

Физические свойства минералов.

Классификация минералов.

В настоящее время известно более 3000 минералов (включая разновидности), но лишь очень немногие из них имеют широкое распространение в составе горных пород. Они называются **породообразующими**.

В курсе общей геологии изучаются не все, а только главнейшие минералы.

Минералы

- ▶ **Минералы** — это природные химические соединения или самородные элементы, возникшие в результате разнообразных физико-химических и термодинамических процессов, происходящих в земной коре и на ее поверхности. Минералы в природе находятся преимущественно в твердом состоянии, реже встречаются жидкие (ртуть, вода) и газообразные (горючие газы, углекислый газ) минералы.

Как определить минерал?

- ▶ Для того чтобы распознать минералы по внешним признакам и определить приблизительно их состав, надо знать физические свойства каждого минерала.
- ▶ Следует иметь в виду, что отдельные физические свойства могут быть одинаковыми у различных минералов и, наоборот, какое-либо свойство (например, **цвет** или **плотность**) у одного и того же минерала может меняться в зависимости от состава и количества примесей.
- ▶ При определении минерала необходимо установить возможно большее число его свойств. Только в отдельных случаях некоторые свойства (**магнитность, твердость, оптические свойства** и др.) бывают настолько характерны, что по одному из них можно сразу диагностировать минерал.
- ▶ Главнейшими физическими свойствами минерала являются **цвет, цвет черты (цвет его в порошке), прозрачность, блеск, излом, спайность, твердость, плотность** и некоторые другие,

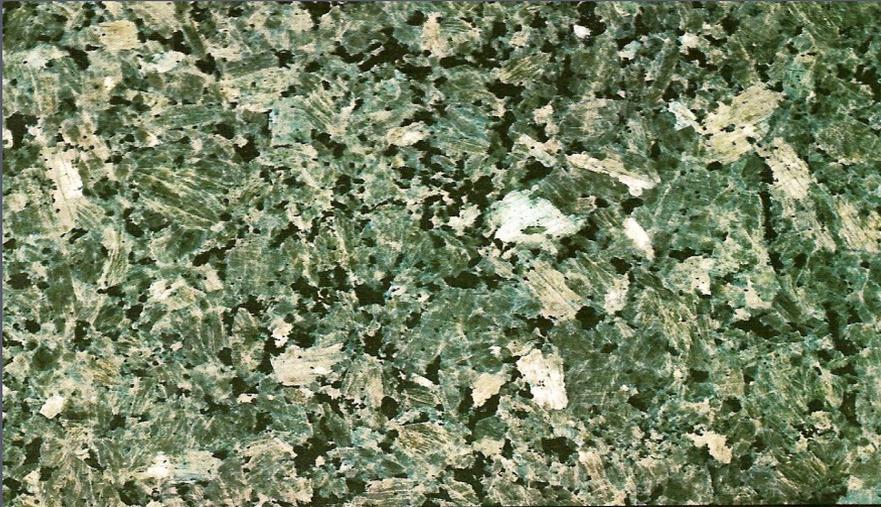
Физические свойства минералов

- ▶ **Цвет минералов** является важным диагностическим признаком. Минералы могут иметь самую разнообразную окраску — белую, желтую, серую, розовую, красную, синюю, черную и всевозможные оттенки.
- ▶ Встречаются также бесцветные и прозрачные минералы;
- ▶ Практически цвет определяют на глаз, сравнением с хорошо знакомыми предметами (молочно-белый, соломенно-желтый, кирпично-красный).
- ▶ Для обозначения цвета минералов, имеющих металлический блеск, к названию цвета добавляют название распространенного металла (свинцово-серый, оловянно-белый, латунно-желтый, медно-красный, железо-черный и т.д.).
- ▶ Окраска минералов зависит главным образом от их химического состава и состава примесей. Такими элементами-примесями являются железо, никель, кобальт, титан, уран, медь, хром и др.

Дополнительная окраска минералов

- ▶ Некоторые минералы меняют цвет в зависимости от освещения.
- ▶ Например, минерал Лабрадор при некоторых углах поворота приобретает красивую радужную — синюю, серую или зеленую — окраску. Это свойство минералов называется *иризацией*. У лабрадора она возникает за счет интерференции света, отражающегося от обеих плоскостей микроскопических трещин спайности, заполненных тончайшими пленочками минерала ильменита (FeTiO_3).
- ▶ Иногда по минералу развивается тонкая поверхностная пленка которая имеет дополнительную окраску- это явление называется *побежалостью* и объясняется интерференцией света в тонких слоях, образующихся на поверхности минералов. Обычно побежалость бывает радужной, как на халькопирите, когда поверхность минерала переливается синим, красным и фиолетовым цветом.

Лабрадор (Ларвикит)



- ▶ На плоскостях спайности лабрадор меняет свою окраску в зависимости от освещения плоскостей лучами солнца (иризация)
- ▶ Установлено, что иризация вызвана явлением распада плагиоклазового твердого раствора с образованием тончайших параллельных срастаний пластинчатых кристалликов двух полевых шпатов разного состава

Цвет черты минерала

- ▶ Многие минералы в растертом состоянии имеют другой цвет, чем в образце. Порошок можно получить, проводя куском минерала по белой шероховатой фарфоровой пластинке при условии, что твердость его меньше твердости фарфора (если твердость минерала выше твердости фарфора, то минерал образует на фарфоре царапину).
- ▶ **Цвет черты (цвет минерала в порошке).**
- ▶ Цвет черты — важный диагностический признак ряда распространенных минералов. Так, красный, бурый и магнитный железняк (гематит, лимонит и магнетит) в кусках (штуфах) часто имеют одинаковый цвет, и их можно различить только по разному цвету черты — соответственно красному, желтому или черному.

Блеск минералов является важным диагностическим признаком. Он зависит от показателя преломления минерала и его способности отражать от своей поверхности свет.

По блеску все минералы можно разделить на три группы:

- с **металлическим**,
- **полуметаллическим**
- **неметаллическим** блеском.

Разновидности блеска

- ▶ **Металлический блеск** — сильный блеск, свойственный металлам. Им обладают непрозрачные минералы, дающие в большинстве случаев черную черту на фарфоровой пластинке. Такой блеск наблюдается у самородных металлов (золото, серебро, платина), многих сульфидов и оксидов железа.
- ▶ **Полуметаллический блеск** характерен для минералов, поверхность которых имеет вид потускневшего металла. К таким минералам относятся графит, гематит, черная цинковая обманка.
- ▶ **Неметаллический блеск** подразделяется на следующие виды блеска:
 - ▶ **стеклянный** - широко распространенный среди прозрачных минералов (кварц на гранях кристаллов, кальцит, гипс);
 - ▶ **жирный** - типичный для тех минералов, поверхность которых кажется как бы смазанной маслом (кварц на изломе, нефелин)
 - ▶ **перламутровый** - характерный для прозрачных минералов, которые блестят, как поверхность перламутровой раковины (он обусловлен отражением света от тонких пластинок или плоскостей спайности минералов, например слюды, талька);
 - ▶ **шелковистый** - наблюдается при тонковолокнистом строении минерала и напоминает блеск шелковых нитей (асбест, волокнистые разновидности гипса).
 - ▶ **алмазный** - алмаз, некоторые разновидности цинковой обманки;
 - ▶ **матовый** – минералы не блестят они имеют пористую, неровную землистую поверхность (каолинит).

Прозрачность и излом

- ▶ **Прозрачность** — способность минералов пропускать свет.
- ▶ По степени прозрачности минералы делятся на:
 - ▶ **прозрачные** (горный хрусталь, каменная соль, топаз),
 - ▶ **полупрозрачные** (халцедон, опал), через которые видны лишь очертания предметов,
 - ▶ **просвечивающие**, пропускающие свет только в очень тонких пластинках (полевые шпаты),
 - ▶ **непрозрачные**, через которые свет совсем не проходит (пирит, магнетит).
- ▶ Излом - вид поверхности, образующейся при раскалывании минерала, также является важным диагностическим признаком ряда минералов.
- ▶ **Виды излома:**
 - ▶ **раковистый** - вид вогнутой и концентрически-волнистой поверхности, напоминающей поверхность раковин (горный хрусталь),
 - ▶ **занозистый** - с поверхностью, покрытой ориентированными в одном направлении занозами (гипс, роговая обманка),
 - ▶ **неровный** (нефелин),
 - ▶ **землистый** - с матовой шероховатой поверхностью (каолинит, лимонит),
 - ▶ **Зернистым**- встречающимся часто у минеральных агрегатов.

Спайность — это способность минералов раскалываться или расщепляться по блестящим параллельным плоскостям, по определенным кристаллографическим направлениям (одному или нескольким), по которым в кристаллической решетке проявляется наименьшая сила сцепления частиц.

Виды спайности.

- ▶ **Весьма совершенная спайность** возникает тогда, когда минерал очень легко (например, ногтем) расщепляется на отдельные тончайшие листочки или пластинки, образуя зеркально-блестящие плоскости спайности (слюды, гипс, хлорит).
- ▶ **Совершенная спайность** отличается тем, что минерал раскалывается при слабом ударе молотком на гладкие параллельные пластинки, кубы или другие формы (каменная соль, кальцит).
- ▶ **Средняя (явственная) спайность** характерна для минералов, при раскалывании которых возникают как плоскости спайности, так и поверхности с неровным изломом (полевые шпаты).
- ▶ **Несовершенная спайность** обнаруживается с трудом. В этом случае при раскалывании минерала преобладают поверхности с неправильным изломом (апатит, оливин и др.).
- ▶ **Весьма несовершенная спайность** - у минералов наблюдаются только несовершенные поверхности излома (молочно-белый кварц, золото).
- ▶ Необходимо уметь отличать плоскости спайности от граней кристалла: плоскости спайности имеют более сильный блеск и свежий вид; кроме того, они образуют ряд параллельных друг другу поверхностей. Характерным признаком для некоторых минералов является штриховка на гранях кристаллов (корунд, кварц, пирит и др.), тогда как поверхности спайности всегда гладкие, глянцевые.

Твердость

- ▶ **Твердость** - степень сопротивления минерала внешним механическим воздействиям (царапанию, резанию, истиранию).
- ▶ Для определения твердости принята шкала Мооса, в которой в качестве эталонов используются минералы с известной и постоянной твердостью. Эти минералы располагаются в порядке возрастания твердости, так что предыдущий минерал царапается последующим.

Минералы — эталоны твердости Твердость

| | | |
|------------|--------------------------|----|
| ▶ Тальк | $Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]$ | 1 |
| ▶ Гипс | $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ | 2 |
| ▶ Кальцит | $CaCO_3$ | 3 |
| ▶ Флюорит | CaF_2 | 4 |
| ▶ Апатит | $Ca_5(F,Cl)[PO_4]_3$ | 5 |
| ▶ Ортоклаз | $K[AlSi_3O_8]$ | 6 |
| ▶ Кварц | SiO_2 | 7 |
| ▶ Топаз | $Al_2(F,OH)_2[SiO_4]$ | 8 |
| ▶ Корунд | Al_2O_3 | 9 |
| ▶ Алмаз | C | 10 |

Эталонные образцы минералогической шкалы твердости по Моосу



Тальк, гипс, кальцит, флюорит, апатит, ортоклаз, кварц, топаз, корунд, алмаз

Как определить твердость минерала?

- ▶ При определении твердости минерала на его свежей поверхности проводят (с нажимом) черту острым углом минерала-эталоны.
- ▶ Например, необходимо установить твердость альбита. Из эталонной коллекции его не царапает ни один минерал до апатита включительно. Ортоклаз оставляет на нем слабый след, но и сам истирается при этом. Следовательно, у этих двух минералов равная твердость. Следующий по шкале твердости кварц при нажиме царапает альбит, следовательно, твердость альбита выше 5 и ниже 7, т. е. 6. Интервалы твердости между минералами-эталоны различные. Алмаз тверже талька не в 10, а более чем в 1000 раз в абсолютных единицах твердости. Самый большой интервал по твердости между корундом и алмазом.
- ▶ На практике нередко прибегают к определению твердости при помощи распространенных предметов. Так, твердость карандаша 1, ногтя 2, бронзовой монеты — 3,5—4, стекла 5, иглы и стального перочинного ножа 6, напильника 7. Минералы с большей твердостью встречаются очень редко.

Плотность

- ▶ **Плотность** для различных минералов колеблется от 600 до 27 000 кг/м³
- ▶ Точное определение плотности возможно лишь в лабораторных условиях путем взвешивания на гидростатических весах и посредством других специальных измерений.
- ▶ На практике для быстрого приблизительного определения плотности пользуются взвешиванием минералов на руке с оценкой «тяжелый», «средний», «легкий».
- ▶ *По плотности все минералы можно разделить на три категории:*
- ▶ *легкие* — с плотностью до 2500 кг/м³ (нефти, смолы, угли, гипс, каменная соль),
- ▶ *средние* — с плотностью до 4000 кг/м³ (кальцит, кварц, полевые шпаты, слюды)
- ▶ *тяжелые* — с плотностью больше 4000 кг/м³ (рудные минералы).
- ▶ Чаще всего встречаются минералы с плотностью от 2000 до 5000 кг/м³.

Физические свойства характерные для некоторых минералов

- ▶ **Магнитность** характерна для немногих минералов (магнетит, пирротин, платина). Она выявляется при помощи магнитной стрелки, которая притягивается или отталкивается при поднесении к ней магнитных минералов.
- ▶ Ряду минералов присущи особые свойства.
- ▶ Так, для карбонатов типична **реакция со слабой (5—10%-ной) соляной кислотой**, сопровождающаяся выделением углекислого газа в виде пузырьков. Некоторые карбонаты легко разлагаются в холодной кислоте (кальцит), другие вступают в реакцию после измельчения в порошок (доломит) или при подогревании (магнезит). Вскипают при, воздействии соляной кислотой также многие сульфиды с образованием сероводорода. Сероводород легко отличим по характерному запаху.
- ▶ **Двойное лучепреломление** — свойство, отмечающееся у ряда минералов, но особенно хорошо выраженное у прозрачных разностей кальцита, называемых исландским шпатом. Если, через исландский шпат рассматривать предмет, то возникает его двойное изображение
- ▶ **На вкус** определяются лишь некоторые растворимые в воде соли. Этим методом легко отличить, например, каменную соль от сильвина: последний имеет горько-соленый вкус и слегка щиплет язык.
- ▶ Следует учесть, что при макроскопическом определении минералов необходимо учитывать весь комплекс свойств.

Классификация минералов

- ▶ Современная классификация минералов основывается на их химическом составе и кристаллической структуре вещества. Работами Н. В. Белова, А. Г. Бетехтина и других ученых доказана взаимосвязь между химическим составом, физическими свойствами и кристаллическим строением вещества.
- ▶ Важнейшими классами являются следующие:
 - ▶ *самородные элементы,*
 - ▶ *сульфиды,*
 - ▶ *оксиды и гидроксиды,*
 - ▶ *галогенные соединения,*
 - ▶ *углеродистые соединения.*
- ▶ В состав надкласса *соли кислородных кислот* входят следующие классы:
 - ▶ *карбонаты,*
 - ▶ *сульфаты,*
 - ▶ *фосфаты,*
 - ▶ *силикаты.*
- ▶ В ряде классов минералы по химическому составу разделяются на подклассы, а внутри последних — на группы, что особенно четко выражено в силикатах.
- ▶ Из общего числа минералов около 34% приходится на силикаты, около 25% — на оксиды и гидроксиды, около 20% — на сульфиды; на долю всех остальных минералов приходится около 21%.