

## **Тема 7 Открытый способ добычи полезных ископаемых (4 часа)**

План лекции:

1. Общие сведения об открытых горных работах
2. Особенности открытого способа разработки
3. Этапы и периоды открытых горных работ
4. Вскрышные и добычные работы
5. Вскрытие и системы разработки карьерных полей

Общие сведения об открытых горных работах. При открытой разработке месторождений полезное ископаемое добывают непосредственно с земной поверхности. Чтобы приступить к разработке неглубоко залегающего пласта, необходимо создать к нему доступ, удалив покрывающую его толщу пустых пород. Для этого проводят различные открытые горные выработки. Месторождение (или его часть), разрабатываемое одним карьером, называют карьерным полем. Границами карьерного поля являются поверхности, проходящие через верхний и нижний контуры карьера. При этом верхним контуром карьера называют линию пересечения борта карьера с земной поверхностью, а нижним контуром карьера — с плоскостью дна карьера. Дном карьера называется нижняя, обычно горизонтальная, поверхность карьера.

При открытой разработке месторождение разделяют на отдельные горизонтальные слои. Слои вынимают сверху вниз с опережением верхнего слоя по отношению к нижнему. Горизонтальный слой толщи пустых пород или полезного ископаемого, разрабатываемый самостоятельными средствами отбойки, погрузки и транспортирования горной массы, называют уступом. Элементами уступа являются площадки уступа, откос уступа, брова уступа. Уступ разрабатывают последовательными параллельными полосами — заходками с применением или без применения буровзрывных работ. Часть заходки по ее длине, разрабатываемая самостоятельными средствами отбойки и погрузки, называют блоком. Комплекс площадок и откосов уступов от поверхности земли до дна карьера называют бортом карьера. Поверхность, проходящую через верхний и нижний его контуры, называют откосом борта карьера.

Открытую горную выработку, имеющую значительную длину по сравнению с шириной и глубиной, называют траншеей. Траншея имеет трапецевидное поперечное сечение. Ограничивается она с боков бортами, а снизу — почвой. Наклонная траншея, при помощи которой земная поверхность связывается с рабочими уступами карьера, называется капитальной траншеей. Горизонтальная траншея, предназначенная для создания первоначального фронта работ на уступе, называется разрезной траншеей.

Открытый способ добычи имеет ряд преимуществ по сравнению с подземным способом: производительность труда на угольных разрезах значительно выше, чем на шахтах; себестоимость добычи 1 т угля ниже, чем при добыче подземным способом; капитальные затраты, связанные со строительством разреза, в 1,5—2,5 раза меньше затрат на строительство шахты

одинаковой с разрезом мощности; при открытой разработке месторождений легче увеличить в случае надобности производственную мощность предприятия; условия работы на разрезах более гигиеничные и безопасные, чем на шахтах. Открытым разработкам присущи следующие недостатки: зависимость открытых работ от климатических условий, особенно в районах с суровым климатом; под разрезами и отвалами пустых пород пропадают значительные площади земли, которые не могут быть использованы в дальнейшем.

Этапы и периоды открытых горных работ. В зависимости от времени выполнения открытые горные работы подразделяются на следующие периоды: подготовительный, горно-капитальный, эксплуатационный и погашения. Подготовительный период включает следующие основные работы: подготовка поверхности, осушение месторождения и ограждение его от стока поверхностных вод. В горно-капитальный период производят первоначальные работы по удалению покрывающих пород для обеспечения доступа к полезному ископаемому и систематического производства вскрышных и добычных работ. В этот период проводятся капитальные и разрезные траншеи и создается устойчивый фронт добычных и вскрышных работ. Когда горно-капитальные работы выполняются одновременно с эксплуатационными, то этот период называют периодом освоения проектной мощности карьера. Основу эксплуатационного периода составляют вскрышные и добычные работы. Период погашения горных работ связан с постепенным завершением горных работ на вскрышных и добычных горизонтах в связи с отработкой запасов, демонтажом горного оборудования и транспортных коммуникаций. В этот период производится восстановление поверхности (рекультивация).

Вскрышные и добычные работы. При разработке месторождений открытым способом выполняются вскрышные и добычные работы. Вскрышные работы заключаются в удалении пустых пород, покрывающих полезное ископаемое, в результате чего открывается доступ к месторождению. Вскрышные работы начинают от разрезной траншеи. Пустые породы, которые приходится удалять при вскрышных работах, называются вскрышными. Трудоемкость разработки угольного месторождения определяется не только абсолютным, но и относительным объемом вскрышных работ, который характеризуется коэффициентом вскрыши. Под коэффициентом вскрыши понимается отношение полного объема вскрышных пород, подлежащих удалению со всего карьерного поля, к промышленным запасам полезного ископаемого, извлекаемым в пределах того же поля.

Добычные работы, т. е. работы по извлечению полезного ископаемого, производят после того, как в результате вскрышных работ будет обнажено полезное ископаемое и пройдена по нему разрезная траншея.

Вскрышные и добычные работы включают следующие процессы: подготовку горных пород к выемке, выемочно-погрузочные работы, перемещение горной массы из забоев на поверхность, отвальные работы для

складирования вскрышных пород и складские работы для полезного ископаемого.

Подготовка горных пород к выемке заключается в разрушении массива различными способами на куски, удобные для последующей выемки, погрузки и транспортирования. Рыхлые и мягкие породы могут разрабатываться непосредственно из массива экскаваторами или другими выемочными машинами. Подготовка полускальных пород может вестись навесными рыхлителями на тракторах тяжелого типа или с применением буровзрывных работ. Подготовка к выемке скальных пород осуществляется только посредством буровзрывных работ. Различают методы скважинных, котловых, шпуровых, камерных и накладных зарядов, отличающиеся один от другого способом размещения заряда взрывчатого вещества (ВВ), его формой и величиной.

Выемка и погрузка горных пород — отделение от массива мягкой или предварительно разрыхленной крепкой породы с последующей погрузкой в средства транспорта или непосредственно в отвал. В качестве основных средств механизации используются экскаваторы, в этом случае выемка и погрузка сливаются в один процесс — выемочно-погрузочные работы. Экскаватор — самоходная машина циклического или непрерывного действия. Они могут быть одноковшовые и многоковшовые. Важнейшие типы одноковшовых экскаваторов — прямая и обратная механическая лопата и драглайн. Важнейшими типами многоковшовых экскаваторов являются цепные и роторные.

Карьерный транспорт — это комплекс средств перемещения горной массы (вскрыши и полезного ископаемого) от забоев до пунктов разгрузки. Он является связывающим звеном в общем технологическом процессе и одним из наиболее трудоемких и дорогих. На открытых горных работах наибольшее распространение получил железнодорожный, автомобильный и конвейерный транспорт, а также комбинированный. В ограниченных условиях эффективно применение скиповых подъемников, канатно-подвесных дорог, гидравлического трубопроводного транспорта и других.

Средствами железнодорожного транспорта являются рельсовые пути и подвижной состав. Рельсовые пути на карьерах бывают стационарными и временными, периодически перемещаемыми вслед за продвижением фронта работ на уступах. Технологический подвижной состав состоит из локомотивов и вагонов. В качестве локомотивов применяются электровагоны, тепловозы, тяговые агрегаты. Подвижной состав карьерного автотранспорта представлен автосамосвалами и полуприцепами. Наибольшее применение при транспортировании вскрыши получили автосамосвалы типа БелАЗ грузоподъемностью от 40 до 180 т и более. Для передвижения автосамосвалов в карьер сооружаются стационарные и временные автодороги. Конвейерный транспорт применяется преимущественно для перемещения мягких пород и угля, а также мелкораздробленных скальных пород. При комбинированном транспорте последовательно используются для перемещения одного и того же груза различные виды транспорта, каждый в наилучших для него условиях.

Отвалообразование – технологический процесс размещения пустых пород, удаляемых при разработке месторождений открытым способом. Отвалообразование вскрышных пород производится на специально отведенных для этих целей площадках, называемых отвалами. Отвалы бывают внутренние и внешние. Внутренние отвалы располагаются в выработанном пространстве карьера, внешние — за его пределами. Внешнее отвалообразование применяется при разработке наклонных и крутонаклонных месторождений. Для складирования пород при транспортировании их на внешние отвалы используются механические лопаты, драглайны, отвальные плуги и бульдозеры. Отвалообразование при конвейерном транспорте осуществляется консольными ленточными отвалообразователями, которые ведут прием, транспортирование и укладку породы в отвал.

Вскрытие и системы разработки карьерных полей. Вскрытием карьерного поля называются горные работы по созданию комплекса капитальных и временных траншей и съездов, обеспечивающих грузотранспортную связь между рабочими горизонтами в карьере и приемными пунктами на поверхности. Рабочими горизонтами в карьере являются рабочие площадки уступов. Приемные устройства на поверхности — обогатительные фабрики, перегрузочные бункеры, склады, отвалы или станции. Траншеи и съезды оборудуются средствами транспорта.

Совокупность всех вскрывающих выработок называется схемой вскрытия. Вскрытие рабочих горизонтов карьеров осуществляется при помощи горных выработок — капитальными наклонными или крутыми траншеями и горизонтальными — разрезными, которые являются продолжением капитальных траншей и служат для подготовки месторождения к выемке, создавая начальный фронт работ на вскрытом уступе. Капитальные траншеи могут быть внешними и внутренними. Внутренние траншеи располагают внутри контура карьера; внешние — за пределами его контура. Вскрывающие траншеи имеют трапециевидное поперечное сечение.

Вскрытие при разработке горизонтальных и пологих месторождений включает обычно проведение одной или двух внешних капитальных траншей, разрезных траншей по вскрышным породам и по полезному ископаемому.

Вскрытие наклонных и крутых месторождений обычно осуществляется внутренними траншеями со сложной формой трассы, расположенной на нерабочих бортах траншеи.

В зависимости от конкретных условий применяют различные способы проведения траншей: транспортный — с перевозкой породы в отвал, бестранспортный — с размещением породы на бортах траншеи и комбинированный.

Системой открытой разработки называется определенный порядок выполнения во времени и пространстве подготовительных, вскрышных и добычных работ на уступах рабочих горизонтов. По способу перемещения пустых пород все системы разделяются на бестранспортные, транспортные и комбинированные.

Бестранспортные системы разработки характеризуются тем, что породы вскрыши перемещаются экскаваторами или отвалообразователями во внутренние отвалы. Транспортные системы разработки характеризуются перевозкой вскрышных пород при помощи транспортных средств. При системе разработки с перевозкой во внутренние отвалы порода перемещается на сравнительно короткое расстояние по пути с благоприятным профилем, обычно без подъема в грузовом направлении. Транспортные системы сложнее бестранспортных и менее экономичны. Они могут применяться при любых условиях залегания месторождения, поэтому получили широкое распространение. Здесь связь между подвиганием вскрышного и добычного фронта работ менее жесткая, в зависимости от потребностей можно вскрыть необходимое количество запасов.

Комбинированные системы разработки сочетают признаки бестранспортных и транспортных систем разработки. По относительному преобладанию перевалки или перевозки выделяют систему с частичной перевозкой пустых пород во внутренние или внешние отвалы и систему с частичной перевалкой пород во внутренние отвалы.

Элементы системы разработки — выемочные слои, рабочие уступы, заходки, рабочие площадки, разрезные траншеи и другие. Параметры системы — высота уступа, угол откоса уступа  $\alpha$ , ширина заходки, ширина рабочей площадки, угол откоса рабочего борта карьера, число рабочих уступов, длина добычного и вскрышного фронта работ и другие. Основные показатели систем разработки — скорость подвигания забоев и рабочих уступов, скорость проходки траншей, скорость углубки горных работ в карьере, скорость подвигания фронта работ, годовая производительность с единицы длины фронта и площадок рабочей зоны.

Высота уступа зависит от типа погрузочного оборудования и его рабочих параметров. При разработке пород без применения БВР высота уступа принимается равной высоте черпания экскаватора; с применением БВР — не должна превышать высоту черпания более чем в 1,5 раза.

Ширина рабочей площадки устанавливается с учетом физико-механических свойств горных пород, рабочих параметров экскаватора и вида транспорта. При разработке пород с предварительным их рыхлением буровзрывным способом минимальная ширина рабочей площадки определяется с учетом ширины развала взорванных пород.

Ширина заходки при применении мехлопат равна радиусу их черпания, а для драглайнов определяется принятым углом поворота стрелы.

Число рабочих уступов и длина фронта работ должны быть наименьшими, но достаточными для обеспечения производственной мощности.

Интенсивность горных работ в карьере характеризуется скоростью понижения горных работ и скоростью подвигания фронта работ на уступах. Требуемая скорость понижения горных работ карьера по условию его производственной мощности должна обеспечиваться необходимой скоростью горизонтального подвигания фронта работ.

Основная литература 1, 2, 4, 5  
Дополнительная литература 13

Контрольные задания для СРС (темы 3) [1, 2, 4, 5, 13]

1. Общие сведения об открытых горных работах
2. Элементы уступа
3. Особенности открытого способа разработки
4. Главные параметры карьера
5. Этапы и периоды открытых горных работ
6. Основные работы подготовительного периода
7. Вскрышные и добычные работы
8. Коэффициент вскрыши
9. Подготовка горных пород к выемке
10. Карьерный транспорт
11. Механизация выемочно-погрузочных работ
12. Вскрытие и системы разработки карьерных полей
13. Вскрышные и подготовительные открытые выработки
14. Характеристика бестранспортных систем разработки
15. Характеристика транспортных систем разработки
16. Основные показатели систем разработки