

А.М. ПАРШИКОВ,
Ю.А. ГОХБЕРГ

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

А.М. ПАРШИКОВ, Ю.А. ГОХБЕРГ

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА**

*Рекомендовано Ученым Советом
Донецкого национального университета
в качестве учебного пособия
для студентов университетов и ВУЗОВ*

ДОНЕЦК 2001

УДК 622 (075.8)
ББК Л52я73
П 18

Паршиков А.М., Гохберг Ю.А.

П 18 Техника и технология производства (Серия «Горное производство») / Изд. 2-ое, испр.— Донецк: Юго-Восток, 2001. — 204 с.

ISBN 966-7695-16-6

Книга посвящена вопросам, связанным с техникой и технологией производства в горной промышленности. В ней даны сведения о геологии и горных выработках. Описаны технологические процессы, имеющие место при проведении выработок и добыче полезных ископаемых, методы обогащения последних. Уделено внимание общешахтным процессам таким, как транспорт, подъем, водоотлив, вентиляция.

Показана целесообразность открытой разработки и гидравлической добычи полезных ископаемых.

Предназначена для студентов экономических специальностей ВУЗов.

Книга присвячена питанням, пов'язаним з технікою і технологією виробництва в гірській промисловості. У ній дані відомості про геологію і гірські вироблення. Описані технологічні процеси, що мають місце при проведенні вироблень і видобутку корисних копалин, методи збагачення останніх. Приділено увагу загальношахтним процесам, таким, як транспорт, підйом, водовідлив, вентиляція.

Показана доцільність відкритої розробки і гідравлічного видобутку корисних копалин.

Призначена для студентів економічних спеціальностей ВУЗов.

УДК 622 (075.8)
ББК Л52я73

Рецензенты: профессор кафедры менеджмента Донецкого национального университета, доктор экономических наук Пронченко Л.В.; доцент кафедры организации производства Донецкого национального технического университета, кандидат экономических наук Чернега О.Б.

ISBN 966-7695-16-6

© Паршиков Алексей Матвеевич, 2001

© Гохберг Юрий Александрович, 2001

© Донецкий национальный университет, 2001

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель пособия – дать в необходимом объеме представление о технических производственных процессах и применяемой при этом технике в горной промышленности, как одной из важнейших отраслей.

Учитывая назначение пособия, которое предназначено сотрудникам младших курсов, в нем показаны лишь основы горного производства на примере наиболее развитой среди других добывающих отраслей угольной промышленности.

Изложение ведется в такой последовательности: от простого к сложному. Вначале даются сведения по геологии, понятия и виды горных выработок, условия разработки. Показано влияние последних на проведение горных выработок и технологию очистной выемки. Описаны эти процессы. Уделено внимание таким вопросам как вскрытие и подготовка месторождений полезных ископаемых, системы их разработки, транспорт, подъем, водоотлив, вентиляция. Особо следует отметить описание технологии открытой разработки, гидромеханизации горных работ, добыче полезных ископаемых со дна морей и океанов, а также их обогащения. Методы обогащения рассмотрены отдельно, поскольку этот процесс, являясь завершающим в создании товарной продукции, почти не зависит от применяемых способов добычи сырья. Выполняется, как правило, на специализированных предприятиях – обогатительных фабриках, что не может, однако, служить предлогом для исключения его из общей цепи основных технологических процессов.

Для проверки качества усвоения созданного материала в конце каждого раздела приведены вопросы для самоконтроля.

Авторы искренне благодарны профессору Пронченко Л.В. и доценту Чернеге О.Б. за ценные замечания, высказанные ими при рецензировании предлагаемого пособия.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ГЕОЛОГИИ

Как известно, внешняя часть (земная кора) земного шара сложена минералами и горными породами. Минералы - это природные вещества, состоящие из молекул, представляющих соединения однородных или разнородных химических элементов. Горные породы же представляют собой минеральные образования, состоящие из одного (уголь, сера, алмаз) или нескольких минералов (гранит). Отличаются от минералов тем, что имеют разные примеси.

Все горные породы делятся на коренные и наносы.

Коренные - это породы, залегающие на месте своего образования и не подвергшиеся разрушению.

Наносы образовались в результате разрушения коренных пород, отложения их частиц на месте разрушения, а также переноса ветром или водой на новое место.

По происхождению коренные породы делятся на изверженные, осадочные и метаморфические.

Изверженные породы образовались в результате поднятия магмы и застывания ее на глубине или на поверхности земли.

Осадочные же образовались в результате отложения на дне водоемов различных осадков: обломочных - песок, глина; химических - соль, гипс; органических - известняк, уголь.

Метаморфические образовались в результате действия на изверженные или осадочные породы высоких температур и давлений. Например, так образовался мрамор из известняка.

По степени использования пород для удовлетворения нужд человека они делятся на полезные ископаемые и пустые породы. Полезные ископаемые в свою очередь делятся на рудные (содержат металл в количестве, достаточном для промышленного извлечения) и нерудные (не содержат металл). К нерудным относится, в частности, уголь.

Полезные ископаемые располагаются в земной коре в виде скоплений, называемых месторождениями. Форма залегания месторождений может быть различная (рис.1). Уголь чаще всего залегает в виде пластов. Пласт представляет собой плитообразное тело, имеющее значительные размеры (до десятков километров), более или менее одинаковую толщину, называемую мощностью m . В зависимости от мощности пласты делятся на весьма тонкие $m < 0,5$ м, тонкие $0,5 \text{ м} < m < 1,3$ м, средней мощности $1,3 \text{ м} < m < 3,5$ м и мощные $3,5 \text{ м} < m$. Пласт

может иметь простое строение (по всей мощности расположен уголь) и сложное (состоит из угольных пачек и породных прослоек) (рис.2). Выход пластов на поверхность или в наносы называется хвостом. Два или более параллельно расположенных пласта образуют свиту пластов. Породы, окружающие пласт, называются вмещающими. Те из них, которые (рис.3)

находятся над пластом, называются кровлей пласта, а под ним - почвой. Кровля бывает:

а) ложная - тонкий слой (до 30 см) быстро обрушающейся породы даже при незначительной площади обнажения после выемки пласта;

б) непосредственная - более крепкая порода, залегающая над ложной кровлей (мощностью 5-15 м) и обрушивающаяся только при значительной площади обнажения;

в) основная - крепкие породы, расположенные над непосредственной кровлей, и никогда не обрушающиеся.

В отдельных случаях ложная и непосредственная кровли могут отсутствовать, а над пластом залегает только основная кровля.

О положении пласта в пространстве судят по его элементам залегания (простиранию и падению). Простиранием пласта называется протяженность его в направлении линии простиранья, которая образуется при пересечении пласта горизонтальной плоскостью (рис.5). Угол между этой линией и меридианом называется азимутом простиранья.

Линия, лежащая в плоскости пласта и перпендикулярная линии простиранья, называется линией падения, а протяженность пласта в направлении этой линии называется падением. Угол между линией падения и горизонтальной плоскостью называется углом падения. В зависимости от величины этого угла пласты делятся на горизонтальные ($\alpha=0$); пологие ($0 < \alpha < 25$); наклонные ($25 < \alpha < 45$) и крутые ($45 < \alpha$) (рис.6).

Вместо понятий “кровля” и “почва” у наклонных и крутых пластов различают висячий бок (породы, расположенные над пластом) и лежащий (породы, расположенные под пластом).

Все пласты первоначально залегали в горизонтальном положении. Затем под действием внутренних сил земли, ветра, воды и других причин произошли изменения их залегания и мощности, которые называются геологическими нарушениями. Последние бывают с разрывом сплошности пласта (сброс, взброс, сдвиг) и без разрыва (утонение, вздутие, складчатость) (рис. 7, 8, 9, 10).

Все ископаемые угли делятся на бурые, каменные и антрациты.

Бурые угли характеризуются большим содержанием влаги (30–40% и более) и низкой калорийностью. Используются для энергетических нужд и в качестве сырья для химической промышленности.

Каменные угли характеризуются выходом летучих (летучие - вещества, удаляющиеся из угля при нагревании без доступа воздуха) и в зависимости от их процентного содержания (до 37%) делятся на длиннопламенные, газовые, жирные, коксовые, отощенные спекающиеся, слабо спекающиеся, тощие (таблица 1).

Таблица 1. Марки каменных углей

№	Наименование	Марка	Выход летучих веществ, %
1	Длиннопламенные	Д	37
2	Газовые	Г	35
3	Жирные	Ж	25–35
4	Коксовые жирные	КЖ	18–27
5	Коксовые	К	18–27
6	Отощенные спекающиеся	ОС	14–22
7	Слабоспекающиеся	СС	14–22
8	Тощие	Т	9–17

Эти угли служат сырьем для химической промышленности. Из них может быть получено более 300 продуктов (кокс, капрон, бензол и т.д.). Одним из основным продуктов переработки угля является кокс, используемый в качестве восстановителя железа из руд на металлургических заводах.

Антрациты характеризуются малым содержанием летучих (до 9%), высокой калорийностью. Используются как энергетическое топливо.

Прежде, чем приступить к разработке угольного месторождения, надо его найти (организовать поиск), а затем разведать (установить его контуры, условия и элементы залегания, качество, водоносность, газоносность и др.).

Во время разведки определяют также запасы (количество) угля в месторождении. Запасы делятся на геологические (все количество угля в месторождении) и промышленные (равны геологическим за вычетом потерь угля, оставляемого в шахте в виде целиков)

Геологические запасы делятся на балансовые (по условиям залегания и качественным показателям могут разрабатываться при существующем уровне техники) и забалансовые, которые по каким-либо причинам (большая глубина залегания, малая мощность пласта и др.) не могут разрабатываться в настоящее время. Часть балансовых запасов, оказавшуюся в процессе разведки или эксплуатации непригодной к разработке, относят к некондиционным запасам.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что представляют собой минералы и горные породы? Как они классифицируются?
2. Дайте определение месторождения полезного ископаемого.
3. Что называется пластом и свитой пластов?
4. Что такое кровля, почва, висячий и лежащий бока? Какие бывают виды кровли?
5. Какие элементы характеризуют пластовые месторождения полезных ископаемых? На какие группы делятся пласты в зависимости от мощности и угла падения?
6. Дайте определение геологических нарушений. В результате действия каких сил они получаются? Какие существуют геологические нарушения?
7. На какие виды делятся каменные угли?
8. Чем отличается поиск от разведки?
9. Дайте определение запасов: геологических, промышленных, балансовых, забалансовых и некондиционных.

2. ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

После подсчета запасов и принятия решения о целесообразности их выемки все месторождение делят на участки, которые разрабатываются подземным или открытым способом.

В первом случае участок называется шахтным полем, а во втором карьерным. Шахтное поле чаще всего имеет форму прямоугольника вытянутого по простиранию на несколько километров (рис.11). Предприятия, ведущие разработку полей соответственно называют шахтами и карьерами.

Шахта состоит из поверхностного комплекса (различные здания и сооружения) и подземного. Последний представляет собой совокупность полостей в земной коре, получаемых при выемке пустых пород или угля и называемых горными выработками.

Горные выработки делятся на вскрывающие (обеспечивают доступ к угольному пласту), подготовительные (обеспечивают подготовку пласта к выемке) и очистные (в них производится выемка угля). Кроме того они могут служить для транспортирования различных грузов, передвижения людей или воздуха, для прокладки труб, кабелей и т.д. В соответствии с назначением они получают названия (откаточные, людские, вентиляционные, трубокабельные и др.).

По расположению в пространстве выработки делятся на вертикальные, горизонтальные и наклонные. У последних двух видов выработок различают такие элементы как (рис.12):

почва, кровля и бока - поверхности горных пород, ограничивающие выработку соответственно снизу, сверху и с боков;

забой (угольный или породный) - поверхность угля или пород, ограничивающая выработку и перемещающаяся в процессе ведения горных работ;

устье и сопряжение - соответственно место выхода выработки на поверхность или соединения с другой выработкой.

Как правило, все выработки имеют значительную длину и незначительные ширину и высоту. Исключение составляет камера - горизонтальная выработка, служащая для размещения различных служб.

К вертикальным выработкам относятся (рис.13, 14):

1) шахтный ствол - имеет выход на поверхность и предназначен для обслуживания подземных работ. Глубина ствола может превышать 1000 м.

Диаметр ствола равен 4-8 м. На каждой шахте должно быть не менее двух стволов (главный для выдачи угля на поверхность и вспомогательный для других целей);

1) шурф - отличается от ствола тем, что имеет меньшее сечение и глубину (до 100 м), служит для вспомогательных целей;

2) слепой ствол - выработка, не имеющая выхода на поверхность и служащая для спуска-подъема грузов механическим способом. Если же грузы спускаются сверху вниз под действием собственного веса, вертикальная выработка будет называться гезенком.

Горизонтальные выработки (рис. 13, 14, 15):

1) штольня - имеет выход на поверхность, служит для тех же целей, что и ствол;

2) квершлаг - не имеет выхода на поверхность и проводится под углом (чаще под прямым) к простиранию пород. Если квершлаг обслуживает все шахтное поле, он называется капитальным, если только часть поля (этаж) - этажным;

3) штрек - не имеет выхода на поверхность и проводится по простиранию пласта. Если штрек пройден по пустым породам, он называется полевым ;

4) орт - горизонтальная выработка, соединяющая висячий и лежащий бока мощного крутого пласта;

5) просек - не имеет выхода на поверхность, проводится параллельно штреку и служит для вспомогательных целей. В отличие от штрека высота просека не может быть больше мощности пласта;

6) сбойка - не имеет выхода на поверхность и соединяет две близко расположенные наклонные выработки, пройденные по пласту, например, уклон и ходок;

Наклонные выработки:

1) наклонный ствол - имеет выход на поверхность, служит для тех же целей, что и вертикальный ствол;

2) бремсберг - не имеет выхода на поверхность, служит для транспортирования угля или породы сверху вниз механическим способом. Если же транспортирование осуществляется за счет действия собственного веса, выработка будет называться скатом;

3) уклон - отличается от бремсберга тем, что служит для транспортирования грузов снизу вверх;

4) ходок - проводится параллельно бремсбергу или уклону и служит для вспомогательных целей;

5) печь - вспомогательная выработка, пройденная только по пласту и соединяющая штрек с просеком. Если печь пройдена между вентиляционным и откаточным штреками с целью последующей выемки угля она называется разрезной;

6) лава - очистная выработка, имеющая забой значительной протяженности (до 300 м) и служащая для непосредственной выемки угля.

Из пунктов (5) и (6) следует, что разрезная печь, как только в ней начинают вести работы по выемке (добыче) угля переходит в лаву. При этом один из боков печи становится забоем лавы.

Форма сечения перечисленных выработок может быть самая разнообразная (рис. 16)

Совокупность выработок, расположенных в районе стволов, образуют околоствольный двор (рис. 17).

Особую группу составляют скважина и шпур, которые проводятся способом бурения.

Скважины имеют диаметр до нескольких десятков сантиметров и длину до нескольких километров. Служат для разведки, добычи нефти, газа и других целей.

Шпуры же в основном предназначены для размещения в них зарядов взрывчатого вещества. Диаметр их не превышает 75 мм, а длина - 5 м.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что представляет собой шахтное поле?
2. Что такое горная выработка? Из каких элементов она состоит?
3. Какие выработки относятся к вскрывающим, подготовительным и очистным?
4. Какие выработки относятся к вертикальным, горизонтальным и наклонным?
5. Чем отличается:
 - а) полевой штрек от обычного?
 - б) штрек от квершлага?
 - в) бремсберг от уклона и ходка?
 - г) ствол от шурфа и гезенка?

3. ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Под проведением выработки понимается извлечение горной породы по ее будущему контуру, установление крепления, настилка рельсового пути и т.д. Способ проведения зависит от пространственного положения выработки, от свойств пород и других факторов.

3.1. Проведение вертикальных выработок (стволов)

Стволы могут проводиться обычным способом (в устойчивых породах с небольшим притоком воды) и специальными (в сильно водоносных или

неустойчивых породах). Проведение ствола начинается с выемки наносов на глубину до 20-25 м и закрепления образовавшегося пространства (устья ствола) бетоном (рис 18). Затем приступают к проведению собственно ствола.

При проведении ствола обычным способом имеют место следующие операции:

а) бурение шпуров - осуществляется пневматическими бурильными молотками (перфораторами), количество которых принимается из расчета 1 перфоратор на 2,5-3 м² площади забоя ствола. Количество шпуров в забое от 40 до 100 (Рис.19);

б) зарядание шпуров, взрывание зарядов в них и проветривание забоя. Взрывание, как правило, электрическое и производится с поверхности после предварительного поднятия проходческого оборудования на безопасную высоту. После взрывания вентилятором, установленным на поверхности, по трубам в течение 20-30 мин. Подают к забою ствола воздух, благодаря чему осуществляется удаление из него газообразных продуктов взрыва;

в) установка временной крепи, которая служит для предотвращения обрушения стенок ствола до возведения постоянной крепи. Временная крепь представляет металлические кольца, подвешенные друг к другу на Z-образных подвесках. Расстояние между кольцами временной крепи составляет 0,5-1,5 м и затягивается деревянными баполами-затяжками (Рис.20);

г) погрузка взорванной породы в бадьи, являющаяся самым трудоемким процессом и занимающая до 67% времени проходческого цикла, осуществляется, как правило, грейферными пневматическими грузчиками типа БЧ (Рис.21);

д) подъем породы из забоя, спуск и подъем людей, материалов и оборудования, которые осуществляются подъемными устройствами;

е) возведение постоянной крепи. Чаще всего ее возводят звеньями со специального полка. (Рис.22). Сначала в нижней части звена возводят опорный венец, служащий для предотвращения оползания постоянной крепи. Затем на подвесном полке устанавливают деревянные или металлические кольца, называемые

опалубкой, и в пространство между нею и стенками ствола заливают бетонную смесь. После затвердения смеси полки опускают для возведения крепи в нижележащем звене. Постоянная крепь может состоять из металлических колец-тюбингов.

Совокупность перечисленных операций, после производства которых забой ствола перемещается на заданную величину, называется проходческим циклом.

После окончания проведения ствола приступают к его армированию, которое заключается в установке металлических балок в поперечном сечении ствола (расстрелов), навеске проводников, служащих для направления движения подъемных сосудов, устройств лестничного отделения, необходимого для подъема людей в случае аварии подъемной установки и для других целей.

Специальные способы проведения стволов

1. Бурение стволов:

а) сплошным забоем в породах слабых и средней крепости. (Рис.23)

Для этой цели может быть использован стволопроходческий комплекс СК-1. Разрушение породы в забое осуществляется вращающимися шарошками на конце бурового инструмента. Удаление буровой мелочи производится глинистым раствором, непрерывно подаваемым в забой. Глинистый раствор также препятствует обрушению стенок ствола, благодаря чему отпадает необходимость установки временной крепи. Постоянную крепь, состоящую из чугунных или железобетонных тубингов, устанавливают после окончания бурения ствола и подъема бурового инструмента. Диаметр пробуриваемого ствола может достигать до 6,2 м;

б) с образованием керна (Рис.24). Для бурения стволов этим способом используется установка УКБ-3,6 (У - установка; К – колонкового; Б - бурения; 3,6 м - диаметр пробуриваемого ствола). Буровой орган этой установки представляет собой стакан, на нижней кромке которого расположен режущий инструмент (резцы или шарошки), который при вращении выбуривает керн высотой 5 м и массой более 90 т. Специальными ножами керн подрезается снизу и вместе со стаканом поднимается на поверхность.

Проведение стволов с использованием забивной или опускной крепи. Забивная или опускная крепи применяются при проходке стволов по рыхлым, сыпучим породам или плывунам (смесь песка с водой) мощностью 8-12 м.

Забивная крепь представляет собой доски (шпунты), которые забивают в мягкую породу вертикально или наклонно вплотную друг к другу за венцом крепи (Рис.25). Плотность пригонки шпунтов необходима для предупреждения просачивания песка в забой, вследствие чего за крепью могут образоваться пустоты и осадение окружающих пород.

Опускная крепь состоит из режущего башмака и цилиндра над ним (Рис.26). Под действием собственного веса эта крепь опускается. По мере установки забивной или опускной крепи производится выемка породы в забое.

2. Проведение стволов кессонным способом

Применяется при проведении стволов по водоносным породам. Для этого часть ствола герметически перекрывается специальным щитом и под него нагнетается воздух, создающий давление до 3 атмосфер, благодаря чему вода вытесняется в глубь массива, а породы в забое будут сухими и устойчивыми (Рис.27). Для входа рабочих в подкессонное пространство и выхода из него применяются шлюзы, в которых давление воздуха меняется от рабочего до атмосферного.

3. Проведение стволов с искусственным замораживанием сильно обводненных пород

Заключается в том, что вокруг ствола на расстоянии 0,75-1,25 м друг от друга с поверхности бурят скважины, в которые опускают по две трубы (Рис.28). Затем во внутренние трубы нагнетают охлаждающий раствор (CaCl_2 или MgCl_2 , жидкий аммиак или уголекислоту), который из скважин выходит по пространству между внутренними и внешними трубами. В результате циркуляции раствора понижается температура и вокруг ствола образуется ледопородная оболочка, ограждающая ствол от поступления в него воды и слабых обводненных пород.

3.2. Проведение горизонтальных выработок по однородным породам.

Различают проведение выработок по крепким и мягким породам. Это отнесение породы к той или другой группе зависит от способности ее противостоять одноосному сжатию. Эта способность называется ее крепостью и характеризуется коэффициентом крепости f , который численно равен одной сотой предела прочности на сжатие. Порода считается крепкой, если $f > 8$ и мягкой - если $f < 8$.

По крепким породам обычно проводятся штольни, квершлагги, полевые штреки. Проведение осуществляется с применением буровзрывных работ. При этом в проходческий цикл входят такие операции как бурение шпуров, зарядание и взрывание зарядов в них, проветривание забоя, возведение временной крепи, уборка породы, возведение постоянной крепи и различные вспомогательные операции.

Рассмотрим более подробно перечисленные операции:

Бурение шпуров осуществляется буровыми станками или пневматическими перфораторами (Рис.29). Перфоратор имеет ударно-поворотный механизм, который наносит удары по буру (до 2000 в минуту) и после каждого удара поворачивает его на какой-то угол, за счет чего происходит разрушение породы (схема изображена на рис. 30). Удаление буровой мелочи осуществляется сжатым воздухом или водой, подаваемыми по каналу бура в шпур;

Если породы мягкие, то для бурения шпуров применяют сверла (электрические, пневматические, гидравлические, ручные, колонковые). Схемы разрушения показаны на рис. 31. На рисунке 32 показано ручное электросверло, а на рисунке 33 - колонковое. Для удобства бурения сверла и перфораторы устанавливают на специальных механизмах (манипуляторах) укрепленных на погрузочных машинах или на пневмодержках (Рис.34, 35).

Шпуры расположены в определенном порядке и взрывание зарядов в них производится в какой-то последовательности. Например, после взрыва заряда в центральной части забоя образуется полость, которая называется врубом, а шпур врубовым (Рис. 36). После 20-30 минутного проветривания взрывают заряды в отбойных шпурах и, наконец, в оконтуривающих (Рис.37).

Одновременно же взрывать все заряды нельзя, так как в породах появятся трещины, что отрицательно скажется на их устойчивости.

Для ведения взрывных работ необходимо иметь взрывчатые вещества (ВВ) и средства взрывания (СВ). Существует много видов ВВ. В угольной промышленности в основном применяются аммониты, в состав которых входят тротил, аммиачная селитра, жмыховая или древесная мука и поваренная соль. Аммониты безопасны в обращении, но гигроскопичны (поглощают воду и не взрываются).

Обычно ВВ выпускаются в виде патронов длиной до 300 мм, диаметром до 40 мм и весом до 300 г. Оболочки патронов в зависимости от области применения имеют соответствующую окраску:

белые - для ведения взрывных работ только на поверхности;

красные - в негазовых шахтах;

синие - в газовых шахтах для взрывания пустой породы;

желтые - в газовых шахтах для взрывания угля и породы.

К средствам взрывания относятся капсюль-детонатор, огнепроводный и детонирующий шнуры, электродетонатор и взрывная машинка.

Капсюль-детонатор представляет собой латунную, медную, алюминиевую или картонную гильзу длиной 47-49 мм и диаметром 6,8-7,6 мм, внутри которой находится чашечка с отверстием в центре (Рис. 38). В чашечку запрессован первичный инициирующий заряд (азид свинца, гремучая ртуть), который взрывается от искры и передает взрыв вторичному инициирующему ВВ (тетрилу). В нижней части детонатора

имеется сферическая выемка, усиливающая действие детонации вглубь патрона ВВ. В детонатор вставляется огнепроводный шнур, который имеет сердцевину из дымного пороха с центральной направляющей нитью, заключенные во влагонепроницаемую оболочку. Детонатор со шнуром вводится в патрон ВВ так, чтобы конец гильзы (не менее 15 мм) остался свободным. Снаряженный таким образом патрон называется боевиком. Для получения взрыва достаточно поджечь конец шнура, скорость горения которого 1 см/сек. Длина шнура принимается в зависимости от времени, которое необходимо для удаления взрывника в безопасное место.

Если приходится одновременно взрывать несколько патронов, расположенных в разных местах, на подготовку каждого заряда уходит много времени. В этом случае целесообразно применение детонирующего шнура (ДШ), который имеет примерно такое же устройство, как и огнепроводный, только вместо пороха в сердцевине находится высокобризантное ВВ, скорость детонации которого должна быть не менее 6500 м/сек.

Детонирующий шнур подсоединяют к детонатору или патрону-боевику, а затем к остальным патронам путем навивки на них 1-2-х витков шнура. При взрыве детонатора взрыв через ДШ мгновенно передается остальным патронам.

Описанные средства взрывания применяются на открытых разработках и реже в не газовых шахтах. В шахтах, как правило, применяются электродетонаторы со взрывными машинками. Электродетонаторы бывают мгновенного (ЭД), короткозамедленного (ЭДКЗ) с замедлением от 0,025 до

0,250 сек и замедленного действия ЭДЗД) с замедлением от 0,5 до 10 сек. (Рис.39). Электродетонатор ЭД состоит из капсуля-детонатора, воспламеняющей спирали, пробки и изолированных проводов. ЭДКЗ и ЭДЗД отличаются от ЭД тем, что у них между первичным инициирующим ВВ и воспламенителем находится замедляющий состав (смесь свинцового сурика с ферросилицием и др.), время горения которого определяет время задержки взрыва. Электродетонаторы ЭДКЗ и ЭДЗД применяются для экономии времени на проветривание.

Взрывные работы во всех случаях производит взрывник. Перед заряданием шпуров он дает сигнал свистком, по которому все посторонние лица должны покинуть место взрыва. После этого он деревянной палочкой (забойником) загоняет в шпур несколько патронов ВВ. Последним вставляется патрон-боевик. Затем оставшаяся часть шпура плотно заполняется пыжами из инертного материала (смеси глины и песка) для повышения эффективности взрыва. В особо опасных условиях применяют патроны ВВ в предохранительной оболочке с водяным заполнением.

При взрывании мокрых пород на патроны ВВ надеваются резиновые оболочки. После того, как все шпуры, взрывающиеся одновременно, заряжены, проводники электродетонаторов подсоединяются параллельно, последовательно или смешанным способом к магистральным проводам (длиной около 30 м), которые в последнюю очередь присоединяются к взрывной машинке, находящейся в безопасном месте. Взрывник подает короткий сигнал свистком, включает машинку и производит взрыв.

После производства взрыва включают специальный вентилятор местного проветривания, который по трубам нагнетает свежий воздух к месту взрыва, (Рис.40, 41). Проветривание производится в течение 10-20 мин. Затем взрывник осматривает забой и если все в порядке (нет отказавших шпуров, нависших кусков породы и т.д.) подает сигнал о том, что в выработке могут быть продолжены другие работы. В противном случае он должен принять меры к устранению всех нарушений.

Временная крепь может быть выполнена в виде деревянных стоек, установленных на определенном расстоянии друг от друга, но чаще всего применяется так называемая выдвижная крепь. Последняя представляет собой 2 рельса, подвешенных при помощи хомутов к верхнякам постоянной крепи (рис. 42). Между рельсами находится предохранительная сетка или сверху на них ложится настил из досок. По мере ухода забоя выработки рельсы выдвигаются вперед так, чтобы их концы упирались в забой. После установки временной крепи приступают к уборке взорванной породы, обычно при помощи погрузочных машин (Рис.43, 44, 45), а затем к возведению постоянной крепи, которая служит для предотвращения обрушения пород горных выработок под влиянием горного давления. Работы по установлению крепей называются креплением.

По конструкции крепи делятся на жесткие и податливые. Жесткие при изменении горного давления не меняют своих геометрических размеров. Если горное давление станет больше допустимого, то такая крепь (бетонная,

каменная) ломается. Податливые крепи могут менять свою форму и геометрические размеры сохраняя или даже увеличивая сопротивление горному давлению. Рассмотрим некоторые виды постоянной крепи.

а) деревянная крепь

Деревянная крепь применяется в выработках с небольшим сроком службы. Материалом для деревянной крепи обычно является сосна, т.к. она меньше других пород подвержена гниению. Кроме того, в случае увеличения давления сосновая крепь издает треск, поэтому иногда ее называют сигнальной

Состоит деревянная крепь из сосновых стоек диаметром 18-22 см, длиной 2,1-3,5 м и верхняков (Рис.46). Для увеличения податливости стойки на конце, который устанавливается на почву, застрегивают на карандаш. Описанная конструкция называется неполным дверным складом или неполной крепежной рамой. Соединение верхняка со стойками называется замком.

Если в почве выработки залегают породы, склонные к пучению, то на почву укладывают лежень. Такая конструкция называется полным дверным окладом или полной крепежной рамой. Кровля и бока выработки затягиваются деревянными затяжками. Если окружающие выработку породы крепкие - рамы ставятся на расстоянии 0,5 - 1,5 м одна от другой (вразбежку), если же боковые породы неустойчивые - рамы ставят сплошную одну около другой.

б) металлическая крепь

Этот вид крепи может иметь трапециевидную, арочную и кольцевую форму. Трапециевидная крепь возводится из двутавровых балок или рельсов, соединенных между собой накладками, болтами и муфтами. Арочная крепь может быть жесткой, шарнирной и податливой. Элементы жесткой крепи соединяются между собой накладками и болтами.

Шарнирная крепь состоит из сегментов, изготовленных из рельсов или двутавра (Рис. 47). К сегментам привариваются металлические башмаки, между которыми уложены деревянные прогоны, за счет смятия которых под действием горного давления достигается податливость и изменение

формы крепи, т.е. крепь приспособляется к сдвигению окружающих пород. При всестороннем давлении применяется кольцевая шарнирная крепь.

Арочная податливая крепь состоит из верхнего сегмента и боковых ножек (Рис.48). Концы сегмента входят в ножки и зажимаются хомутами. Податливость крепи достигается за счет скольжения сегмента по ножкам. Величину податливости можно регулировать путем зажатия или ослабления хомутов. Нижние концы ножек имеют опоры. Отдельные рамы арочной крепи соединяются между собой металлическими растяжками.

К металлической крепи относится также анкерная (штанговая) крепь, которая применяется в выработках со сравнительно крепкими, слоистыми и не трещиноватыми породами. В этом случае отдельные слои пород предохраняются от разделения путем соединения их анкерами (штангами, болтами).

Штанга состоит из металлического стержня диаметром 20-25 мм, длиной до 3 м (Рис.49). На верхнем конце стержня есть продольная щель, в которую вставляется клин, а на нижнем конце нарезана резьба.

Штангу верхним концом вместе с клином заводят в шпур и наносят снизу удары, благодаря чему верхняя часть штанги расширяется и закрепляется в шпуре. На нижний конец одевают накладку и навинчивают гайку. Стоимость возведения штанговой крепи в 3-5 раз ниже, чем металлической.

в) бетонная крепь (рис.50)

Применяется для крепления горизонтальных выработок с большим сроком службы и вертикальных стволов.

Бетон представляет собой искусственный материал, образующийся в результате затвердения смеси цемента, песка и щебня или гравия с водой. Для улучшения свойств бетона в смесь могут вводить добавки.

г) каменная крепь.

Эта крепь возводится путем кладки из искусственных, реже естественных камней на цементном растворе. Искусственными камнями являются кирпич, керамические блоки, бетониты, литые камни. Бетониты представляют собой блоки, иногда армированные стальными прутьями, изготовленные из смеси цемента, песка и щебня. Для изготовления бетонитов могут использоваться доменные шлаки и горные породы шахтных отвалов. Недостатком бетонной и каменной крепей является их деформация при растяжении. Для увеличения этого показателя в бетон закладывают стальные прутья (арматуру). Такая крепь называется железобетонной.

д) железобетонная крепь.

Эта крепь может быть:

1) монолитной - на месте установки крепи вяжут арматуру, ставят опалубку и заполняют пространство между нею и стенками выработки бетонной смесью.

2) сборной - элементы крепи (стойки, верхняки, соединительные элементы) изготовляют на заводе, а на месте установки крепи производят их сборку (Рис. 51).

Крепи из бетона, кирпича и железобетона имеют большой вес, вследствие чего работы по креплению в этом случае являются трудоемкими и дорогостоящими. В настоящее время ведутся работы по применению для крепления легких пластмасс, которые должны заменить бетонные, кирпичные и железобетонные крепи.

В некоторых случаях применяют смешанную крепь, выполненную из разных материалов, например, стойки железобетонные, а верхняк - металлический.

Выработки, проведенные в очень крепких породах, не нуждаются в возведении прочной крепи. Но со временем под действием влаги породы,

окружающие выработку, могут разрушаться. Чтобы этого не было, на поверхность выработки наносят слой цементного раствора, который связывает породу. Такое нанесение цементного раствора называется торкретированием. При выборе типа крепи надо учитывать вопросы безопасности работ и

экономической эффективности. Выработки, имеющие большой срок службы, большие размеры поперечного сечения надо крепить более прочной и долговечной крепью. Поэтому стволы, камеры, квершлагги крепят бетоном, железобетоном, каменной крепью. Подготовительные выработки с меньшим сроком службы (уклоны, бремсберги, ходки, штреки) крепят деревом и металлом, причем металлическая крепь используется несколько раз.

Дальнейшие работы являются вспомогательными. К ним относятся: настилка рельсового пути, устройство водоотводной канавки, наращивание вентиляционных труб, переноска пусковой аппаратуры.

Проведение выработок по мягким однородным породам (по глинистым сланцам, углю и др.) может осуществляться с применением буровзрывных работ, проходческих комбайнов и гидромониторов. В первом случае имеют место операции, описанные выше. Особенностью является то, что бурение шпуров осуществляется сверлами (электрическими, пневматическими или гидравлическими). Во втором случае разрушение и уборка породы производятся проходческими комбайнами различных типов (ПК-9р, ПКГ-4, КРТ, КН-2 и др.) (Рис. 52, 53, 54).

Гидромониторы применяются на гидрошахтах для разрушения и смыва угля струей воды. Уборка взорванной породы производится перед началом крепления погрузочными машинами.

3.3. Проведение выработок по разнородным породам.

Особенности проведения наклонных выработок

К таким выработкам относятся штреки, уклоны, ходки. Проведение их может осуществляться узким и широким забоем.

В первом случае уголь и порода вынимаются в пределах контура выработки (Рис.55). При этом имеют место следующие последовательно выполняемые основные операции: выемка угля, выемка породы и возведение постоянной крепи. Пласт относительно перечисленных выше выработок может располагаться самым различным образом (в кровле, в почве, диагонально и т.д.).

При проведении штреков широким забоем уголь вынимается с таким расчетом, чтобы в образовавшееся пространство, называемое раскоской, можно было заложить всю получаемую при этом породу. Раскоска может быть односторонней нижней или верхней и двухсторонней (Рис.56).

Чаще всего применяется нижняя раскоска в связи с тем, что в нее удобнее закладывать породу. Работы в угольном и породном забоях ведутся

раздельно. В первом производят подрубку и отбойку угля, погрузку его на конвейеры, затем в вагоны и постановку крепления. В породном забое обуливают и взрывают породу, затем при помощи закладочных машин, скреперов убирают ее в раскоску и возводят постоянное крепление. Раскоска закладывается породой не полностью, а в ней остается пространство шириной около 2 м, называемой косовичником, необходимым для транспортировки угля,

проветривания и т.д. Косовичник сообщается со штреком при помощи косовичного ходка.

Стоимость проведения пог. м выработки широким забоем, как правило, выше, чем узким в связи с большой трудоемкостью закладочных работ. Кроме того горное давление на крепь выработок, пройденных широким забоем, больше, чем во втором случае. Основное достоинство проведения выработок широким забоем - оставление породы в шахте.

Учитывая сказанное, выработки с непродолжительным сроком службы целесообразно проходить широким забоем, а с продолжительным - узким.

Проведение наклонных выработок (бремсбергов, уклонов и др.) осуществляется так же, как и горизонтальных, хотя при этом учитываются специфические особенности. Так, например, в газовых шахтах, если проводить выработку снизу вверх, метан будет скапливаться в забое и в связи с этим возникают трудности проветривания. В то же время, при наличии большого притока воды, если проводить выработку сверху вниз, возникают трудности осушения забоя.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие взрывчатые вещества применяются в угольной промышленности?
2. Какие Вы знаете средства взрывания?
3. Назовите виды горной крепи. Опишите ее конструкцию.
4. Чем отличаются друг от друга жесткая и податливая крепь?
5. Опишите устройство штанговой крепи. Когда она применяется?
6. Чем отличаются друг от друга выработки пройденные узким забоем и широким?

4. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКИ

4.1. Выемка угля отбойными молотками и с применением врубовых машин.

Под очистной понимается выемка полезного ископаемого (угля) из массива, которая может осуществляться с применением буровзрывных работ, отбойных молотков, врубовых машин, угольных комбайнов или стругов. Выбор механизма для выемки зависит от таких факторов как угол падения пласта, его мощность, крепость угля, пород, залегающих в кровле, почве и т.д.

Рассмотрим технологию очистной выемки с применением перечисленных выше машин и механизмов.

Отбойные молотки применяются в настоящее время, в основном, на крутых особо опасных пластах, где запрещено применение электрической энергии. Отбойный молоток состоит из ствола, на который навернуто промежуточное звено с рукояткой, а с противоположной стороны вставлена

пика (Рис.57). Через отверстие в рукоятке проходит патрубок, ввинченный в промежуточное звено. На патрубок одевается шланг, по которому подается сжатый воздух под давлением 4-5 атм. Внутри корпуса с системой каналов находится боек и воздухораспределительный механизм, благодаря которому сжатый воздух поочередно поступает в заднюю и переднюю части ствола, заставляя боек совершать возвратно-поступательное движение и наносить удары по хвостовику пика. Отбойка угля осуществляется следующим образом. При включении молотка пика внедряется в уголь, затем молоток отклоняют в сторону и уголь отламывается. Лава, в которой работают отбойные молотки, обычно имеет забой потолкауступной формы (Рис.58). Длина каждого уступа 10 - 30 м, ширина 1,8 - 4,5 м.

Первый нижний уступ называется магазинным, т.к. в нем собирается отбитый уголь, все остальные рабочими. Выемка угля в уступе начинается с верхнего угла (кутка), после чего вынимают полосу угля сверху вниз шириной 0,9-1 м. Для предохранения пород кровли от обрушения по мере выемки угля ставят призабойную крепь. Наиболее трудоемкой является выемка угля в верхнем кутке. Поэтому для уменьшения трудоемкости работ в лаве целесообразно увеличивать длину уступов и уменьшать их количество.

Врубовая машина предназначена для механизации наиболее тяжелой операции - подрубывания пласта (обычно у почвы) с целью получения дополнительной снабженческой плоскости, а, следовательно, и уменьшения сопротивления отделению кусков угля от массива. Она состоит из падающей части, электродвигателя, режущей части с исполнительным органом, называемым баром (Рис.59). Подающая часть служит для осуществления движения машины. Для этой цели в нижней части ее имеется канатный барабан, на котором размещено 25-50 м стального каната диаметром 17-21 мм. На подающей части имеется пульт управления машиной. Электродвигатель служит для приведения в движение подающей и режущей частей. Ток к электродвигателю подводится по кабелю.

Режущая часть передает движение от электродвигателя на режущую цепь с зубками, установленную на баре. Зубки в цепи устанавливаются под различными углами наклона к плоскости бара для того, чтобы при подрубке угольного массива образовалась врубовая щель необходимой высоты (100-200 мм). При работе режущей цепи образуется много угольной мелочи (штыба), которая холостой частью заносится снова в зарубную щель, что отрицательно сказывается при последующей отбойке подрубленной пачки угля. Кроме того появляется дополнительное сопротивление движению цепи, которое приводит к дополнительному расходу энергии. Для того, чтобы штыб не заносился в зарубную щель применяется специальное устройство, называемое расштыбовщиком.

Теперь рассмотрим работу врубовой машины, которую обслуживают машинист и его помощник. Прежде, чем включать машину, необходимо проверить состояние рабочего места и машины, растянуть электрический кабель до середины лавы, и ведущий канат на расстояние 25-40 м, укрепив его конец за специальную упорную стойку (Рис. 60). После заводки бара под пласт,

включив режущую и подающую части машины, производят подрубывание пласта ее скоростью $V_n \leq 3,5$ м/мин. Подрубив участок длиной 25-40 м снова растягивают канат, укрепляют его на перенесенной упорной стойке и продолжают подрубывание пласта. После того, как машина доехала до верхней части лавы, бар ставят в соосное положение с машиной и транспортируют ее в нижнюю часть лавы. На рисунке 61 показан участок лавы с врубовой машиной. Так как врубовые машины не производят отбойку (разрушение) подрубленного угля, а также навалку (погрузку) его на конвейер, то в настоящее время они применяются очень редко, уступив место выемочным комбайнам и струговым установкам, которые полностью механизуют все перечисленные процессы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимается под очистной выемкой?
2. Как устроен отбойный молоток и в каких случаях он применяется?
3. Для чего предназначена врубовая машина? Как она устроена? Каков ее принцип работы?
4. Для чего служит расштыбовщик?
5. Что заставляет двигаться боек в отбойном молотке?
6. Какая операция в молотковой лаве является наиболее трудоемкой?
7. Почему в настоящее время врубовые машины применяются редко?

4.2. Выемка угля комбайнами и стругами

Угольные (добычные) комбайны в зависимости от применяемого принципа разрушения угля делятся на комбайны с режущим исполнительным органом и скалывающим.

Комбайн первого типа показан на рисунках 62, 63. Он состоит из подающей части с пультом управления; электродвигателя, режущей части с баром, по которому движется режущая цепь с зубками, отбойной штангой с дисками и зубками, и шнековым расштыбовщиком; кольцевого грузчика, имеющего самостоятельный двигатель, с погрузочной цепью. До начала работы комбайна в нижней (для заводки бара и грузчика) и верхней частях лавы необходимо иметь ниши. Комбайн движется в верхнюю часть лавы также, как и врубовая машина, т.е. за счет наматывания ведущего каната, укрепленного одним концом на барабане подающей части комбайна, а другим на упорной стойке (рис. 64). При движении комбайна режущая цепь вырезает угольную пачку, которая разбивается зубками и дисками вращающейся отбойной штанги и наваливается (грузится) грузчиком на конвейер, установленный сбоку комбайна со стороны выработанного пространства, или же под комбайном. После того, как комбайн произвел выемку угля, по всей длине лавы грузчик и бар со штангой ставят в соосное положение с комбайном и переводят (опускают) комбайн в нижнюю часть лавы. При работе таких комбайнов образуется много угольной мелочи (штыба), снижающей качество угля. Кроме того, комбайн работает по односторонней схеме, т.е. при движении снизу вверх

производит выемку угля, а сверху вниз идет вхолостую и не приспособлен к переменной мощности пласта.

У комбайнов второго типа этих недостатков нет. Такой комбайн состоит из корпуса, в который вмонтированы подающая часть, электродвигателя с редукторами, исполнительного органа в виде шнеков, погрузочного щитка, оросительного устройства и гидросистемы управления (Рис.65).

Электродвигатель комбайна приводит во вращение редукторы подающей части и исполнительного органа. Исполнительный орган комбайна состоит из нижнего и верхнего шнеков, снабженных специальными резцами для отбойки и частичной погрузки угля. Длина шнеков обеспечивает выемку полосы угля шириной 0,5; 0,63; 0,8 м. Верхний шнек, в процессе работы комбайна, может подниматься и опускаться в зависимости от мощности пласта при помощи гидродомкратов с ручным управлением. Регулирование положения шнека по высоте позволяет механизировать отбойку угля по всей мощности пласта.

Комбайн работает с рамы конвейера. Тяговым органом, обеспечивающим движение комбайна вдоль лавы, является сварная калиброванная цепь, растянутая вдоль конвейера, концы цепи прикреплены непосредственно к приводной и натяжной секциям конвейера. Концы цепи прикреплены непосредственно к приводной и натяжной секциям конвейера. Цепь переброшена через приводную звездочку, укрепленную на входном валу подающей части, потом через ролик и обводную звездочку, укрепленную на корпусе комбайна. При вращении выходного вала вместе с приводной звездочкой зубья последней цепляются за звенья цепи, перемещаясь по ней вместе с комбайном.

Погрузка угля на конвейер производится щитками при работе как по односторонней схеме, так и по двухсторонней (челноковой). В последнем случае щиток после снятия полосы угля переносят и монтируют на противоположной стороне комбайна.

Оросительное устройство предназначено для гашения пыли, которая интенсивно образуется при разрушении угля исполнительным органом. Вода к форсункам, расположенным в местах интенсивного пылеобразования, подается по шлангу насосом, установленным на штреке.

Струговая установка состоит из струга, перемещающегося вдоль конвейера при помощи тяговой цепи, приводимой в движение электроприводами. Сам струг представляет собой металлическую станину с зубками,двигающийся по направлению трубе конвейера (Рис.66,67).

Работает струговая установка следующим образом. Струг при помощи тяговой цепи двигается с нижней части лавы в верхнюю снимая стружку угля толщиной до 30 см. (Рис. 68). Отбитый уголь наваливается стругом на конвейер, который грузит его в вагон, находящийся на откаточном штреке. Цепи конвейера приводятся в движение электроприводами. Когда струг дойдет до верхней части лавы вся установка при помощи домкратов передвигается на величину снятой стружки к забою. В это же время происходит автоматическое изменение направления движения струга. Последний, двигаясь с верхней части

лавы в нижнюю, производит разрушение и навалку угля на конвейер. Затем весь процесс повторяется.

Вопросы для самоконтроля:

1. Из каких основных частей состоят комбайны режущего и скалывающего типа? Принцип их работы, достоинства и недостатки.
2. Как устроен струг? Принцип его работы.

4.3. Крепление рабочего пространства и управление горным давлением

По мере выемки угля в лаве происходит обнажение кровли, что может привести к ее обрушению в рабочем пространстве (в котором работают люди и машины). Для предупреждения этого в рабочем пространстве ставят призабойную крепь, которая может быть деревянной и металлической. Деревянная крепь состоит из отдельных стоек или рам. Последние представляют собой 2-3 стойки, подбитые под распил, называемый верхняком (Рис. 69). В зависимости от горно-геологических условий рамы могут ставить по падению или простиранию. Расстояние между стойками в раме и между рамами составляет 0,8-1,2 м. Деревянные стойки являются жесткими, вследствие чего при большом оседании кровли ломаются. Поэтому с целью повышения безопасности работ, уменьшения затрат времени на возведение призабойной крепи и возможности повторного ее использования в настоящее время в большинстве случаев применяют металлическую крепь. Металлические стойки являются податливыми (Рис.70). Податливость их достигается по-разному. Например, телескопическая стойка трека состоит из выдвижной части и основания, которые прижимаются друг к другу клапаном, и выдерживает давление 14 т. (Рис.70). При увеличении его происходит смещение выдвижной части, а несущая способность не только не уменьшается, но даже увеличивается. Гидравлическая стойка типа ГС состоящая из цилиндра, в котором находится масло, и поршня, являющегося выдвижной частью и резервуаром рабочей жидкости. Изменение высоты стойки происходит при перепуске масла при помощи насоса или воздуха из выдвижной части в цилиндр или наоборот. Рабочее сопротивление металлической стойки достигает 30 тонн.

По мере подвигания забоя лавы увеличивается объем выработанного пространства, а, следовательно, площадь снабжения кровли и давление последней на крепь.

С целью снижения этого давления в лаве производят работы по управлению горным давлением (кровлей).

Различают следующие способы управления горным давлением:

- 1) полным обрушением (полной посадкой) пород кровли;
- 2) частичным обрушением пород кровли;
- 3) частичной закладкой выработанного пространства;
- 4) полной закладкой выработанного пространства;
- 5) плавным опусканием пород кровли.

При управлении горным давлением первым способом часть кровли, находящуюся за рабочим пространством, ширина которого составляет 3-5 м, искусственно обрушивают, убрав предварительно призабойную крепь, находящуюся за пределами рабочего пространства.

Обрушившиеся породы в разрыхленном состоянии заполняют все выработанное пространство и воспринимают на себя значительную часть горного давления. Для того, чтобы кровля не могла обрушиться до самого забоя

на границе рабочего и выработанного пространства ставят усиленную крепь, которая называется посадочной или обрезающей.

Посадочная крепь может быть следующих видов (Рис.71):

а) органная - представляет собой ряд деревянных стоек, установленных вплотную или с некоторым промежутком друг от друга;

б) костровая - состоит из клеток (костров) прямоугольной или треугольной формы, выложенных из деревянных стоек или отрезков рельсов. Для предупреждения смещения костра в плоскости пласта по углам его ставятся стойки. Расстояние между кострами 2-4 м;

в) кустовая - состоит из отдельных кустов, представляющих собой группу из шести-двенадцати-шестнадцати стоек, установленных одна около другой. Расстояние между кустами 2-5 м;

г) металлические посадочные стойки (тумбы) (Рис.72). Наибольшее распространение на шахтах получили стойки типа ОКУ (О-обрезная, К - крепь, У - усовершенствованная).

Помимо описанной существуют механизированные передвижные крепи, выполняющие функции призабойной и посадочной крепей, и передвигающиеся к забою по мере выемки угля (Рис.73, 74).

Первоначальная посадка кровли производится после того, как лава передвинется на расстояние 15-30 м от разрезной печи (Рис.75). В дальнейшем посадка производится после подвигания лавы на 1,2-5 м. Полное обрушение рекомендуется применять, когда в непосредственной кровле залегают легкообрушающиеся породы, мощность которых в 6-8 раз больше мощности пласта. Этот способ получил наибольшее распространение (85% угля, выдаваемого шахтами, добывается с применением полного обрушения) в связи с экономичностью по сравнению с другими.

При втором способе за посадочной крепью в кровле, реже в почве

бурятся шпуры и взрываются заряды в них. Образовавшуюся после взрыва породу выкладывают в так называемые бутовые полосы шириной 4-6 м, находящиеся на расстоянии 12-15 м (рис. 76). Полости, образовавшиеся при взрыве, называются бутовыми штреками. Таким образом, часть пород кровли удерживается от обрушения бутовыми полосами, а часть обрушается, почему и называется частичное обрушение.

Частичное обрушение применяется, когда в непосредственной кровле залегают легкообрушающиеся породы, мощность которых в 6-8 раз меньше мощности пласта.

Частичная закладка принципиально не отличается от предыдущего, только ширина бутовых полос больше (5-7 м), а расстояние между полосами меньше (6 и 12) (Рис.77). Применяется когда в непосредственной кровле залегает относительно мощная толща труднообрушаемых пород.

В особых условиях (самовозгорающиеся угли, нежелательность обрушения пород кровли и др.) применяется полная закладка выработанного пространства закладочным материалом (песком, гравием, шлаком и т.д.).

В тех случаях, когда в кровле залегают породы, способные плавно опускаться без значительных разрывов и трещин, а в почве породы склонные к пучению применяют управление горным давлением путем плавного опускания кровли (Рис.78). Для этой цели после выемки каждой полосы угля посадочную крепь (чаще всего костры) перемещают в сторону движения забоя.

Из всего изложенного в данном разделе следует, что технологический цикл в зависимости от применяемой выемочной машины складывается из ряда операций. Так, например, при машинной выемке будут иметь место следующие последовательно выполняемые операции: подрубывание пласта врубовой машиной, бурение шпуров по подрубленной части пласта, зарядание шпуров и взрывания зарядов в них, проветривание, навалка угля на призабойный конвейер и установка призабойной крепи, перевод машины в исходное положение и перемещение конвейера к забою, работы, связанные с управлением горным давлением и устройством ниш. При применении выемочных комбайнов ряд операций (подрубывание, бурение шпуров, зарядание, взрывание, проветривание, навалка) исчезает. Вместо них будет только выемка угля, которая включает разрушение и навалку его на конвейер.

С целью максимального снижения трудоемкости работ по креплению и управлению горным давлением в настоящее время находят применение выемочные комплексы, в которые входит выемочная машина (комбайн, струг), конвейер и крепь (Рис. 79).

В ряде случаев применение таких комплексов (особенно на маломощных пластах) позволяет осуществлять безлюдную выемку угля.

Вопросы для самоконтроля:

1. Для чего необходимы призабойная и посадочная крепи?
2. Как устроена призабойная крепь?
3. Что понимается под управлением кровлей?
4. Что может быть использовано в качестве посадочной крепи?
5. Какие бывают способы управления горным давлением? Каковы их характерные особенности?
6. Когда производится первоначальная посадка кровли?
7. Какой способ управления горным давлением наиболее часто применяется в угольных шахтах и почему?
8. Какие операции имеют место при машинной и комбайновой выемке угля?
9. Что представляет собой выемочный комплекс?

5.ВСКРЫТИЕ, ПОДГОТОВКА И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

После определения запасов угля в месторождении приступают к составлению проекта его разработки, в соответствии с которым оно делится на участки, называемые шахтными или карьерными полями (см.2).Затем на основе

технико-экономических расчетов принимают рациональные схемы вскрытия, подготовки и системы разработки данного поля.

5.1. Вскрытие и подготовка

Вскрытие месторождения – это проведение горных выработок, обеспечивающих доступ к нему с поверхности земли. Если месторождение представлено одним пластом, оно может быть вскрыто вертикальными, наклонными стволами, шурфами, штольнями или комбинацией этих выработок в любом сочетании. Причем количество их, как и подготовительных, должно быть не менее двух. Одна служит для подачи свежего воздуха в шахту, другие – для выдачи из нее воздуха, насыщенного твердыми газообразными примесями.

Если пласт вскрыт вертикальными стволами, то они могут располагаться в центре, или один ствол в центре, а остальные на верхней границе шахтного поля по восстанию (рис.80).

Вскрытие свиты пластов осуществляется одним из перечисленных выше способов в комбинации с капитальными квершлагами, гезенками и слепыми стволами или этажными квершлагами (рис.81). Последние используются только в течение срока, необходимого для выемки определенного участка шахтного поля, называемого этапом. Срок же службы капитальных равен сроку работы всей шахты.

Подготовка шахтного поля – это проведение так называемых подготовительных горных выработок (уклонов, бремсбергов, штреков и др.) к месту будущей выемки угля, т.е. к лаве. Цель этих выработок – обеспечить связь последней с околоствольным двором. По ним транспортируют различные грузы (машины, механизмы, крепь, материалы), необходимые для выемки угля в лаве, воздух для ее проветривания, люди. А от лавы к стволу – уголь и порода.

Существует несколько схем подготовки шахтного поля к выемке: этажная, панельная, с погоризонтной выемкой и блоковая.

При первой все шахтное поле делится на полосы, вытянутые по простиранию, называемые этажами. (Рис.82,83). Размер последних по падению (высота этажа) доходит до 450м. При этом от центра шахтного поля до соответствующего этажа проводятся бремсберги или уклоны с ходками, от которых в обе стороны ведутся откаточный и вентиляционный штреки, соединенные затем разрезными печами, которые становятся лавами.

Выемка угля в этажах ведется участками в направлении от центра шахтного поля к его границам по простиранию (прямым ходом) или наоборот обратным ходом. Сами этажи могут обрабатываться в нисходящем порядке (верхняя бремсберговая часть поля) и в восходящем (нижняя уклонная часть поля). Все шахтное поле при этом делится наклонными выработками (бремсбергами и уклонами) на две части, называемые крыльями и имеющими наименования частей света (южные и северные, восточные и западные).

Этажная схема не требует большого числа наклонных выработок. Она применяется на пластах с углом падения 18° и пологих (при выделении метана

более 15м^3 на 1т суточной добычи угля), а также вскрытых наклонными стволами.

При панельной схеме шахтное поле делится на панели – полосы, вытянутые по падению пласта. (Рис.84). размер панели по падению равен половине размера шахтного поля по падению, а по простиранию – до 2000м. Каждая панель в свою очередь делится на ярусы размером по падению до 450м. При этом от стволов, находящихся в центре шахтного поля, до середины крайних панелей проводятся главные откаточный и вентиляционный штреки, от которых в каждой панели ведут панельные бремсберги или уклоны с ходками. А от них ярусные откаточный и вентиляционный штреки, соединенные разрезными печами.

Выемка угля в панелях может производиться также полосами, вытянутыми по падению или восстанию. В этом случае от главных штреков проводят бремсберги или уклоны, а на расстоянии до 450м от них – ходки. Затем эти выработки соединяют горизонтальными разрезными печами и ведут выемку угля так, что забой лавы перемещается сверху вниз или наоборот. Такая схема выемки называется погоризонтной.

Панельную схему целесообразно использовать при горизонтальном залегании пластов, резко меняющихся углах падения, а также других геологических нарушениях.

При блоковой схеме шахтное поле делится на прямоугольники – блоки, размером по простиранию 1200-4000м, а по падению – 2000-3000м.

Последние две схемы позволяют одновременно вести выемку угля в нескольких панелях или блоках, что ведет к увеличению производительности шахты.

На практике встречаются и комбинированные схемы подготовки, при которых, например, разработка бремсбергового поля ведется по этажной, а уклонного по панельной схеме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем вскрывается одиночный пласт? Свита пластов?
2. Почему число вскрывающих и подготовительных выработок должно быть не менее двух?
3. Что такое подготовка шахтного поля к выемке?
4. Для чего служат подготовительные выработки?
5. Какие бывают схемы подготовки шахтного поля к выемке?
6. Что называется крылом шахтного поля?
7. Что представляет собой ярус?
8. В чем заключается суть блоковой схемы подготовки?
9. Когда применяется этажная схема подготовки шахтного поля?
10. Когда целесообразно использовать панельную схему подготовки?

5.2. Системы разработки

Работы в подготовительных выработках и очистных лавах могут вестись одновременно или разновременно. Кроме того, указанные выработки могут иметь различное расположение по отношению друг к другу. Это зависит от многих факторов (мощности пласта, угла падения, крепости вмещающих пород, метанообильности и др.). Определенный порядок ведения работ в очистных и подготовительных выработках, увязанный во времени и пространстве, называется системой разработки.

Существуют системы подземной и открытой разработки угольных месторождений. Рассмотрим основные системы подземной разработки: сплошную, столбовую, комбинированную, камерную, слоевую и щитовую.

1. Сплошная система разработки характеризуется тем, что работы в очистных и подготовительных выработках ведутся одновременно и продвижение этих выработок происходит в одном и том же направлении. Существует несколько разновидностей этой системы:

1.1. Лава – этаж.

В этом случае от наклонной выработки (уклона, ходка) проводится вентиляционный штрек на расстояние 30 – 40 м. И остаточный штрек на расстояние 110 – 120 м. (рис. 85,86). Затем штреки соединяют разрезной печью, т.е. нарезают лаву, после чего одновременно ведутся работы в лаве и штреках.

Штреки при любой системе разработки отделяются от выработанного пространства лавы целиками угля или бутовыми полосами (при $m < 1.3$ м.);

1.2. С разделением этажа на подэтажи.

Этот вариант при сложных геологических условиях. Например, если в пределах этажа различные мощность пласта, или угол падения, крепость угля или боковых пород и т.д. (рис. 87)

Достоинства сплошной системы разработки: минимальная протяженность подготовительных выработок, проводимых до начала очистной выемки; малый срок подготовки выемочных полей; простота проветривания.

Недостатки: значительные затраты на поддержание подготовительных выработок (штреков), т.к. они находятся в выработанном пространстве; значительные утечки воздуха через выработанное пространство, т.е. часть воздуха не доходит до лавы; невозможность предварительной детальной доразведки.

Эту систему разработки целесообразно применять при мощности пласта 1 м. при пучащейся почве, на сильно газовых шахтах.

2. Столбовая система разработки.

При этой системе от наклонной выработки (бремсберга, уклона) до границ выемочного поля проводятся откаточный и вентиляционный штреки, которые в конце соединяются разрезной печью (рис. 88.). При этом образуется массив угля (столб) размером около 100 X 300 м., окруженный штреками и разрезной печью, почему система и называется столбовой. Затем, работа в штреках прекращается, а выемка угля ведется от границ поля к наклонной

выработке (бремсбергу, уклону), т.е. лава движется в направлении противоположном направлению проведения штреков. Столбы могут быть ориентированы по падению, простиранию или диагонально.

Достоинствами этой системы являются недостатки сплошной системы разработки (смотри выше), а недостатками – достоинства последней.

3. Система разработки парными штреками.

Представляет собой комбинацию сплошной и столбовой систем (Рис.89).

4. Камерная система разработки.

Эта система применяется на пологих пластах мощностью 1,2 – 3,3 м со специфическими условиями их залегания, например, сильными геологическими нарушениями.

Сущность системы заключается в следующем. Шахтное поле делится на панели шириной 40 – 70 м. И длиной 150 – 250 м, которые можно отрабатывать прямым и обратным ходом по отношению к наклонной выработке. Затем с откаточного штрека проводят выработку, так называемую «шейку» камеры, шириной 8м и длиной 4 – 5 м. (рис. 90). После этого забой камеры расширяют до проектных размеров. Выемка угля в камерах, в основном, производится с помощью ВВ с последующей погрузкой на скребковый конвейер. Если при обратном ходе будут выниматься междукamerные целики, система будет называться камерно – столбовой.

5. Слойевая система разработки.

Эта система применяется при разработке мощных пластов, которые можно вынимать горизонтальными, наклонными и диагональными слоями. Выемка слоев может вестись в нисходящем порядке и в восходящем (рис. 91).

В первом случае сначала вынимается обычным способом (врубкой машиной, комбайном и т.д.) верхний слой. При этом на почву кладут металлическую сетку или деревянный настил, который в дальнейшем будет служить кровлей для нижележащего слоя (Рис.91,92). По мере выемки угля породы кровли обрушаясь падают на настил. После того, как эти породы уплотнятся (через полгода, год) начинают выемку нижележащего слоя и т.д.

При выемке слоев в восходящем порядке сначала вынимают уголь в нижнем слое. Выработанное пространство закладывают полностью закладочным материалом (песком, щебнем и т.д., но только не глиной) и после его уплотнения начинают выемку вышележащего слоя.

6. Щитовая система разработки.

Эта система применяется при разработке крутых пластов. Сущность ее заключается в том, что откаточный и вентиляционный штреки соединяют печами (рис. 93). Затем на вентиляционном штреке монтируют щит из бревен (в один, два, три наката) или из металлических секций и начинают выемку угля под щитом. Под действием собственного веса и обрушивающихся пород по мере выемки угля щит опускается вниз. Таким образом, щит отделяет рабочее пространство от выработанного, т.е. выполняет роль призабойной и посадочной крепи. Когда щит дойдет до крайнего нижнего положения, его разбирают (если он металлический) и переносят на новое место; если же он деревянный и его не возможно извлечь, то его бросают.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимается под системой разработки?»?
2. Какие бывают системы разработки? Чем они характеризуются?
3. В каких случаях этаж делится на подэтажи?
4. В каких случаях применяются слоевая и щитовая системы?

6. ШАХТНЫЙ ТРАНСПОРТ

Шахтный транспорт предназначен для транспортирования полезного ископаемого и пустой породы, перевозки оборудования, людей, и различных материалов по горизонтальным и наклонным горным выработкам.

Разновидностью шахтного транспорта является доставка – перемещение полезного ископаемого по очистной выработке, например, по лаве. Шахтный транспорт делится на рельсовый и безрельсовый. К первому относится локомотивный и канатный транспорт. Ко второму – конвейерный, гидравлический, пневматический, самотечный и транспорт самоходными вагонетками.

Важным элементом рельсового транспорта являются различные вагонетки. По назначению вагонетки делятся на грузовые, людские, вспомогательные и специального назначения.

Грузовые вагонетки предназначены для транспортировки угля и породы. В зависимости от способа разгрузки они могут быть с глухим или опрокидывающимся кузовом, с откидными дном или бортами (рис. 93,94,95,96). Емкость вагонеток может достигать до 5 м³. Для предупреждения падения вагонеток в случае обрыва каната при движении их по наклонным выработкам предусматривается применение парашютного устройства (рис. 97).

Вспомогательные вагонетки служат для перевозки людей (Рис.98), материалов (песка, глины, леса), а специального назначения – ремонтных и противопожарных средств, больных и т.д.

Перемещение вагонеток осуществляется локомотивом или канатом по рельсовым путям. Рельсовый путь состоит из балластного слоя, шпал и рельсов. Рельсы характеризуются массой их отрезков длиной 1м. В шахтах применяются рельсы массой 18, 24, 99 и 48 кг./м.

Расстояние между внутренними гранями головок рельсов называется шириной колеи (рис. 99). Ширина колеи для угольных шахт может быть равна 660 мм и 900 мм.

При локомотивном транспорте тяговой машиной могут быть электровозы, дизелевозы, воздуховозы и гировозы.

Электровозы делятся на контактные, аккумуляторные, контактно – аккумуляторные и высокочастотные.

Контактный электровоз приводится в действие двумя электродвигателями постоянного тока, установленными на осях полускатов (рис 100) . Питание электродвигателей осуществляется от тяговой подстанции, к шинам которой подключен контактный провод и рельсы. Таким образом, при касании токоприемником контактного провода электрический ток проходит

через электродвигатели и по рельсам возвращается к шинам подстанции. Контактные электровозы просты по конструкции и в эксплуатации. Но при их движении между токоприемником и контактным проводом, а также между полускатами и рельсами возникает искрение, которое может привести к взрыву метана. Поэтому контактные электровозы применяются в тех случаях, где нет метана и взрывоопасной угольной пыли.

Указанный выше недостаток устранен в высокочастотных электровозах, которые питаются током высокой частоты от изолированного кабеля, подвешенного вместо контактного провода (рис. 101).

Между токоприемником такого электровоза и кабелем существует зазор, благодаря чему исключается искрение.

В шахтах опасных по газу или пыли применяются аккумуляторные электровозы (рис. 102). Источником энергии для таких электровозов являются щелочные или кислотные аккумуляторы установленные на электровозе.

Все электровозы характеризуются сцепным весом, который представляет собой массу электровоза, приходящуюся на ведущие оси. Если все они ведущие, то сцепной вес равен общей массе электровоза.

Так как большинство угольных шахт опасны по выделению метана или угольной пыли, то чаще применяются аккумуляторные электровозы.

Дизелевозы работают на дизельном топливе, поэтому их конструкция более сложная, чем электровозов, особенно узлов для очистки выхлопных газов. Вследствие этого они пока широкого применения в шахтах не получили.

При разработке пластов особо опасных по метану применяются воздуховозы и гировозы. В воздуховозах используется энергия сжатого воздуха, находящегося в баллонах, установленных на воздуховозе, под давлением 150 – 250 атм. (рис. 103). Радиус их действия 5 – 7 км.

В гировозах движущей силой является энергия, накопленная тяжелым маховиком, которых на специальной зарядной станции раскручивается пневматическим двигателем до 3000 об/мин. Радиус действия до 1000 м.

Рельсовый путь, по которому движутся локомотивы с составами, настиляется с уклоном в сторону откатки груза. Этот уклон подбирается с таким расчетом, чтобы усилие, необходимое для движения порожнего состава на уклон было, примерно, равно усилию, необходимому для движения груженого состава под уклон. Этот уклон называется уклоном равного сопротивления. Обычно он равен 0,003 – 0,005.

Канатный транспорт может осуществляться концевым или бесконечным канатом. В первом случае на барабане лебедки укреплен один конец каната, а к другому прицепляются вагонетки. При наматывании каната вагонетки движутся к барабану, а при разматывании от него.

Принцип откатки бесконечным канатом следующий: в одной части выработки находится ведущий шкив, в другой натяжной шкив. Оба шкива огибает бесконечный канат, представляющий петлю. По мере необходимости к

этому канату с помощью прицепных устройств прицепляют порожние или груженные вагонетки, которые движутся в разные стороны.

Для разгрузки вагонов, доставленных рельсовым транспортом, применяются различные приспособления. Так, например, для разгрузки вагонов с глухим кузовом, которые являются пока, что основным транспортным сосудом в шахте, используются круговые опрокидыватели, толкатели, автоматические стопоры (рис. 104).

Для транспортировки полезного ископаемого по горизонтальным и наклонным (вверх под углом до 18° и вниз под углом до 15°) подготовительным и вскрывающим выработкам применяются ленточные конвейеры (рис. 105). Производительность конвейера может достигать до 300 т/час и дальность транспортировки до 300 м. Конвейер состоит из приводного и натяжного барабанов, роlikоопор и прорезиненной ленты (рис. 105). Роликкоопора состоит из трех верхних роликков, расположенных под углом друг к другу и одного нижнего. По верхним роликкам движется рабочая ветвь ленты, по нижним – холостая. Максимальная производительность ленточного конвейера может достигать до 4500 м³/час.

В последнее время все большее применение получают пластинчатые конвейеры (рис. 106). С их помощью можно транспортировать груз вверх при угле наклона до 28° и вниз до 22° . Особенностью этих конвейеров является то, что они могут работать, будучи изогнутыми, одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Несущим органом является круглозвенная цепь, к которой прикреплены пластины, образующие трапециевидный желоб. К пластинам прикреплены роликки, катящиеся по направляющим уголкам. Длина конвейера достигает до 600 м., производительность до 250 т/час.

Кроме того, есть еще ленточно-цепные и ленточно-канатные конвейеры. В последних роль тягового органа выполняет канат, а грузонесущего лента.

Для транспортировки полезного ископаемого по очистным и по подготовительным выработкам с углом наклона до 25° применяются, в основном, скребковые конвейеры (рис. 107, 108). Конвейер состоит из приводной секции, линейных секций (рештаков) длиной до двух метров каждая, натяжной секции и цепей со скребками. Скребки же перемещают транспортируемый материал по линейным секциям. Скребковые конвейеры могут иметь одну, две или три цепи, которые имеют возможность изгибаться в вертикальной или наклонной плоскости. Конвейер с цепью, изгибающейся в горизонтальной плоскости, имеет меньшую высоту, и поэтому применяется в лавах с малой мощностью пласта. Скребковые конвейеры, работающие в лаве, по мере подвигания ее забоя, должны перемещаться за ним (Рис.109). Перемещение конвейера производят путем разборки и переноски отдельных его секций с последующей сборкой на новом месте или путем передвижки без разборки.

Производительность скребковых конвейеров от 30 до 500 т/час.

В угольной промышленности скребковые конвейеры чаще всего применяются для транспортировки угля по лаве, печам и просекам.

Гидравлический транспорт может быть безнапорный и напорный. В обоих случаях твердый материал (уголь, порода) смешивается с водой образуя так называемую пульпу с соотношением твердого и жидкого от 1:4 до 1:10. При безнапорном транспорте по выработке, пройденной с уклоном $I=0,03/0,05$ настилаются желоба (рештаки), по которым самотеком движется пульпа. При напорном транспорте пульпа движется по трубам. Гидравлический транспорт чаще всего применяется при гидравлической добыче полезного ископаемого.

При пневматическом транспорте перемещение твердого материала осуществляется по трубам потоком воздуха. В связи с большим пылеобразованием в угольной промышленности этот вид транспорта, как правило, не применяется.

При самотечном транспорте перемещение транспортируемого материала осуществляется за счет собственного веса по почве (при больших углах наклона), или по желобам (при малых углах наклона).

На сланцевых шахтах и рудниках применяются также самоходные вагонетки на колесах с пневматическими шинами. Источниками питания для электродвигателей вагонеток могут быть аккумуляторы, кабели или контактные провода.

Как правило, на шахтах работают несколько видов транспорта (Рис.110).

В о п р о с ы д л я с а м о к о н т р о л я :

1. Что такое доставка?
2. На какие виды делится шахтный транспорт?
3. Какие вагонетки применяются в шахтах?
4. Из каких элементов состоит рельсовый путь?
5. Какие локомотивы применяются в шахтах? Область их применения, достоинства, недостатки.
6. Что такое ширина колеи и уклон равно сопротивления? Чему равен последний?
7. Что такое сцепной вес локомотива?
8. Какие существуют виды канатной откатки? Их характерные особенности и область применения.
9. Как осуществляется разгрузка различного вида вагонов?
10. В каких случаях применяются различного вида конвейеры? Их устройство и принцип работы.
11. На какие виды делятся скребковые конвейеры?
12. Каким образом осуществляется транспортировка материала водой и воздухом?

7. ШАХТНЫЙ ПОДЪЕМ

Шахтный подъем служит для выдачи на поверхность добываемого в шахте угля и породы, полученной при проходке горных выработок, быстрого и безопасного спуска и подъема людей, транспортировки крепежных и других материалов, а также горно-шахтного оборудования, т.е. подъемная установка является основным видом транспорта, связывающего подземные выработки шахты с поверхностью. Кроме того, при помощи подъемной установки производится осмотр или ремонт армировки и крепления ствола шахты.

Каждая подъемная установка состоит из горнотехнических сооружений, подъемного оборудования и подъемных машин. К горнотехническим сооружениям относятся околоствольные и надшахтные сооружения, а также вертикальный ствол, оборудованный расстрелами и укрепленными на них проводниками для подъемных сосудов, или наклонный ствол с рельсовыми путями.

Околоствольные сооружения расположены в околоствольном дворе и состоят из бункера и камеры опрокидывателя для скипового подъема, а для клетьевого из приемной площадки, оборудованной самооткатными уклонами или погрузочными толкателями со стопорами. Надшахтные сооружения состоят из копра, на котором установлены направляющие шкивы, разгрузочных кривых для скипов или опрокидных клетей и приемного бункера, куда разгружаются подъемные сосуды (рис. 111). В случае оборудования подъема не опрокидными клетями вместо бункера у копра сооружается надшахтное здание с приемными площадками и откаточными путями.

К подъемному оборудованию относятся подъемные сосуды, подъемные канаты, погрузочные и разгрузочные устройства. Подъемными сосудами для вертикальных стволов являются скипы, опрокидывающиеся или с разгрузкой через дно, а также бадьи, применяемые при проходе стволов, и клетки (одно – и двухэтажные). Для наклонных стволов применяются клетки, скипы и вагонетки. Последние при угле наклона ствола до 25° .

Срок службы опрокидных клетей около года, а неопрокидных 2 года.

В скип в нижней части ствола загружают от 5 до 30 тонн угля, поднимают его на поверхность и разгружают. В неопрокидную (одноэтажную) клеть заталкивают один вагон емкостью 1 – 5 тонн, а затем на поверхности его выталкивают и отправляют на разгрузку.

Для точной установки клетки на поверхности и в шахте применяются специальные посадочные площадки, которые совмещают уровни рельсов клетки и рельсов откаточных путей.

Опрокидная клеть разгружается путем поворота специальной платформы вместе с вагоном в вертикальной плоскости на 135° (Рис.112). Из сказанного следует, что производительность скипового подъема выше клетьевого. Кроме того при скиповом подъеме вес поднимаемого полезного груза примерно равен весу скипа. При клетьевом же вес поднимаемого полезного груза составляет только третью часть от веса клетки с грузом.

Скорость движения подъемных сосудов равна 15-20 м/сек. (70-80 км/час). Поэтому при скиповом подъеме мощность двигателя, расход электроэнергии, размеры и стоимость механической части подъемной установки будут ниже, чем при клетьевом. Когда подъем оборудован скипами, то устройство поверхности шахты получается более простым, а эксплуатация экономичнее, чем при клетьевом подъеме.

Подъемные канаты являются одной из самых ответственных частей подъемной установки. От качества изготовления и правильности эксплуатации канатов зависит их прочность и надежность в работе. Канаты изготавливаются из стальной канатной проволоки. По форме поперечного сечения подъемные канаты делятся на круглые и плоские. Круглые применяются при глубине ствола до 700 – 800 м. Плоские при больших глубинах, при проведении стволов, а также для уравнивания концевых нагрузок, о чем будет сказано ниже.

На одном конце подъемного каната закреплен подъемный сосуд, а второй проходит через направляющий шкив диаметром 1,25-6 м, установленный на копре, и закрепляется на барабане подъемной машины (рис. 111). Копры, как правило, бывают металлические высотой 19,5–32,5 м. Кроме того они могут быть обычными и башенными. Первые имеют на верху, направляющие шкивы и укосину (рис. 111). При этом подъемная машина расположена с боку копра. У вторых, для уменьшения расходов электроэнергии и износа каната ее располагают на копре высотой до 100м. Шахтные подъемные машины являются наиболее мощными стационарными машинами, установленными на шахте; вес их составляет от 20 до 300 тонн и более, а мощность привода 150–3000 кВт.

Подъемные машины делятся на малые, крупные и многоканатные. Малые машины выпускаются с одним или двумя цилиндрическими барабанами диаметром 2000 мм, 2500мм. и 3000 мм. Они предназначены для оборудования подземных и поверхностных подъемных установок наклонных и вспомогательных вертикальных стволов небольшой производительности. Для шахт глубиной 400–700 м, разрабатывающих несколько горизонтов, применяются крупные подъемные машины, которые выпускаются с одним, двумя цилиндрическими или бицилиндроконическими барабанами диаметром 3000 – 6000 мм. В связи с тем, что подъемные машины с двумя цилиндрическими барабанами имеют более ценные положительные качества, они получили большее распространение в угольной промышленности, чем однобарабанные.

При подъеме груза с глубины 800 – 900 м и более канат, находящийся в стволе, достигает значительной массы (при глубине ствола шахты 1000 м масса каната достигает 10 тонн). Вследствие разности масс рабочей и холостой ветвей каната появляются неуравновешенные нагрузки, которые могут привести к переподъему подъемного сосуда, т.е. к выходу его из копра и аварии. Для предупреждения такого явления применяется цилиндрикоконическая форма барабана или к подъемному сосуду подвешивается хвостовой (уравнивающий) канат (Рис.113). При глубине ствола 800м и

более применяются многоканатные подъемы со шкивами трения (движение со шкива трения канатам передается за счет сил трения, возникающих между ними) и плоскими канатами (Рис.114).

Подъемные машины со шкивами трения при многоканатных подъемах устанавливаются на железобетонных башенных копрах высотой 70м и более.

На рисунке 115 показаны схемы шахтного подъема с различными подъемными сосудами.

В о п р о с ы д л я с а м о к о н т р о л я :

1. Какие функции выполняет шахтная подъемная установка? Из каких элементов она состоит?
2. Какие бывают подъемные сосуды, канаты, машины? Их достоинства, недостатки, область применения.
3. Что такое неуравновешенность концевых нагрузок, вследствие чего она возникает и как устраняется?
4. Какие существуют виды шахтных копров?

8. ШАХТНЫЙ ВОДООТЛИВ

При разработке месторождений полезных ископаемых, в том числе и угольных, часто наблюдается приток воды в горные выработки. По происхождению шахтные воды делятся на:

- Инфильтрационные – образующиеся из просачивающихся в землю атмосферных осадков;
- Конденсационные – образуются в результате конденсации паров, поступающих из недр земли;
- Ювенильные – сохранившиеся в горных породах с момента их образования.

В зависимости от содержания солей или кислот шахтные воды делятся на:

- Жесткие – содержат соли кальция и магния в растворенном состоянии;
- Кислотные – содержат от 0,1 до 3г/литр свободной серной кислоты (H_2SO_4);
- Соленые – содержат поваренную соль ($NaCl$).

Кислотные и соленые воды оказывают вредные действия, разъедая металл рельсов, механизмов, крепей и бетон. Нейтрализацию вод осуществляют путем добавления нейтрализаторов (например, гашеной извести в кислотную воду) и применением кислотоупорных материалов.

Шахтные воды бывают загрязнены органическими веществами и болезнетворными микробами. Поэтому питье шахтной воды запрещено.

Каждая шахта характеризуется притоком, т.е. количеством воды, поступающей в нее в единицу времени ($m^3/час$; $m^3/сутки$).

Приток воды возникает при пересечении горными выработками водоносных пород, а также в результате обрушения и оседания пород с появлением трещин, при выемке полезного ископаемого в очистных выработках (например, в лавах). Содержать воду могут также угольные пласты. Наконец, вода в шахту может проникать с поверхности через выходы пластов и трещин в породах или из старых, обычно затопленных, выработок.

Приток воды в различное время года разный. Зимой и летом он меньше, чем весной (вследствие таяния снегов) и осенью (при дождливой погоде).

В первом случае приток называется нормальным, во втором повышенным, который в 1,5-2 раза выше нормального. Приток воды обычно составляет 100-1000 м³/час. Суточный приток, приходящийся на 1 тонну суточной добычи, называется коэффициентом водообильности.

При нормальном притоке вода в выработки просачивается в виде капель и струек. Затем по водоотводным канавкам она направляется в водосборник, откуда поступает в колодец и насосами откачивается на поверхность.

Во избежание затопления выработок околоствольного двора (ОД) в аварийном случае (остановка насоса, внезапное увеличение притока и др.) водосборник проводится на 3-4 м ниже уровня ОД, а объем его должен быть не менее 8-часового притока шахты. Водосборник представляет собой горную выработку, разделенную на две части. При чистке одной его части работает другая. Крепят водосборники бетоном и только в устойчивых породах оставляют без крепления.

Насосы, применяемые в шахте, могут быть центробежные, поршневые, винтовые и т.д.

Центробежный насос состоит из корпуса, в котором помещено рабочее колесо с лопатками (рис. 116,117). К насосу присоединяются всасывающий и нагнетательный трубопроводы. На конце всасывающего трубопровода установлена сетка с обратным клапаном. Перед пуском насос заливается водой. При включении насоса рабочее колесо начинает вращаться. Под действием центробежной силы вода по лопаткам отбрасывается от центра колеса к его периферии и затем в нагнетательный трубопровод. В центре колеса образуется вакуум, т.е. давление в центре колеса P_K будет меньше атмосферного давления P_A . Вследствие возникшей разности давлений $P_A - P_K$ вода из колодца по всасывающему трубопроводу пойдет к центру колеса, и весь процесс будет повторяться. Расстояние от поверхности воды в колодце до оси колеса называется высотой всасывания $h_{вс}$.

Так как атмосферное давление способно поднять столб воды на высоту 10 метров, то высота всасывания не может превышать 10м, а практически вследствие потерь давления на преодоление сопротивления движению воды по трубопроводу и насосу, она еще меньше и составляет 4-6 метров.

Каждый насос характеризуется производительностью и напором (рабочим давлением). Одно рабочее колесо насоса может развить напор до 100м водяного столба. Так как глубина шахты может быть намного больше, то для увеличения напора применяют многоколесные (многосекционные) насосы

(рис. 118). При этом напор увеличивается прямо пропорционально числу колес насоса. В настоящее время созданы многосекционные шахтные насосы, развивающие напор до 1000м водяного столба и производительностью 300-600 м³/час.

Поршневой насос состоит из цилиндра с поршнем, который приводится в возвратно – поступательное движение, вследствие чего вода будет засасываться в насос, а затем вытесняться в нагнетательный трубопровод (рис. 116). Производительность таких насосов может достигать до 250м³/час при напоре 100м.

Винтовые насосы внутри корпуса имеют резиновую обойму, в которой находится стальной винт (рис. 119). При вращении последний выжимает воду из насоса.

На шахте могут быть три водоотлива:

1. Проходческий – осуществляет откачку воды из выработок (чаще наклонных и вертикальных) при проведении их. В этом случае применяются переносные винтовые насосы;
2. Вспомогательный – откачивает воду с отдельных участков шахты в главный водосборник, расположенный в районе ствола (в околоствольном дворе);
3. Главный – откачивает воду, поступающую со всей шахты, на поверхность.

Для главного и вспомогательного водоотливов применяются центробежные (реже поршневые) насосы. Откачка воды на поверхность может осуществляться по прямой или по ступенчатой схеме, со спуском воды на нижележащий горизонт и последующей откачкой ее на поверхность (рис. 120).

При первой схеме вода из колодца насосом, находящимся в насосной камере, по магистральному трубопроводу откачивается на поверхность в водосток. Насос должен быть подобран с таким расчетом, чтобы суточный приток шахты мог быть откачан не более, чем за 20 часов. В насосной камере должно быть три насоса: один – рабочий, второй резервный, третий в ремонте, т.е. один из насосов подвергается ежемесячно профилактическому осмотру, при котором меняют уплотнения, подтягивают болты и т.д.

Прямая схема может быть применена при глубине шахты до 700 – 900м. При большей глубине применяется ступенчатая схема. В этом случае вода из главного водосборника откачивается в водосборник, находящийся на промежуточном горизонте, а затем насосом на поверхность.

В том случае если шахта разрабатывает пласт на двух горизонтах, находящихся на различных отметках, и приток воды на верхнем горизонте значительно меньше, чем на нижнем, для того, чтобы не устанавливать насосы на верхнем горизонте всю воду по трубам или скважинам спускают в водосборник нижнего горизонта, а затем откачивают на поверхность.

В о п р о с ы д л я с а м о к о н т р о л я:

1. Что такое нормальный приток воды в шахту и повышенный?
2. Чем отличаются друг от друга жесткая, кислотная и соленая воды?

3. Что такое коэффициент водообильности и агрессивность шахтной воды?
4. Что такое главный водоотлив и вспомогательный?
5. Расскажите устройство и принцип работы центробежного и винтового насосов.
6. Что такое напор, создаваемый насосом, и его производительность? В чем они измеряются?
7. Что такое высота всасывания? Чему она равна?
8. Исходя, из каких соображений выбирается тип и количество насосов?

9. ШАХТНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

9.1. Рудничная атмосфера

Атмосферный воздух состоит из смеси водяных паров и газов с объемным содержанием азота около 79%, кислорода до 20,95% и углекислого газа 0,04%. Кроме перечисленных в воздухе есть еще такие газы как водород, неон, криптон, гелий и др., суммарное содержание которых не превышает 0,01%. Струя воздуха, подаваемая с поверхности в шахту, называется свежей. Проходя по шахте атмосферный воздух, загрязняется различными газообразными (метан, окислы азота, сероводород и др.) и минеральными примесями (угольная и породная пыль). Воздух, заполняющий горные выработки шахты и обогащенный этими примесями, называется рудничным. Струя воздуха, выходящая из шахты на поверхность, называется исходящей.

Наибольшую опасность из газообразных примесей представляет метан, который называется также рудничным газом, так как в смеси с воздухом он способен взрываться.

Метан (CH_4) – газ без цвета и запаха, удельный вес 0,554. При содержании метана в воздухе до 5% он горит в месте соприкосновения с источником воспламенения голубым пламенем, при содержании от 5% до 16% взрывается. Наибольшей силы взрыв метана получается при содержании его в воздухе 9,5%, т.к. в этом случае на его окисление расходуется весь кислород воздуха. Температура газов при взрыве 1850° , а давление 5-6 атм.

Взрыв метано – воздушной смеси опасен для всех работающих в месте, где произошел взрыв, но и для всех находящихся не только вблизи, особенно в выработках, по которым движется струя воздуха от места взрыва, несущая ядовитые газы. Кроме того, взрыв, произошедший в каком-либо месте, может распространиться в соседние выработки или вызвать взрыв угольной пыли.

В подземных выработках выделение метана может быть:

1. Обыкновенное – метан выделяется из невидимых пор и трещин в угле или породе;
2. Суфлярное – выделение метана из видимых трещин в большом количестве под давлением;

3. Внезапное – мгновенное выделение большого количества метана, сопровождающееся выбросом угля или породы в количестве десятков сотен тонн.

Все шахты, в которых обнаружен метан (хотя бы на одном пласте) считаются опасными по газу. В зависимости от количества выделяемого метана, приходящегося на 1 тонну добываемого в сутки угля (относительной метаностабильности), газовые шахты делятся на 4 категории.

К первой категории относятся шахты, у которых относительная метаностабильность q_{CH_4} , не превышает $5\text{ м}^3 / \text{т}$.

Ко второй категории относятся шахты у которых $5\text{ м}^3 / \text{т} \leq q_{CH_4} < 10\text{ м}^3 / \text{т}$.

К третьей – шахты, у которых $10\text{ м}^3 / \text{т} \leq q_{CH_4} < 15\text{ м}^3 / \text{т}$.

К четвертой – категории (внекатегорные, сверхкатегорные) – шахты, у которых $15\text{ м}^3 / \text{т} \leq q_{CH_4}$, а также шахты, разрабатывающие пласты, опасные по внезапным выбросам и по суффлярным выделениям метана.

В соответствии с правилами безопасности для угольных и сланцевых шахт в них запрещается ведение всех работ при процентном содержании метана:

1. 0,75% и выше в общей исходящей струе шахты;
2. 1% и выше в исходящей струе из очистного или подготовительного забоев;
3. 2% и выше – при местном скоплении метана в любой выработке.

Рудничная пыль (угольная и породная) образуется в результате бурения шпуров, ведения взрывных работ, работы выемочных и проходческих механизмов (врубмашин и комбайнов, погрузочных машин), в местах перегрузки и т.д. Поэтому в рудничном воздухе всегда содержится угольная пыль, а в выработках, где ведутся работы по породе – породная.

Угольная и породная пыль попадая в организм человека приводит к легочным заболеваниям (в первом случае антракоз, во втором силикоз). Кроме того, угольная пыль некоторых пластов, находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе, способна взрываться.

Шахты, разрабатывающие такие пласты, называются опасными по пыли. На этих шахтах проводится целый комплекс мероприятий, направленных на снижение запыленности горных выработок, на уменьшение пылеобразования при ведении работ, на предотвращение взрыва пыли и на локализацию возникшего взрыва. Чтобы предотвратить скопление больших количеств пыли на стенках, почве и кровле выработок в местах интенсивного пылеобразования производится периодическая ее уборка, а также связывание известняково-цементным раствором.

Для предупреждения возникновения взрыва пыли применяется осланцевание забоя выработок инертной пылью перед началом производства взрывных работ. Инертная пыль, рассеиваясь в воздухе при взрыве, снижает концентрацию угольной пыли и предотвращает взрыв ее. Для связывания пыли при работе различных механизмов (сверл, врубмашин, комбайнов и д.р.) забой орошается водой или водными растворами различных солей (NaCl , Na_2CO_3 и д.р.).

Для предупреждения распространения взрыва, произошедшего в какой либо выработке (например, в лаве) в прилегающих к ней выработках (откаточном и вентиляционном штреках) устраивают сланцевые или водные заслоны. Первые представляют полочки с инертной пылью, укрепленные в верхней части выработки (рис. 121). При взрыве взрывная волна опрокидывает их, инертная пыль рассеивается в воздухе и локализует взрыв. Во втором случае на полочках размещают полиэтиленовые бачки с водой.

9.2. Проветривание шахт

Движение воздуха в шахте происходит в результате создания между двумя пунктами тем или иным способом разности давления или тяги.

В соответствии с правилами безопасности последняя создается центробежными и осевыми вентиляторами, т.е. применяется искусственная вентиляция, которая может осуществляться по двум основным схемам: центральной и диагональной (рис. 122, 123).

В первом случае эксплуатационный ствол, в который поступает свежий воздух, и вентиляционный расположены в середине шахтного поля на небольшом расстоянии друг от друга. Свежий воздух поступает в шахту по подъемному стволу, затем направляется по квершлагу в откаточные штреки, проходит через лавы, вентиляционные штреки и через вентиляционный ствол, вентилятором выбрасывается в атмосферу.

При диагональной схеме проветривания свежий воздух поступает в шахту через центральный подъемный ствол, проходит по всем выработкам и выдается на поверхность через вентиляционные стволы, расположенные по углам верхней границы шахтного поля.

Вентиляторы устанавливаются на поверхности у одного из стволов и могут всасывать воздух из шахты или нагнетать в нее (рис. 123).

В первом случае способ проветривания называется всасывающим, во втором нагнетательным (рис. 123). Применение последнего в газовых шахтах запрещено, т.к. в случае аварийной остановки вентилятора уменьшение давления воздуха приведет к увеличению количества выделяемого метана со всеми вытекающими последствиями.

Воздух, поступающий в шахту, должен пройти по всем выработкам, в которых могут находиться люди. Направление движения и распределение его по отдельным участкам шахты обеспечивается специальными вентиляционными устройствами: перемычками, дверьми, регулировочными окнами и т.д. (рис. 124).

Для изоляции вентиляционных струй (свежей и исходящей) в тех местах, где выработки, по которым проходят эти струи, пересекаются, устраивают воздушные мосты (кроссинги) (рис. 125).

При эксплуатации горных машин и электрооборудования в угольных шахтах требуется строгое соблюдение правил безопасности, в соответствии с которыми машины и электрооборудование, предназначенные для применения в

газовых шахтах должны помещаться в специальной взрывобезопасной или искробезопасной оболочке.

В о п р о с ы д л я с а м о к о н т р о л я:

1. Что входит в состав рудничного воздуха? Какие наиболее опасные смеси в нем Вы знаете?
2. В какой форме может выделяться метан?
3. В каких случаях метан горит, а в каких взрывается?
4. На какие категории делятся угольные шахты в зависимости от количества выделяемого метана?
5. Какие существуют допустимые нормы процентного содержания метана в очистных и подготовительных выработках?
6. Что является причиной возникновения рудничной пыли?
7. Чем опасна рудничная пыль?
8. Какие существуют меры предупреждения взрыва угольной пыли? Какие существуют меры локализации взрыва в случае его возникновения?
9. За счет чего осуществляется движение воздуха в шахте при естественной и искусственной вентиляции?
10. Чем отличается нагнетательная схема вентиляции от всасывающей? Область их применения. Почему нагнетательная схема вентиляции запрещена в газовых шахтах?
11. Какие Вы знаете вентиляционные устройства?

10. ОТКРЫТАЯ РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Разработка месторождений полезных ископаемых может вестись не только подземным, но и более эффективным открытым способом. Последний по сравнению с первым имеет следующие преимущества:

1. Более высокие технико-экономические показатели (производительность труда намного выше, а себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого ниже, в связи с возможностью применения более мощной и производительной техники, большей безопасностью и др.);
2. Меньше потери полезных ископаемых, лучше условия для раздельной выемки;
3. Сроки строительства карьеров и удельные капитальные затраты на их строительство значительно меньше, чем при строительстве шахт равной производственной мощности;
4. В случае необходимости производственную мощность карьера увеличить легче, чем шахты;
5. Лучше условия для комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

В то же время есть и ряд недостатков, сдерживающих повсеместное внедрение открытых разработок. К ним относятся:

1. Необходимость выемки, перемещения и складирования в отвал больших объемов пород, занимающих значительные площади;

2. Некоторая зависимость от климатических условий и времени года.

Однако в большинстве случаев достоинства открытых горных работ преобладают над их недостатками. В связи с этим открытый способ является наиболее эффективным и перспективным. Он находит все более широкое применение при добыче различных видов полезных ископаемых.

Экономическим критерием целесообразности открытой разработки полезного ископаемого является стоимость последнего. Объем пустых пород, который необходимо удалить при открытой разработке, тем больше, чем глубже залегает полезное ископаемое и, чем на большей глубине при негоризонтальном его залегании ведутся работы. Пустые породы, залегающие над полезным ископаемым, называются породами вскрыши. Количество пород вскрыши в кубических метрах, которое необходимо переместить при добыче 1 тонны полезного ископаемого, называется коэффициентом вскрыши K_B , т.е.

$$K_B = m_{\text{вск}} / m_{\text{п.и.}} \cdot \varphi_{\text{п.и.}} \text{ (м}^3\text{/т)}.$$

При $K_B < 10 \text{ м}^3\text{/т}$ породы вскрыши перевозят во внешние отвалы (рис 126,127), находящиеся за пределами карьера, а при $10 \text{ м}^3\text{/т} < K_B < 22 \text{ м}^3\text{/т}$ переваливают во внутренние отвалы. Глубина открытой разработки может достигать 200 м и более. Как уже было сказано в теме 2, горное предприятие, ведущее разработку месторождения полезного ископаемого открытым способом, называется карьером. Если разрабатывается угольный пласт, то карьер может называться разрезом. В карьере выемка пустых пород и полезного ископаемого ведется горизонтальными слоями, вследствие чего он имеет форму ступеней, которые называются уступами вскрышными (если вынимаются породы вскрыши) и добычными (в которых добываются полезные ископаемые, например, уголь) (рис. 127). Каждый уступ состоит из верхней и нижней площадок, откоса (наклонной поверхности, ограничивающей уступ со стороны выработанного пространства) и забоя (рис. 128). Боковые поверхности, ограничивающие карьер, называются бортами.

Полосы угля или пород вскрыши в уступе, разрабатываемые самостоятельными средствами выемки и транспорта, называют заходками. Иногда последние делятся на блоки.

Доступ с поверхности земли к месторождению, т.е. вскрытие его, осуществляется путем проведения капитальных траншей. Для создания фронта работ в уступах проводят горизонтальные разрезные траншеи.

Высота уступа зависит от крепости пород и типа выемочного механизма. Чем слабее порода, тем она меньше. Если применяется одноковшовый экскаватор без производства взрывных работ высота уступа равна 4-10 м. При разработке крепких пород, требующих применения взрывных работ она равна 10-15 м.

Ширина рабочей площадки уступа зависит от способа выемки пород и от габаритов применяемого оборудования.

При открытой разработке месторождений различают следующие основные этапы:

1. Выбор участка, т.е. определение его контура и направления эксплуатационных работ;
2. Подготовка поверхности месторождения, при которой удаляют естественные (леса, болота, реки и др.) и искусственные (здания, сооружения, дороги) препятствия для проведения работ;
3. Предварительное осушение месторождения, проводимое с целью удаления из него воды;
4. Вскрытие месторождения и его подготовка, проводимые с целью обеспечения доступа к месторождению;
5. Вскрышные и отвальные работы, имеющие целью удаление пустых пород, вмещающих полезное ископаемое и размещение их в отвалах;
6. Добычные работы, заключающиеся в извлечении полезного ископаемого из карьера;
7. Работы по рекультивации, т.е. по восстановлению земель.

Комплекс работ по вскрытию, подготовке месторождения и добыче полезного ископаемого (угля) состоит из следующих основных процессов: выемки, погрузки, транспортировки пустых пород и полезного ископаемого.

Выемка и погрузка осуществляются одноковшовыми и многоковшовыми экскаваторами.

К одноковшовым относятся прямая механическая лопата, обратная механическая лопата и драглайн (канатно-ковшовый) (рис. 129, 130). Рабочий цикл погрузки такими экскаваторами включает следующие операции: черпание, поворот для разгрузки, разгрузку ковша, поворот в исходное положение, опускание ковша.

Прямая механическая лопата предназначена для выемки и погрузки пород вскрыши, а также полезного ископаемого. Емкость ковша такого экскаватора достигает до 35 м^3 , длина стрелы до 65 м, максимальный радиус черпания до 70 м.

Обратная механическая лопата применяется для выемки и погрузки породы при проведении канав и траншей.

Если описанные экскаваторы могут разгружать породу в транспортное устройство, то канатно-ковшовый экскаватор из-за отсутствия жесткой связи между стрелой и ковшом может применяться только для выемки и разгрузки пород вскрыши в отвал.

Емкость ковша драглайна может достигать до 25 м^3 , длина стрелы до 100 м.

Многоковшовые экскаваторы делятся на цепные и роторные (рис. 130, 131).

Цепные экскаваторы передвигаются по рельсам или на гусеницах. Располагаются на верхней площадке уступа и забирают породу, находящуюся ниже уровня своего стояния, ковшами, укрепленными на непрерывно движущиеся цепи. Емкость каждого ковша от $0,1$ до 2 м^3 .

Роторные экскаваторы отличаются от цепных конструкцией рабочего органа, который представляет собой колесо диаметром до 17 м, называемое ротором. На роторе укреплены ковши емкостью до 4 м³. Когда ковш находится внизу, он загружается породой. При переходе его в верхнее положение ковш разгружается. Глубина черпания такого экскаватора ниже уровня стояния доходит до 25 м.

Цепные и роторные экскаваторы применяются, в основном, для выемки мягких и сыпучих пород (глины, песка и др.) вскрыши.

Для выемки породы, транспортирования и размещения ее в отвале применяются также колесные скреперы и бульдозеры.

Для транспортировки полезного ископаемого и пустой породы на открытых работах применяют рельсовый, автомобильный, конвейерный и гидравлический транспорт.

Для перемещения пустых пород применяют транпорто-отвальные мосты и консольные отвалообразователи, способные перемещать породы вскрыши на большие расстояния.

Гидравлический транспорт применяется при гидравлической разработке месторождений.

Строительство карьера начинается с проходки траншей (капитальных и разрезных). Существует два способа проходки траншей: транспортный и бестранспортный.

В первом случае породу, полученную при проходе, грузят в транспортные средства и увозят в отвалы, находящиеся на некотором расстоянии от карьера.

При бестранспортном способе породу укладывают в отвал, расположенный вдоль траншеи.

После проведения капитальных траншей по породам вскрыши проводят разрезную траншею по полезному ископаемому (углю) и приступают к его выемке, которая может осуществляться различными способами, называемыми системами открытой разработки. Они делятся на транспортные, бестранспортные и комбинированные.

Системы разработки отличаются друг от друга только способом перемещения пород вскрыши в отвалы: работы по выемке, погрузке и транспортировке полезного ископаемого могут производиться одинаково.

При бестранспортных системах разработки породы вскрыши переваливают экскаваторами во внутренние отвалы, которые устраиваются на месте вынутаго полезного ископаемого.

Такие системы применяются при сравнительно небольшой (до 20 м) глубине залегания угольного месторождения с углом падения до 10° и мощностью пласта до 3,5 м.

Транспортные системы характеризуются тем, что породы вскрыши от забоев вскрышных уступов перевозятся каким-либо видом карьерного транспорта (чаще всего железнодорожным и автомобильным) во внутренние или внешние (находящиеся за пределами карьера) отвалы.

Комбинированные системы разработки представляют собой сочетание транспортных и бестранспортных.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое коэффициент вскрыши?
2. Назовите элементы уступа. От чего зависит его высота?
3. Охарактеризуйте этапы открытой разработки.
4. Какие механизмы применяются для выемочно-порузочных работ и для транспортировки полезного ископаемого, а также пород вскрыши?
5. Охарактеризуйте бестранспортный, транспортный и комбинированный способы проведения траншей.
6. Какие могут быть системы открытой разработки? Чем они характеризуются?
7. Назовите достоинства и недостатки открытой разработки.

11. ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В КАРЬЕРАХ

11.1. Гидромеханизация работ в карьерах

Гидромеханизация горных и земляных работ заключается в том, что выемка, транспортировка и укладка породы (угля) осуществляется за счет энергии потока воды. Гидромеханизацию горных работ применяют как на открытых разработках, где она получила довольно широкое распространение, так и при подземных разработках угля и марганца.

В карьерах гидромеханизацию применяют, в основном, для выполнения вскрышных работ, реже добычных. При этом различают два способа гидромеханизационных работ – гидромониторный и землесосный. При первом способе для разрушения пород используется вода, выбрасываемая с большой скоростью (40-50 м/сек) из гидромонитора.

Гидромонитор состоит из ствола с насадкой, отводов с механизмами поворота ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях (рис. 132,133). Различают гидромониторы с тонкой струей (диаметр насадки 2 мм), с промышленной струей (диаметр насадки 20-40 мм) и с импульсной струей.

Давление воды в таких мониторах достигает до 200-500 атмосфер.

Эффективная длина струи составляет 6-20 м.

Разрушенная монитором порода смешивается с водой, образуя гидросмесь, называемую пульпой. Пульпа самотеком по лоткам или по трубам транспортируется в отвал. Чтобы твердые частицы не выпадали из потока его скорость должна быть не менее 2-5 м/сек. На отвале, где частицы породы должны оседать, скорость потока воды снижается до 0,05-0,01 м/сек. На рисунке 134 показана схема гидромеханизация вскрышных работ в карьере.

Землесосный способ применяют для разработки рыхлых сыпучих пород, имеющих слабое сцепление между частицами. Для этой цели

используется земленасосный снаряд, представляющий собой плавучее судно, на котором имеется всасывающее устройство с разрыхлителем.

Засасывание разрушенной породы происходит вследствие вакуума, создаваемого землесосом. Из последнего порода с водой по напорному трубопроводу и плавучему пульпопроводу, часть которого уложена на понтонах, а часть на берегу, направляется к месту укладки – гидроотвалу. Передвижение землесосного снаряда осуществляется с помощью свай и канатов. Затраты электроэнергии на 1 м³ разрабатываемого грунта землесосным способом значительно меньше, чем гидромоторным.

Главное преимущество гидромеханизации перед обычной механизацией разрушения пород – поточность выполнения основных процессов. Вследствие этого достигается высокая производительность труда рабочих.

11.2. Гидромеханизация работ в угольных шахтах

В зависимости от крепости угля применяются следующие способы гидродобычи:

1. *Гидравлический* – разрушение, смыв и транспортировка угля осуществляется водой, соотношение угля и воды составляет от 1:4 до 1:10. Применяется при мягких углях.

2. *Механогидравлический* – уголь разрушается машинами, например комбайнами, а смывается и транспортируется водой. Применяется при углях средней крепости.

3. *Взрывогидравлический* – разрушение угля осуществляется за счет энергии взрыва, или нагнетаемой в пласт по шпурам воды, а смыв и транспортировка водой. Применяется при крепких углях.

Помимо крепости на выбор способа гидродобычи влияет угол падения пласта. Так пологие пласты обычно разрабатываются длинными столбами по простиранию с отработкой их из разрезных печей заходками по падению, а крутые и наклонные – по системе разработки с под этажной гидроотбойкой.

Подготовка пласта к очистной выемке заключается в проведении аккумулирующего штрека с уклоном 0,05 м и параллельного штрека (просека) (рис. 135). От аккумулирующего штрека до вентиляционного через 15-20 м по простиранию проводятся восстающие разрезные печи, которые через каждые 30-50 м соединяются сбойками. Аккумулирующие штреки проводятся с помощью проходческих комбайнов. Печи и остальные подготовительные выработки – взрывогидравлическим способом. При этом способе проведения подготовительных выработок в забое пробуривается 6-8 шпуров на глубину 2,5-3 м, в которых взрывается небольшой заряд ВВ, что дает возможность разрыхлить массив на глубину 3-3,5 м. Вслед за разрыхлением проводится гидроотбойка, которая начинается от вруба глубиной 0,3-0,5 м у почвы выработки и ведется затем полосами угля толщиной 0,25-0,3 м на всю ширину забоя в направлении к кровле.

По мере выемки угля производится крепление выработки. Обычно работы ведутся по многозабойному методу, при котором за проходческой бригадой закрепляется 3-4 выработки. Работа организуется по скользящему графику, при которой в одной выработке отбивают уголь, в другой возводят крепь, в третьей переносят гидромонитор, наращивают трубы и желоба, по которым транспортируется пульпа.

Очистные работы начинаются от разрезных печей заходками размером 6-8 метров по простиранию и 5-6 м по падению (рис. 136). Гидромонитор устанавливают в печи с таким расчетом, чтобы он мог работать в обе стороны от печи. Затем вынимают первичную заходку размером 4-5 м по падению и 2-3 м по простиранию. При этом со стороны выработанного пространства оставляется временный целик угля размером 1-1,5 м по восстанию и 6-8 м по простиранию для создания безопасных условий труда.

После выемки первичной заходки производится рыхление массива угля по ходу заходки буровзрывными работами, для чего в забое пробуривается 6-8 шпуров глубиной 3,5-4 м, в каждом из которых взрывается 1,4-1,6 кг ВВ.

После проведения взрывных работ заходка расширяется на 6-8 м по простиранию и до 6 м по восстанию, т.е. производится выемка вторичной заходки. В последнюю очередь отрабатывается целик угля, оставляемый со стороны выработанного пространства.

По мере отработки целика происходит произвольное обрушение кровли в заходке. Временная (призабойная) крепь, устанавливается при выемке первичной заходки, выбивается струей гидромонитора. Опережение очистных забоев-заходок, проводимых из одной печи, по отношению к забоям соседней параллельной печи 20-25 метров. На рисунке 137 показана схема выемки мощного пласта.

Подъем угля из гидрошахты может осуществляться углесосами, гидроэлеваторами, эрлифтами и насосами с загрузочно-обменными аппаратами (питателями). В отдельных случаях возможны комбинации этих способов.

Наибольшее распространение получил углесосный подъем, при котором на рабочем горизонте вблизи ствола устраивают центральную гидроподъемную станцию. Углесос, представляющий собой обычный центробежный насос с малым количеством лопаток (3-5), забирает вместе с водой уголь из пульпосборника и по напорному трубопроводу выдает его на поверхность. Углесосный гидроподъем прост и надежен в работе, по сравнению с другими видами гидроподъема имеет большой коэффициент полезного действия (к.п.д.), но в связи с наличием вращающихся деталей происходит преждевременный износ его и дробление кусков.

Эти недостатки устранены в гидроэлеваторах и эрлифтах. Первый представляет собой 3 трубы: питательную, всасывающую и подъемную (рис. 138). При выходе воды из нижней трубы создается вакуум, благодаря чему по всасывающей трубе будет засасываться вода, а затем и уголь. При эрлифтном подъеме компрессор, стоящий на поверхности по трубе подает воздух смесителю подъемной трубы, где образуется водо-воздушная смесь, плотность которой меньше плотности воды и она пойдет вверх создавая вакуум в

подъемной трубе (Рис.139). Схемы гидропитателей показаны на рисунке 140, а общая схема гидротранспорта на рисунке 141.

На поверхности уголь подвергается обезвоживанию, т.е. удалению воды из него в соответствии с допустимыми нормами. Допустимая влажность угля летом 8-8,5%, зимой 5-5,5%.

Существуют следующие виды обезвоживания:

1. *Естественный дренаж*, при котором вода отделяется под действием силы тяжести. Применяется для обезвоживания крупного угля;

2. *Механическое обезвоживание*, при котором отделение воды интенсифицируется за счет дополнительных физических факторов – встряхивания, действия центробежных сил, давления. Применяется для обезвоживания мелкого угля;

3. *Термическая сушка* при которой вода удаляется путем испарения. Применяется также для обезвоживания мелкого угля. При этом влажность может быть снижена до 3-4%.

Гидравлический способ подземной добычи угля является относительно новым способом и постоянно совершенствуется. Имеющийся опыт применения этого способа показал, что он отличается:

1. Высокой производительностью труда;
2. Относительно низкой себестоимостью добычи угля по сравнению с добычей обычным способом;
3. Небольшим расходом крепежного леса;
4. Простотой организации работ;
5. Непрерывностью технологического процесса добычи угля.

Но помимо достоинств гидравлический способ добычи угля имеет ряд существенных недостатков:

1. Большие потери угля 20-30%;
2. Небольшой объем добычи угля из очистного забоя (15-20 т/час);
3. Большое число нарезных работ;
4. Значительное измельчение угля;
5. Необходимость применения предварительного разрыхления пласта;
6. Повышенная влажность воздуха в гидрошахтах.

Все эти недостатки ограничивают применение гидравлического способа добычи угля.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как классифицируются гидромониторы? Какие гидромониторы применяются в угольной промышленности?
2. Какие существуют способы гидромеханизации вскрышных работ в карьере?
3. Какие Вы знаете способы гидродобычи угля в шахтах? Какие их отличительные признаки?
4. Расскажите схему подготовки пласта к очистной выемке на гидрошахте?

5. Расскажите технологию и организацию работ по выемке угля на гидрошахте?

6. Чем осуществляется транспортировка и подъем угля на гидрошахтах?

7. Назовите достоинства и недостатки гидравлического способа подземной добычи угля.

12. ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СО ДНА МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

В настоящее время работы по добыче полезных ископаемых со дна морей и океанов, где они залегают в виде конкреций. Последние представляют собой куски округлой формы, содержащие золото, серебро, медь, хром.

В океане различают 2 вида осадков: первые – возникают в результате разрушений суши и расположены в основном на континентальном шельфе; вторые – образуются в самом океане и покрывают около 85% площади его дна.

Континентальный шельф – мелководный (до 200м) участок дна океана, окаймляющий материки шириной до 560 км. В прибрежных шельфах находятся залежи перечисленных выше полезных ископаемых, а также алмазов, слюды, олова, свинца, серы и др.

Разработка таких месторождений ведется агрегатами двойного действия. Судно, являющееся плавучей базой, имеет подъемный механизм (кран или лебедку), грузозахватывающее или удерживающее устройство в виде грейфера или драглайна.

Плавучая база, находясь в море над месторождением, опускает на дно грузозахватывающее устройство, которое черпает руду. При помощи лебедки последнюю поднимают на борт судна.

Прибрежные россыпные месторождения разрабатывают плавучими драгами, имеющими ковшовое устройство для подъема грунта с небольших глубин.

Добычу железно – марганцевых конкреций и донных рудосодержащих илов можно производить с помощью трала или гидравлическим землесосным снарядом.

В первом случае трал, перемещаясь при помощи троса, наполняется полезным ископаемым, затем поднимается на судно. Работа землесоса описана в п. 10.2.

13. ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В большинстве случаев полезное ископаемое, добытое в шахте или в карьере, содержит различные вредные примеси. Наличие последних даже в незначительном количестве сильно сказывается на экономических показателях. Например, при повышении содержания серы в коксе на 1% расход кокса увеличивается на 17%, а производительность доменной печи снижается на 16%.

Кроме того в добытом сырье могут быть пустые породы или различные полезные ископаемые, которые необходимо разделить на отдельные компоненты. Чтобы использовать минеральное сырье с большим техническим и экономическим эффектом его подвергают предварительной обработке, целью которой являются:

1. Удаление вредных примесей;
2. Разделение разнородных минералов в многокомпонентных полезных ископаемых;
3. Повышение содержания полезного компонента;
4. Получение различных сортов по крупности.

Совокупность операций предварительной обработки, при которых не происходит изменение химического состава минералов, называется обогащением полезных ископаемых. Обогащение производится на предприятии, которое называется обогатительной фабрикой.

При обогащении обычно имеют место следующие операции:

1. Дробление и измельчение материала;
2. Разделение материала по крупности без изменения вещественного состава полученных продуктов;
3. Разделение полезного ископаемого на продукты, (в том числе и пустую породу), различающиеся по своему составу, основанное на различии физических свойств минералов и горных пород – собственно обогащение;
4. Отделение твердой фазы от жидкостей и газов.

Рассмотрим эти операции.

13.1. Дробление и измельчение

Дробление и измельчение являются подготовительными операциями перед обогащением и служат для разъединения тесно сросшихся между собой зерен различных минералов, содержащихся в полезном ископаемом. Чем полнее минералы освобождаются друг от друга, тем успешнее протекает последующее обогащение полезного ископаемого.

Дробление производят в дробилках (щековых, конусных, валковых, бегунковых), измельчение в мельницах (галечных, вибрационных, стержневых, молотковых, шаровых) (рис. 142).

Максимальная крупность кусков полезного ископаемого, поступающего на обогащение, может достигать 1200*1500 мм. Операции дробления позволяют снизить крупность кусков до 6-20 мм. Дальнейшее снижение крупности, вплоть до сотых доле миллиметра, достигается путем измельчения.

13.2. Разделение материалов по крупности

Добытое твердое полезное ископаемое состоит из смеси кусков различной величины. Разделение этих кусков по крупности производится методом грохочения на грохотах. Основным технологическим элементом

грохота является сеющая поверхность, которая может иметь вид колосниковой решетки, штампованного решета или проволочного сита (рис. 143).

Отношение суммарной площади отверстий к площади всей поверхности называется живым сечением грохота.

При попадании исходного материала на сеющую поверхность грохота мелкие частицы (подрешетный продукт) проходят через ее отверстия, а крупные (надрешетный продукт) остаются на грохоте. По конструкции грохоты делятся на неподвижные колосниковые, валковые, вибрационные, гирационные и др.

Неподвижные колосниковые грохоты, представляют собой решетки, собранные из колосников, устанавливаемые под некоторым углом к горизонту (рис. 144). Материал, загружаемый на верхнюю часть решетки, движется самотеком, перегруппировывается и мелочь просыпается через щели, а крупные куски разгружаются в нижнем конце. Размеры щелей между колосниками составляют 50 мм и более. Удельная производительность грохота, т.е. количество поступающего в единицу времени на грохот исходного материала, отнесенное к 1 м^2 сеющей поверхности, составляет около 60 т/час на 1 м^2 при щелях равных 25 мм и увеличивается при увеличении размера щелей.

Валковые грохоты состоят из нескольких параллельных валков, установленных на раме, наклоненной под углом $12-15^\circ$ к горизонту, и вращающихся в направлении движения материала. На валки насажены или отлиты заодно с ними диски (рис. 145).

Валки образуют сеющую поверхность с отверстиями, форма и размеры которых определяются между валками и формой дисков. Аналогично работают барабанные грохоты (Рис.146).

Вибрационные грохоты применяются для среднего и мелкого грохочения, а также для обезвоживания. К ним относятся гирационные, амортизационные и резонансные грохоты.

Гиращонный грохот состоит из короба с решетками, движущегося по круговой траектории в вертикальной плоскости благодаря вращению эксцентрикового приводного вала, опирающегося на подшипники (рис. 147).

Амортизационные грохоты являются быстросходными, применяются для подготовительного и окончательного грохочения углей, обезвоживания мелкого угля, угольного шлама и других материалов.

При помощи грохотов можно определять гранулометрический состав материала, т.е. характеристику, показывающую содержание в материале кусков различной крупности. Для этой цели просеивание материала производят на стандартном наборе сит, размеры отверстий которых составляют геометрическую прогрессию. Знаменатель этой прогрессии называется модулем. В результате отсева на нескольких ситах материал делится на классы, обозначаемые нижним и верхним пределами крупности кусков в миллиметрах. Материал этих классов может иметь какие-то названия. Например, при отсева антрацита получают следующие классы (табл. 2):

Таблица 2. Классификация продукта по крупности.

Наименование класса	Крупность кусков, d_k
АП – антрацит плитный	$d_k > 100$ мм
АК – антрацит крупный	$100 \text{ мм} > d_k > 50$ мм
АО – антрацит орех	$50 \text{ мм} > d_k > 25$ мм
АМ – антрацит мелкий	$25 \text{ мм} > d_k > 13$ мм
АС – антрацит семечко	$13 \text{ мм} > d_k > 6$ мм
АШ – антрацит штыб	$6 \text{ мм} > d_k$

В некоторых случаях может быть разделение на более мелкие классы ($6 \text{ мм} > d_k > 3 \text{ мм}$, $3 \text{ мм} > d_k > 1 \text{ мм}$, $1 \text{ мм} > d_k > 0,5 \text{ мм}$, $0,5 \text{ мм} > d_k$).

Модуль шкалы классификации в данном случае равен 2, но он может иметь и другие значения, например $\sqrt{2}$.

Грохочение широко применяется на обогатительных фабриках:

1. Как основная операция для выделения классов, представляющих готовые продукты, например, при сортировке углей, руд;
2. Как подготовительная операция для разделения на классы перед другими операциями (отсадкой, магнитной сепарацией и др.);
3. Как вспомогательная операция, связанная с дроблением, для выделения готового материала перед дробилками и для контроля крупности продукта дробления;
4. Как операция обезвоживания для отделения воды и пульпы от кусковатых и зернистых материалов.

Разделение по крупности частиц размерами менее 1-2 мм осуществляется в классификаторах, а операция по разделению частиц называется классификацией. При классификации используется различие в скоростях падения частиц в жидкой или газообразной среде. Классификация может производиться в горизонтальном или восходящем потоке. В первом случае частицы, падающие быстрее, будут переноситься горизонтальным потоком на меньшее расстояние, чем частицы, падающие медленнее. Во втором случае создается восходящий поток с таким расчетом, что одни частицы падают, а другие выносятся потоком.

13.3. Разделение материала на продукты, различающиеся по своему составу

Наиболее часто встречается разделение минералов по объемному весу. Такой способ обогащения называется гравитационным обогащением. Гравитационное обогащение может производиться в тяжелых средах, в желобах, отсадкой и в пневматических сепараторах.

Для разделения материала в тяжелой среде сепаратор заполняют суспензией, плотность которой ниже плотности одного минерала, но выше

плотности другого и затем засыпают в него материал, подлежащий разделению, например, уголь и пустую породу (Рис.148). Уголь имеет плотность 1250-1550 кг/м³, а пустая порода 2500 кг/ м³. Если их поместить в суспензию с плотностью 2500 кг/ м³, то уголь всплывет, а пустая порода упадет на дно.

Обогащение в желобах и шлюзах происходит по одному и тому же принципу, но в то же время есть и некоторые отличия.

Моечный желоб устанавливается под углом наклона к горизонту 2-12°. При движении по нему угля и породы с водой в силу естественного расслоения куски породы будут находиться в нижнем слое и вследствие трения о днище желоба будут иметь меньшую скорость по сравнению с углем, находящимся в верхнем слое. В днище желоба имеются поперечные щели, через которые куски породы проваливаются в разгрузочное устройство, а куски угля перелетают через них.

При отсадке расслоение минеральных частиц по удельным весам достигается воздействием на материал вертикальных колебаний жидкой среды (например, воды). Процесс обогащения заключается в следующем (Рис.149). На решето, находящееся ниже уровня воды, загружается обогащаемый материал, затем воде или решетке сообщаются вертикальные колебания, под действием которых происходит перераспределение частиц по удельным весам: более тяжелые окажутся в нижнем слое, в более легкие – в верхнем. Последние выносятся из отсадочной машины водой, а тяжелые выгружаются из ее нижней части. Отсадка применяется для обогащения углей, а также руд черных и цветных металлов. Производительность отсадочных машин доходит до 540 т/час.

Помимо гравитационного обогащения, основанного на использовании различия в объемном весе минералов в практике обогащения, используется также различие свойств поверхности минералов.

Различие свойств поверхности минералов используется при флотации. Существует три вида флотации: масляная, пленочная, пенная. При маслянистой флотации применяли определенное количество масла, к которому прилипали не смачиваемые водой частицы и вместе с ним всплывали на поверхность воды. При пленочной флотации использовали силы поверхностного натяжения воды, благодаря которым не смачиваемые частицы оставались на поверхности пульпы, а смачиваемые погружались на дно. При пеной флотации используется свойство отдельных частиц прилипать к пузырькам воздуха. Для улучшения процесса флотации в пульпу добавляют особые вещества, называемые флотационными реагентами. Благодаря последним плохо смачиваемые водой минералы становятся еще более не смачиваемыми, прилипают к поднимающимся в пульпе пузырькам воздуха и вместе с ними выносятся на поверхность. Образуя слой пены, которая затем удаляется из флотационной машины и представляет собой флотационный концентрат, т.е. продукт, в котором повышено содержание полезного компонента по сравнению с исходным. Отходы обогащения называется хвостами. Иногда бывает целесообразно перерабатывать концентрат или хвосты (например, если они содержат сростки угля и породы). Операция по

переработке концентрата называется перечистой, а хвостов – контрольной. Продукт, получаемый при перечистой операции и содержащий меньшее количество полезного компонента, называется промпродуктом (сростки угля с породой).

Отношение содержания полезного компонента в концентрате к содержанию его в исходном материале называется степенью обогащения. Отношение веса полученного продукта (концентрата, хвостов) к весу исходного материала, выраженное в процентах, называется выходом продукта.

В ряде случаев применяется магнитное и электрическое, а при крупности кусков более 25 мм применяется ручное обогащение. На рисунках 15 и 16 показаны схемы двух первых способов обогащения.

После ряда операций мокрого обогащения (флотация, отсадка и пр.) уголь сильно увлажнен. Наличие пыли и воды (также, как и других примесей) снижает его качество и увеличивает расходы на транспортировку. Поэтому после остальных операций обогащения производят отделение твердой фазы от жидкостей. Причем расходы на обезвоживание в некоторых случаях бывают выше расходов на отделение пустой породы. Обезвоживание производится путем дренирования, фильтрации и сушки. Дренирование обычно применяется для обезвоживания крупнокусковых и зернистых материалов. Для этой цели материал помещают в штабели, бункеры, элеваторы или на грохоты. Под действием сил тяжести вода будет стекать по каналам, образованным зернами материала. Обезвоживающий элеватор представляет собой движущуюся цепь с решетчатыми ковшами. После дренирования в элеваторах или на грохотах влажность материала снижается до 15-30%, а в штабелях или бункерах в течение 6-24 часов до 6-13%.

По мере снижения крупности материала увеличиваются общая поверхность частиц и количество воды, удерживаемой на этой поверхности. Выделение воды в таких случаях производят в несколько приемов. Сначала с помощью коагулянта (крахмала, полиакриламида и др.) производят коагуляцию (сгущение) пульпы, при котором из нее выделяется основное (50-75%) влаги в виде осветленной воды. Затем сгущенную пульпу фильтруют через пористые перегородки из металлической сетки с ячейкой размером 0,3-0,25 мм, хлопчатобумажной или капроновой ткани. Для интенсификации процесса применяют центрифуги, в которых используют центробежную силу. Так, как эта сила во много раз больше силы тяжести, то скорость фильтрации значительно больше скорости естественного дренирования. После фильтрации содержание влаги в материале составляет 7-18%.

Дальнейшее снижение влажности достигается в сушильных устройствах, в которых нагрев материала осуществляется потоками горячего воздуха или дымовых газов.

На рисунке 152 показана общая схема обогащения руды, а на рисунке 153 схема цепи и аппаратов технологического комплекса шахты им. Горького п/о «Донецкуголь».

В о п р о с ы д л я с а м о к о н т р о л я:

1. Что является целью обогащения полезных ископаемых?
2. Какие Вы знаете показатели обогащения?
3. Чем отличается дробление от измельчения?
4. Какими показателями характеризуется грохочение?
5. На какие классы делятся антрациты в зависимости от крупности?
6. Что такое классификация?
7. За счет чего происходит обогащение в тяжелых средах? В отсадочных машинах?
8. За счет чего происходит обогащение в желобах? Во флотационных машинах?
9. Что такое концентрат, хвосты, промпродукт?
10. Какие механизмы применяются при обезвоживании обогащенных углей?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко А.Д., Гохберг Ю.А.: Раздаточный материал к изучению дисциплины «Системы технологий отраслей народного хозяйства». – Донецк: ДонГУ 1992. – 44с.
2. Бондаренко А.Д., Паршиков А.М.: «Технология угольной промышленности» – Донецк – Киев: Вища школа, 1978. – 178с.
3. Васючков Ю.Ф. Горное дело: Учебник для горных техникумов. – М.: Недра, 1990. – 512с.
4. Воробьев Б.М. и др. Основы горного дела и обогащения полезных ископаемых. М.: Недра, 1996. – 485с.
5. Воробьев Б.М., Бурчаков А.С. Основы технологии горного производства (введение в специальность): Учебное пособие для вузов. - М.: Недра, 1996. – 485с.
6. Гірнична електромеханіка та автоматика: Наук.техн.зб. Вип. 1 (60) / Нац. гірн. акад. України; Ред. кол.: Г.Г. Півняк та ін. – Дніпропетровськ: НГА України. 1998. – 148 с.
7. Горное дело. Терминологический словарь. (Ладин Г.Д. и др.) Изд. 4, перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 694 с.
8. Казанцев В.Д., Ковальчук А.Б. Горное дело. Учебник для техникумов угольной промышленности. 2-е изд. Доп. И перераб. – М.: Недра, 1979. – 424 с.
9. Килячков А.П., Брайцев А.В. Горное дело. Учебник для горных техникумов. – М.: Недра, 1989. – 422 с.
10. Ковальчук А.Б. Горное дело. Учебник для техникумов угольной промышленности. – М.: Недра, 1991. – 319 с.
11. Паршиков А.М. – Технологии отраслей промышленности. – Донецк: ДонГУ, 1984 – 114 с.
12. Паршиков А.М. – Раздаточный материал по спецкурсу «Технология горного производства». – Донецк: ДонГУ, 1991. – 234 с.
13. Попов В.Л. Основы горного дела. Учебник. – М.: Недра, 1990. – 218
14. Ржевский В.В. Проблемы горной промышленности и комплексы горных наук. / Моск. горн. ин – т. – М.: МП «Ладья», 1991. – 244 с.
15. Тлумачний гірний словник / Білецький В.С., Сапіцький К.Ф., Панов Е.С. та ін.; За заг. ред. В.С. Білецького. – Донецьк: ДонДТУ. 1998. – 446 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
1. Общие сведения по геологии	4
2. Горные выработки	16
3. Проведение горных выработок	26
3.1. Проведение вертикальных выработок	26
3.2. Проведение горизонтальных выработок по однородным породам	37
3.3. Проведение выработок по разнородным породам.	
Особенности проведения наклонных выработок	67
4. Технология очистной выемки	73
4.1. Выемка угля отбойными молотками	73
4.2. Выемка угля комбайнами и стругами	80
4.3. Крепление рабочего пространства и управление горным давлением	85
5. Вскрытие, подготовка и системы разработки пластовых месторождений	101
5.1. Вскрытие и подготовка	101
5.2. Системы разработки	107
6. Шахтный транспорт	117
7. Шахтный подъем	136
8. Шахтный водоотлив	145
9. Шахтная вентиляция	152
9.1. Рудничная атмосфера	152
9.2. Проветривание шахт	154
10. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых	160
11. Гидромеханизация горных работ	170
11.1. Гидромеханизация работ в карьерах	170
11.2. Гидромеханизация работ в угольных шахтах	170
12. Добыча полезных ископаемых со дна морей и океанов	183
13. Обогащение полезных ископаемых	184
13.1. Дробление и измельчение	184
13.2. Разделение материала по крупности	185
13.3. Разделение материала на продукты, различающиеся по своему составу	192
Литература	202

Профессор Алексей Матвеевич Паршиков
Профессор Юрий Александрович Гохберг

**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ
ПРОИЗВОДСТВА**

(УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ)
Редактор Дмитришина Г.А.

Сдано в набор 00.00.2001 Подписано в печать 00.00.2001
Формат бумаги 84х108/32
Тираж 1000 экз. Заказ №