

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ, МИНЕРАЛОГИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

сборник учебно-методических материалов специальности

21.02.13 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

Благовещенск 2018

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета СПО
Амурского государственного
Университета*

Составитель: Бучко Инна Владимировна

Полезные ископаемые, минералогия и петрография: сборник учебно-методических материалов специальности 21.02.13 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2018.

Рассмотрен на заседании ЦМК общеобразовательных и естественнонаучных дисциплин 20.06.2018 г., протокол № 10.

© Амурский государственный университет, 2018

© ЦМК общеобразовательных и естественнонаучных дисциплин, 2018

© Бучко И.В., составление

1. Краткий курс лекций по дисциплине **Полезные ископаемые, минералогия и петрография.**

Тема 1.1 Минералы и минералогия

Содержание лекции:

Краткая история развития минералов. Период зарождения минералогии
Современные проблемы минералогии.

Современный период развития минералогии.

Классификация минералов.

Происхождение и условия нахождения минералов

Тема 1.2. Свойства минералов

Содержание лекции:

Физические свойства минералов: блеск, цвет, спайность, твердость, плотность

Химический состав, происхождение и методы исследования минералов

Минералы — природные химические соединения или само-родные элементы, встречающиеся в земной коре. Из минералов состоят горные породы (грунты) и почвы, непосредственно находящиеся у нас под ногами. Распространение минералов крайне не-равномерно. Известно около 3000 минералов, широкое распростра-нение среди них имеет всего около 50. Эти минералы названы по-родообразующими. Если рассматривать отдельные геологические провинции, например, центральную часть Русской равнины, то по-родообразующих минералов на поверхности земли здесь еще меньше — около 20.

В целом химических соединений значительно больше, чем ми-нералов, но они в большинстве представляют собой вещества, по-лучаемые искусственно. В последнее время минералами стали на-зывать дополнительно еще два класса веществ:

то, что раньше было принято называть минеральными веще-ствами, — неорганические соединения, присутствующие в пи-щевых продуктах, лекарствах, косметике;

компоненты, образующиеся в процессе изготовления строи-тельных материалов, — кирпича, бетона, керамики и т.д.

Минералы бывают в основном твердыми, значительно реже жидкими (подземные воды) и газообразными (радон, метан). Среди твердых минералов преобладают кристаллические, аморфные и коллоидные (встречаются реже). По внешнему виду минералы очень разнообразны и обладают большим количеством особен-ностей. Одно и то же сочетание химических элементов может кри-сталлизоваться в различные структуры и образовывать различные минералы — это явление называется полиморфизмом. Например, модификации углерода (C) дают графит и алмаз; сульфид железа (FS₂) образует два минерала — пирит и марказит, карбонат кальция CaCO₃ — минералы кальцит и арагонит.

Минералы бывают изотропными и анизотропными: изотропные одинаковы по свойствам во всех направлениях, а анизотропные различны в непараллельных направлениях.

По происхождению минералы принято подразделять на эндо-генные (глубинные) и экзогенные (образовавшиеся на поверх-ности; к ним же относятся минералы, образовавшиеся на дне моря). Многие минералы могут иметь как эндогенное, так и экзогенное происхождение. С фактором происхождения не следует объединять фактор присутствия минерала в породе — многие эндогенные ми-нералы далее слагают осадочные (экзогенные) породы или присут-ствуют в них (например, кварц, имеющий магматическое или мета-морфическое происхождение, образует пески или песчаные и пы-леватые фракции и является существенной составной частью осадочных глинистых пород).

Диагностика минералов

Минералы обладают различными свойствами, одни из которых могут определяться визуально, другие — при помощи специальной аппаратуры. Свойства, определяемые визуально или с помощью простейших приспособлений (соляной кислоты, лупы, ножа, шкалы твердости), называют внешними, а соответствующую диагностику — макроскопической. Обычно ее вполне достаточно, чтобы определить названия порообразующих минералов и сложенных ими пород и в предварительной, оценочной форме судить о свойствах геологической среды.

К внешним свойствам минералов, определяемым макроскопически, относятся: форма выделения, окраска, цвет порошка (черта), блеск, излом, спайность, твердость, удельный вес и некоторые особые свойства.

Форма выделения

Наиболее распространенные формы — кристаллические, землистые и аморфные массы. Кристаллы называют изометричными, если они примерно одинаково развиты по всем трем направлениям. Вытянутые в одном направлении кристаллы называют столбчатыми, призматическими, игольчатыми, а вытянутые в двух направлениях — таблитчатыми, пластинчатыми, листоватыми. Прочие формы — это щетки (жеоды), конкреции и секречии, псевдоморфозы (окаменелости), оолиты и др..

Один минерал может иметь различные формы выделения, сохраняя при этом неизменными прочие свойства.

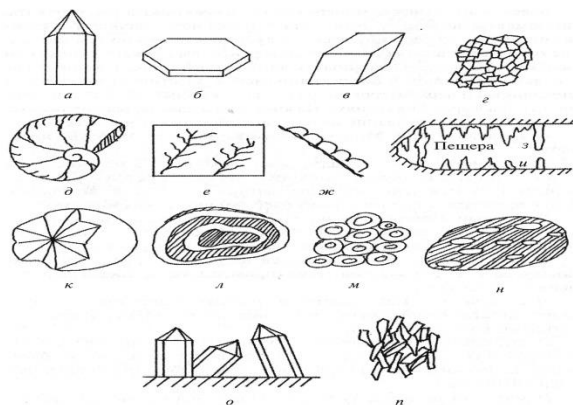
Окраска

Окраска — цвет минерала. В природе имеются минералы, обладающие как какой-либо одной окраской, так и различными окрасками. Графит всегда темно-серый, а полевой шпат может иметь цвет от белого до черного — розовый, красный, серый, зеленый, коричневатый.

Цвет порошка (черта)

Как правило, цвет минерала имеет более темный оттенок, чем цвет минерала в порошке. Многие цветные минералы имеют белый порошок. Порошок получают посредством черчения образцом по фарфоровой пластинке — отсюда название свойства — черта. При черчении по фарфору получается идеальный порошок, тонким слоем лежащий на белом фоне. Про минералы с твердостью больше, чем у фарфора ($> 6,5$), говорят, что они черты не дают. Некоторые минералы хорошо диагностируются с помощью черты (например, черная роговая обманка имеет темно-зеленую черту, черный лабрадор (полевой шпат) — белую или светло-серую, темно-серый гематит — вишневую).

Формы выделения минералов (схемы)



а — вытянутые кристаллы; б — плоские; в — изометричные; г — кристаллическая масса (порода); д — окаменелость (псевдоморфоза); е — дендрит; ж — почковидная натечная форма; з — сталактиты; и — сталагмиты; к — конкреция; л — секречия; м, н — оолиты; о — щетка (друза, жеода); п — роза (розетка)

Блеск

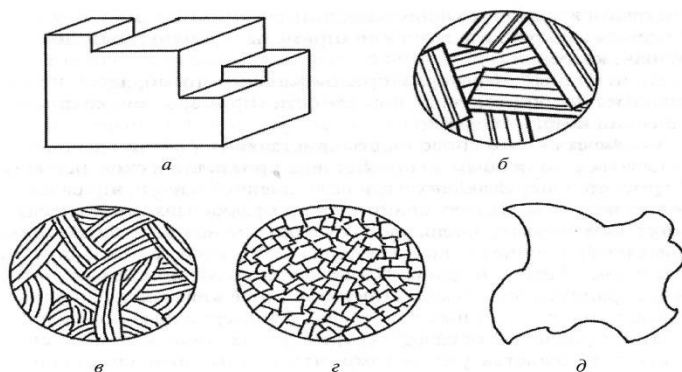
Блеск — это свойство минералов, как и всех предметов, отражать, преломлять, поглощать лучи света, а также наше восприятие отраженного света. Блеск минерала следует определять по тем местам, где он блестит ярче всего — по поверхностям свежего скола (при необходимости скол надо получить). У одного минерала может наблюдаться различный блеск (например, у пластинчатого гипса — стеклянный и перламутровый; у кварца — жирный на сколах и стеклянный на выросших гранях). Назовем виды блеска, расположив их в списке по мере убывания интенсивности отраженного света.

- металлический. Минералы похожи на металлические предметы;
- полуметаллический, алмазный смоляной. Это яркие виды блеска; минералы, обладающие ими, довольно редки в природе, многие являются ценными полезными ископаемыми, но вряд ли будут встречаться при работах в области природообустройства;
- жирный. Поверхность минерала производит впечатление покрытой тонким слоем масла. Чаще наблюдается у минералов, имеющих неровную поверхность, например, у кварца и опала;
- перламутровый. Наблюдается на ровных гладких поверхностях, дает легкий цветной отлив (примеры: тальк, в меньшей степени гипс, слюды);
- стеклянный. Наблюдается на ровных гранях многих минералов. Блестит одновременно вся поверхность (примеры: кальцит, ангидрит, полевые шпаты);
- шелковистый. Наблюдается у минералов с игольчатым изломом, когда поверхность скола напоминает длинные нитки блестящей капроновой ткани (примеры: асбест, роговая обманка, волокнистый гипс);
- . матовый (слабый, тусклый). Поверхность даже на свежем сколе блестит слабо (примеры: кремень, халцедон, фосфорит в конкрециях);
- минералы без блеска (примеры: фосфорит в землистых массах, монтмориллонит, каолинит).

Излом

Излом — форма поверхности минерала, получающаяся при разламывании образца. Излом одного и того же образца можно охарактеризовать несколькими словами, которые без противоречия будут дополнять друг друга. Например, излом лимонита землистый и неровный одновременно, излом сахаровидного гипса зернистый и неровный у всего образца и ступенчатый, если присмотреться к кристаллам. Некоторые виды излома, поддающиеся схематичному изображению, представлены ниже.

Некоторые виды излома (схемы)



а — ступенчатый в кристалле; б — ступенчатый в кристаллической массе; в — игольчатый в кристаллической массе; г — крупнозернистый; д — раковистый

Виды излома:

- ступенчатый. Легко определяется у одиночных кристаллов, имеющих плоскости излома, например, у кальцита и слюды. Сложнее бывает увидеть ступенчатый излом у кристаллов внутри кристаллических масс. В таких случаях следует найти кристаллы и обратить внимание на небольшие плоскости у них, в то время как весь образец будет производить впечатление неровного или зернистого, как, например, у лабрадора или доломита;

- игольчатый (занолистный, волокнистый). Похож на излом древесины или какого-то волокнистого материала; наблюдается у роговой обманки, асбеста;

- зернистый (сахаровидный). Наблюдается у минералов с мел-кокристаллической формой выделения; кристаллы еще видны, а их излом виден уже плохо (примеры: ангидрит, мелкокристаллический апатит);

- землистый. Наблюдается у минералов с негладкой поверхностью, у которых кристаллы не видны из-за малых размеров. Образцы похожи на сухую землю, не имеют блеска, часто пачкают руки (примеры: лимонит, фосфорит, глинистые минералы);

- раковистый. Чаще наблюдается у аморфных минералов. Поверхности излома блестящие, выпуклые или вогнутые, гладкие,

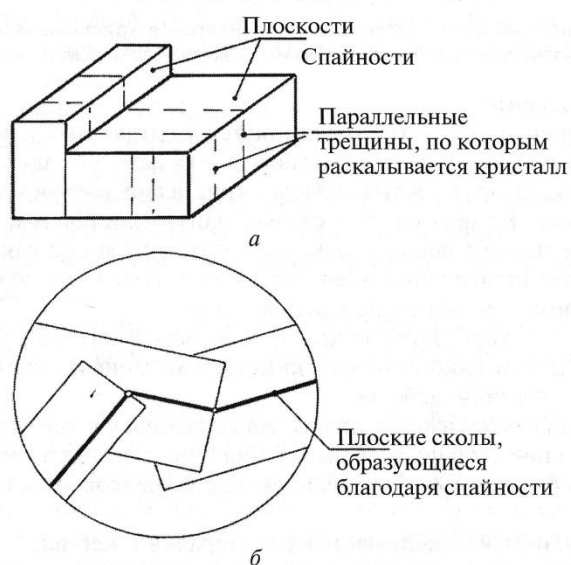
- с острыми краями, что использовалось древними людьми при изготовлении инструмента и оружия (примеры: кремь, халцедон, обсидиан, кварц);

- неровный. Минерал при раскалывании образует неправильные, незакономерные поверхности (примеры: мелкокристаллический кварц, фосфорит).

Спайность

Спайность — это способность кристаллических минералов раскалываться по особым направлениям кристаллической решетки. У предметов, окружающих нас в повседневной жизни, это свойство не наблюдается. За счет спайности при раскалывании минералов могут образовываться плоскости, иголки или волокна. Спайностью обладает большинство кристаллических минералов и не могут обладать аморфные минералы. Поверхности спайности не следует путать с гранями, образовавшимися при росте кристалла. Спайность хорошо видна в крупных кристаллах (пример: слюда или полевой шпат). В разбитых образцах крупнокристаллических масс спайность определяется уже потому, что видны сами кристаллы — каждый дал свою плоскость, отличную от соседней.

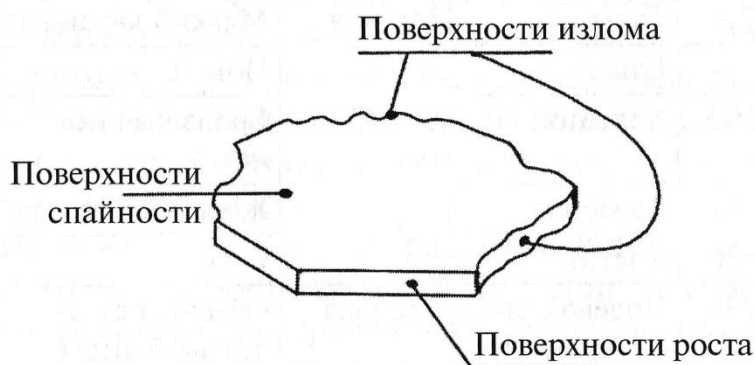
Схема спайности



а — крупный кристалл расколется только по трещинам, параллельным граням; б — в кристаллической массе хорошо видны сколы, проходящие по плоскостям спайности

Спайность бывает различной. Она может проявляться очень хорошо, как у слюды, и отсутствовать, как у кристаллов кварца. По степени совершенства выделяется пять видов спайности: весьма совершенная, совершенная, средняя, несовершенная, весьма несовершенная (спайности фактически нет). Если спайности нет, часто бывает невозможно понять, где закончился один кристалл и начался следующий. Спайность совсем не видна у минералов, представленных землистыми массами. В этом случае она определяется под микроскопом, а данные публикуются. Вследствие анизотропии кристаллов даже внутри одного минерала спайность может проявляться по-разному, например, полевой шпат имеет совершенную спайность по двум направлениям и среднюю — по третьему. Слюды имеют весьма совершенную спайность в одном направлении и не имеют ее по двум другим.

Кристалл слюды



Спайность в одном направлении, по двум другим направлениям спайности нет, слюда разрывается наподобие листа бумаги. Выросшие грани не учитываются.

Как можно понять из сказанного, спайность довольно тесно связана с изломом. Она имеется у минералов со ступенчатым, игольчатым и крупнозернистым изломом и отсутствует у минералов с раковистым изломом. О спайности минералов с мелкозернистым, землистым, неровным изломом следует читать в справочниках.

Плотность (удельный вес)

Определяется она на глаз. Большинство минералов имеет плотность 2,5—3,5 г/см³. Плотность помогает узнать легкие породы — трепел, опоку, диатомит, высушенную глину, так как у них плотность менее 2,0 г/см³, у тяжелых минералов плотность более 4 г/см³.

Твердость

Твердость — сопротивление поверхности материала царапанию, резанию, вдавливанию, истиранию. Это очень удобное свойство для простейшей диагностики минералов. У минералов постоянная твердость. Образец всегда можно попробовать поцарапать ногтем, ножом, кусочком стекла. Можно также острым углом образца поцарапать другие материалы.

В геологической практике при простейшей диагностике принято сравнивать рассматриваемый образец с минералами-эталоном путем царапания их друг о друга. В качестве эталона используется шкала немецкого геолога Фридриха Мооса. Шкала в условных единицах имеет размах от 1 до 10.

Алмаз

С помощью шкалы Мооса удается измерить твердость минералов с точностью до 0,5 или 1. Полученный результат объявляется, например, так: доломит имеет твердость 3,5.

Особые свойства. Сюда относятся необычные свойства, имеющиеся лишь у отдельных минералов.

Реакция с кислотами. В нее вступают кальцит, доломит и другие карбонаты: CaCO_3 (кальцит) + 2HCl (соляная кислота) $\rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$.

Запах при трении. Его может иметь фосфорит.

Соленый вкус имеет галит (NaCl), горький вкус — сильвин (KCl).

Восприятие на ощупь. Жирными, скользкими могут быть тальк и каолинит.

Иризация — появление красивого синего отблеска на сколах спайности лабрадора.

Магнитность. Проверяется по реакции стрелки компаса. Ею обладают некоторые минералы, содержащие железо, кобальт, никель.

Двойное лучепреломление. Некоторые прозрачные минералы раздваивают изображение. Хорошо видно, если положить такой образец на текст и смотреть сквозь него.

Тема 1.3 Процессы минералообразования

Содержание лекции:

Эндогенные процессы минералообразования

Экзогенные процессы минералообразования

Магматические процессы минералообразования

Геологические процессы образования минералов по источнику энергии подразделяются на две большие группы: эндогенные, связанные с внутренней энергией Земли, и экзогенные, связанные с внешней энергией Солнца, ветра, воды.

Эндогенные (гипогенные, глубинные) процессы протекают в недрах Земли и связаны с магматической деятельностью. Процессы застывания магмы ведут к образованию различных магматических горных пород, а отделяющиеся от магмы газовые и водные растворы переносят различные элементы и их соединения, которые при благоприятных условиях, например, в полостях, пустотах, трещинах, выделяются в виде минералов.

Экзогенные (гипергенные, поверхностные) процессы происходят на или близ поверхности Земли, а также в атмосфере и гидросфере. Они связаны с физическим и химическим разрушением горных пород и минералов и вызывают образование других устойчивых в поверхностных условиях Земли пород и минералов. К этой группе относятся и биогенные (связанные с жизнедеятельностью) процессы

Минералы и горные породы, образованные при эндо- и экзогенных процессах, при изменении физико-химических условий в недрах испытывают преобразования.— метаморфизм; возникающие при этом новые минералы и горные породы называют метаморфическими.

Эндогенные процессы минералообразования подразделяются на магматические, пегматитовые, пневматолитовые и гидротермальные. Эти процессы всегда связаны с деятельностью магмы.

Магматические процессы. Магма представляет собой огненно-жидкий силикатный расплав, образующийся в глубинных зонах Земли. Часть ее изливается через жерла вулканов или трещины на земную поверхность и быстро застывает в виде потоков или покровов стекловатых (частично раскристаллизованных) лав — эффузивов, другая часть не доходит до поверхности и медленно застывает на глубинах 1 км и более, образуя интрузивные полнокристаллические породы. Именно при кристаллизации магмы возникла большая часть минералов, слагающих земную кору. Когда говорят о магматическом происхождении минералов, то обычно указывают, с какими по составу породами они связаны: кислыми, средними, основными, ультраосновными. Разнообразие магматических горных пород объясняется процессами дифференциации магмы при ее кристаллизации и ассимиляции ею вмещающих пород.

К числу минералов, образующихся путем непосредственной кристаллизации магматических расплавов, относятся, в основном, различные силикаты. Таким же путем

образуются сульфиды железа, никеля, меди, а также хромит, апатит, алмаз и целый ряд других.

Пегматитовые процессы. Пегматиты — своеобразные геологические тела, образовавшиеся в последние этапы кристаллизации магматического очага. Они занимают промежуточное положение между интрузивными породами и рудными жилами. Тела пегматитов, как правило жильной, реже линзовидной формы, сложены породообразующими минералами материнского массива. Пегматиты обнаруживают тесную пространственную и генетическую связь с различными магматическими породами: гранитами, гранодиоритами, сиенитами, габбро и др., являясь продуктами их отщепления. Однако чаще всего пегматитовые жилы встречаются в районах выхода гранитных массивов, так как богатые SiO₂ кислые магмы содержат большее, по сравнению с основными магмами, количество летучих компонентов (H₂O, CO₂, HF, HCl и др.). В случае гранитных пород пегматиты сложены: полевыми шпатами (60—70%), кварцем (35—25%), слюдами и др. Для пегматитов характерны: крупно-, иногда гигантокристаллическое строение (кристаллы кварца достигают 2 м, полевого шпата амазонита—10 м при весе 100 т); графическая или письменная структура; миаролитовые пустоты — полости в гранитных пегматитах, выполненные кристаллами дымчатого горного хрусталя, берилла, топаза и другими минералами; зональное строение, обусловленное стадийностью пегматитообразования.

Пегматитовые жилы служат источником добычи крупнокристаллического кварца, слюды, полевых шпатов, а также редких минералов: при пегматитовом процессе накапливаются соединения бериллия, лития, фтора, бора, тория, церия, циркония, которые образуют ряд специфических минералов, представляющих большую ценность либо в качестве драгоценных и полудрагоценных камней, либо в качестве сырья для получения указанных элементов

Пневматолитовый процесс. Пневматолитиз — процесс образования минералов из газовой фазы. По мере кристаллизации магмы возможно отделение газов, которые по мере их продвижения вверх по трещинам охлаждаются, реагируют друг с другом и с вмещающими породами, в результате чего образуются минералы. Продукты процесса — пневматолиты — разделяются на вулканические и глубинные. Первые образуются в вулканических областях за счет газов, отделяющихся от магмы вблизи или на поверхности Земли. Главные газы при извержениях пара: H₂O, HCl, H₂S, SO₂, NH₄Cl, CO₂, CO, H₂,

В процессе возгона в трещинах лавовых покровов и кратерах вулканов преимущественно образуются хлориды и сульфаты—минералы, легко растворимые и потому неустойчивые. Практическое значение минералов вулканического происхождения весьма ограничено. Прежде всего это мелкие месторождения самородной серы (иногда содержащей селен). Они известны у нас на Камчатке и Курилах, в Японии, Чили, Италии. В последней добывается также сассолин В(ОН)₃ — природная борная кислота.

К глубинным пневматолитам относят грейзены — породы, образовавшиеся в условиях средних глубин благодаря переработке магматическими эманациями (газами и водными растворами) гранитов и жильных магматических пород. Как правило, они образуются в куполовидных выступах гранитных интрузий. В грейзенах из минералов резко преобладает кварц, почти всегда присутствует мусковит и часто встречаются лепидолит, топаз, турмалин, флюорит, берилл, рутил. Из рудных минералов характерны касситерит и вольфрамит, в меньшей степени молибденит и арсенопирит.

Пневматолитовый процесс неразрывно связан с гидротермальным.

Гидротермальные процессы. Гидротермы — горячие водные растворы, отделяющиеся от магмы или образующиеся в результате сжижения газов. По физико-химическому состоянию они могут быть взвесями, коллоидными и молекулярными (истинными) растворами. Отложение минералов из водных растворов— сущность гидротермальных процессов. Причинами отложения минеральных масс могут быть: обменные реакции при смешении растворов, обменные реакции между растворами и

боковыми породами, изменение рН среды, коагуляция коллоидов, фильтрационный эффект, сорбция, изменение температуры гидротермальных растворов и давления системы. Гидротермы обычно движутся по трещинам, поэтому преобладающая форма гидротермальных минеральных тел жильная, где главным жильным минералом является кварц. Выделяют высоко- (450—300° С), средне- (300— 200° С) и низкотемпературные (ниже 200° С) гидротермальные минеральные ассоциации, в соответствии с которыми выделяют соответствующие подклассы гидротермальных месторождений.

Высокотемпературные гидротермальные минеральные тела располагаются ближе к материнской интрузии, тогда как низкотемпературные являются наиболее удаленными, что подчеркивает зональное расположение гидротермальных минеральных ассоциаций по отношению к интрузии. Например, ближе к гранитной интрузии и в самой интрузиве располагаются гидротермальные жилы с вольфрамитом, касситеритом, молибденитом, далее — жилы с сульфидами меди, золота, свинца и цинка, серебра и далее — сурьмы и ртути. Подобная зональность проявляется не всегда и лишь в небольших (до 10 км) гранитных штоках.

В настоящее время считается, что гидротермальные растворы, несущие оруденение, не обязательно являются магматогенными.

Гидротермальный процесс не ограничивается отложением минералов в трещинах с образованием различных жильных тел. Гидротермы, как и газы, просачиваются сквозь боковые породы, химически реагируют с ними, привнося новые соединения, и замещают их, образуя метасоматические тела. Последние имеют трубчатую или неправильную форму и залегают, как правило, в карбонатных породах.

Д. С. Коржинским под метасоматозом понимается «всякое замещение горной породы с изменением химического состава, при котором растворение старых минералов и отложение новых происходит почти одновременно, так что в процессе замещения порода все время сохраняет твердое состояние». Метасоматические явления широко распространены в земной коре и особенно большую роль играют при образовании скарновых и гидротермальных месторождений. Выделяют два типа метасоматоза: диффузионный и инфильтрационный.

Первый протекает медленно, особенно часто на контакте пород различного состава, второй — путем проникновения растворов по трещинам и одновременного просачивания по порам и капиллярам, в результате чего существенно изменяется состав породы и раствора.

Минеральные (в том числе и рудные) тела, образованные путем метасоматоза, обладают рядом признаков, отличающих их от рудных тел, сформированных путем выполнения пустот.

К признакам относятся: расплывчатые, нечеткие контакты рудных тел с вмещающими породами; наличие в рудах «висячих» обломков вмещающих пород, обладающих теми же элементами залегания, что и коренная вмещающая порода; отсутствие крустификации в строении жильных тел. Масштабы и интенсивность метасоматоза зависят от пористости и проницаемости пород.

Изучение скарновых и гидротермальных месторождений, образованных преимущественно путем метасоматоза, доказывает, что процессы метасоматоза могут развиваться как в силикатных, так и в карбонатных породах. Легко подвергаются этому процессу известняки, хуже изверженные породы и значительно хуже замещаются метаморфические породы (гнейсы, филлиты и кварциты).

Экзогенные процессы минералообразования. Эти процессы возникают в результате геологических процессов, протекающих в поверхностной зоне земной коры. Экзогенные процессы минералообразования условно разделяются на две группы: процессы выветривания и осадочные.

Совокупность процессов химического и физического разрушения минералов и горных пород в поверхностной зоне земной коры называется собирательным термином выветривание.

Продукты выветривания либо остаются на месте, либо переносятся гравитационными силами, водными и воздушными потоками на различные расстояния. При этом некоторые минералы переходят в раствор и мигрируют в растворенном виде в области аккумуляции — места, где происходит выпадение в осадок, т. е. разгрузка продуктов выветривания в соответствии с изменением гидродинамических и гидрохимических условий.

Процессы выветривания. Агентами выветривания являются вода и ветер, колебания температуры, кислород и углекислота воздуха, жизнедеятельность организмов. Интенсивность выветривания зависит от климата, рельефа местности, химического состава пород и минералов.

При физическом выветривании происходит механическая дезинтеграция пород и минералов. В результате обломочный материал либо остается на месте, либо переносится агентами выветривания. Новых минералов при этом не образуется, но в результате механического разрушения, переноса и отложения образуются россыпи — источники многих ценных минералов.

При химическом выветривании происходит химическое разложение минералов и образуются новые минералы, устойчивые в поверхностных условиях.

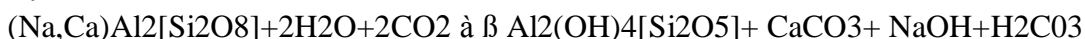
При разложении силикатных горных пород происходит вынос растворимых продуктов (соли калия, натрия, кальция, магния), а труднорастворимые продукты — глинозем и кремнезем — остаются на месте разрушения (так называемые остаточные образования) или испытывают незначительные перемещения.

В зависимости, например, от особенностей климата глинозем присутствует либо в виде вторичных силикатов (каолинита), либо в виде гидратов окисей (бокситов: гидраргиллита, бемита, диаспора). Каолинит образуется следующим образом:



Ортоклаз каолинит

Или



Плагиоклаз каолинит

Бокситами называются остаточные образования коры выветривания, обогащенные гидроокислами алюминия. Они образуются в условиях жаркого и умеренно влажного климата. Процессы образования горных пород каолинов и бокситов называются соответственно каолинизация и бокситизация.

Отложение каолинов и бокситов на месте разрушения материнских пород формирует остаточные месторождения, если же эти продукты переотложены водными потоками, формируются осадочные месторождения.

Большая роль принадлежит процессам выветривания на вскрытых эрозией рудных телах месторождений сульфидных руд. Рудные минералы, в особенности сульфиды, легко разрушаются и переходят во вторичные, окисленные минералы — сульфаты, окислы, карбонаты и другие соединения.

В результате образуются зоны окисления сульфидных месторождений или зоны «железной шляпы». Последнее название дано по бурым окислам железа, концентрирующимся в верхних окисленных частях месторождений. Железные шляпы имеют большое поисковое значение, они указывают на наличие на некоторой глубине сульфидного месторождения.

По С. С. Смирнову зоны окисления сульфидных месторождений имеют нередко зональное строение. Верхнюю часть занимает зона окисления или зона железной шляпы,

которая подразделяется в свою очередь на верхнюю выщелоченную зону и нижнюю богатую окисленную зону

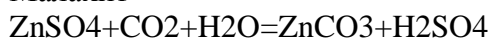
В самой верхней части зоны окисления, богатой кислородом, сульфиды окисляются в сульфаты, например:



Сульфаты легко растворимы и просачиваются в нижнюю часть зоны окисления, где образуются новые минералы: гипс, малахит, азурит, смитсонит, церуссит, хризокolla, опал и другие.



Малахит



Смитсонит

Главный минерал зоны окисления — лимонит, или бурый железняк $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. По С. С. Смирнову в зоне окисления сульфидов схема превращений соединений железа.

Ниже уровня грунтовых вод располагается зона цементации, или вторичного сульфидного обогащения, за которой ниже следуют первичные неокисленные сульфидные руды. Из зоны окисления в зону вторичного сульфидного обогащения приносится большое количество химических соединений, воды этой зоны содержат сероводород и серную кислоту, свободный кислород отсутствует. Сульфаты металлов (главным образом меди) реагируют с первичными рудами, в результате чего образуются вторичные сульфиды.

В этой зоне образуются руды меди, серебра, золота, свинца и цинка. Наибольшее значение эта зона имеет для медных месторождений, где борнит, халькозин и ковеллин образуют богатые промышленные скопления меди.

Помимо процессов выветривания, важная роль при экзогенном минералообразовании принадлежит собственно осадочным процессам, к которым относятся перенос, отложение и диагенез.

Перенос разрушенного выветриванием материала в виде обломков, во взвешенном состоянии, в виде истинных и коллоидных растворов осуществляется главным образом текучими поверхностными водами, в меньшей степени ветром, ледниками, водами морей и океанов.

Отложение продуктов переноса происходит в морских бассейнах, а также в пределах континентов — в долинах рек, в озерах, болотах и непосредственно на суше. Отложение осуществляется путем накопления обломков, выпадения осадков из растворов, а также накопления продуктов жизнедеятельности животных и растительных организмов.

Диагенез — процесс преобразования осадка в осадочную горную породу. По Н. М. Страхову он состоит из: 1) растворения и удаления из осадка малоустойчивых минералов, 2) образования новых минералов в соответствии с новой физико-химической обстановкой; 3) перераспределения отдельных веществ и образования конкреций; 4) перекристаллизации и цементации.

При осадочных процессах минералообразования, как и при формировании осадочных месторождений, главная роль принадлежит обычно одному из трех геологических факторов, имеющих место при осадконакоплении: механической дифференциации осадков, химической дифференциации осадков и жизнедеятельности животных и растительных организмов.

Механическая дифференциация происходит в процессе переноса и отложения обломочного материала и представляет собой его сортировку и отложение в определенной последовательности, определяемой величиной, удельным весом, формой несомых частиц, особенностями среды и другими факторами. Так образуются механические осадки, имеющие очень широкое распространение. К ним относятся обломочные горные породы (гравий, пески, алевроиты, глины и др.).

Химическая дифференциация осадков — процесс последовательного отложения веществ, переносимых в виде истинных или коллоидных растворов или в виде тончайших механических взвесей.

Л. В. Пустовалов предложил единую схему химической дифференциации, объединяющую процессы осадкообразования во всех водоемах — от пресных озер и заливов через морские бассейны до лагун и соляных озер. Согласно этой схеме вначале отлагаются окислы (как наиболее труднорастворимые), далее последовательно силикаты, карбонаты, сульфаты и галоиды. Окислы Fe и Mn, SiO₂, фосфориты, силикаты Fe, бокситы, соли закиси железа (сидерит) и кальцит отлагаются последовательно в пресных, солоноватых или с нормальной соленостью водоемах параллельно с отложением продуктов механической дифференциации. Начало выпадения CaCO₃ примерно совпадает с концом процесса механической дифференциации и, начиная с доломита, к продуктам химической дифференциации почти не примешивается обломочный материал и для выпадения минералов требуются повышенные концентрации солей в растворах. В озерах и морях возникали такие условия, когда растворимые вещества не могут больше находиться в растворе и выпадают в осадок. Таково происхождение различных солей: гипса, галита, карналлита и др. Это химические осадки.

Значительная роль в образовании минералов и горных пород принадлежит живым организмам и бактериям, поэтому выделяется и биогенный, а точнее биохимический процесс.

Установлено участие организмов в образовании фосфоритов, самородной серы, руд железа и марганца, а также каменного угля, торфа, горючих сланцев. Роль организмов в образовании минералов была подчеркнута В. И. Вернадским. Минералы, образовавшиеся при участии организмов, Я. В. Самойлов предложил называть биолитами. К последним можно отнести и породы, например, карбонатные. Подавляющее большинство организмов, населяющих моря, строит свои раковины из CaCO₃. После гибели организмов их раковины накапливаются на дне; в процессе диагенеза слой раковин уплотняется, превращаясь в известняк (мел).

В образовании кремнистых пород также принимают участие организмы. Диатомиты образуются в результате скопления раковин мельчайших водорослей диатомей. (в 1 см³ породы содержится до 5 мл п. таких раковин), сложенных опалом. Диатомеи — обитательницы северных холодных вод.

Важная роль в образовании экзогенных минералов принадлежит коллоидным растворам (от греческого «колла» — клей). Размеры коллоидных частиц от 1 до 100 миллимикрон, частиц истинных растворов менее 1 миллимикрона. Когда количество растворителя невелико, образуются студнеобразные массы (гели). Примерами гелей являются опал (гель кремнезема) и лимонит (гель гидроокислов железа). Выпавшие из коллоидных растворов гелия подвергаются старению, теряют воду и могут со временем перейти в скрытокристаллические агрегаты (например, из геля кремнезема образуются халцедон и кварц). Такие образования называются метаколлоидами. К их числу относятся окислы и гидроокислы железа и марганца, марказит, сфалерит и другие минералы.

Метаморфические процессы минералообразования. Метаморфизм можно определить как физическую и химическую переработку уже существующих магматических, осадочных, либо метаморфических пород в результате изменения термодинамических условий в земной коре (за исключением выветривания и диагенеза). Физические преобразования минералов сводятся к: 1) разрушению зерен, 2) их перекристаллизации; 3) взаимоотношениям; 4) увеличению размеров; 5) параллельной ориентировке. Химические преобразования: 1) формирование новых минеральных ассоциаций; 2) изменение химического состава минералов.

При метаморфизме для минералов характерен переход гидроксидов в окислы. Так лимонит и другие гидроксиды железа (гетит, гидрогетит) преобразуются в гематит, магнетит; псиломелан и манганит замещаются браунитом, гаусманитом; опал переходит в

кварц. Минералы малой плотности вытесняются минералами более высокой плотности: марказит замещается пиритом, вюрцит — сфалеритом, фосфорит — апатитом, органическое вещество графитизируется.

В зависимости от особенностей протекания процесса выделяют следующие типы метаморфизма: региональный, контактовый и динамометаморфизм.

Региональный метаморфизм протекает на огромных площадях, в условиях, когда отдельные участки земной коры испытывают длительное прогрессивное погружение, в результате чего горные породы погружаются в глубокие горизонты земной коры. В силу этого при региональном метаморфизме все факторы: температура, давление и химически активные вещества (растворы и летучие соединения) играют важную роль. Породы, подвергшиеся региональному метаморфизму, испытывают многочисленные фазы перекристаллизации и де-формационных движений и обычно формируют крупные пояса длиной в сотни километров. Они представлены филлитами, сланцами, гнейсами, амфиболитами, кварцитами, мраморами.

Контактовый метаморфизм представляет собой перекристаллизацию пород в ореоле вокруг интрузивного магматического тела благодаря повышению температуры. Ширина контактово-метаморфических ореолов различна, но в большинстве случаев изменяется в пределах от нескольких метров до первых километров. Типичные породы: роговики, грейзены, скарны.

Динамометаморфизм (катакластический) — дробление и истирание горных пород в результате дислокаций. Этот метаморфизм имеет место при низкой температуре, когда перекристаллизация не является активной. Типичные представители — брекчии и милоиты.

Тема 1.4 Типоморфные признаки, парагенезис минералов

Содержание лекции:

Парагенезис минералов.

Типоморфизм минералов

Признаки, позволяющие устанавливать генетические особенности минералов

Генерации минералов

Термин «типоморфный минерал» введен Ф. Бекке в 1903 г. В современном понимании понятие о типоморфизме минералов было введено в 1931 году А.Е. Ферсманом. Он выделил около 70 типоморфных минералов. Позднее он показал возможность его применения для поисков полезных ископаемых.

Типоморфизм минералов – это свойство минералов фиксировать условия, способ, время образования и поэтому своим присутствием или чаще своими типоморфными особенностями указывать на генезис.

Наибольший объем генетической информации содержится в «сквозных» минералах, так как их образование происходит в широком диапазоне физико-химических условий. Например: кварц, кальцит, флюорит, пирит, циркон. Типоморфизм минералов в разных районах может иметь локальные черты

Важнейшие понятия учения о типоморфизме: типоморфные минералы и типоморфные особенности минералов.

1. Типоморфные минералы – это минералы, которые образовались в определенных условиях и в определенное время и поэтому своим присутствием могут указывать на условия и время образования.

Например: топаз – генетически связан с гранитоидными породами и сопровождающими их постмагматическими образованиями: пегматиты, г/термальные жилы, уваровит – г/термальные процессы в постмагматическую стадию минералообразования (ультраосновные магмы).

Можно также говорить о типоморфизме ассоциаций минералов, типичных для определенных стадий минералообразования. Например: скарны – гранаты, пироксены, кальцит, плагиоклазы и скаполиты (гидротермальная стадия).

2. Типоморфные особенности минералов – это особенности формы, состава, структуры и свойств индивидов, которые обусловлены генезисом и поэтому могут в совокупности указывать на способ, условия и время образования. В соответствии с этим выделяют морфологические, химические, структурные и физические типоморфные особенности минералов.

Морфологические:

1. облик и габитус минеральных индивидов (касситерит – дипирамидальные кристаллы – пегматиты, призматические кристаллы – гидротермальное происхождение, появление вершинных и реберных форм, скелетных и нитевидных кристаллов).

2. микроморфология (скульптура) граней: штриховки и узоры, фигуры роста, растворения и регенерации.

3. внутреннее строение (анатомия) минеральных индивидов: макро- и микро неоднородность (зональность, секториальность, блочность и мозаичность), наличие и характер газовой-жидких и других включений.

4. характер и степень двойникового и эпитактического срастания.

5. характер образуемых минералом агрегатов: гематит имеет разновидности – железная слюдка (гидротермальное происхождение), «оолитовый» (экзогенное происхождение).

Морфологические типоморфные особенности детально изучены у кварца, кальцита, флюорита, касситерита, циркона, пирита, ильменита и других минералов.

Химические:

1. степень соответствия химического состава стехиометрии. Например: пирит.

2. наличие и состав элементов-примесей, обусловленных изоморфизмом и микровключениями минералов. Например: Nb и Ta в касситеритах и вольфрамитовых, щелочи в бериллах, редкие земли в апатитах и флюоритах.

3. изотопный состав в минералах таких элементов как сера, углерод, кислород, водород, свинец, уран.

4. степень гидратации минерала. Например: гипс – ангидрит, гетит – гидрогетит.

Структурные:

1. особенности структуры – параметры и структурная плотность элементарной ячейки (у кварца, гранатов).

2. полиморфизм (кремнезем, сульфиды, силикаты), политипия (слюды, молибденит).

3. степень структурной упорядоченности (полевые шпаты, каолинит).

4. дефективность структур: плотность дислокаций, характер вакансий и другие неоднородности.

5. степень и характер метамиктного распада (циркон, торит).

Физические:

1. окраска, цвет черты, блеск, плотность, микротвердость и др. Например: сфалерит – низкотемпературный, клейофан – среднетемпературный.

2. специфические свойства – люминесценция (шиллит, циркон), магнитные, электрические, термические.

3. кристаллооптические свойства: показатель преломления, двупреломления, плеохроизм, угол оптических осей, отражательная способность.

Тема 2.1. Условия образования и закономерности размещения месторождений полезных ископаемых различных генетических типов

Содержание лекции:

Генетические типы месторождений полезных ископаемых Генетическая классификация.

Закономерности размещения месторождений полезных ископаемых их условия образования.

По особенностям формы можно выделить три группы полезных ископаемых:

- 1—тела, вытянутые в трех направлениях;
- 2—тела, вытянутые в двух направлениях;
- 3 — тела, вытянутые в одном направлении.

Тела первой группы развиты в трех направлениях. Разновидность тел первой группы — изометричные тела, примерно одинаково развитые во всех направлениях. Иногда выделяют четвертую группу — неправильные тела, но, как правило, их относят к первой или реже ко второй группе.

К телам первой группы относятся гнезда и штоки. Гнезда — это небольшие тела неправильной, иногда округлой или овальной формы (рис. 3). Диаметр гнезда — один из главных элементов, определяющий их величину. Обычно он равен нескольким метрам, иногда десятым долям метра. Штоки отличаются от гнезд большими размерами, их диаметр — десятки, иногда сотни, реже тысячи метров (рис. 4). Штокообразные тела более или менее изометричной или неправильной формы, в которых промышленные компоненты расположены в мелких жилках, а также в виде вкрапленности, называются штокверками.

К телам, вытянутым в двух направлениях, или плоским телам, относятся пласты, пластообразные тела и жилы. Пласт — это плитообразное тело осадочного генезиса, отделенное от вмещающих его пород плоскостями напластования. Важнейший параметр пласта — его мощность. Пластообразными телами являются залежи, напоминающие по форме пласты, но образовавшиеся путем замещения вмещающих пород в результате эндогенных процессов, (магматических или постмагматических), а также явлений эпигенеза в осадочных толщах.

Жилы — это вытянутые в двух направлениях простые тела или выполнившие трещины в горных породах, или разрывающиеся вдоль трещин или других проницаемых зон, доступные для проникновения растворов, образовавшихся путем замещения вмещающих пород. Мощность жил обычно измеряется от сантиметров до десятков метров; она или сравнительно постоянная, или изменчивая — то увеличивающаяся в раздувах, то уменьшающаяся в пережимах. Жилы с чередованием раздувов и пережимов называют четковидными. Нередко жилы ветвятся, т. е. одна из жил разделяется на две или несколько. При расположении жилы в шарнирах складок формируются изогнутые жилы с максимальной мощностью в зоне изгиба (рис. 5). Камерные жилы имеют резкие раздувы — камеры (рис. 6). Поверхность, отделяющая жильное тело от вмещающих пород, называется зальбандом. Нередко вмещающие породы около жил изменены гидротермальными процессами. Эти изменения называют околожилными.

Линзы занимают промежуточное положение между изометричными и плоскими телами. По форме они напоминают чечевицу, т. е. в центральных частях тел мощность существенно больше, чем в периферических. Линзы отмечаются и в осадочных, и в эндогенных месторождениях. Нередко встречаются сложные линзы, в том числе и ветвящиеся. В выпуклых линзах мощность центральной части существенно больше мощности периферических участков при общем высоком градиенте мощности. Плоские линзы приближаются по форме к пластам или пластообразным залежам.

Трубы, или трубообразные залежи, (рис. 7) также относятся к телам полезных ископаемых, вытянутых в одном направлении. Важный параметр труб — диаметр сечения и длина. Диаметр может быть более или менее постоянным или изменяться в различных частях труб.

Кроме того, встречаются рудные тела весьма сложной формы, существенно отличающиеся от охарактеризованных. Среди них следует отметить тела переходного типа

между известными формами. Например, лентообразные залежи представляют собой переходный тип между второй и третьей группой тел. Они характеризуются большей протяженностью, а незначительной шириной и мощностью напоминают ленты. Тела полезных ископаемых или имеют постепенные переходы во вмещающие породы и в таком случае их границы нередко определяются только опробованием, или резкие, отчетливые.

Полезные компоненты внутри тел распределяются по-разному. При равномерном распределении участки тел, обогащенные полезным компонентом, называются рудными столбами. Форма рудных столбов различная: гнездовая, линзовидная и др. Формирование рудных столбов обусловлено в основном структурно-тектоническими и физико-химическими причинами. К последним относится, например, смена состава вмещающих горных пород, влияющих на характер выделения полезных компонентов из рудоносных растворов. В ряде случаев рудные столбы возникают на тех участках, где рудоотложение происходило неоднократно. В существенной мере это зависит от повторяющихся тектонических подвижек. В. М. Крейтер выделяет на основании структурных условий 14 типов рудных столбов:

- рудные столбы, связанные с участками пересечения и разветвления трещин,
- приоткрывания при тектоническом перемещении блоков,
- внутриминерализационных открытых швов,
- расширения трещин при переходе в более хрупкие породы,
- экранирования непроницаемыми для рудоносных растворов породами и экранирования трещинами и сбросами и др.

Возникновение рудных столбов связывают с участками сопряжения трещин (участками куполовидных осложнений в шарнирных и крыльевых зонах складок, пересечения трещинами благоприятных пород, пересечения трещинами контактов горных пород с различными физическими свойствами), участками приоткрывания в складки волочения, а также с участками, где рудоподводящие каналы переходят в зоны дробления.

Нередко внутри рудных тел наблюдается много включений пустых пород, осложняющих строение залежей. Пласты полезного ископаемого иногда разбиты прослоями пустых пород на отдельные пачки. От тел полезных ископаемых могут отходить относительно небольшие ответвления — отростки, получившие название апофиз (рис. 8). В наклонно залегающих вытянутых телах полезных ископаемых выделяют висячий и лежащий бока, примыкающие соответственно к верхнему и нижнему контактам. Постепенное уменьшение мощности тел полезных ископаемых, вплоть до непромышленной или полного исчезновения, называется выклиниванием. Иногда в месте выклинивания тела разветвляются на мелкие непромышленные тела или отдельные мелкие прожилки.

Тела полезных ископаемых, контакты которых залегают согласно с залеганием вмещающих пород, называются согласными, а если тела пересекают слои осадочных или иных вмещающих пород под каким-либо углом, то их называют секущими.

Для выяснения ориентировки в пространстве определяют простирание и падение тел полезных ископаемых. Определение азимута простирания и угла падения принципиально не отличается от приемов, известных из курса структурной геологии. Однако для некоторых тел этого недостаточно и приходится вводить понятие о склонении. Это связано с отклонением оси тел полезных ископаемых от направления падения тел, т. е. с перемещением тел в плоскости падения.

Под углом склонения понимают угол, составленный линией простирания с направлением наибольшей вытянутости тела в плоскости его падения (рис. 9). Чтобы легче понять, что такое склонение, представим наклонно залегающий пласт известняка, разбитый системами трещин, расположенных под углом к линии падения этого пласта. Если к этим трещинам приурочена рудная залежь, то угол склонения будет соответствовать углу, образованному линией падения трещин и линией падения пласта известняка. Иногда необходимо знать угол, образованный осью тела полезного ископаемого и ее проекцией на

горизонтальную плоскость. Этот угол называют углом ныряния, или скатывания. Угол скатывания определяется для трубо- или линзообразных тел, вытянутых по падению больше, чем по простиранию.

Для месторождений полезных ископаемых, формирование которых связано с поступлением рудоносных растворов или расплавов, огромную роль играют пути проникновения этих растворов (или расплавов). Выделяют рудоподводящие, рудораспределяющие и рудовмещающие структуры (рис. 10). Рудоподводящие структуры служат путями проникновения рудоносных растворов из глубинных зон в пределы рудоносных геологических структур. Из первых эти растворы проникают в рудораспределяющие структуры, определяющие более узкие участки локализации оруденения. Непосредственно рудные залежи приурочены к рудовмещающим структурам. Систематике рудовмещающих структур, имеющих исключительно важное значение в локализации тел полезных ископаемых, большое внимание уделяли А. В. Королев, В. М. Крейтер и другие исследователи.

В. И. Смирнов выделяет шесть групп структур:

- 1—согласные,
- 2—секущие крупных разломов,
- 3—секущие тектонических трещин,
- 4—плутоногенные,
- 5—вулканогенные,
- 6—комбинированные.

К согласным структурам слоистых толщ относятся тела в шарнирах складок (рис. 11), во флексурах, в зонах межпластовых и внутривластовых срывов и дробления, под водонепроницаемыми экранами и в пластах, благоприятных для осаждения рудоносного «груза», в породах. В частности, в шарнирах антиклинальных складок могут задерживаться растворы, что способствует формированию здесь залежей. Нередко для рудоотложения благоприятны карбонатные породы, породы, обогащенные органическим веществом, или породы хрупкие, более легкодробимые.

Секущие тела в крупных разломах приурочены к надвигам, к сбросам и сдвигам. К секущим структурам тектонических трещин относятся тела в трещинах отрыва и скола. Тела в трещине скола обычно имеют более выдержанную мощность и большую протяженность, чем в трещинах отрыва. Кроме того, к этой же группе относятся тела в трещинах оперения, на пересечении трещин, в зонах трещиноватости и рассланцевания. К группе плутоногенных структур относятся тела в структурах магматического расслоения, последовательных инъекций магмы, в структурах магматического течения, в трещинах контракции, в контактах согласных и секущих интрузий. К группе вулканогенных структур принадлежат тела в вулканических жерлах, в вулканических кальдерах, в трубках взрыва, в кольцевых трещинах и структурах вулканического наслоения.

Тема 2.2 Особенности минерально-сырьевой базы России

Содержание лекции:

Минерально-сырьевые ресурсы России.

Основные направления развития минерально-сырьевой базы России

Особенности минерально-сырьевой базы РФ:

1. *Разнообразие запасов* (примерно 20 тыс. месторождений).
2. *Значительные размеры запасов* (см. далее информацию по конкретным видам ресурсов).
3. *Неравномерное распределение ресурсов по территории страны* – основные запасы (более 90 % минеральных ресурсов) - в восточной и северных зонах.

Районы по структуре и значимости и минеральных ресурсов подразделяются следующим образом:

- Районы с наибольшим разнообразием ресурсов межрайонного и районного значения – Западная и Восточная Сибирь.
- Районы с разнообразием ресурсов районного и межрайонного значения – ДВ, Северный и Уральский экономические районы.
- Районы с одним или несколькими видами ресурсов, имеющих районное и межрайонное значение, - Поволжье, Северный Кавказ.
- Районы, в которых межрайонное значение имеют единичные виды, - Волго-Вятский район, ЦЧР.
- Районы, относительно бедные минеральными ресурсами, имеющими преимущественно внутрирайонное значение, - Центральный, Северо-Западный.

Нефть. 10 % мировых разведанных запасов.

География:

Западно-Сибирская нефтяная провинция (Самотлорское, Мегионское, Федоровское, Западно-Сургутское, Соснинское и др. месторождения). Нефтяные м-рождения расположены в основном в среднем течении реки Обь, в Ханты-Мансийском АО.

Волго-Уральская провинция (Башкирия, Татарстан, Удмуртия, Пермский край, Оренбургская, саратовская, Самарская, Астраханская, Волгоградская области)

Тимано-Печорская (Коми, Ненецкий АО, акватория Баренцева и Карского морей).

В основных нефтяных районах запасы нефти сокращаются.

Природный газ. В России – 1/3 мировых запасов (27 %) – 1-е место.

Более 70 % открытых месторождений (открыто примерно 300) – в Сибири.

География:

Западная Сибирь (Уренгойское в Тюменской обл., Ямбургское, Медвежье, Тазовское в Я-Н АО, Лугинецкое, Мыльджинское в Томской обл. и др.). Основные м-рождения газа располагаются в низовьях рек Оби и Таза.

Оренбургско-Уральское

Республика Коми (Вуктыльское)

Северный Кавказ (Адыгея).

Нефтегазоносные месторождения: Ставропольский край, Краснодарский край, Дагестан, Чечня, Восточная Сибирь (Марковское), Якутия, Сахалин.

Уголь. 11 % разведанных запасов мира.

Более 90 % запасов угля России находятся в восточных регионах страны.

География:

Ленский, Таймырский, Тунгусский бассейны (м-рождения здесь почти не разрабатываются, хотя по запасам эти бассейны превосходят другие российские)

Кузнецкий бассейн (высококачественный уголь)

Канско-Ачинский (бурый уголь)

Южно-Якутский (Нерюнгри, качественный уголь)

Печорский (Ненецкий АО, Республика Коми)

Восточный Донбасс (Ростовская обл.)

Подмосковный бассейн (почти выработанный).

Характеристика основных бассейнов: место по запасам, вид угля, мощность угольных пластов:

Кузнецкий - 1-ое; антрацит (лучший из энергетических углей), коксующийся; 2-20 м.

Канско-Ачинский – 2-ое; бурый уголь; 40-100 м.

Печорский – 3-е; коксующийся, антрацит, 1-2 м.

Восточный Донбасс- 4-е; антрацит; 0,05 – 1 м.

Уран

Большие запасы. Россия производит и экспортирует обогащенный уран. Крупнейшее месторождение – Краснокаменский рудник в Забайкалье.

Железная руда. 27 % разведанных мировых запасов.

88 % российских запасов ж.р. находятся в Европейской части страны.

География:

КМА (Курская и Белгородская, Воронежская, Орловская области) – крупнейший железорудный бассейн в мире (огромные запасы, качественное сырье), здесь сосредоточено более половины балансовых запасов ж.р. России.

Мурманская обл. (Ковдорское, Оленегорское месторождения), Карелия (Костомукша)

Урал (Орско-Халиловское м-рождение и др.)

Сибирь (Горная Шория, Хакасия, Коршуновское м-рождение в Иркутской обл., Якутия). В Сибири разведанные запасы ж.р. небольшие. Крупнейшее, наиболее эффективное для разработки м-рождение, - Бакчарское (пока не осваивается).

Дальний Восток (Зейское).

Марганец. Запасы небольшие – 1,2 % мировых.

Крупнейших м-рождений два: Усиновское (Кемеровская обл.), Порожинское (Красноярский край).

Медь. 9 % мировых разведанных запасов.

География:

Красноярский край (Талнахское, Октябрьское, Норильское – медно-никелевое).

Забайкалье (Удоканское)

Урал (Краснотурьинское, Красноуральское м-рождения)

Башкирия (Сибайское м-рождение)

Кольский полуостров (Мончегорское медно-никелевое м-рождение)

Северный Кавказ (Карачаево-Черкесия, Ставропольский край).

Бокситы. 3 % мировых разведанных запасов (запасы невелики).

90 % российских запасов - в Европейской части.

География:

Республика Коми

Архангельская обл.

Башкирия

Свердловская обл.

Красноярский край

Кемеровская обл.

Бурятия.

В России есть большие запасы нефелинов (низкокачественное сырье для производства глиноземов): в Мурманской обл. (Хибины), Красноярском крае, Кемеровской обл.

Полиметаллические руды

Основной вид сырья для выплавки свинца и цинка.

Запасы цинка – 3,3 % мировых (небольшие).

География:

Алтайский край

Красноярский край (крупнейшее в мире Горевское м-рождение)

Забайкальский край (Нерчинское м-рождение)

Приморский край (м-рождение Тетюха)
Северный Кавказ (Садонское м-рождение в Северной Осетии)
Урал.

Олово

География:

Забайкальский край
Магаданская обл.
Республика Саха
Приморский, Хабаровский края.

Самородная сера

География: Самарская обл., Дагестан, Хабаровский край.

Алмазы. РФ – один из мировых лидеров по запасам алмазов.

География

Якутия (80 % российских запасов)
Архангельская обл. (20 %)

Золото

География: Урал, Горная Шория, Алтайский край, Иркутская, Магаданская обл., Европейский Север.

Ресурсы особого стратегического значения.

Это ресурсы, которые, прежде всего, востребованы оборонными производствами.

К ним относятся кобальт, палладий, редкоземельные металлы (лантан, рубидий, бериллий, туллий, самарий, лютеций, европий) и др.

По некоторым данным, Россия имеет не менее 40 % запасов редкоземельных металлов.

Фосфатные руды. 3- место в мире по запасам после Марокко и КНР.

География:

Кольский полуостров (Хибины. Здесь большие запасы фосфора а апатитовых рудах, которые пригодны для получения любых видов фосфатных удобрений)

Кировская обл.
Иркутская обл.
Забайкальский край
Якутия
Амурская обл.

Калийные соли. 16 % мировых разведанных запасов.

География:

Пермский край (здесь основные российские запасы. Крупнейшее м-рождение – Краснокамское).

Вывод: Россия имеет все возможности обеспечить потребности страны в минеральном сырье и получит за счёт его экспорта значительные валютные поступления.

Некоторые виды минерального сырья Россия импортирует (марганец, хром, титан, свинец, цинк, ртутные, циркониевые, рубидиевые руды, высококачественные бокситы, фосфориты и др.).

Причины: недостаточное количество; невозможность, неэффективность освоения месторождений в силу сложных геолого-горных условий; отсутствие современных технологий добычи.

Общие проблемы минерально-ресурсной базы страны

- истощение отдельных высокопродуктивных месторождений (в том числе и сибирских нефтяных месторождений).

- недостаточные масштабы геолого-разведочных работ.

Основное внимание в последние 15-20 лет уделялось разведке нефти, газа, благородных металлов.

Тема 2.3 Область применения рудных, нерудных и горючих полезных ископаемых

Содержание лекции:

Полезные ископаемые: понятие, характеристика, классификация и их свойства

Существует не одна классификация рассматриваемого сырья. Так, если в основу положены признаки агрегатного состояния, то выделяют такие разновидности. Полезное ископаемое твердое. Примеры: мрамор, соли, гранит, металлические руды, неметаллические. Жидкое - подземные минеральные воды и нефть. Газовое - природный газ, гелий. Если же в основе подразделения на виды применение полезных ископаемых, тогда классификация принимает следующий вид. Горючие. Примеры: нефть, горючие сланцы, каменный уголь, метан и другие. Рудные или магматические. Примеры: все металлсодержащее рудное сырье, а также асбест и графит. Нерудные. Примеры: все сырье, не содержащее металлов (глина, песок, мел, гравий и прочие), а также различные соли. Камнесамоцветные. Примеры: драгоценные и полудрагоценные, а также поделочные камни (алмазы, сапфиры, рубины, изумруды, яшма, халцедон, опал, сердолик и прочие)

Тема 2.4 Морфология и строение залежей полезных ископаемых

Содержание лекции:

Морфология тел полезных ископаемых

Месторождения по запасам минеральных ресурсов подразделяются на уникальные, крупные, средние и мелкие; по площади они могут быть мелкими, средними и большими, иногда в десятки километров. Это зависит от морфологии тел и условий их залегания факторов, влияющих на выбор разведочных систем, формы и плотности сети горных выработок и скважин, способа вскрытия и системы разработки.

Морфология (морфо-форма) тел полезных ископаемых определяется их очертаниями в различных плоскостях. Приняв за основу очертания тел в трех системах плоскостей (разрезов), взаимопересекающихся под прямыми углами, можно получить приближенные модели их объемной конфигурации в пространстве. Чем меньше расстояния между разрезами в каждой системе, тем точнее объемная модель отражает форму тел.

Форма тел полезных ископаемых тесно связана с условиями их образования и во многом определяется структурными факторами. По времени образования относительно вмещающих пород тела полезных ископаемых разделяются на сингенетические, образовавшиеся с ними одновременно, и эпигенетические, возникшие позднее.

Форма тел полезных ископаемых может быть самой разнообразной. Однако учитывая специфику их отработки и применяемые при этом технические средства, отмечают общую тенденцию к упрощению форм при оконтуривании. Обычно они приводятся к объемам, ограниченными плоскими поверхностями.

По соотношению площадей рудных контуров в трех системах разрезов выделяются изометричные, плоские и вытянутые вдоль одной оси тела. В изометричных телах рудоносные площади во всех системах плоскостей приблизительно равновелики, к ним относятся штокверки, штоки, гнезда и шлиры.

Штокверки – это большеобъемные (от сотых долей до $n \cdot 1 \text{ км}^3$) блоковые структуры, сложной формы, насыщенные жилами, прожилками и участками вкрапленной рудной минерализации, пригодными для валовой отработки. Они могут быть изотропными, если величина изменчивости по всем трем системам разрезов одинаковая, или анизотропными при различной степени изменчивости. Анизотропное строение чаще всего обусловлено развитием разноориентированных систем трещин с рудной минерализацией.

Шток характеризуется значительными размерами концентрацией полезных компонентов. В рудном штоке бывают интенсивно проявлены метасоматические процессы, приводящие к образованию свинцово-цинковых залежей. Известны штоки

метаморфизованных железных руд, например, месторождения Кривого Рога. Нередко отмечается секущее положение штока, Например, соляной диапир в Прикаспийской впадине.

Гнездо в отличие от штока имеет меньшие размеры, изометричную форму и слабоволнистые контуры. Гнездовое оруденение характерно для сурьмяных, и в особенности ртутных, месторождений.

Шлиры – это небольших размеров минеральные обособления, не имеющие резких переходов во вмещающие их изверженные породы.

Плоские тела также моделируют в трех взаимно ортогональных системах разрезов в соответствии с направлениями анизотропии. Направление максимальной изменчивости совпадает с мощностью, а минимальное и промежуточное – соответственно с простиранием и падением (шириной) тела. Последние два, наиболее протяженные направления находятся в продольной плоскости. Поперечным плоскостям соответствуют одно короткое измерение (мощность) и другое – либо по простиранию, либо по падению. К плоским телам относятся простые и сложные пласты и жилы. Их проецируют при пологом залегании на горизонтальную, а при крутом падении на вертикальную плоскости. Эти проекции, удобные в практическом отношении, используются при проектировании разведочных и эксплуатационных горных выработок и скважин, подсчете запасов. Проекция, поперечные к простиранию, – разрезы – и падению – погоризонтные планы, являются наиболее информативными моделями глубинной структуры месторождения, морфологии и внутреннего строения его рудных тел и вмещающих пород.

Пластовые залежи характерны для экзогенных, некоторых позднекристаллизационных магматических и вулканогенных гидротермальных месторождений, а пластообразные для ликвационно-магматических, скарновых и альбитит-грейзеновых месторождений. Пластовые тела большей частью сингенетичные с осадочными и вулканогенно-осадочными формациями и иногда занимают большие территории.

Тела жильной формы распространены: почти во всех эндогенных месторождениях, особенно в гидротермальных. Жильные тела могут быть секущими или согласными.

Известны разнообразные формы жил (рис. 9, а, в, г, д, е), Простые жилы имеют форму плит. Сложные жилы могут быть ветвящимися, линзовидными, четковидными, камерными, лестничными. Ответвления и прожилки, отходящие от жил во вмещающие боковые породы, называются апофизами. Последние могут быть значительных размеров и даже разрабатываться. По взаимному расположению жилы делятся: на радиальные, кулисообразные, параллельные и другие, а также прожилковые зоны. Они избирательно приурочены к определенным структурно-формационным комплексам.

Тела, линейно вытянутые по одной оси, имеют трубчатую или удлиненную призматическую форму. Для них информативной является система разрезов (сечений), ортогональных к оси тела, совпадающей с единственным направлением анизотропии, поскольку в плоскости кругового сечения тело практически изотропно. Трубчатые тела характерны для магматических, карбонатитовых и скарновых месторождений/

Залегание тел полезных ископаемых по отношению к вмещающим слоистым породам может быть секущим или согласным, а по отношению к интрузирующим магматическим породам выделяют контактовые рудные тела.

Элементы залегания тел полезных ископаемых определяются в градусах относительно географических координат (это азимуты простирания и падения, от 0 до 360°) и горизонта (угол падения, от 0 до 90°). Азимут простирания – это угол, образованный между линией пересечения тела с горизонтальной плоскостью и географическим меридианом. Азимут падения указывает направление падения относительно стран света (СВ, ЮВ, ЮЗ, ЮЗ), отличаясь от азимута простирания на 90°.

По величине угла падения рудных тел различают залегание: субгоризонтальное (до 5°), пологое (5-25°), наклонное (25-45°), крутое (45-85°) и субвертикальное (>85°).

Кроме того, к элементам залегания относятся углы склонения и ныряния, характерные соответственно для жилообразных и трубчатых тел. Угол склонения образуется между направлением наибольшей вытянутости тела в плоскости падения и линией простирания. Угол ныряния, или скатывания, трубчатых тел измеряется между осью тела и ее горизонтальной проекцией.

Тема 2.5 Классификация и описание месторождений рудных полезных ископаемых

Содержание лекции:

Классификация и описание месторождений рудных полезных ископаемых

Значительные различия в условиях образования и последующих геологических воздействиях определяют большое разнообразие типов рудных месторождений по форме, элементам залегания и другим признакам.

По форме рудные тела подразделяют на:

- **пластовые** – имеют осадочное происхождение и отличающиеся значительной площадью и небольшой выдержанной мощностью (к ним относятся марганцевые руды Чиатурского и Никопольского месторождений, калийные соли в районе Солигорска в Белоруссии, золотосодержащие россыпи Якутии и Дальнего Востока, гипсовое месторождение в Новомосковске) и многие другие;

- **пластообразные** – отличающиеся от пластов менее выдержанной формой при сравнительно плавном изменении мощности и угла падения; залегают обычно согласно с вмещающими породами (примерами являются железорудные залежи Криворожского бассейна и медистые песчаники Джебказгана);

- **линзообразные** – в сечении напоминают линзы (из таких рудных тел состоят многие полиметаллические месторождения Рудного Алтая в Восточном Казахстане, Уральские медноколчеданные месторождения и ряд других);

- **жилые** – образованные в результате заполнения минеральным веществом трещин земной коры, главным образом, благодаря гидротермальным процессам и пневматолиту; мощность жил меняется от нескольких сантиметров до 5 м; элементы залегания обычно непостоянны; нередко жилы нарушены сбросами и имеют многочисленные ответвления и параллельные прожилки (золотосодержащие жилы разрабатываются в Якутии, Магаданской области и на Урале, оловосодержащие – в Приморье и Забайкалье, полиметаллические – на Северном Кавказе);

- **трубы (трубки)** – прорывы земной коры расплавленной магмой, с которой связана последующая рудная минерализация (кимберлитовые месторождения Якутии, Архангельской обл., ЮАР, Австралии и Канады);

- **массивные** (изометрические) рудные тела неправильной формы имеют самые различные размеры и резко бессистемно изменяющиеся элементы залегания. К массивным рудным телам относятся: штокверки, штоки и рудные гнезда.

- **штокверки** – оруденелые массивы, состоящие из густой сети различно ориентированных рудных прожилков и линзочек, сконцентрированных в некотором объеме породы.

- **штоки** – оруденелые массивы пород неправильной формы и очень больших размеров, примерно одинаковых по всем направлениям.

- **рудные гнезда** – скопление оруденений небольших размеров (примером штока является Коунрадское медное месторождение, а рудные гнезда составляют Хайдарканское ртутное месторождение).

Элементы залегания рудных тел (мощность и угол падения) разнообразны.

По мощности рудные тела принято классифицировать на:

- тонкие (мощностью меньше 0,8 м), при выемке которых обязательна подрывка вмещающих пород;
- маломощные (мощностью от 0,8 до 4 – 5 м), при отработке которых возможно применение распорной крепи и не используется скважинная отбойка;
- средней мощности (от 5 до 15 м), при отработке которых очистные блоки (камеры) располагают длинной стороной по простиранию залежи (разработка по простиранию);
- мощные (мощностью от 15 до 60 м), при отработке которых очистные блоки располагают длинной стороной вкрест простирания залежи (разработка вкрест простирания);
- весьма мощные (мощностью более 60 м), при отработке которых, если они крутые, этаж разделяют на очистные блоки не только по простиранию, но и вкрест простирания, а если они пологие, то производят деление залежи на этажи.

По углу падения рудные тела разделяют на:

- горизонтальные (с углом падения 3°) что делает возможной рельсовую откатку по подошве залежи;
- пологие (с углом падения от 3 до 20°), разрабатываемые обычно без деления на этажи с расположенным в породах лежачего бока концентрационным горизонтом, по которому производится откатка руды;
- наклонные (с углом падения от 20 до 55°), разрабатываемые с делением по падению на этажи, но отличающиеся тем, что наклон лежачего бока недостаточен для скатывания по нему отбитой руды под действием собственного веса;
- крутые (с углом падения более 55°), разрабатываемые с делением по падению на этажи, причем отбитая руда может скатываться по лежачему боку под действием собственного веса.

Горный массив – твердая среда, обладающая определенными свойствами: первичной сплошностью при наличии слоистости, пористости и трещиноватости; малой подвижностью, возникающей только при значительных усилиях; разрывом сплошности при сдвигении; проницаемостью для газов и жидкостей. Разнообразие физико-механических свойств горных пород и механических состояний породных массивов очень велико, причем нередко они взаимосвязаны и взаимозависимы. Поэтому естественно стремление при решении конкретных производственных и проектных задач горного дела пользоваться ограниченным числом основных горно-технологических характеристик, каждая из которых комплексно учитывает влияние группы отдельных физико-механических свойств и особенностей поведения горных пород. К горно-технологическим характеристикам пород в массиве можно отнести крепость, абразивность, устойчивость и трещиноватость, а к характеристикам пород и руд, отделенных от массива и раздробленных: кусковатость и сыпучие свойства, включая слеживаемость. Под крепостью горной породы понимается относительная сопротивляемость разрушению при добыче, то есть способность породы противостоять силовым воздействиям. Количественно крепость оценивается безразмерным коэффициентом, который

приблизительно характеризует относительную сопротивляемость породы всем основным видам силовых воздействий (бурению, взрыванию, различным проявлениям горного давления). Коэффициент крепости f был предложен проф. М. М. Протодяконовым в начале XX века и до сих пор используется при укрупненных инженерных расчетах и в практической деятельности рудников.

Коэффициент крепости f величина безразмерная. В классификации горных пород по крепости проф. М. М. Протодяконовым выделено 10 классов (с изменением f от 0,3 до 20). Многолетняя практика показала, что часто достаточно укрупненной классификации пород по крепости, в которой выделено четыре категории пород:

- **мягкие ($f < 4$);**
- **средней крепости ($4 > f > 8$);**
- **крепкие ($8 > f > 16$);**
- **крепчайшие ($f > 16$).**

Абразивность – способность руды или породы истирать контактирующие с ней узлы и детали горного инструмента и механизмов в процессе их работы. Причем обычно трущиеся о породу детали горных машин изнашиваются быстрее, чем те детали, которые подвергаются ударным нагрузкам. Абразивность породы, находящейся в раздробленном состоянии, более высокая, чем в массиве, т.к. удельный контакт выше. Абразивность пород в массиве оценивается по величине уменьшения массы (мг) стандартного цилиндра из углеродистой стали при прижатии его к породе с осевой нагрузкой 150 Н и частоте вращения 400 мин⁻¹ в течение 10 мин. Сравнивая степень истирания этого стержня разными породами, можно охарактеризовать их относительную абразивность.

По степени абразивности горные породы и руды можно разделить на пять категорий:

- **неабразивные**, относительная абразивность которых $? = 1$ (каменные и калийные соли, марганцевые руды, а также каменный уголь);
- **малоабразивные**, имеющие $? = 1,5 - 3$ (сплошные сульфидные руды и бурые железняки);
- **среднеабразивные**, имеющие $? = 3 - 6$ (кварцево-сульфидные руды и рудные жилы);
- **абразивные**, имеющие $? = 6 - 12$ (рудные скарны и окварцованные сланцы);
- **высокоабразивные**, имеющие $? = 12 - 20$ и более (порфириты, диориты, нефелиновые сиениты).

Обычно чем выше крепость, тем выше абразивность (данные величины прямо пропорциональны). Исключение составляют корундосодержащие породы, например, некоторые виды бокситов. Высокая крепость и абразивность свойственна большинству руд, слагаемых рудных месторождения. Поэтому отделение руды от массива ведется буровзрывным способом, а детали машин и отдельные узлы изготавливаются из прочных металлов и материалов.

Устойчивость горных пород – способность массива пород не разрушаться и сохранять равновесие при создании обнажений. Крепость и устойчивость нередко взаимосвязаны: более крепкие породы чаще всего и более устойчивы. Но это бывает далеко не всегда. Например, крепкий, но сильнотрещиноватый гранит неустойчив, а обнажения значительных размеров мягкой и пластичной каменной соли могут длительное время не иметь вывалов и обрушений. Устойчивость руд и пород оказывает решающее влияние на выбор технологии добычи и способа поддержания очистного пространства при выемке полезного ископаемого. Единого общепринятого

показателя, полностью характеризующего устойчивость пород в массиве, пока нет. Обычно при оценке устойчивости пользуются величиной либо допустимого пролета незакрепленного обнажения (в протяженных горных выработках), либо площади обнажения (в камерных выработках, когда размеры обнажения в двух взаимно перпендикулярных измерениях отличаются не более чем в 2 – 4 раза). При этом имеет значение длительность стояния обнажения, и соответствующее данной устойчивости технологическое решение по управлению горным давлением.

При подземной разработке руд массивы пород по устойчивости классифицируют следующим образом:

- слабые и неустойчивые руды, не допускающие обнажений и требующие при разработке усиленного крепления;
- малоустойчивые, допускающие обнажения без крепления шириной до 3 м;
- средней устойчивости (допустимая площадь обнажения до 50 – 100 м²);
- устойчивые (допустимая площадь обнажения до 200 – 500 м²);
- весьма устойчивые (допустимая площадь обнажения 800 – 1000 м² и более).

Трещиноватость сильно влияет на устойчивость руд и пород. Как отмечалось ранее сильнотрещиноватый массив крепких руд или пород – неустойчив. Трещиноватость – совокупность трещин разных размеров и разного направления, которые разделяют массив на блоки – отдельности.

Трещина – разрыв сплошности массива горной породы. Трещины бывают пустые и заполненные водой, мелким несвязным раздробленным, либо монолитным цементированным материалом, имеющим свойства, отличающиеся от свойств окружающих трещину пород. Так же трещины бывают выдержанные по направлению или могут иметь различную направленность.

По происхождению трещины в массиве разделяются на:

- **эндогенные**, являющиеся результатом усадки вещества и разрыва его сплошности в процессе диагенеза;
- **экзогенные**, образующиеся в результате нарушения естественного равновесного состояния массива на более поздних стадиях его сложения в результате воздействия тектонических процессов;
- **технологические трещины** – от воздействия горного давления, обусловленные выполнением технологических процессов по добыче полезного ископаемого. Трещиноватость руды и вмещающих пород встречается различная:
- **отдельные трещины;**
- **сплошная сеть редких трещин** (через 1 – 2 метра и более);
- **сплошная сеть густых трещин** (через 0,1 – 0,3 метра).

На рудниках трещиноватость чаще всего оценивают по показателю удельной трещиноватости N – числу трещин, приходящихся на 1 м длины. Удельную трещиноватость измеряют с помощью специального прибора, вводимого в шпур на глубину до 5 м и позволяющего осматривать и фиксировать состояние, размеры и положение каждой трещины на стенках шпура. Вызванное трещиноватостью снижение прочности руды или вмещающей породы в массиве оценивают коэффициентом структурного ослабления η , равным отношению сцепления отдельного куска руды (породы) при отрыве от массива к сцеплению ее в образце (куске). Сцепление по трещинам и тектоническим нарушениям в изверженных и метаморфических породах, а также по контактам слоев осадочных пород обычно составляет 0,05 – 0,1 МПа. Зацепление же отдельностей, образуемых трещинами и ослаблениями, из-за неровностей и изменения направления последних может быть и более значительным.

Руды и породы по степени трещиноватости классифицируют следующим образом:

- **чрезвычайно трещиноватые** ($N > 10$; $\eta = 0,01 - 0,065$);
- **сильнотрещиноватые** ($N = 2 - 10$; $\eta = 0,05 - 0,15$);

- **среднетрещиноватые** ($N = 1 - 2$; $? = 0,15 - 0,5$);
- **малотрещиноватые** ($N = 0,65 - 1$; $? = 0,5 - 0,9$);
- **монолитные** ($N = 0,65$; $? = 0,8 - 0,98$).

Помимо того, что трещиноватость имеет, подчас, решающее значение для устойчивости, она оказывает влияние на дробимость руды и вмещающих пород при отбойке. Так, густая сеть трещин часто способствует хорошему взрывному дроблению руды и вмещающих пород, тогда как редкие трещины увеличивают выход негабаритных кусков.

Негабарит – кусок отбитой руды или породы, размером превышающим кондиционный размер. Кондиционный размер куска устанавливается при проектировании рудника, исходя из свободной (без застревания) проходимости рудной массы по всей технологической цепочке добычи.

Кондиционный размер зависит от поперечных размеров выпускных выработок, типов оборудования, применяющегося на доставке, транспорте и подъеме, наличием или отсутствием дробильных установок и потому выбираются в совокупности со всеми параметрами технологии.

Габаритный размер куска может изменяться в широких пределах и составляет от 200 до 1500 мм. Если ствол оборудован скипом, то по нему перемещаются куски до 500 мм. Куски большего диаметра подлежат дроблению на подземных дробилках, установленных около ствола.

Слеживаемость руд – способность сыпучих материалов терять свойства сыпучести, слипаться и образовывать сплошную массу различной степени прочности. Частицы увлажненной руды в навале, слипаясь между собой, образуя массив. Способствует этому статическое давление массы налегающих пород и динамическое давление массы падающих пород. Слипаются частицы мелкие, так как они обладают наибольшей относительной (на единицу массы) поверхностью. Более склонны к слеживанию мягкие руды или с мягкими прослойками, при отбойке которых получается значительный процент мелких фракций. Особенно усиливает слеживаемость содержание в рудах каолина, серицита и т. п.

Слеживаемость руд исключает или резко ограничивает применение технологий, связанных с скапливанием в выработанном пространстве больших количеств отбитой руды, а также с перепуском руды под действием собственного веса по вертикальным и крутонаклонным выработкам.

Возгораемость руд. Возгорание – процесс перехода химической системы из низкотемпературного окисления в состояние горения. Некоторые руды при длительном пребывании в отбитом состоянии окисляются по поверхности частиц, разогреваются и воспламеняются. Причем одни руды разогреваются за месяцы и годы, другие – за несколько дней. Способствует возгоранию доступ свежего воздуха, а также контакт с разрушенной деревянной крепью (гидролиз древесины вызывает повышение температуры до 200 °С).

Возгораемость свойственна рудам с повышенным содержанием серы (10 – 50%, в зависимости от минералогического состава руд). Возгорающиеся руды нельзя разрабатывать такими методами, при которых в выработанном пространстве остаются навсегда (теряются) значительные количества отбитой руды. При особенно высокой возгораемости недопустимы вообще скопления отбитой руды, даже на небольшое время. Для рудничных пожаров имеются две формы возгорания: самовозгорание и возгорание от зажигания.

Самовозгорание – воспламенение материала, происходящее в результате непрерывно развивающихся окислительных реакций в самом веществе. Самовозгоранию всегда предшествует более или менее длительный процесс низкотемпературного окисления и самонагревания.

Самовозгорание является сложным химическим процессом и зависит от многих местных геологических и горнотехнических факторов:

- наличие скопления материала, способного окисляться при низких температурах (уголь, сульфидные руды и др.);
- проникновение воздуха через выработанное или заперемыченное пространство и развитую сеть трещин в целиках и массиве;
- затрудненная отдача тепла в окружающую среду.

Возгорание от зажигания характеризуется тем, что система при низких температурах химически инертна (в ней не может происходить самонагревания).

Обводненность руд. **Обводненность** – наличие подземных и поверхностных вод в условиях ведения горных работ при вскрытии и разработке месторождения. Обводненность характеризуется совокупностью факторов, определяющих сложность ведения горных работ, это:

- величина притока воды;
- величина пьезометрического напора воды над выработками;
- водоотдача пород;
- устойчивость пород по отношению к размывающему и растворяющему действию воды.

Наряду с практически сухими рудами встречаются и значительно обводненные. В последнем случае в рудах могут быть изолированные полости, заполненные водой, как, например, в оруденелых плотных известняках, или трещины, связанные с водоносным горизонтом, или поры, насыщенные водой. Обводненность снижает прочность и устойчивость породного массива, требует специальных мер по дренажу во избежание больших или даже катастрофических водопритоков в забоях. Таким образом, рудные месторождения чрезвычайно разнообразны по горно-геологическим условиям, причем основные характеристики (такие, как мощность залежи, угол падения, крепость пород, трещиноватость и т. п.) могут существенно изменяться в пределах даже какого-то участка одного месторождения.

Горно-геологические условия рудных месторождений можно подразделить на несколько групп, для каждой из которых существует свой комплекс прогрессивных тенденций дальнейшего развития техники и технологии горных работ. Рудные месторождения характеризуются рядом особенностей, влияющих на выбор системы разработки.

Особенности разработки рудных месторождений определяются спецификой горнотехнических условий:

1. Разнообразие размеров и изменчивость элементов залегания рудных тел. Размеры рудных тел колеблются в очень широких пределах. Мощность изменяется от нескольких сантиметров до сотен метров. Длина рудных залежей по простиранию колеблется от нескольких метров до нескольких километров, а отдельные рудные месторождения простираются на десятки километров. Многообразны и формы рудных тел. Характерные для угольных месторождений пластовые залежи на рудниках встречаются очень редко. Как правило, формы рудных тел отличаются гораздо большей сложностью. Контакты руды и вмещающих пород не всегда четко выражены, а для вкрапленных руд положение контактов визуально установить практически невозможно. Особую сложность при разработке представляет характерное для рудных тел непостоянство мощности и угла падения, наличие раздувов и пережимов, а иногда и ответвлений, бессистемно расположенных в руде пропластков и линз вмещающих пород. Такое разнообразие форм и изменчивость элементов залегания рудных тел требуют соответствующего разнообразия и особой «гибкости» используемых на рудниках технологических процессов, систем разработки, а также схем подготовки и способов вскрытия месторождений. Далекое не всегда удается обеспечить стандартность технических решений, использовать типовые схемы. На одном и том же руднике нередко приходится применять различные способы ведения и схемы

механизации горных работ, различные системы разработки. Характерное непостоянство формы и элементов залегания рудных тел, особенно жильных и массивных, усложняет и удорожает разведку, вскрытие и подготовку залежей, требует различных решений технологических вопросов по процессам очистной выемки в пределах даже одного участка, применения различных технологий разработки.

2. Большие крепость и абразивность свойственны большинству руд, слагающих месторождения. Так, если коэффициент крепости по шкале проф. М. М. Протоdjeяконова для каменного угля равен 1 – 1,5 и для антрацита 2 – 2,5, то большинство руд имеют коэффициент крепости около 8 – 12, а весьма крепкие – от 15 до 20 и выше. По абразивности каменный уголь можно сравнивать с неабразивными рудами (такими, например, как каменная соль). Обычно же руды в 5 – 10 раз, а в отдельных случаях даже в 20 раз более абразивны, чем каменный уголь. Эта особенность рудных месторождений предопределяет необходимость использования на большинстве подземных рудников взрывного способа отбойки, который предусматривает осуществление трудоемких работ по бурению и заряданию скважин и шпуров. В свою очередь получающиеся при взрывной отбойке весьма крупные (негабаритные) куски руды вызывают необходимость проведения дополнительных малопроизводительных и не всегда безопасных работ по повторному взрыванию их — вторичному дроблению негабарита. В связи с тем, что отбитая руда более абразивна и имеет большую крупность кусков, чем уголь, на рудниках используют, как правило, другие доставочные средства, чем на угольных шахтах. Имеющая место при взрывной отбойке руды прерывистость головного процесса технологической схемы (цепочки) добычи, наряду с простоями из-за проветривания и трудностями механизации работ в очистных блоках, создает на рудниках неблагоприятные условия с точки зрения поточности производства, являющейся, как известно, одной из предпосылок успешной автоматизации технологических процессов.

3. Изменчивость содержания полезных компонентов, а иногда и минералогического состава руд по объему залежей. Многие руды характеризуются резкой изменчивостью содержания полезных компонентов, а иногда и минералогического состава по всему объему рудной залежи, а также изменением содержания вредных компонентов. Качество рудной массы, поступающей из разных очистных блоков, как правило, различно, причем даже в одном блоке оно меняется со временем, по мере отработки запасов. Качество же рудной массы, выдаваемой на поверхность и поступающей на переработку, должно быть стабильным. Поэтому на рудниках возникает необходимость управления качеством в процессе добычи и, в частности, решения задачи усреднения качества рудной массы, поступающей из разных очистных блоков. Для решения этой задачи обычно приходится увеличивать количество находящихся в работе очистных блоков (в 1,5 – 2,5 раза) по сравнению с необходимым для обеспечения заданной производительности рудника, устраивать соответствующие подземные или поверхностные бункерные аккумулирующие емкости и тем самым существенно увеличивать себестоимость добычи. Нередки случаи, когда из-за разницы в минералогическом составе (например, окисленных и сульфидных полиметаллических руд) или из-за резких колебаний содержания металла в руде на соседних участках выделяют разные по качеству сорта руд, затраты на последующее обогащение и металлургический передел которых существенно различны. В этих случаях применяют селективную (раздельную) выемку, осуществляют рудосортировку и предконцентрацию (породоотборку) и организуют отдельные рудопотоки, включающие доставку, транспортирование и подъем на поверхность каждого сорта руды обособленно. Это усложняет и удорожает технологию добычи руд.

4. Геологические нарушения в рудных телах, типичные для металлических месторождений, часто сопровождаются снижением устойчивости пород (особенно вблизи трещин и разломов в земной коре), повышенными водопритоками или выделением вредных и взрывоопасных газов. Широкий диапазон устойчивости руд и вмещающих пород, предопределяет многообразие способов поддержания очистного пространства и

систем разработки. Большинство руд более устойчивы, чем уголь, хотя в отдельных случаях бывает и наоборот. Тектонические нарушения в рудных месторождениях встречаются чаще, чем в угольных. Сбросы, сдвиги, зоны смятия, разломы обычно усложняют как разведку, так и разработку многих рудных месторождений.

5. Рост глубины горных работ существенно увеличивает затраты на добычу руды и сопровождается иногда такими опасными для жизни горняков явлениями, как породные взрывы и горные удары, т. е. внезапными и самопроизвольными разрушениями массива под воздействием горного давления. Глубина распространения от поверхности разрабатываемых в настоящее время месторождений превышает 4,0 км. Кроме того, углубление работ сопровождается повышением температуры горных пород, что требует дополнительных затрат на охлаждение рудничного воздуха.

6. Обводненность некоторых месторождений может быть весьма значительной, водоприток в подземные выработки может достигать более тысячи кубометров в час (как, например, на рудниках Ачисайского полиметаллического комбината). Для откачки воды или осушения месторождений затрачивают значительные средства. На некоторых месторождениях встречаются заполненные водой полости, из которых она может внезапно прорваться в находящиеся поблизости подземные выработки и затопить их. Вследствие обводненности ухудшаются условия труда, усложняется добыча руды. Обводненность рудных месторождений нередко требует предварительного осушения подлежащих отработке участков месторождения, организации сложного водоотливного хозяйства при их эксплуатации.

7. Малая разрушаемость отбитой руды при самотечном перемещении ее по рудоспускам и очистному пространству. При самотечном перемещении угля происходит значительное разрушение его кусков, сопровождающееся образованием чрезмерного количества мелочи и угольной пыли, что резко снижает качество добытого угля как товарной продукции. Переизмельчение отбитой руды (за редким исключением, касающимся, например, некоторых видов железных руд) практически не снижает товарного качества рудной массы, так как перед обогащением ее все равно измельчают в дробилках и шаровых мельницах. На угольных шахтах стремятся всячески устранить или сократить перепуск угля. На рудниках же, наоборот, очень часто имеет место самотечное перемещение руды под действием собственного веса. Широко распространены не только короткие и обычные (до 40 – 60 м), но и глубокие рудоспуски (протяженностью более 100 и даже до 400 м). Благодаря этому на рудниках используются иные, отличные от практики угольных шахт схемы вскрытия и подготовки месторождений и выемочных участков (очистных блоков).

8. Малая достоверность и оперативность информации о горно-геологических условиях, и протекании различных технологических процессов. Эта особенность предопределяется как несовершенством существующих методов опробования, так и объективными причинами, связанными с разнородностью состава и изменчивостью содержания полезных компонентов в руде. На опробование и последующий химический анализ проб тратится значительное время и средства. Обеспечить необходимую оперативность информации о качестве добываемой продукции не всегда удается. Так, на некоторых полиметаллических рудниках объективные данные о содержании металлов в добываемой рудной массе поступают из химлаборатории лишь через 1 – 2 суток после взятия проб, что чрезвычайно затрудняет управление качеством. Иногда нет возможности установить и качество выполнения того или иного технологического процесса. Например, в связи с отсутствием при некоторых системах разработки доступа в очистное пространство качество процесса отбойки может быть оценено лишь косвенно, по результатам последующих процессов вторичного дробления и доставки руды в блоке. Не поддается непосредственному наблюдению и процесс выпуска руды под налегающими обрушенными породами, хотя режим этого вида выпуска решающим образом влияет на количественные и качественные показатели извлечения руды из недр.

9. Способность некоторых руд к слеживанию и самовозгоранию существенно влияют на способы ведения горных работ. Эти особенности требуют применения особого подхода к выбору систем разработок. Так, слеживаемость руд, содержащих много увлажненных глинистых и илистых частиц, препятствует применению систем разработки с магазинированием руды, при которых отбитая руда аккумулируется (накапливается) в очистном пространстве и определенное время находится в нем без движения. Самовозгораемость руд и пород (содержащих более 18 – 20 % серы) препятствует применению систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород и обычно требует перехода к более дорогостоящим системам разработки с твердеющей закладкой.

10. Высокая ценность большинства руд по сравнению с углем требует более ответственного подхода к полноте извлечения, качеству извлечения и контролю потерь руды. Это оправдывает трудоемкие и дорогостоящие способы ведения горных работ, отличающиеся небольшими потерями и разубоживанием, например, применение систем с закладкой выработанного пространства, имеющих большую себестоимость добычи.

11. Отсутствие на большинстве рудников газовыделения. Почти на всех рудниках разрешаются работы с открытым огнем, не требуется аппаратура во взрывоопасном исполнении. Тем не менее отдельные рудники, разрабатывающие калийные соли или рудные залежи, вблизи которых во вмещающих породах имеются непромышленные пропластки метаносодержащих углей, относят к газовым (но не выше второй категории). Кроме того, при разработке урановых месторождений выделяются радиоактивные газообразные примеси (в том числе радон), опасные с точки зрения ионизирующих воздействий на человека, а при разработке залежей ртутных и мышьяковистых руд – ядовитые пары этих металлов. Поэтому на таких рудниках осуществляется целый комплекс соответствующих мероприятий по охране труда и технике безопасности. Все эти особенности необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации рудников, чтобы обеспечить максимальную безопасность подземных горных работ и высокую производительность труда.

Тема 2.6 Классификация и описание месторождений нерудных полезных ископаемых

Содержание лекции:

Классификация и описание месторождений нерудных полезных ископаемых

Тема 2.7 Классификация и описание месторождений горючих полезных ископаемых

Содержание лекции:

Классификация и описание месторождений горючих полезных ископаемых

Тема 3.1 Цели и задачи петрографии, методы изучения горных пород

Содержание лекции:

Петрография: методы изучения горных пород

Современные методы исследования горных пород

Простейшие методы изучения горных пород

Метод изучения осадочных горных пород

Петрография — это наука о горных породах, т. е. самостоятельных минеральных агрегатах более или менее постоянного химического и минералогического состава, из которых в основном состоит земная кора.

Минералогический, а следовательно, и химический состав горных пород подвержен колебаниям в известных пределах, в силу чего и не может быть выражен определенной химической формулой, как принято выражать химический состав минералов.

Петрография изучает все свойства горных пород — их минералогический и химический состав, их строение, условия залегания в земной коре, отношения между различными породами, а также изменения горных пород с течением времени — и стремится установить законы, которые руководят образованием, изменением горных пород, их распространением в земной коре.

Горные породы представляют ту материальную среду, которая называется земной корой. Они или вмещают те или иные полезные ископаемые, или сами являются таковыми. Понимание и правильное толкование образования полезных ископаемых, правильное направление разведочных работ и оценка месторождения невозможна без детального изучения вмещающих пород, отображающих весь процесс формирования месторождения.

Некоторые характерные черты вмещающих пород служат нередко при пиками присутствия тех или иных полезных ископаемых. Так, платина и сульфиды никеля приурочены обычно к ультраосновным или основным магматическим породам. Касситерит часто связан с измененными гранитами — грейзенами. Крупные скопления руд вольфрама и молибдена обычно находятся в гранато-пироксеновых породах — скарнах.

Необходимость петрографического изучения горных пород возникает на каждом шагу. Пригодные для цементного производства известняки не должны содержать заметного количества доломита и т. д. Хронологическое сопоставление пород, не содержащих органических остатков, также требует знания их петрографического характера. Но, кроме прямого практического значения, знание состава и характера горных пород необходимо и для исследования геологической истории изучаемого района, для понимания его тектоники, геоморфологии и других задач общего геологического исследования.

Для изучения горных пород петрография пользуется как методами, выработанными родственными ей науками — геологией, минералогией, физикой, химией, так и собственными, чисто петрографическими методами. Важнейшим петрографическим методом исследования является оптическое изучение горных пород при помощи поляризационного микроскопа, для чего из породы готовят тонкую пластинку — шлиф.

Описание оптических методов исследования горных пород не входит в задачу данного курса; для ознакомления с ними можно воспользоваться одним из учебников петрографии. Но, помимо оптических методов, многие горные породы могут быть, хотя и не совсем точно, определены макроскопически, по внешнему виду, на основании их минералогического состава и структуры, видимых невооруженным глазом или с помощью лупы. Этот способ определения обладает важным преимуществом — быстротой; он не требует никаких приспособлений, кроме карманной лупы, и может применяться непосредственно в поле у места залегания породы.

Основные сведения по петрографии, которые необходимы для макроскопического определения и описания горных пород, и составляют содержание отдела «Петрография».

Методы петрологических исследований могут быть двух видов: полевые (геологические) и камеральные (лабораторные). При полевых исследованиях устанавливаются формы залегания тел горных пород и их размеры, закономерная трещиноватость и отдельность, контактовые изменения вмещающих горных пород (контактовый метаморфизм), изменение состава горных пород в пределах какого-либо геологического тела (постепенные или резкие переходы, пересечения одними магматическими телами других тел), текстурные особенности горных пород, унаследованная сланцеватость и полосчатость в метаморфитах, кристаллизационная сланцеватость, направление изменения степени метаморфизма, рудопроявления и др. Камеральные методы изучения горных пород многообразны; к ним относятся кристаллооптические исследования в шлифах горных пород посредством поляризационного микроскопа с использованием федоровского столика и иммерсионных жидкостей, петрохимические исследования, изучение породообразующих мономинеральных фракций и др.

Исключительно большие успехи физики позволили разработать электронную аппаратуру — изотопный и молекулярный масс-спектрометр, газо-жидкостный хроматограф, прибор магнитно-ядерного резонанса, что дало возможность получить обширную информацию о вещественном составе горных пород и руд.

За последнюю четверть века были созданы приборы для количественного спектрального анализа природного вещества. В России разработан метод количественного спектрального анализа горных пород и минералов способом вдувания порошковых проб непосредственно в плазму дугового электрического разряда, используемый с целью обнаружения полезных компонентов по ореолам рассеяния в магматических и осадочных породах и вследствие налаженной автоматизации позволяющий ежегодно анализировать многие миллионы проб на присутствие широкого комплекса малых, редких и рассеянных элементов.

Высокой чувствительностью и точностью определения характеризуется автоматизированный прибор для атомно-абсорбционного спектрального анализа. Расширяется область применения прибора, называемого квантометром, с помощью которого можно одновременно определить присутствие в горной породе 28 химических элементов; с использованием же вспомогательных устройств количество определяемых элементов возрастает вдвое.

Для определения непосредственно в штуфе состава горной породы начали применять импульсный нейтронный метод. Новейшим методом микроспектрального анализа состава минералов и включений в них является лазерно-локальный, весьма перспективен в этом отношении и электронно-зондовый микроанализатор.

Электронный микроскоп (ЭМ) является одним из наиболее важных приборов для изучения природных соединений. Современные приборы просвечивающего типа дают возможность получить одновременно морфологические, структурные и химические характеристики для микрочастиц минералов размером менее 1 мкм. Весьма эффективен ЭМ при исследовании вещественной и структурной неоднородности оптически однородных минералов, позволяющий уточнить их природу, выяснить формы вхождения ценных микроэлементов в минералы-носители и др. Растровый электронный микроскоп (РЭМ) позволяет получить по принципу телевизионной развертки объемные изображения поверхности массивных образцов с одновременным определением поэлементного состава выявленных фаз.

Для исследования структуры кристаллов уже давно с успехом применяется рентгеновский метод (рентгеноструктурный анализ), однако он не позволяет получить структурные данные отдельных частиц тонкодисперсных, плохо окристаллизованных минералов. С изобретением сверхвысоковольтного электронного микроскопа (СЭМ) — электронографа и разработкой метода микродифракции этот пробел был заполнен. Усовершенствованные СЭМ позволяют получить изображения узловых плоскостей кристаллических решеток с межплоскостным расстоянием около 10^{-10} м (1А).

Тема 3.2 Образование горных пород

Содержание лекции:

Виды горных пород. Их характеристика. Условия образования горных пород

Земная кора сложена горными породами, состоящими из минералов. Горные породы, как и минералы, различаются по происхождению. Большая часть толщи горных пород представлена магматическими и метаморфическими породами и в основном скрыта от человеческого глаза под осадочным чехлом, а также под слоем почвы и растительности. Но иногда их можно видеть и на поверхности, например в гранитных массивах щитов платформ, на склонах вулканов. Большая часть поверхности сложена осадочными породами.

Горные породы участвуют в круговороте веществ на Земле, испытывая множество превращений. Прорываясь в толщу земной коры, расплавленная магма начинает остывать и кристаллизоваться — формируются *магматические* породы. Если магме не удастся сразу выйти на поверхность, она медленно остывает, образуя сначала крупные, а потом мелкие кристаллы, и превращается в глубинную горную породу, такую, как гранит. В куске гранита, например, невооружённым глазом можно разглядеть кристаллы кварца, полевого шпата и слюды. Если же магма изливается лавой (при извержении вулкана), образуется излившаяся порода. Лава быстро остывает, и часто кристаллы не успевают образоваться. Тогда образуется корка, похожая на стекло (например, на вулканах Гавайских островов).

В результате движений земной коры глубинные породы могут быть подняты на поверхность. Тогда они, как и излившиеся, начнут разрушаться, а их обломки будут сноситься водой, ветром, склоновыми процессами в понижения рельефа и на дно океанов и морей. Накапливаясь слой за слоем, рыхлые отложения уплотняются и превращаются в *осадочные* породы. Так, например, образуются песчаники со слоистой структурой.

Тема 3..3 Классификация горных пород

Содержание лекции:

Классификация горных пород по происхождению

По происхождению горные породы подразделяются:

- Магматические – образуются в результате внедрения в земную кору или извержения на поверхность магмы;
- Осадочные – образуются путём механического или химического осаждения продуктов разрушения;
- Метаморфические – образуются из любых горных пород при воздействии на них высоких температур и давления.

Магматические горные породы образуются в результате кристаллизации магмы при её остывании в недрах земли и на её поверхности. В зависимости от условий образования породы делят на:

- глубинные (интрузивные);
- жильные;
- излившиеся (эффузивные);
- вулканогенные.

Все магматические породы имеют высокую прочность, не растворяются в воде и практически водонепроницаемы (если не имеют трещин).

Магматические горные породы слагаются в основном силикатами. По содержанию SiO_2 (кремнекислоты) они подразделяются:

1. Ультракислые $>75\% \text{SiO}_2$
2. Кислые $>75\% \text{SiO}_2$
3. Среднепороды $65-55\% \text{SiO}_2$
4. Основные породы $55 - 45\% \text{SiO}_2$
5. Ультраосновные $< 45\% \text{SiO}_2$

Осадочные горные породы образуются в результате химических, физико-химических, биохимических процессов при выпадении химических осадков из воды, в результате накопления обломочного материала и остатков животных и растительных организмов как в водных бассейнах, так и на суше.

Образованию осадочных пород предшествует разрушение ранее существующих пород, т.е. это вторичные породы.

Любая, находящаяся на поверхности порода подвергается воздействию процесса выветривания.

Выветривание – изменение и разрушение горной породы под влиянием резких колебаний температуры воздуха, замерзающей в пустотах и трещинах породы воды, углекислоты, кислорода и живых организмов.

Для осадочных пород характерно наличие ряда особенностей, отражающих условия их образования и отличающих их друг от друга. Эти особенности имеют большое значение при оценке инженерно-строительных свойств.

Характерные особенности: слоистость, пористость, зависимость состава и свойств породы от климата, наличие остатков растительных и животных организмов и др. Осадочные породы делят на мономинеральные – из одного минерала и полиминеральные – из нескольких.

Первичные формы залегания осадочных пород изображены на рисунке 3 – это слои (пласты). В результате эндогенных процессов первичные формы залегания осадочных пород могут быть изменены – перемяты в складки, разорваны, перемещены, повернуты.

2. Методические рекомендации к устному опросу

Устный опрос — метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Устный опрос позволяет поддерживать контакт с обучающимися, корректировать их мысли; развивает устную речь (монологическую, диалогическую); развивает навыки выступления перед аудиторией.

Принято выделять два вида устного опроса:

- фронтальный (охватывает сразу несколько обучающихся);
- индивидуальный (позволяет сконцентрировать внимание на одном обучающемся).

Критерии оценки устных опросов:

Отметкой "ОТЛИЧНО" оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

Отметкой "ХОРОШО" оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Отметкой "УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Отметкой "НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" оценивается ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

3. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы

Для успешного усвоения материала обучающийся должен кроме аудиторной работы заниматься самостоятельно. Самостоятельная работа является активной учебной деятельностью, направленной на качественное решение задач самообучения, самовоспитания и саморазвития. Самостоятельная работа обучающихся выполняется без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию и в специально отведённое для этого время. Условием эффективности самостоятельной работы обучающихся является ее систематическое выполнение.

Целью самостоятельной работы по учебной дисциплине является закрепление полученных теоретических и практических знаний по дисциплине, выработка навыков самостоятельной работы и умения применять полученные знания. Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний и умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала. Самостоятельная работа заключается в проработке тем лекционного материала, поиске и анализе литературы из учебников, учебно-методических пособий и электронных источников информации по заданной проблеме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным работам, выполнению творческих индивидуальных работ.

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен. Обучающиеся получают допуск к экзамену только после выполнения всех видов самостоятельной работы предусмотренных рабочей программой дисциплины. Обучающиеся, не выполнившие все виды самостоятельной работы, являются задолжниками и к экзамену не допускаются.

Виды самостоятельной работы при изучении учебной дисциплины:

Выполнение докладов, в сопровождении с презентацией.

Анализ интернет источников Самостоятельное изучение тем дисциплины.

Изготовление макетов кристаллов

Выполнение плана – конспектов.

Составления таблиц

4. Методические рекомендации по составлению информационных сообщений (докладов)

Информационное сообщение (доклад) – есть результат процессов преобразования формы и содержания документов с целью их изучения, извлечения необходимых сведений, а также их оценки, сопоставления, обобщения и представления в устной форме (защиты)

Требования к оформлению

Объем информационных сообщений (докладов) – до 5 полных страниц текста, набранного в текстовом редакторе Word, шрифтом – TimesNewRoman, 14 шрифтом с одинарным межстрочным интервалом, параметры страницы – поля со всех сторон по 20 мм.

Ссылки на литературу концевые, 10 шрифтом. В названии следует использовать заглавные буквы, полужирный шрифт, при этом не следует использовать переносы; выравнивание осуществлять по центру страницы. Данные об авторе указываются 14 шрифтом (курсивом) в правом верхнем углу листа.

5. Методически рекомендации по составлению мультимедийной презентации Общие требования к презентации

Мультимедийные презентации используются для того, чтобы выступающий смог на большом экране или мониторе наглядно продемонстрировать дополнительные материалы к своему сообщению, эти материалы могут также быть подкреплены соответствующими звукозаписями.

Общие нормы:

- презентация не должна быть меньше 10 слайдов.
- первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название; фамилия, имя, отчество автора.
- следующим (2-ой) слайдом может быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации. Желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание.
- дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста.
- в презентации необходимы импортированные объекты из существующих цифровых образовательных ресурсов. (Наиболее приемлемым и удобным в работе является «Использование Microsoft Office»);
- последним слайдом презентации должен быть список литературы.

Практические рекомендации по созданию презентаций:

Создание презентации состоит из трех этапов:

I. Планирование презентации – это многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала. Планирование презентации включает в себя:

- определение целей,
- определение основной идеи презентации,
- подбор дополнительной информации,
- планирование выступления,
- создание структуры презентации,
- проверка логики подачи материала,
- подготовка заключения.

II. Разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации.

III. Репетиция презентации – это проверка и отладка созданной презентации.

Требования к оформлению презентаций

В оформлении презентаций выделяют два блока:

- оформление слайдов;
- представление информации на них.

Для создания качественной презентации необходимо соблюдать ряд требований, предъявляемых к оформлению данных блоков.

Оформление слайдов:

Стиль	- соблюдайте единый стиль оформления, - избегайте стилей, которые будут отвлекать от самой презентации.
Использование цвета	- в слайдах необходимо использовать цветовую схему, - для фона и текста используйте контрастные цвета, - обратите внимание на цвет гиперссылок (до и после использования).
Анимационные эффекты	- используйте возможности компьютерной анимации для представления информации на слайде. - не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.

Представление информации:

Содержание информации	- используйте короткие слова и предложения,
-----------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> - минимизируйте количество предлогов, наречий, прилагательных, - заголовки должны привлекать внимание аудитории.
Расположение информации на странице	<ul style="list-style-type: none"> - старайтесь использовать возможности схематического, а не текстового представления информации, - наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.
Шрифты	<ul style="list-style-type: none"> - размер для заголовков – не менее 36 пунктов. - размер для информации – не менее 20 пунктов. - шрифты без засечек легче читать с большого расстояния, - нельзя смешивать разные типы шрифтов в одной презентации, - для выделения информации следует использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание, - нельзя злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных).
Способы выделения информации	<p>следует использовать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рамки; границы, заливку; - штриховку, стрелки; - рисунки, диаграммы, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов.
Объем информации	<ul style="list-style-type: none"> - не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: люди могут одновременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений. - наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.
Виды слайдов	<p>Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - с текстом; - со схемами; - с диаграммами.

- **6. Методические рекомендации по составлению планов - конспектов**

Основные требования

План – конспект (опорный конспект) призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику, используя символы, отразить связь с другими элементами. Основная цель опорного конспекта – графически представить осмысленный и структурированный информационный массив по заданной теме (проблема). В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) — опорные сигналы.

Опорный конспект представляет собой систему взаимосвязанных геометрических фигур, содержащих блоки концентрированной информации в виде ступенек логической лестницы; рисунка с дополнительными элементами и др.

Для создания опорного конспекта необходимо: изучить информацию по теме, выбрать главные и второстепенные элементы; установить логическую связь между выбранными элементами; представить характеристику элементов в очень краткой форме; выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы; оформить работу.

Критерии оценивания:

Результатом оценивание является отметка «зачтено». Работа оценивается по следующим критериям:

- 1) соответствие содержания теме;
- 2) корректная структурированность информации;
- 3) наличие логической связи изложенной информации;
- 4) аккуратность и грамотность изложения;
- 5) соответствие оформления требованиям;
- 6) работа сдана в срок.

Работа считается засчитанной, если она отвечает требованиям более половины критериев.

7. Методические указания по написанию и оформлению рефератов

Назначение реферата

Реферат - письменная работа по определенной научной проблеме, краткое изложение содержания научного труда или научной проблемы. Он является действенной формой самостоятельного исследования научных проблем на основе изучения текстов, специальной литературы, а также на основе личных наблюдений, исследований и практического опыта. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения избранной проблемы и способствует приобщению студентов к научной деятельности.

Последовательность работы

1. Выбор темы исследования

Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.

2. Планирование исследования включает следующие элементы:

- выбор и формулирование проблемы, разработка плана реферата;
- сбор и изучение исходного материала, поиск литературы;
- анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы;
- литературное оформление исследовательской проблемы;
- обсуждение работы (на семинаре, в студенческом научном обществе, на конференции и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя:

- введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования;
- основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы;
- заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы

Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подбранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Подобранная литература изучается в следующем порядке:

- знакомство с литературой, просмотр ее и выборочное чтение с целью общего представления проблемы и структуры будущей научной работы;
- исследование необходимых источников, сплошное чтение отдельных работ, их изучение, конспектирование необходимого материала (при конспектировании необходимо указывать автора, название работы, место издания, издательство, год издания, страницу);

- обращение к литературе для дополнений и уточнений на этапе написания реферата.

Для разработки реферата достаточно изучение 4-5 важнейших статей по избранной проблеме.

При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4. Обработка материала

При обработке полученного материала автор должен:

- систематизировать его по разделам;
- выдвинуть и обосновать свои гипотезы;
- определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме;
- уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы;
- сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования;
- окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата

При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил:

- Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику.
- Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод).
- Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты.
- Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа выполняется на листах формата А4 (210*297мм) с указанием порядка листов (снизу, справа) и с соблюдением трафаретов (полей):

- слева - 30 мм;
- справа - 10 мм;
- сверху - 20 мм;
- снизу - 20 мм.

Текст реферата может быть выполнен как в рукописном виде, так и с применением средств оргтехники. При выполнении работы в рукописном виде почерк должен быть легко читаем, не содержать неустановленных сокращений и не создавать затруднений при проверке. (В приложении дается образец титульного листа).

8. Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования (ФГОС СПО) одним из требований к условиям реализации основных образовательных программ обязывает использовать в учебном процессе активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Внедрение активных и интерактивных форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки обучающихся.

Активные методы обучения – формы обучения, направленные на развитие у обучаемых самостоятельного мышления и способности квалифицированно решать нестандартные профессиональные задачи. Цель обучения – развивать мышление обучаемых, вовлечение их в решение проблем, расширение и углубление знаний и

одновременное развитие практических навыков и умения мыслить, размышлять, осмысливать свои действия.

Интерактивное обучение – это специальная форма организации познавательной деятельности. Она имеет в виду вполне конкретные и прогнозируемые цели:

- повышение эффективности образовательного процесса, достижение высоких результатов;
- усиление мотивации к изучению дисциплины;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся;
- формирование коммуникативных навыков;
- развитие навыков анализа и рефлексивных проявлений;
- развитие навыков владения современными техническими средствами и технологиями восприятия и обработки информации;
- формирование и развитие умения самостоятельно находить информацию и определять ее достоверность;
- окращение доли аудиторной работы и увеличение объема самостоятельной работы студентов.

Интерактивные формы применяются при проведении аудиторных занятий, при самостоятельной работе обучающихся и других видах учебных занятий, а также при повышении квалификации.

Практическая работа № 5 . Определение горючих полезных ископаемых - Разбор конкретной ситуации

Лабораторная работа №14 «Распознавание горных пород по условиям их образования»- Разбор конкретной ситуации

Разбор конкретной ситуации - метод представляет собой изучение и анализ принятия решений по ситуации, которая возникла в результате происходящих событий, реальных ситуаций

Тема 3.2 Особенности минерально-сырьевой базы России - Лекция дискуссия

Лекция-дискуссия представляет собой свободный обмен мнениями в промежутках между логически оформленными разделами сообщения учебного материала. Она активизирует познавательную деятельность аудитории, дает возможность управлять мнением группы, использовать это мнение для изменения негативных установок и ошибочных мнений некоторых обучающихся; лекция с интенсивной обратной связью.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Краткий курс лекций по дисциплине Полезные ископаемые, минералогия и петрография.	3
2. Методические рекомендации к устному опросу	36
3. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы	37
4. Методические рекомендации по составлению информационных сообщений (докладов)	38
5. Методически рекомендации по составлению мультимедийной презентации	38
6. Методические рекомендации по составлению планов - конспектов	40
7. Методические указания по написанию и оформлению рефератов	40
8. Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм	42

Бучко Инна Владимировна

Профессор кафедры геологии и природопользования АмГУ