаты применяется в исключительных случаях, когда работу необходимо выполнить в короткие сроки. При аккордной оплате размер заработной платы рабочим устанавливается по действующим нормам и расценкам на весь задаваемый объем работы в целом.

Простая повременная система оплаты труда. Уровень заработной платы при этой системе зависит от установленной тарифной ставки и количества отработанного времени.

Повременный заработок определяется по формуле

$$Z_n = C_T \cdot B, \text{ руб.},$$

где C_T — тарифная ставка рабочего, руб.;

B — отработанное время, смен.

Повременно-премиальная система оплаты труда применяется, когда необходимо усилить материальную заинтересованность повременно оплачиваемых рабочих. При этой системе рабочий за достижение количественных и качественных показателей дополнительно к тарифной ставке получает премию. Эта система оплаты чаще применяется при оплате труда обслуживающих и вспомогательных рабочих.

В зависимости от организации работ применяется два вида сдельной оплаты труда: индивидуальная и бригадная.

При индивидуальной сдельщине заработная плата рабочего определяется путем умножения расценки на единицу работы на выполненный объем работ.

При бригадной сдельщине заработок бригады подсчитывается умножением объема выполненных работ на комплексную расценку. Распределение заработка между членами бригады производится двумя путями: в том случае, если возможен индивидуальный учет работ, выполненных каждым членом бригады, заработная плата между рабочими распределяется пропорционально выработке каждого из них; в случае же, когда точно учесть объем работы, выполненной каждым членом бригады, невозможно, распределение заработка между членами бригады производится пропорционально их тарифным ставкам и количеству выходов на работу каждого из них.

§ 11. Планирование социалистического хозяйства

Социалистическое хозяйство развивается на основе единого государственного плана.

Государственное планирование народного хозяйства является одним из важнейших преимуществ социалистического строя по сравнению с капиталистическим. Только в условиях социалистического хозяйства возможно планирование всех отраслей народного хозяйства и каждого предприятия в отдельности.

В связи с перестройкой управления промышленностью и строительством по новому организуется и планирование. Планы составляются по союзным республикам, а в республиках — по экономическим административным районам. Разработка плана начинается на предприятиях, продолжается в отраслевых управлениях и совнархозах, затем в Госплане и в Совете Министров республики, в государственных комитетах по отраслям промышленности и завершается в Госплане СССР. При такой постановке планирования создается возможность при разработке проектов планов максимально учесть опыт, имеющийся на местах, и выявить неиспользованные резервы.

Предприятия, стройки, совнархозы, союзные республики, государственные комитеты по отраслям промышленности и министерства (ведомства) СССР при составлении плана на предстоящий год руководствуются заданием перспективного плана, вносят в него необходимые поправки, связанные с потребностями народного хозяйства.

Планы должны быть реальными, но не заниженными, должны обосновываться технико-экономическими расчетами, учитывать достижения передового опыта и предусматривать использование внутренних резервов производства. Планы должны направлять усилия трудящихся на непрерывный подъем производства. При определении производственных заданий большое значение имеет активное участие трудящихся в разработке планов и в борьбе за их успешное выполнение и перевыполнение.

Планы вступают в действие после утверждения их вышестоящей организацией.

Такой порядок планирования обеспечивает единство работы

каждого отдельного предприятия с планом развития народного хозяйства в целом.

Планирование деятельности карьеров (общекарьерное планирование), участков и цехов карьера (внутрикарьерное планирование) является общей системой социалистического планирования.

§ 12. Техпромфинплан карьера

На каждом карьере в соответствии с горнотехническими возможностями и заданием единого народнохозяйственного плана составляется техпромфинплан.

Техпромфинплан — это сводный план, охватывающий производственную, техническую, хозяйственную и финансовую деятельность карьера.

Значение техпромфинплана состоит в том, что он направляет весь коллектив карьера и его участки и цеха на решение конкретных производственных задач, стоящих перед предприятием, и на выявление и использование внутренних резервов.

Техпромфинпланы должны быть тесно увязаны с перспективными планами, исходить из последних, уточнять и конкретизировать их.

Показатели техпромфинплана составляются на основе технико-экономических расчетов, анализа производственно-хозяйственной деятельности карьера, выявления узких мест в производстве.

Работу по составлению техпромфинплана организует плановый отдел карьера. К составлению техпромфинплана привлекаются все отделы и службы, работники участков и цехов. Проект техпромфинплана обсуждается коллективом карьера.

Техпромфинплан карьера разрабатывается на год с разбивкой по кварталам и состоит из следующих разделов:

- план по производству продукции;
- план по труду и заработной плате;
- план материально-технического снабжения;
- план себестоимости;
- финансовый план.

План по производству продукции является одним из основных разделов техпромфинплана, который определяет направление разработки всех остальных его разделов. В плане производства устанавливается объем добычи полезного ископаемого и вскрышных работ, а также намечается рациональная организация работ на добычных и вскрышных уступах с учетом максимального использования оборудования, применения новых средств механизации и автоматизации.

Основанием для планирования всех показателей плана производства является план горных работ карьера. При составлении плана горных работ и планирования объемов добычи и вскрыши по карьере, участкам и забоям руководствуются необходимостью обеспечения правильной обработки запасов. В план развития горных работ на планируемый год наносится развитие вскрышных и

добычных работ на год с разбивкой по кварталам, а на последующий год — без разбивки по кварталам.

План добычи полезного ископаемого и объем вскрыши устанавливаются отдельно по каждому забою и в целом по карьеру.

Объем вскрышных работ, планируемый на год, зависит от объема добычи полезного ископаемого, мощности наносов и определяется планом горных работ с учетом обеспечения необходимых запасов полезного ископаемого.

Количество экскаваторов на добыче и вскрыше устанавливается в зависимости от планируемых объемов и производительности экскаваторов.

Добычные и вскрышные работы в зависимости от физико-механических свойств полезного ископаемого и вскрышных работ производятся без применения или с применением взрывных работ. Объем буровых работ устанавливается согласно плану горных работ, физико-механических свойств пород и способа взрывания.

Количество потребных буровых станков рассчитывается аналогично расчету по определению количества экскаваторов.

Планирование объема отвальных работ осуществляется по плану горных работ. Правильно выбранный способ отвалообразования должен обеспечить: необходимую приемную способность отвала; безопасную работу людей и оборудования на отвалах; низкую стоимость отвальных работ и высокую производительность труда рабочих.

Объем планового и фактического производства на предприятиях измеряется в натуральном и стоимостном выражении.

Для карьеров натуральным показателем объема производства служит количество добытого полезного ископаемого в тоннах в единицу времени (год, квартал и месяц).

Показателями плана производства в стоимостном выражении является валовая и товарная продукция.

В а л о в а я п р о д у к ц и я карьера — это стоимость всего добытого кондиционного полезного ископаемого за определенный период времени.

В состав товарной продукции входит продукция предприятия в денежном выражении, предназначенная к отпуску на сторону.

Планирование и учет валовой и товарной продукции производится по оптовым ценам прейскуранта с учетом скидок и надбавок за качество продукции.

В плане производства необходимо предусмотреть максимальное расширение механизации и автоматизации для конкретных условий каждого карьера.

В плане механизации по каждому производственному процессу планируются следующие показатели:

- объем механизированных работ,
- количество механизмов в наличии и в работе;
- производительность механизмов;

ввод новых механизмов;

степень использования механизмов в работе.

План наличия машин устанавливается исходя из расстановки их по рабочим местам и необходимого резерва исправных механизмов.

План по труду и заработной плате тесно связан с планом производства.

Основными показателями плана по труду являются:

численность персонала;

производительность труда;

фонд заработной платы.

Число трудящихся по участкам и цехам планируется раздельно. Основой для планирования штата на работе является: объем работ по участкам и цехам, комплексные нормы, достигнутый уровень и намеченный рост производительности труда рабочих.

Штат рабочих-сдельщиков рассчитывается в зависимости от объемов работ и норм выработки; штат рабочих на повременной оплате определяется путем расстановки рабочих по местам в соответствии с технологическим процессом согласно установленным нормативам. Штат ИТР, служащих и МОП устанавливается штатным расписанием и зависит от суточной производительности вскрышных и добычных участков.

Показатель производительности труда является основным при определении эффективности использования труда в процессе производства. Повышение производительности труда обеспечивает количественный рост промышленного производства и улучшение всех его экономических показателей.

Исчисление производительности труда на карьерах производится в натуральном выражении и определяется для отдельных рабочих, в среднем для рабочих одной профессии, рабочих или трудящихся по участку и в целом по предприятию.

Различают производительность труда часовую, сменную (на выход), среднемесячную и годовую.

При разработке месторождений открытым способом выделяются две технологические группы работ: вскрышные и добычные. В связи с этим разделяют производительность труда на вскрышных и добычных работах.

Непрерывный рост производительности труда достигается: развитием механизации и автоматизации всех процессов, и в первую очередь трудоемких и тяжелых работ, применением новых, высокопроизводительных машин, улучшением использования оборудования;

улучшением организации труда и производства, правильным подбором и расстановкой рабочей силы, организацией комплексных бригад, качественной подготовкой рабочего места, сокращением потерь рабочего времени, ликвидацией аварий и простоев, организацией работы карьера по технологическим графикам;

улучшением технического нормирования, повышением квалификации рабочих;

развитием социалистического соревнования и широким распространением передового опыта работы.

Месячная производительность труда по карьерам планируется в натуральном выражении по категориям трудящихся и может быть определена из выражения

$$П = \frac{Q}{N_c},$$

где Q — месячный объем работ;

N_c — списочное число трудящихся или рабочих.

При определении производительности на одного трудящегося принимается штат трудящихся, а производительности на одного рабочего — штат рабочих.

После установления штата трудящихся приступают к расчету фонда заработной платы по каждой профессии, участку, цеху, отделу и в целом по карьере.

Исходными данными для планирования фонда зарплаты являются: план производства; расценки, тарифные ставки и системы премирования; численность повременных рабочих; штатное расписание административно-управленческого и линейного персонала; данные, необходимые для расчета выплат по дополнительной зарплате.

План материально-технического снабжения. Для снабжения карьера необходимыми материалами составляется план материально-технического снабжения.

Основными материалами на карьерах являются: взрывчатые вещества, средства взрывания, горючие и смазочные вещества, запасные части и т. д.

Планирование материалов производится по нормам расхода, которые предусматривают внедрение передовой техники, достижения новаторов.

Себестоимость продукции является комплексным показателем, отражающим все стороны деятельности карьера. Составление плана себестоимости производится одновременно с составлением плана производства и плана по труду.

Себестоимость 1 т полезного ископаемого или 1 м³ вскрыши определяется по выражению

$$C = \frac{S}{Q}, \text{ руб.},$$

где S — затраты производства за определенный период (год, месяц), руб.;

Q — плановая добыча полезного ископаемого или вскрыши за тот же период, т или м³.

При планировании себестоимости исходными материалами являются: план горных работ; план механизации; план производст-

ва вспомогательных цехов; план по труду; технические нормы расхода материалов, топлива, электроэнергии; нормы износа малоценных и быстроизнашиваемых предметов, инвентаря, спецодежды, запасных частей и др.; нормы амортизации.

Плановый показатель себестоимости 1 т полезного ископаемого или 1 м³ вскрыши устанавливается в целом и по элементам затрат: материалы, топливо, электроэнергия, заработная плата, начисления на заработную плату, амортизация, прочие денежные расходы.

В техпромфинплан карьеров, помимо перечисленных выше, входят основные финансовые показатели: доходы от реализации продукции, направление прибыли или источник финансирования убытков, нормативы оборотных средств на год.

Планирование, а следовательно, и учет необходимо вести по каждому участку, цеху, являющемуся хозрасчетной единицей. План по участку составляется ежемесячно на основе квартальных показателей техпромфинплана по карьере.

Ежемесячный план по участку состоит из:
основных горнотехнических показателей;
штата трудящихся и фонда заработной платы;
себестоимости продукции.

В разделе «Основные горнотехнические показатели» включены объемы работ на месяц, смену, год в целом по участку и отдельно на все виды оборудования, работающие на участке, с указанием режима работы.

Во втором разделе «Штат трудящихся и фонд заработной платы» приводится расчет численности и фонда заработной платы отдельно на каждый экскаватор и рабочую точку. Фонд заработной платы включает прямую заработную плату и доплату за работу в ночное время.

Калькуляция себестоимости полезного ископаемого и вскрыши должна быть составлена так, чтобы каждый начальник участка мог сделать анализ работы не раз в месяц, а ежедневно. Себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого и 1 м³ вскрыши по участку целесообразно учитывать по следующим элементам: прямая зарплата, материалы, электроэнергия и амортизация.

По элементу «материалы» участкам планируются все материалы, которые необходимы для выполнения установленного объема работ и для поддержания в исправном состоянии всех механизмов и оборудования.

Сюда относятся лесные, взрывчатые, смазочные материалы, запасные части, кабель бронированный, канаты, конвейерная лента, материалы верхнего строения пути и др.

Потребность во взрывчатых веществах определяется отдельно на добычные и вскрышные работы, исходя из технических норм.

Затраты на запчасти определяются на планируемый период на основе потребности в данном виде запчастей на каждый механизм,

количества механизмов, срока службы запчастей и их плановой стоимости.

По прочим материалам планирование производится суммарно, в денежном выражении, на основе данных за предшествующий период с необходимыми коррективами.

По элементу «Электроэнергия» затраты планируются при наличии на участке счетчика.

Расчет потребности электроэнергии (при наличии счетчиков) производится по мощности установленных машин и механизмов, их загрузке и количеству часов работы по плано-расчетной стоимости $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ по карьере в целом.

По элементу «Амортизация» планируется сумма амортизационных отчислений от балансовой стоимости оборудования, требующегося по плану для выполнения установленного участка объема работ.

В соответствии с планом по участку необходимо составить план на смену.

План начальника смены включает:

объем работ на месяц, смену в целом;

расстановку оборудования и объемы работ на каждый экскаватор;

штат рабочих;

фонд зарплаты на месяц, смену, себестоимость 1 т руды и 1 м^3 вскрыши.

Учет и отчетность на карьере имеют важное значение. При помощи учета и отчетности освещается работа карьера. Данные учета показывают ход выполнения плана в целом и по его отдельным показателям.

Учет производства должен быть подчинен задачам, обеспечивающим наибольшую производительность труда и наиболее целесообразное использование средств производства.

Основными задачами учета производства на карьере являются:

осуществление контроля за выполнением государственного плана по добыче полезного ископаемого, вскрыше наносов и своевременному созданию необходимых вскрышных запасов по добыче полезного ископаемого на карьере и его отдельных участках;

осуществление контроля за выполнением государственного плана себестоимости добычи полезного ископаемого и вскрыши наносов по каждому участку и карьере в целом;

осуществление контроля за соблюдением норм расходования важнейших материалов, электроэнергии, за соблюдением сметной и штатной дисциплины.

На каждом карьере систематически ведется учет выполнения техпромфинплана. Учет выполнения плана добычи полезного ископаемого и вскрыши ведется за каждую смену и сутки.

В целях обеспечения контроля за правильным расходованием заработной платы работники отдела организации труда и технормирования ежедневно проверяют правильность использования ра-

бочих, выполнение ими норм выработки, правильность записи объемов работ и применения норм выработки, расценок и тарифных ставок. Бухгалтерия ведет ежедневный учет по заработной плате и материалам.

При перерасходе фонда заработной платы начальник участка обязан, так же, как и при невыполнении плана добычи полезного ископаемого и вскрыши за смену, выявить причины и принять необходимые меры.

По окончании месяца начальники отделов организации труда, планового и главный бухгалтер должны произвести по каждому участку, цеху и в целом по карьере подробный анализ выполнения месячного плана по всем планируемым на месяц показателям (добыче полезного ископаемого, вскрыше наносов, производительности труда, выполнению норм выработки, использованию фонда заработной платы, себестоимости и качества продукции).

Результаты хозяйственной деятельности рассматриваются начальником карьера, главным инженером, руководством участка, рабочими. На основе данных анализа разрабатываются организационно-технические мероприятия, обеспечивающие выполнение количественных и качественных показателей работы участков, цехов, карьера в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- Акутин Г. К., Печковский В. И. Применение транспортно-отвальных мостов на буроугольных разрезах. Углетехиздат, 1958.
- Ассонов В. А. Взрывные работы. Углетехиздат, 1958.
- Бестранспортные системы разработки. Центрогипрошахт, 1959.
- Бучнев В. К. Буровзрывные работы. Углетехиздат, 1958.
- Буровзрывные работы на железорудных и флюсовых карьерах. ЦНИИ ЧМ, М., 1961.
- Васильев М. В. Современный карьерный транспорт. Госгортехиздат, 1960.
- Горное дело. Энциклопедический справочник, том 10. Разработка угольных месторождений открытым способом. Госгортехиздат, 1960.
- Зурков П. Э., Трофимов Т. В. Отвальное хозяйство горнорудных карьеров. Госгортехиздат, 1961.
- Кулешов Н. А. Открытые горные работы. Госгортехиздат, 1961.
- Мельников Н. В. и др. Перспективы применения роторных экскаваторов на открытых разработках. Углетехиздат, 1959.
- Мельников Н. В. и др. Системы открытой разработки угольных месторождений. Госгортехиздат, 1961.
- Мельников Н. В., Симкин Б. А. и др. Новые средства бурения и взрывания на открытых разработках. Госгортехиздат, 1960.
- Мельников Н. В. Справочник инженера и техника по открытым горным работам. Госгортехиздат, 1961.
- Новожилов М. Г., Шарков А. М., Тартаковский Б. Н. Новая технология вскрышных работ для буроугольных месторождений Днепровского бассейна. «Уголь Украины», 1960, № 2.
- Новожилов М. Г., Тартаковский Б. Н., Шарков А. М., Варшавский А. М. Опыт работы транспортно-отвальных мостов на буроугольных разрезах Днепровского бассейна. «Уголь», 1961, № 2.
- Новожилов М. Г. Открытые горные работы. Госгортехиздат, 1961.
- Новожилов М. Г., Селянин В. Г., Тартаковский Б. Н. Новая технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Гостехиздат, 1962.
- Новожилов М. Г., Селянин В. Г., Троп А. Е. Глубокие карьеры. Госгортехиздат, 1962.
- Нурок Г. А. Гидромеханизация горных работ. Госгортехиздат, 1960.
- Ржевский В. В. Строительство карьеров. Углетехиздат, 1958.
- Савченко А. А. О новых направлениях в развитии открытых разработок в СССР. Госгортехиздат, 1959.
- Спиваковский А. О., Потапов М. Г., Андреев А. В. Транспорт на открытых разработках. Госгортехиздат, 1962.
- Справочник по горнорудному делу. Том. I. Открытые работы. Госгортехиздат, 1960.

Тартаковский Б. Н. Основные технические направления механизации вскрышных работ на карьерах Украины. Комплексная механизация и автоматизация открытых работ. ЦИТИ. М., 1961.

Таранов П. Я. Буровзрывные работы. Госгортехиздат, 1960.

Фадеев Б. В. Организация открытых работ. Metallurgizdat, 1957.

Хохряков В. С. Открытые горные работы. Углетехиздат, 1958.

Шешко Е. Ф. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. Углетехиздат, 1957.

Шешко Е. Ф., Ржевский В. В. Основы проектирования карьеров. Углетехиздат, 1958.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Глава I. Общие сведения об открытых горных работах	5
§ 1. Современное состояние и перспективы развития добычи полезных ископаемых открытым способом в СССР	—
§ 2. Преимущества и недостатки открытых горных работ	6
§ 3. Этапы развития открытых разработок	7
§ 4. Основные производственные процессы на карьерах	—
§ 5. Условия применения и границы открытых горных разработок	9
§ 6. Производственная мощность карьеров	12
§ 7. Средства и способы осушения месторождений	14
§ 8. Горнотехнические термины и понятия	20
Глава II. Буровзрывные работы	25
§ 1. Назначение буровзрывных работ	—
§ 2. Бурение шпуров	26
§ 3. Бурение скважин	28
§ 4. Понятие о взрыве	35
§ 5. Взрывчатые вещества	—
§ 6. Средства и способы взрывания зарядов	36
§ 7. Методы взрывных работ	41
§ 8. Разделка негабарита	44
Глава III. Выемочно-погрузочные работы	45
§ 1. Общие сведения	—
§ 2. Условия применения и классификация одноковшовых экскаваторов	—
§ 3. Основные рабочие параметры одноковшовых экскаваторов	53
§ 4. Схемы работы одноковшовых экскаваторов	54
§ 5. Производительность одноковшовых экскаваторов	57
§ 6. Условия применения и классификация многочерпаковых экскаваторов	60
§ 7. Цепные и скребково-черпаковые экскаваторы	63
§ 8. Роторные экскаваторы	—
§ 9. Производительность многочерпаковых экскаваторов	65

	<i>Стр.</i>
Глава IV. Карьерный транспорт	67
§ 1. Значение и виды карьерного транспорта	—
§ 2. Железнодорожный транспорт	68
§ 3. Автомобильный транспорт	79
§ 4. Конвейерный транспорт	84
§ 5. Комбинированный транспорт	88
Глава V. Отвалыи работы	90
§ 1. Общие сведения об отвалах	—
§ 2. Отвалы при железнодорожном транспорте вскрышных пород	92
§ 3. Отвалы при автомобильном транспорте	98
§ 4. Конвейерные отвалы	99
§ 5. Сравнительная характеристика различных способов отвалооб- разования.	101
Глава VI. Проведение траншей	102
§ 1. Общие сведения	—
§ 2. Способы проведения траншей	104
§ 3. Транспортные способы проведения траншей	—
§ 4. Бестранспортные способы проведения траншей	112
§ 5. Транспортно-отвалыиные способы проведения траншей	115
§ 6. Комбинированные способы проведения траншей	—
§ 7. Специальные способы проведения траншей	116
Глава VII. Вскрытие месторождений	—
§ 1. Классификация способов вскрытия	—
§ 2. Бестраншейное вскрытие	119
§ 3. Траншейное вскрытие	—
§ 4. Подземное вскрытие	127
§ 5. Комбинированные способы вскрытия	128
Глава VIII. Системы открытой разработки месторождений	129
§ 1. Классификация систем открытой разработки	—
§ 2. Бестранспортные системы разработки	131
§ 3. Транспортно-отвалыиные системы разработки	140
§ 4. Транспортные системы разработки	147
§ 5. Комбинированные системы разработки	150
§ 6. Специальные системы разработки	151
Глава IX. Гидромеханизация открытых горных работ	152
§ 1. Общие сведения	—
§ 2. Гидромониторная разработка	154
§ 3. Разработка плавучими землесосными снарядами	160
§ 4. Гидравлический транспорт и гидроотвалы	162
§ 5. Водоснабжение гидроустановок	164
Глава X. Экономика, организация и планирование производства.	166
§ 1. Основные принципы размещения предприятий открытых раз- работок	—
§ 2. Основные фонды горнодобывающей промышленности	—
§ 3. Учет и оценка основных фондов	167

	<i>Стр.</i>
§ 4. Оборотные средства	169
§ 5. Организация производства и труда на карьере	171
§ 6. Штат трудящихся карьера	172
§ 7. Рабочее время и его использование	174
§ 8. Формы организации труда	—
§ 9. Техническое нормирование	176
§ 10. Заработная плата	179
§ 11. Планирование социалистического хозяйства	183
§ 12. Техпромфинплан карьера	184
Литература	191

Тартаковский Борис Нусимович
Селянин Виталий Георгиевич

*Разработка месторождений полезных
ископаемых открытым способом*

Отв редактор Д З Дудковский
Редактор издательства В Ф Нурмухамедов
Техн редакторы З А Болдырева
и Г М Ильинская
Корректор В П Крылова

Сдано в набор 21/IV 1963 г
Подписано в печать 17/VII 1963 г
Формат бумаги 60×90¹/₁₆
Печ л 12,25 Уч.-изд л 12,2
Тираж 3500 экз Т-09252 Изд № 279
Инд 2/1в Цена 31 коп +10 коп переплет
Заказ № 289
Государственное научно-техническое издательство
литературы по горному делу
ГОСГОРТЕХИЗДАТ
Москва, Грузинский вал, д 35

Московская типография Госгортехиздата
Москва, Ж-88, Южно-портовый 1-й пр., 17