

Лекция 3. Минеральные ресурсы

- 1. Общая характеристика полезных ископаемых***
- 2. Классификация МР на основе технологии их использования***
- 3. Рудные полезные ископаемые***

1. Общая характеристика минеральных ресурсов (МР)

- **Полезные ископаемые (ПИ)** - *природные минеральные образования земной коры неорганического и органического происхождения, которые могут быть использованы в сфере материального производства в естественном виде или после предварительной переработки*

- Совокупность ПИ, заключённых в недрах (государства, континента или всего мира) - ***минеральные ресурсы*** - основа для
- энергетики,
- чёрной и цветной металлургии,
- химической промышленности,
- строительства.

- **Месторождение полезного ископаемого** – участок земной коры с характерной **геологической структурой**, в котором полезное ископаемое залегает в виде одного или нескольких **рудных тел** в количестве, достаточном для эксплуатации и в качественном отношении удовлетворяющем требованиям промышленности.

- **Руда** - природное минеральное образование с таким содержанием металлов или полезных минералов, извлечение которых экономически целесообразно
- **Рудное тело** – обособленное скопление полезного компонента (руды) залегающее среди горных пород
- **Рудные месторождения** - скопления рудных залежей (тел) на поверхности или в недрах Земли, по своим размерам, качеству и условиям залегания пригодных для промышленной разработки.

- ***Рудопроявление*** – скопление полезного ископаемого в земной коре, недостаточное для эксплуатации или еще недостаточное изученное

Используется около 200 видов минерального сырья:

- **твёрдые** (уголь, рудные и нерудные),
- **жидкие** (нефть, минеральные воды)
- **газообразные** (природные горючий и инертные газы).

Стратегическое минеральное сырье:

минеральное сырье, необходимое для обеспечения оборонной промышленности и бесперебойного функционирования ее сырьевой базы.

- В США – 1/2 потребности в 22 видах минерального сырья импортируют (хром, олово, цинк, вольфрам, иттрий, марганец, платина и платиноиды, бокситы)
- СССР - ввозил бокситы, барит, висмут и флюорит, ильменит (руды титана), ниобий, тантал.
- Россия - ввозит хром, марганец, титан, свинец, уран, отчасти медь, цинк, молибден.

2.Классификация МР на основе технологии их использования:

- ***Топливо-энергетическое сырье***
(нефть, уголь, газ, уран, горючие сланцы, торф)

Применение:

- топливно-энергетический комплекс
- химическая промышленность

- ***Черные, легирующие и тугоплавкие металлы*** (руды железа, марганца, хрома, титана, ванадия, кобальта, вольфрама и др.)

Применение:

- Черная металлургия, машиностроение

- ***Цветные металлы*** (руды алюминия, меди, свинца, цинка, ртути, сурьма, висмут, олово, молибден, тантал, ниобий и др.)
- ***Благородные металлы*** (золото, серебро, платиноиды)

Применение:

- Цветная металлургия, машиностроение, электротехника

- **Горно-химическое сырье** (каменная соль, борное сырье, флюорит, сульфаты натрия, природная сода, мышьяковое сырье, кальцит)
- **Химическое и агрономическое сырье** (калийные соли, фосфориты, апатиты, серное сырье, азотное сырье)

Применение:

- Химическая промышленность, сельское хозяйство

- ***Техническое сырье*** (алмазы, асбест, магнезит, графит, барит, тальк, каолин, бентонитовые глины, слюды), флюсы и огнеупоры, цементное сырье

Применение:

- Строительство, металлургия, химическая промышленность

- ***Строительные материалы***

(известняки, мергели, доломиты, глины, шунгит, гипс, ангидрит, облицовочные и строительные камни, песок и гравий, полевой шпат, нефелин, стекольные пески, кремниевые породы)

Применение:

- Строительство, стекольная промышленность

Гидроминеральные

- подземные пресные воды
- подземные минерализованные воды

Применение:

Водоснабжение, медицина

- Граница, разделяющая *неметаллические и металлические полезные ископаемые*, условна.
 - Например, *руды титана, бериллия и алюминия* в РФ относят к металлическим, а в ряде стран к неметаллическим полезным ископаемым, так же как и *руды мышьяка, стронция, селена и бора*.

3. Рудные полезные ископаемые

Выделяют:

- ***руды металлов*** (железа, титана, меди свинца)
- ***руды неметаллических полезных ископаемых*** (баритовые, графитовые, асбестовые, корундовые, фосфатные и др.)

Из руд извлекают более 80 хим. элементов.

Руда состоит из:

- ***рудного минерала*** – это минерал, который содержит полезный элемент.
- **сопутствующего нерудного минерала** – минерала включенного в руду, но не содержащего полезный элемент (среди таких минералов преобладают *кварц, хлорит, полевые шпаты*, др.).

Руды металлов представлены:

- **самородными элементами** (*золото, платина и платиноиды, серебро, медь, висмут*);
 - **оксидами тяжелых металлов** (*магнетит, гематит, касситерит, вольфрамит, танталит-колумбит и др.*);
 - **сульфидами** (*молибденит, галенит, сфалерит, киноварь*),
 - **некоторыми другими минералами.**
-
- Рудные месторождения образуются при всех геологических процессах, формирующих земную кору

Неметаллические руды представлены:

- **силикатами и алюмосиликатами** (*слюды, каолин*)
- **карбонатами и другими солями** (*известняки, доломиты, гипсы, галит, и др.*),
- **самородными элементами** (*графит, алмаз, сера*),
- **органическими соединениями** (*битумы, угли, горючие сланцы*),
- **другими минералами и горными породами.**

Особенности происхождения

Три генетические серии рудных месторождений:

- ***эндогенные,***
- ***экзогенные,***
- ***метаморфогенные***

3.1. Эндогенные месторождения

Месторождения, формирование которых связано с магматическими процессами:

- ***Магматические*** (магмы кислого, основного, ультраосновного и щелочного состава)
- ***Пегматитовые*** (поздние стадии внедрения кислой магмы)
- ***Постмагматические*** (гидротермальные, скарновые, вулканогенные)

- **Магма** (от греч. *magma* — густая мазь) расплавленная жидкая масса преимущественно силикатного состава, возникающая в земной коре или в верхней мантии.
- Сложный раствор соединений химических элементов (катионы - Si, Al, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K, O, N, S, Cl, F; анионы – соединения кремния с кислородом, т.н. кремнекислородный тетраэдр SiO_4)

- Анионы и катионы образуют *полимерные соединения* - зародыши минералов
- *сульфиды*
- соединения типа Fe_2O_3 ,
- *атомы отдельных металлов*
- *молекулы растворённых газов.*

- Генезис магмы:
- 1. при полном или почти полном плавлении ранее существовавших горных пород;
- 2. при парциальном плавлении (низкоплавкие жидкие фракции отделяются от нерасплавившегося твёрдого остатка) – из железисто-магнезиальной мантии - пикритовые или базальтовые, андезитовые или риолитовые магмы.

- Факторы, вызывающие генерацию магматического расплава:
- 1. радиогенное тепло,
- 2. внезапное уменьшение давления (образования разловоов).
- 3. в начальные этапы эволюции - энергия уплотнения протоматерии

Очаги - в разных по составу и глубинности зонах.

1. В зонах столкновения и поддвигания литосферных плит (зоны Бенъоффа-Заварицкого),
2. В зонах раздвижения (рифты)
3. В зонах восходящих тепловых потоков (т. н. горячие точки).

Состав родоначальной магмы:

- 1.- базальтовая магма (по Н. Боуэну), - её эволюция - остальные типы магм.
- 2.- гранитная и базальтовая (Ф. Ю. Левинсон-Лессинг).

Тип магмы	Содержание SiO_2 %
кислая	80 - 65%
средняя	65-55
основная	40-55%
ультраосновная	менее 40%
щелочная	с высоким содержанием K_2O и Na_2O),

Эволюция магмы - образование разных по минеральному составу горных пород

- Дифференциация магмы:

- до кристаллизации (докристаллизационная дифференциация)
- в процессе кристаллизации (кристаллизационная дифференциация),
- в промежуточном магматическом очаге (глубинная дифференциация) или
- на месте застывания (внутрикамерная дифференциация).

Факторы дифференциации:

- гравитация,
- термодиффузия,
- ассимиляция,
- ликвация

Дифференциация вещества по высоте.

□ обогащение SiO_2 , Al_2O_3 , CaO и щелочами в верхней части

□ накопление MgO и FeO в нижних частях.

в результате - пространственное обособление минеральных фаз (фракционирование) - в вертикальном разрезе магматической камеры горные породы различного состава (схема Боуэна)

1 этап – выделение редких (акцессорных) минералов,

2 этап - магнезиально-железистые силикаты (оливин и пироксен) и основные плагиоклазы

3 этап – амфибол и средние плагиоклазы,

4 этап – биотит, щелочные полевые шпаты и кварц.

(универсальной последовательности кристаллизации магмы не существует).

- В процессе кристаллизации концентрация в отдельных участках полезных компонентов – **эндогенные месторождения:**
- Магматические (рудные минералы хрома, титанат, никеля, платины) в расслоенных комплексах в процессе кристаллизации магмы.
- Гидротермальные, грейзеновые, скарновые месторождения цветных, редких и драгоценных металлов и железа).

Магматические

Руды *щелочных металлов, бора и бериллия, редких земель, вольфрама и др. элементов* - с производными гранитной магмы:

Магмы кислого и ультракислого состава:

- вольфрам, молибден, олово, литий, фтор, бор, висмут, ниобий, тантал.

Магмы кислого и умеренно кислого состава:

- цинк, свинец, серебро, иногда медь, золото, кадмий, германий в полиметаллических месторождениях
- серебро, висмут, кобальт, никель, уран в урановых месторождениях
- ртуть, сурьма, барий, фтор, иногда мышьяк

Магмы основного состава:

- железо, титан, ванадий (магнетит, ильменит)
- железо, никель, медь, кобальт, платина, палладий

(руды халькофильных элементов - природные сульфиды в виде катионов Ag, Hg, Cu, Pb, Cd, Bi, Zn, Sb, или анионов S, Se, Te, As)

Магмы ультраосновного и основного состава:

- хром, железо, магний,
- хром, железо, платина
- *алмазы*

Магмы щелочного состава:

- кальций, фосфор, железо, фтор, цирконий, титан, ниобий, редкие земли

Пегматитовые

Образуются на большой глубине при внедрении остатков кислой магмы, обогащенной летучими компонентами.

- *Мусковит*
- *Редкие металлы* – литий, берилл, тантал, ниобий, уран, торий, олово
- *Цветные камни* – турмалин, топаз, морион, флюорит, корунд, изумруд

Постмагматические

Гидротермальные – образуются из
водно-жидкой фазы магматического
раствора

Подразделяются по температуре
раствора

а) *высокотемпературные 500-300⁰С*

- Медь
- Железо,
- Висмут, мышьяк
- Золото, олово,
- Вольфрам,
- Графит, корунд

б) *среднетемпературные 300-200⁰С*

- Основная часть цветных металлов:
свинец, цинк, медь, олово, молибден,
золото, серебро,
- Асбест, магнезит, горный хрусталь
(100% месторождений)
- Плавиновый шпат (50% месторождений)
- Сурьма, мышьяк,
- Уран

в) *низкотемпературные (200-50⁰С)*

- Ртуть, сурьма, мышьяк, золото, серебро
- Самородная медь, сульфиды меди
- Исландский шпат
- Халцедон (агат),
- Барий
- Асбест

Скарновые (контактово-метасоматические)

- образуются в зоне контакта горячего расплава с холодной вмещающей горной породой
- железо (магнетит, гематит),
- вольфрам (шеелит)
- олово (касситерит)
- молибден,
- медь,
- свинец, цинк
- цинк, марганец, золото, платина

Вулканогенные

- образуются из летучих компонентов вулканов (фумаролы (итал. fumare — дымиться) – небольшие трещины из которых поднимаются струи горячих водных паров и газов (H_2O , HCl , HF , SO_2 , CO_2 , H_2S , H_2 и др.), из магмы (первичные фумаролы) или не остывших лавовых потоков (вторичные фумаролы).

- Сернистые фумаролы – сольфатары, углекислые - мофеты. С понижением температуры пары воды гидротермальные растворы фумарольные термы – отложение *сульфатов и самородной серы.*
- На дне моря – подводные фумаролы – возможно формирование *железомарганцевых конкреций и залежей сульфидных руд.*



3.2. Экзогенные (поверхностные) месторождения

- Месторождения формировались в результате механического, химического и биохимического преобразования горных пород под влиянием энергии Солнца.

Генетических группы:

- остаточные,
- инфильтрационные,
- россыпные
- осадочные

Остаточные

- Вынос растворимых минеральных соединений из зоны выветривания и накопления труднорастворимого минерального остатка, образующего руды:
- железа.
- никеля,
- кобальта,
- алюминия,
- редкие металлы (ванадий, уран, радий)
- каолин,
- марганец
- фосфор

Инфильтрационные

при осаждении из подземных вод
поверхностного происхождения
растворённых в них минеральных
веществ с образованием залежей руд:

- *Урана*
- *Меди*
- *Серебра*
- *Золота,*
- *Самородной серы*

Россыпные

- при накоплении в рыхлых отложениях на дне рек и морских побережий тяжёлых и прочных ценных минералов:
золото,
- *платина,*
- *минералы титана,*
- *вольфрама*
- *олова.*

Осадочные

в процессе осадконакопления на дне морских и континентальных водоёмов:

- *руды железа, марганца, бокситов урана, меди,*
- *строительные материалы (гравий, песок, глина, известняк, цементное сырьё.*
- *залежи угля, горючих сланцев, нефти, горючих газов, солей, фосфоритов.*

3.3. Метаморфогенные месторождения

- Образуются в глубинных частях земной коры, путем преобразования первичных горных пород под воздействием высоких температур и давлений.

Собственно метаморфическая группа

Возникшие заново из осадочных горных пород

- Горный хрусталь
- Мрамор
- Кварцит
- Гранат
- Рутил
- Асбест
- Тальк

Метаморфизованные

- (возникшие раньше, а затем преобразованные под воздействием метаморфизма).
- железорудные,
- марганцевые,
- золото-урановые,
- апатитовые,
- графитовые,
- корундовые

Пространственная локализация

Платформы (Русская, Сибирская, Китайская, Индийская, Африканская, Североамериканская, Южноамериканская, Австралийская, Антарктическая)

- *метаморфогенные руды* в фундаменте
- *осадочные* месторождения в чехле.

Горные пояса (Урал, Кавказ, Тянь-Шань, горы Сибири, Кордильеры, Анды, Альпы и др.)

- *эндогенные* месторождения
- *метаморфогенные* месторождения

По наличию полезных компонентов :

- *на моно- и поликомпонентные (комплексные) руды.*

Одни компоненты - главные, другие попутные (второстепенные), например, медно-никелевые с платиноидами

В рудах могут быть экономически полезные или технологически либо экологически вредные примеси.

По условиям залегания месторождения

- *открытые*, которые выходят на дневную поверхность,
- *перекрытые* (с чехлом из рыхлых отложений)
- *слепые* (залегают в коренных породах на некоторой глубине).

По масштабу проявления оруденения

- рудное поле,
- рудный район,
- область,
- бассейн,
- провинция
- металлогенический пояс

Металлогеническая провинция

- рудоносная площадь, совпадающая с крупной тектонической структурой, характеризующаяся минерализацией определенного типа и формирующаяся в течение одного или нескольких металлогенических эпох (сотни тысяч — нескольких млн. км²)
- Объединяются в *металлогенические пояса*

Название МП включает

- географический элемент: *Центрально-Казахстанская, Балканская провинции*
- название основного полезного ископаемого: *марганценосная Чиатурская, железорудная Лотарингская*
- иногда возраст: *среднедевонская боксито-рудная Саянская провинция.*

Промышленные кондиции включают:

- максимальное количество руды
- максимальное содержание в ней полезных компонентов,
- минимальную концентрацию вредных примесей.

<i>Металлы</i>	<i>Типичные представители</i>	<i>Минимальные запасы, т</i>	<i>Содержание металла, %</i>
Черные	Железо, марганец	Сотни тысяч	20—25
Цветные	Медь, свинец, цинк, никель	Тысячи — десятки тысяч	0,4—1
Редкие	Вольфрам, молибден, олово, ртуть	Десятки — сотни	0,1—0,5
Радиоактивные	Уран, торий	То же	0,05—0,1
Благородные	Золото, платина	Килограммы	0,0005

Географические и экономические параметры

- рельеф,
- климат,
- инфраструктура территории,
- обеспеченность строительными материалами, энергией, персоналом,
- стоимость полезного компонента

Геоэкологические параметры месторождения

- ценность и количество отчуждаемых земель при освоении месторождения,
- загрязнение поверхностных и подземных вод, атмосферы,
- возможность и виды рекультивации земель.

Рудоконтролирующие и рудолокализирующие параметры:

*геологические структуры (элементы)
которым подчинено расположение
рудоносных тел, зон, месторождений:*

- ✓ породы определенного состава,
- ✓ отдельные разломы,
- ✓ сочетание экранирующих и
проницаемых участков, метасоматиты)