

## **Тема 4 Подземная разработка угольных месторождений (8 часов)**

План лекции:

- 1 Шахта и шахтное поле. Запасы полезного ископаемого.
- 2 Горные выработки
- 3 Крепление и проведение горных выработок
- 4 Деление шахтного поля на части и способы подготовки
- 5 Вскрытие шахтных полей
- 6 Системы разработки шахтных полей
- 7 Производственные процессы в очистных забоях
- 8 Подземный транспорт и подъем
- 9 Проветривание горных выработок
- 10 Поверхностный технологический комплекс

Понятие о шахте и шахтном поле. Запасы полезного ископаемого. Часть месторождения, отведенная для разработки одной шахте, называется шахтным полем. При подземных горных работах из угля и вмещающих пластов пород в горные выработки выделяется метан. В соответствии с Правилами безопасности (ПБ) угольные шахты в зависимости от метанообильности разделяются на пять категорий. Критерием для такого деления является относительная метанообильность, т. е. количество метана в кубических метрах, выделяющегося в сутки на 1 т среднесуточной добычи. Деление шахт на категории по газу

В пределах шахтного поля заключены определенные запасы полезного ископаемого. Различают геологические, балансовые и забалансовые запасы. Геологическими называют общее количество запасов, полезного ископаемого месторождения или его части. Балансовыми называют такие запасы, разработка которых экономически и технологически целесообразна. Забалансовые запасы этим требованиям не отвечают, поэтому в настоящее время их не разрабатывают. При разработке шахтного поля часть балансовых запасов остается в недрах и составляет потери. Величина потерь оценивается в процентах или выражается в виде коэффициента потерь, представляющего собой отношение количества потеряного полезного ископаемого к его балансовым запасам. Та часть балансовых запасов, которая может быть выдана на поверхность при разработке месторождения, называется промышленными запасами. Количество полезного ископаемого, добываемого из месторождения, оценивается коэффициентом извлечения. Коэффициент извлечения показывает, какую часть балансовых запасов выдают на поверхность.

Шахта, как горное предприятие, характеризуется качественными и количественными параметрами. Производственная мощность шахты — максимально возможная добыча полезного ископаемого установленного качества в единицу времени (сутки, год). Срок службы шахты — время в годах, в течение которого будут извлекаться промышленные запасы.

Стадии разработки шахтных полей. Добыча твердых полезных ископаемых подземным способом осуществляется в три стадии: вскрытие;

подготовка; очистные работы. В совокупности эти стадии называют разработкой полезных ископаемых. Вскрытием называют проведение горных выработок, обеспечивающих доступ с поверхности земли к залежи полезного ископаемого. Выработки, проводимые на этой стадии, называют вскрывающими. После того как месторождение вскрыто, приступают к подготовке пластов к очистным работам. Под подготовкой понимают проведение комплекса горных выработок, обеспечивающих возможность начала очистных работ. Очистные работы являются третьей, основной стадией разработки месторождения полезного ископаемого.

Горные выработки. В результате ведения горных работ в толще земной коры образуются пустоты (искусственные полости), которые называют горными выработками. Горные выработки по назначению подразделяются на разведочные и эксплуатационные. Различают выработки открытые, расположенные у земной поверхности и имеющие незамкнутый контур поперечного сечения, и подземные — с замкнутым контуром поперечного сечения, расположенные на некоторой глубине от поверхности.

Эксплуатационные горные выработки подразделяются на капитальные (вскрывающие), подготовительные и очистные. К капитальным (вскрывающим) относятся выработки, по которым осуществляется доступ к месторождению или его части. Подготовительные выработки проводят от капитальных. Они служат для подготовки части залежи полезного ископаемого к очистной выемке. После проведения подготовительных выработок приступают к очистным работам, в результате которых образуются очистные выработки.

По положению в пространстве выработки разделяются на вертикальные, горизонтальные и наклонные. Они могут иметь непосредственный выход на земную поверхность или не иметь его. Начало выработки, выходящей на земную поверхность или в другую выработку, называют устьем. Поверхность, ограничивающая горную выработку и перемещающаяся в результате ведения горных работ, называется забоем.

К вертикальным горным выработкам относятся: вертикальный ствол (главный, вспомогательный, вентиляционный), гезенк, слепой ствол, шурф).

К горизонтальным горным выработкам относятся: штольня, тоннель, штрек (откаточный, вентиляционный), квершлаг, просек, орт, сбойка.

К наклонным горным выработкам относятся: наклонный ствол, бремсберг, уклон, ходок, скат, рудоспуск, восстающий, печь.

Камеры и очистные выработки: лава, очистная камера, служебные камеры, околоствольный двор.

Наиболее распространенной формой поперечного сечения вертикальных стволов является круглая, редко прямоугольная или эллиптическая формы. Горизонтальные и наклонные выработки имеют более разнообразные формы поперечного сечения. При деревянной крепи выработкам придают форму прямоугольника или трапеции. При бетонной крепи типичной является сводчатая форма выработки с вертикальными боковыми стенками, при

металлической — арочная, при сборной железобетонной — полигональная, прямоугольная, арочная.

Крепление и проведение горных выработок. Горная крепь (шахтная, рудничная) — искусственное сооружение, возводимое для предотвращения обрушения окружающих выработку горных пород, сохранения необходимых размеров поперечного сечения и рабочего состояния выработок. По принципу работы горная крепь делится на жесткую и податливую.

Основной конструкцией деревянной крепи горизонтальных и частично наклонных горных выработок является неполная крепежная рама прямоугольной или чаще трапециевидной формы. Металлическая крепь прочна, долговечна и требует меньше затрат на ремонт. По форме металлическая крепь подразделяется на трапециевидную, арочную и кольцевую. Монолитную бетонную крепь применяют в основном для крепления капитальных горных выработок, имеющих большой срок службы и находящихся вне зоны влияния очистных работ. Сборную железобетонную крепь применяют для капитальных горных выработок с большим сроком службы, находящихся в зонах с установившимся горным давлением. Анкерная крепь представляет собой стержни (анкеры), закрепляемые различными способами в скважинах (шпурах), пробуренных в определенном порядке в породах кровли и боков выработки.

В зависимости от физических свойств горных пород применяют буровзрывной или комбайновый способы проведения выработок. Наиболее распространенным в горнорудной промышленности является буровзрывной способ, при котором массив разрушается с помощью зарядов взрывчатого вещества (ВВ), размещаемых в шпурах или скважинах. При этом в состав работ по проведению горной выработки входят отдельные последовательно или параллельно выполняемые операции: бурение и заряжание шпурков, взрывание шпуровых зарядов, проветривание, погрузка и транспортирование горной массы, возведение временной и постоянной крепи, а также вспомогательные работы.

Проведение горных выработок с применением буровзрывных работ характеризуется многооперационностью, способствует загрязнению рудничной атмосферы, нарушению устойчивости горных пород.

Проведение горизонтальных и слабонаклонных выработок по углю и мягким породам осуществляется с помощью проходческих комбайнов. В качестве транспортных средств могут быть использованы конвейеры или рудничные вагонетки.

Деление шахтного поля на части и способы подготовки. В целях удобства и обеспечения планомерной отработки шахтное поле разделяют на транспортные горизонты, крылья, этажи, панели, блоки, выемочные поля, столбы и полосы. По падению разделяют горизонтальными плоскостями на горизонты. По простирианию шахтное поле делят на крылья. Часть пласта в пределах шахтного поля делят на этажи. При этом способ подготовки шахтного поля называется этажным. Этаж — часть пласта, вытянутая по

простиранию и ограниченная по падению и восстанию этажными откаточными и вентиляционными штреками.

На пологих пластах шахтное поле по простиранию делят на панели и способ его подготовки называется панельным. Панель — часть пласта, ограниченная по падению границей шахтного поля и горизонтом или двумя смежными горизонтами, а по простиранию — границей шахтного поля и условной границей с другой панелью или двумя такими границами. Панели по падению делят на более мелкие части — ярусы. Ярус — одновременно разрабатываемая часть панели. Он ограничен по простиранию границами панели, а по падению ярусными конвейерным и вентиляционным штреками.

На пластах с углами падения до  $10-12^\circ$  и значительным расстоянием по падению между транспортными горизонтами выемочные ступени делят на столбы, вытянутые по падению или восстанию. Такой способ подготовки шахтного поля называется погоризонтным. В этом случае очистной забой располагается по простиранию, а перемещается по падению или восстанию пласта.

**Вскрытие шахтных полей.** Вскрытием называют обеспечение доступа с поверхности земли к месторождению или его части путем проведения горных выработок для создания условий подготовки полезного ископаемого к выемке.

Вскрывающие выработки, обеспечивающие доступ к полезному ископаемому с поверхности, подразделяются на основные и дополнительные. К основным вскрывающим выработкам относят те, которые имеют непосредственный выход на земную поверхность: вертикальные или наклонные стволы, штольни и шурфы. Основные вскрывающие выработки, по которым осуществляется выдача полезного ископаемого на поверхность, называются главными, а предназначенные для других целей (спуск-подъем людей, материалов и оборудования, вентиляция и др.) — вспомогательными. Дополнительные вскрывающие выработки не имеют непосредственного выхода на земную поверхность. К ним относятся квершлаги, гезенки, слепые стволы, капитальные бремсберги и уклоны.

**Вскрытие одиночных пластов.** При наличии в шахтном поле одного пласта применяют вскрытие без дополнительных вскрывающих выработок, ограничиваясь проходкой только шахтных стволов. На горизонте околосвольного двора откаточным штреком шахтное поле по падению разделяют на две части: бремсберговую и уклонную. Наиболее простым для одиночного пологого пласта является вскрытие наклонными стволами.

**Вскрытие свиты пологих пластов вертикальными стволами.** Наиболее распространенным на пологих пластах является одногоризонтное вскрытие вертикальными стволами с капитальным квершлагом. При этом шахтное поле по падению делится на две части — бремсберговую и уклонную. Если при пологих углах залегания пластов размеры шахтного поля по падению составляют  $2,5..4$  км, то осуществляют вскрытие вертикальными стволами с погоризонтными квершлагами. Сущность этой схемы вскрытия состоит в том, что шахтное поле делят по падению на несколько горизонтов путем

последовательной углубки стволов и проведения на каждом горизонте погоризонтных квершлагов.

Вскрытие крутонаклонных и крутых пластов. При наличии в шахтном поле крутонаклонных и крутых пластов применяют вскрытие вертикальными стволами с этажными квершлагами. Стволы во избежание потерь угля в охранных целиках под промплощадкой располагают в лежачем боку свиты. В этом случае стволы не будут подвергаться деформациям под влиянием очистных работ.

Стволы проходят до отметки транспортного горизонта первого этажа, где сооружается околосвальный двор. От околосвального двора проводят этажный квершлаг, обеспечивающий доступ к угольным пластам. По мере отработки первого этажа стволы углубляют до второго горизонта и так далее.

Вскрытие свиты пластов наклонными стволами. Вскрытие наклонными стволами может применяться при любых углах падения пластов. Угол наклона стволов зависит от вида транспорта полезного ископаемого по наклонному стволу: до  $18^{\circ}$  используют ленточные конвейеры, при  $19—25^{\circ}$  — вагонетки, более  $25^{\circ}$  — скипы. Наиболее прогрессивным видом транспорта по наклонному стволу является конвейерный, обеспечивающий возможность непрерывного транспортирования угля от забоя до поверхности. Стволы проводят по нижнему пласту вскрываемой свиты или в устойчивых породах лежащего бока. Параллельно друг другу проводят несколько стволов: один из них главный, остальные — вспомогательные.

При вскрытии свиты пластов наклонными стволами могут применяться схемы, аналогичные вскрытию с вертикальными стволами: с капитальным квершлагом, с погоризонтными квершлагами, с этажными квершлагами и др. Для них характерны те же достоинства и недостатки, что и для схем с вертикальными стволами.