

Лекция

Классификация подземных горных выработок

Горная выработка — искусственная полость в земной коре, образуемая в результате ведения горных работ. Основными классификационными признаками подземных горных выработок считаются их пространственное расположение и назначение.

Вертикальные горные выработки: Ствол, Шурф, Гезенк

Горизонтальные горные выработки: Штольня, Тоннель, Квершлаг, Штрек, Орт, Просека.

Наклонные горные выработки: Бремсберг, Уклон, Скат, Печь, Ходок, Лава (уголь), Сбойка, Наклонный ствол.

Специальные горные выработки: Камера, Скважина, Шпур, Ниша.

Околоствольный двор - совокупность образующих его горных выработок (по назначению и конструкции составляющих особую, специальную группу), которые служат для соединения шахтного ствола (стволов) со всеми остальными выработками, а также размещения важных производственных служб (электроподстанции, гаража, водоотлива и др.).

Эксплуатационные шахтные стволы бывают главные и вспомогательные. Первые служат для подъёма полезного ископаемого на поверхность, вторые подразделяются на вентиляционные (для проветривания), водоотливные (для откачки воды из шахты), закладочные (для спуска соответствующих материалов) и др.

Главные стволы нередко выполняют одновременно несколько функций и различаются по основному назначению. Иногда их именуют по виду подъёмных сосудов – скиповые, клетевые или скипо-клетевые.

Если ствол предназначен для выяснения структуры горных пород, то его называют *разведочным*. Обычно он имеет небольшое поперечное сечение прямоугольной формы.

Слепой ствол отличается от предыдущего тем, что не обладает непосредственным выходом на поверхность, а используется в большинстве

случаев для подъёма полезного ископаемого с нижних рабочих горизонтов на верхние. У него, как правило, меньше глубина и размеры поперечного сечения.

Шурф – вертикальная (реже крутая) неглубокая горная выработка прямоугольного или квадратного сечения, проходимая непосредственно с поверхности. По назначению различают шурфы эксплуатационные (для вентиляции шахт, водоотлива, транспортирования материалов, спуска и подъёма людей), разведочные (для изучения условий залегания, строения и физико-механических характеристик горных пород), экспериментальные (для проведения натуральных опытов и испытаний фильтрационной способности пород).

Гезенк – вертикальная или крутонаклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и служащая для спуска полезного ископаемого под действием собственного веса (гравитационных сил) или в специальных сосудах (механическим способом).

Горизонтальные горные выработки. К горизонтальным горным выработкам относят штольни, тоннели, квершлаги, штреки, орты, просеки. Горизонтальные горные выработки, как правило, имеют незначительный уклон (0,004-0,005) для облегчения транспортировки и обеспечения стока воды к водосборнику.

Штольня (горизонтальный шахтный ствол) – выработка, пройденная с поверхности и предназначенная для обслуживания горных работ. Как и стволы, штольни подразделяются на разведочные и эксплуатационные (откаточные, вентиляционные и водоотливные).

Тоннель – горизонтальная или наклонная горная выработка, выходящая обоими концами на поверхность (имеет два устья) и служащая для транспортировки груза или пропускания воды, прохода людей.

Штольни и тоннели характерны для гористой местности. В угольной промышленности они почти не встречаются.

Квершлаг – горизонтальные (реже наклонные) горные выработки, не имеющие непосредственного выхода на поверхность и проводимые по вмещающим породам перпендикулярно простиранию месторождения. Предназначены для обслуживания горных работ на основных горизонтах (главные) или вспомогательные (горизонтные), а также на участках (участковые), блоках шахтного поля (блоковые) и т.д.

Штрек – горизонтальные (с углом наклона до 3°) выработки, пройденные в направлении простирания месторождения или вмещающих пород: если по полезному ископаемому, то их называют пластовыми/рудными, а когда по горному массиву - полевыми. В зависимости от конкретного назначения штреки, как и квершлаг, могут быть главными, вспомогательными, вентиляционными, промежуточными, транспортными, этажными, панельными и т.д.

Просек - проходят по полезному ископаемому в направлении простирания месторождения параллельно штрекам. От последних отличаются гораздо меньшими размерами поперечного сечения и всегда являются вспомогательными выработками. Преимущественно их используют для проветривания и транспортирования грузов.

Орт – выработка между висячим и лежащим боками мощной наклонной или крутой залежи полезного ископаемого. Предназначается для перемещения различных грузов (угля, породы, материалов и т.д.), а также проветривания, прохода людей, монтажа оборудования, подготовки выемочного участка и т.д.

Все выработки, пройденные по месторождению (пластовый/рудный штрек, просек, орт), не имеют непосредственного выхода на земную поверхность.

Наклонные горные выработки. К наклонным горным выработкам относят бремсберг, уклон, скат, печь, ходок, лаву, сбойку, а также наклонный ствол, имеющий непосредственный выход на поверхность.

Наклонный ствол отличается от вертикального только своим расположением (под углом к горизонту). В большинстве случаев его (с поперечным сечением прямоугольной формы) проводят по залежи полезного ископаемого.

Бремсберг – выработка, пройденная, как правило, по полезному ископаемому в направлении падения и предназначена для спусков грузов на основной (откаточный) горизонт. Обычно бремсберг оснащен конвейерной установкой, реже – канатной (в вагонетках или скипах). В зависимости от расположения в шахтном поле он носит конкретные наименования – панельный, этажный промежуточный и т. д. Есть также вспомогательные бремсберги, проведенные параллельно основному и служащие для спуска породы, материалов, оборудования, подачи свежего воздуха.

Уклон – горная выработка, используемая для подъема полезных ископаемых. Его разновидности бывают такие же, как и бремсбергов.

Скат – выработка, предназначенная для спуска различных грузов под действием гравитационных сил. Свои наименования скаты получают по типу спускаемых грузов.

Печь – выработка, проводимая по направлению восстания пласта или залежи непосредственно по полезному ископаемому и служащая для проветривания, транспортирования грузов и передвижения людей. Печь, из которой начинают добычу, называют разрезной. В качестве таковой может быть и просек.

Лава (при добыче угля) – очистная выработка, сооружается по пласту полезного ископаемого для его добычи (как правило, без подрывки боковых пород).

Ходок – горизонтальная или наклонная горная выработка, оборудованная трапами (лестницами) и предназначенная преимущественно для передвижения людей. Большой частью его проводят рядом с уклоном и бремсбергом либо из эксплуатационных штреков в очистные камеры.

Сбойка проводится в процессе вскрытия шахтного поля (его части) между двумя главными выработками (стволами или штольнями, шурфами либо слепыми стволами) и служит, в основном, для проветривания. По этому признаку (прямоточное проветривание в период осуществления работ) на практике сбойками часто называют печи и просеки, соединяющие две близко расположенные выработки.

Специальные горные выработки. К специальным горным выработкам относят камеры, скважины, шпуры и ниши, которые могут располагаться под любым углом к горизонту, в том числе горизонтально и вертикально.

Камера – выработка незначительной длины при сравнительно больших поперечных сечениях, не имеющие непосредственного выхода на поверхность и предназначенная для различных целей: размещение оборудования (насосная, лебедочная и трансформаторная камеры, подстанция, гараж), материалов и инвентаря (запасных частей, ВВ – взрывчатых веществ и т.д.), санитарных служб и др. Камера используется также в качестве очистной или взрывной выработки.

Ниша – углубление в очистном забое или стенке горной выработки, необходимое для вспомогательных целей, в частности для начала выемки, монтажа комбайна и его ремонта. На откаточных горизонтах оборудуются ниши для укрытия людей при движении подземного поезда.

Скважины – выработки (цилиндрической формы, глубиной 5 м и выше, диаметром более 75 мм), пройденные в горной породе или полезном ископаемом способом бурения. По назначению их различают как разведочные, эксплуатационные, вспомогательные, взрывные, водопонижительные и водяные. *Эксплуатационные* служат для добычи газов, нефти и растворенных минеральных веществ, *взрывные* – размещения в них заряда ВВ, две последние – для откачки воды; *вспомогательные* делят на лесоспускные, вентиляционные, породопропускные, дегазационные, замораживающие, тампонажные и т.д.

Шнур – цилиндрическая полость в горной породе или полезном ископаемом, имеющая глубину и диаметр соответственно до 5 м и 75 мм.²⁴ Предназначается в основном для размещения заряда взрывчатого вещества, используется также для установки анкерной крепи, нагнетания растворов и других целей.

Определение параметров подсчета запасов полезных ископаемых

Параметрами подсчета называют определенные величины, дающие возможность вычислять запасы полезного ископаемого по месторождению или его части (блоку). кубических или в тоннах. В последнем случае они вычисляются как произведение объема V тела или его части (блока) на объемную массу полезного ископаемого d . Запасы полезного компонента P выражаются в тоннах или килограммах и представляют собой произведение запасов полезного ископаемого на среднее содержание заключенного в них полезного компонента c .

Для вычисления объема тела полезного ископаемого или его части (блока) принимается площадь в контуре уплощенного тела (в его плоскости или в проекции); штокообразные или изометричные тела характеризуются площадями горизонтальных или вертикальных сечений S . В качестве третьего измерения служит средняя мощность m уплощенного тела или расстояние между параллельными разведочными сечениями. Объем тела или его части вычисляется из произведения этих двух величин.

Таким образом, подсчету запасов предшествуют:

- 1) вычисление или измерение на плане площади тела или площади поперечных сечений тела S ;
- 2) вычисление средней мощности тела или среднего расстояния между параллельными разведочными сечениями тела m ;
- 3) вычисление средней объемной массы полезного ископаемого d ;
- 4) вычисление среднего содержания полезного компонента c .

Площади тел или их сечений измеряются планиметром или палеткой, а в случае простых геометрических фигур - вычисляются по известным

математическим выражениям. Обычно измерение площадей проводятся несколько раз, а в подсчете запасов участвуют средние их оценки, при условии, что частные замеры расходятся не более, чем на 3 -5%.

Содержание полезного компонента. При подсчете запасов большого числа металлических и неметаллических полезных ископаемых кроме запасов руды определяются также запасы ценных компонентов, для чего необходимо знать их содержание. Для таких полезных ископаемых как бокситы, железная и марганцевая руда и др., запасы ценных компонентов не подсчитываются, но характеристика сырья по содержанию их обязательна.

При подсчете среднеблочных содержаний часто встает задача правильного учета отдельных проб с резко выдающимися содержаниями полезных компонентов ("ураганных" проб). По рекомендации ГКЗ, к ураганным относятся отдельные пробы, превышающие средние содержания по разведочному пересечению более чем на 20 %, а по подсчетному блоку более, чем на 10 %. Их следует исключать из подсчета, а вместо них - принимать пробы с наиболее высоким содержанием из числа рядовых проб, по данному разведочному пересечению или блоку соответственно.

Способы (методы) подсчета запасов

Несмотря на большое количество известных способов и методов подсчета запасов, в практике геологоразведочных широко используются два способа: способ блоков и способ разрезов. Реже используется статистический способ. В последние годы распространение получил компьютерный способ подсчета запасов с использованием блочных моделей.

Известно, что точность и достоверность запасов определяются главным образом геологической изученностью и фактическими данными разведки и гораздо меньше зависят от применяемых способов подсчета.

Запасы почти всех разведанных месторождений могут быть надежно подсчитаны способом блоков либо разрезов. Оба способа позволяют использовать для оконтуривания подсчетных блоков всю совокупность

выявленных разведкой геологических данных и не искажают представлений о природных морфологических особенностях залежей полезных ископаемых.

Учитывая, что понятие способ является по смыслу более широким, чем метод, можно выделить следующие методы:

Способ блоков:

- 1) метод среднего арифметического;
- 2) метод геологических блоков;
- 3) метод эксплуатационных блоков.

Способ разрезов (сечений):

- 1) метод вертикальных разрезов (сечений);
- 2) метод горизонтальных разрезов (сечений);
- 3) метод линейный.

Способ блоков

Метод среднего арифметического является упрощенным приемом и применяется на ранних стадиях геологоразведочных работ для ориентировочных оценок запасов. С этой целью вся залежь полезного ископаемого приравнивается к равновеликой фигуре - диску с высотой, равной средней мощности залежи, которая вычисляется по совокупности всех разведочных пересечений, вошедших в контур. Запасы подсчитываются по формулам: $V=Sm$; $Q=Vd$; $C=PQ$, где V - объем залежи, м³; S - площадь залежи на проекции, м²; m - средняя горизонтальная (или вертикальная) мощность залежи, м; Q - запасы полезного ископаемого, т; d - объемная масса, т/м³; c - среднее содержание полезного компонента в залежи, %; P - запасы полезного компонента, т.

Достоинством среднеарифметического метода подсчета запасов является простота графических построений и вычислений. Недостатком его является невозможность выделения по результатам подсчета запасов отдельных сортов руды. Кроме того, этот метод применим только при равномерном распределении выработок и скважин, в противном случае конечные результаты подсчета будут искажены.

Метод геологических блоков является ведущим при подсчете запасов рудных и нерудных полезных ископаемых и, по существу, единственным при подсчете запасов угля. Основой метода является выделение и оконтуривание подсчетных блоков по степени изученности и близким значениям ведущих геолого-промышленных параметров (мощности, содержанию, условиям залегания), т.е. по различным геологическим признакам. Отсюда и название выделяемых блоков: "геологические блоки". Этот метод позволяет с максимальной обоснованностью для данной степени разведанности блока определить средние значения подсчетных параметров и надежные пределы их интерполяции и экстраполяции. Истинная сложная форма блока при этом заменяется формой плоского параллелепипеда, площадь основания которого равна площади блока, а высота - средней мощности залежи. Запасы руды и ценных компонентов по этому методу считаются с определением среднего взвешенного, если исходные данные по разведочным пересечениям существенно различны.

Блоки оконтуриваются по следующим признакам:

- 1) выделяются площади разной степени разведанности для подсчета запасов по различным категориям;
- 2) выделяются площади разных типов и сортов полезного ископаемого;
- 3) выделяются площади с различными горно-техническими условиями эксплуатации.

Общие запасы полезного ископаемого подсчитываются суммированием запасов по всем блокам. Главным достоинством метода геологических блоков является его простота, а в случае геометризации неправильной разведочной сети он является единственным рациональным методом подсчета запасов.

Недостатками этого метода является то, что его подсчетные блоки (по крайней мере часть) обычно не соответствует эксплуатационным блокам, поэтому при проектировании разработки месторождения приходится перестраивать подсчетные блоки и производить пересчет запасов. Этот метод

не всегда может применяться для подсчета запасов складчатых и других сложно построенных залежей, формы которых резко искажаются при проектировании на плоскость.

Метод эксплуатационных блоков применяется для подсчета запасов месторождений рудных и неметаллических полезных ископаемых, разведанных горными выработками. Под эксплуатационными понимаются блоки, оконтуренные горными выработками с двух, трех или четырех сторон и соответственно детально опробованные. Блокировку производят так, чтобы запасы можно было легко группировать по эксплуатационным блокам: этажам, уступам карьеров и т.п. Графические построения сводятся к составлению продольных проекций залежей. Запасы полезного ископаемого по каждому эксплуатационному блоку определяют как произведение его площади на среднюю горизонтальную (или вертикальную) мощность и на среднюю объемную массу полезного ископаемого, а запасы полезного компонента - как произведение запасов полезного ископаемого на среднеблочное содержание полезного компонента.

Способ разрезов (сечений)

Применяется для подсчета запасов, главным образом, месторождений сложной формы, - разведанных системами разведочных выработок, на основании которых можно построить вертикальные геологические разрезы или погоризонтные планы. Сущность метода заключается в способе определения объема блока. В отличие от других методов он определяется не по площади залежи и ее мощности, а по площади сечений залежи (вертикальных – метод вертикальных сечений, или горизонтальных - метод горизонтальных сечений) и расстоянию между сечениями.

Контуры рудных залежей или зон отстраиваются в плоскостях геологических разрезов, а границы подсчетных блоков совпадают с плоскостями разрезов. Запасы подсчитываются отдельно в каждом блоке, а затем суммируются.

Способ разрезов обеспечивает наиболее правдоподобное преобразование объемов залежей, а совмещение подсчетных и геологических разрезов в одной плоскости способствует полному учету геологических особенностей месторождения при проведении контуров промышленной минерализации.

В случае, если разрезы не параллельны, вводятся поправки за непараллельность разрезов. Для вычисления объемов блоков между разрезами, расположенными друг от друга на расстоянии l , в зависимости от форм и соотношения площадей продуктивных залежей S_1 и S_2 применяются формулы призмы (если площади обоих сечений примерно равновелики).

В зависимости от характера выклинивания крайних блоков, которые опираются лишь одной стороной на разведочный разрез, объем их вычисляется по формуле конуса или клина. Площади залежей измеряются непосредственно на разрезах с помощью планиметра или палетки.

Определение площади палеткой может применяться только для крупных блоков перекрываемых десятками точек. Для перехода от объема к запасу руды и запасу металла определяются средние показатели объемной массы и содержания по сечениям, на которые опираются блоки, а затем средние значения для блока.

Часто возникает необходимость разделения подсчетных блоков на более мелкие блоки, например, по категориям запасов, сортам и типам сырья. Для этого соответствующие частные блоки оконтуриваются по разведочным линиям и выделяются на разрезах, а объемы их вычисляются по указанным выше формулам.

Способ разрезов на практике применяется очень широко, а для месторождений сложной формы он является наиболее рациональным. Основные недостатки этого способа: при определении объема блока данные о контуре тела между сечениями не принимаются во внимание (предполагается, что площадь от одного сечения к другому изменяется линейно), а также не учитываются данные опробования между сечениями.

Линейный метод. Этот метод является разновидностью (вариантом) способа разрезов (сечений) и наиболее широко применяется на россыпных месторождениях. Известны две методики подсчета запасов: с опорой на одну линию, когда каждый блок опирается на один разрез, с экстраполяцией его данных в обе стороны от линии разреза; с опорой на две линии, когда блоки опираются на две линии, за исключением двух крайних блоков - правого и левого при вертикальных разрезах. Эти последние блоки опираются лишь одной стороной на разведочный разрез, с другой ограничиваются экстраполяционными поверхностями по геологическим или иным соображениям.

При разведке россыпных месторождений чаще применяется второй вариант (с опорой блока на две линии), т.к. в этом случае повышается степень достоверности определений запаса песков (горной массы) и полезного компонента за счет увеличения числа разведочных пересечений по каждому блоку.

Подсчет запасов линейным методом распадается на два этапа. Вначале подсчитываются так называемые линейные запасы в пределах условных пластин, соответствующих по площадям каждому разведочному разрезу толщиной 1 м; затем путем усреднения данных по разрезам, ограничивающих блоки, находят значения подсчетных параметров для каждого блока.

Подсчет ведется в следующем порядке.

1. Определяются запасы участков, расположенных между двумя выработками на разведочной линии.

2. Запасы участков в пределах разведочной линии суммируются, что дает запасы в ленте шириной 1 м³. На основании данных о запасах в разрезах по разведочным линиям, определяются запасы в блоках. Общие запасы определяются путем суммирования запасов по отдельным подсчетным блокам.

Статистический способ

Применяется для подсчета запасов месторождений с крайне неравномерным гнездовым распределением основных ценных компонентов, если обычные способы опробования и подсчета запасов не обеспечивают получения представительных данных. Сущность способа заключается в том, что по результатам разведочно-эксплуатационных работ определяется среднее количество ("выход") полезного компонента, приходящегося на единицу площади или объема залежи. Выход полезного компонента характеризует продуктивность изученного участка.

Для подсчета запасов преимущественно по категории С2 среднюю величину продуктивности распространяют на всю потенциально рудоносную площадь или объем. При подсчете статистическим способом определяются не геологические, а извлекаемые запасы полезного ископаемого, что не соответствует принципам учета и подсчета запасов в недрах.

Для того, чтобы оценить запасы по их состоянию в недрах, к извлекаемым запасам нужно прибавить запасы, заключенные во всех видах потерь, которые определяются эксплуатационным путем.

Статистический способ подсчета запасов применяется как вынужденный прием, когда другие методы подсчета не обеспечивают надежных данных вследствие весьма малых размеров скоплений ценных компонентов, которые изолированы друг от друга и рассеяны в массе вмещающих пород (например, месторождений пьезокварца и др.), а также - при подсчете запасов отдельных сортов и типов руд и оценке прогнозных ресурсов категории *P1*.

Особенности подсчета запасов с использованием ЭВМ

В последнее время для целей подсчета запасов достаточно широко применяется ЭВМ. Наметилось два принципиально различных пути использования ЭВМ: - разработка программ, механизмирующих расчетные операции на традиционной основе; - создание полностью автоматизированных систем подсчета (АС).

Механизация подсчетных операций (выводы средних мощностей, средних содержаний и т.д.), не дает большого выигрыша во времени и дополнительной информации. Второй путь сложнее, но перспективней.

Подсчет запасов с использованием ЭВМ позволяет: оптимизировать выделение рудных интервалов, что улучшает качество оконтуривания, исключить многочисленные арифметические ошибки, резко сократить время на подсчет запасов. В то же время применение более сложных способов не сопровождается существенным увеличением точности, т.к. ЭВМ используется в данном случае только как более совершенное техническое средство счета.

В свою очередь обработка материалов внутреннего и внешнего контроля опробования, повариантный расчет бортового содержания, анализ разведочной сети, корреляционные связи с применением ЭВМ значительно сокращает время операций. При вычислении среднеблочных значений могут широко использоваться уравнения множественной регрессии или различные модификации крайгинга, применение которых невозможно без ЭВМ. Основная трудность перехода к автоматизированной системе подсчета запасов заключается в том, что некоторые операции (геометризация и блокировка запасов), не поддаются автоматизации и требуют обязательно вмешательства специалиста.

Это, в свою очередь, приводит к нерациональному, прерывистому режиму работы ЭВМ. Кроме того, большие затраты времени и труда связаны не столько с подсчетами, сколько с подготовительными операциями. Поэтому для эффективного использования ЭВМ необходима широкая автоматизация всех стадий сбора и обработки первичной документации. Это предусматривают современные компьютерные системы обработки горно-геологической информации в частности: ДАТАМАЙН, МИКРОМАЙН, СЮРПЕК и др.

Задание:

На выбранной геологической карте найти предполагаемое месторождение полезных ископаемых, произвести его опробование, оконтуривание и подсчет запасов, используя конспекты лекций и предлагаемую литературу.

К зачету приготовить следующие работы:

- 1) Реферат по любому месторождению Забайкальского края.*
- 2) Таблицы по промышленной классификации месторождений (черные, цветные, легкие, редкие-редкоземельные, благородные, радиоактивные).*
- 3) Работа по поискам с подсчетом запасов по выбранной карте.*
- 4) Ответы на вопросы после каждой темы.*