

Диагностические признаки минералов

Лекция 9

Кристаллография и минералогия

КарТУ им. Абылкаса Сагинова

Доктор PhD, ст. преподаватель Ли Е.С.

План
лекции

Введение

Основные типы минералов

Диагностические признаки

Оптические свойства

Примеры диагностики минералов

Практическое применение

Заключение

Контрольные вопросы

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МИНЕРАЛОВ

- Силикаты
- Карбонаты
- Сульфиды
- Оксиды
- Гидроксиды
- Фосфаты
- Сульфаты

Диагностические признаки минералов

Цвет

Химический
состав

Твердость

Блеск

Излом и
спайность

Химические
свойства

Реакция на
кислоты

Оптические
свойства

Кристаллическая
структура

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

Цвет (окраска). Наверное, его проще всего определить. Но, описывая минерал, нужно стремиться к более точному его определению путем сравнения с цветом общественных предметов, например: молочно – белый, лимонно – желтый.

Попробуем определить цвет у этих минералов:

аметист

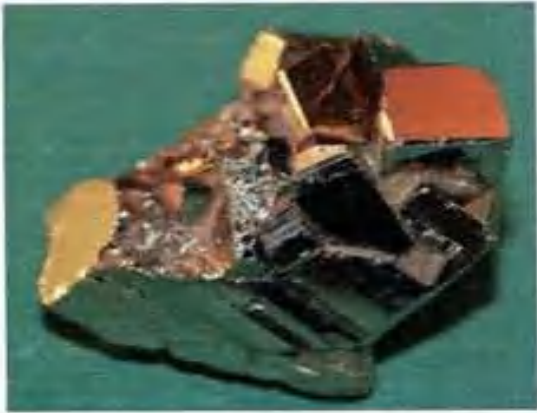


малахит



кахолонг





Пирит

От светлого латунно-желтого до золотисто-желтого, со временем меняется до тёмно-желтого



Киноварь

Цвет красный, иногда наблюдается тёмная синевато-серая побежалость



Вивианит

Бесцветный, зелёный, голубой, тёмно-зелёный, голубовато-зелёный



Сфалерит

Желтый, красновато-оранжевый, зеленовато-желтый, серый, тёмно-серый, почти бесцветный



Магнетит

Железно-чёрный



Халькопирит

Золотисто-желтый



Галенит

Свинцово-серый



Гематит

От металлического серого до коричнево-красного

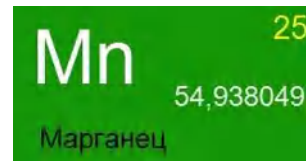
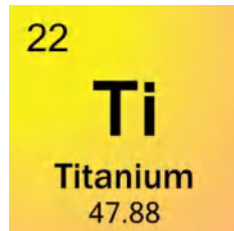
Многие минералы получили свое название благодаря цвету

Лазурит от фр.1' lazur
- голубой



Рутил от латинского «рутилу» —
красноватый.

Меланит - название происходит от
греческого слова «меланос» —
черный.



Элементы – хромофоры (основные)

Хромофо́ры (др.-греч. χρώμα — цвет и φέρω — несу) — ненасыщенные группы атомов, обуславливающие цвет химического соединения.

• Одно и то же вещество может давать минералу разную окраску. Например, хром может обуславливать красный цвет минералам

• (рубин), а также ярко – зеленую (уваровит, изумруд).





-
- А вот у этого симпатичного халькопирита какой цвет?

Это была побежалость! Побежалость это радужные цвета, образующиеся на гладкой поверхности металла или минерала в результате образования тонкой прозрачной поверхностной окисной плёнки. В данном случае именно она дала ложную окраску халькопириту.



**Халькопирит с
побежалостью**



**Халькопирит без побежалости:
золотисто - желтый**

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ

- **Не все так просто! Ведь окраска минералов бывает:**
- **Идихроматической** (от греч. « идиос» - собственный, « хрома» – цвет. Обычно обусловлена кристаллохимическими особенностями самого минерала. Чаще всего она вызывается вхождением в состав минералов элементов – носителей окраски. Цвет минерала в этом случае постоянен
(диоптаз, графит, родонит и др.)
- **Аллохроматической** (от греч. « аллос» – чужой, посторонний) не зависит от кристаллической природы самого минерала, а связан с тонко рассеянными в нем посторонними механическими примесями. Цвет минерала в этом случае непостоянен и не может служить важным диагностическим признаком (кварц, барит)
- **Псевдохроматической** (ложной) вызывается оптическими эффектами
(иризация беломорита, побежалость борнита)

**Идихроматическая окраска
(собственная окраска) минералов**

**Диапаз
(с медью)**



**Малахит
(с медью)**



**Родонит
(с марганцем)**



Аллохроматическая (чужеродная) окраска минералов

Агат (шунгитовое вещество
придает черный цвет)



Кальцит. Окрашен в
зеленоватый за счет включений
амфибол - асбеста



Побежалость по борниту



Иризация (от лат. *iris* — «радужная оболочка глаза», по подобию цветового спектра) — оптический эффект, проявляющийся у некоторых минералов в виде радужного цветового сияния при ярком освещении на ровном сколе

**Псевдохроматическая
(ложная) окраска**

Иризация беломорита

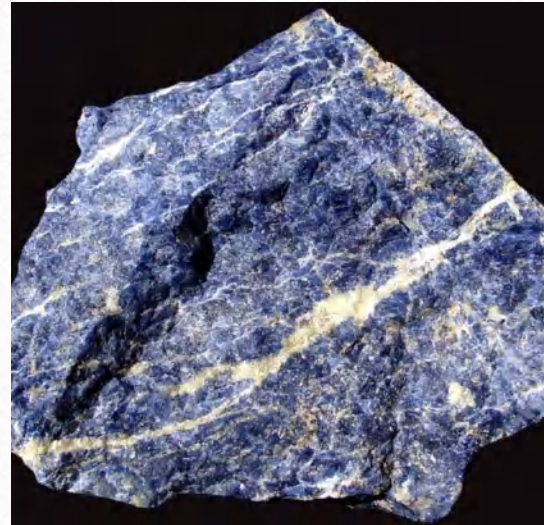


Некоторые минералы меняют цвет в зависимости от освещения (александрит, хромамезит).

- Александрит способен менять оттенки окраски в зависимости от освещения: от тёмной сине-зелёной, голубовато-зелёной, тёмной травяно-зелёной, оливково-зелёной при дневном свете до розово-малиновой или красно-фиолетовой, пурпурной при вечернем или искусственном свете. «Александритовый эффект» вызван особенностями строения кристаллической решётки минерала и определённым положением в ней хромофорных ионов трёхвалентного хрома. А сам эффект называется диохромизм.



-
- С другой стороны, под действием света, особенно солнечного, или нагревания, - некоторые минералы теряют свою окраску. Например, «выцветают" на солнце аметисты, содалиты, флюорит (пунцовый, зеленый) и др.





-
- С давних пор стремились "облагородить" менее ценные камни, сделав их цвет подобным редким минералам. Дымчатый горный хрусталь обжигали, запекая в хлеб, пористые минералы (бирюза) — подкрашивали разными красителями, алмазы — облучали в реакторе, для получения жёлтого цвета, и.т.д.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ



- **Цвет черты** (или цвет минерала в порошке) определяется путем проведения куском минерала по шероховатой поверхности фарфоровой пластинки. Четкую черту дают ясно окрашенные минералы. Слишком твердые минералы черты не дают (они царапают фарфор).
- Цвет черты может совпадать с цветом минерала (киноварь), а может и не совпадать (черная черта пирита).
- Цвет черты имеет большое значение для непрозрачных минералов (большинство прозрачных или полупрозрачных минералов обладает бесцветной или слабоокрашенной чертой)

Тальк - 1



Гипс - 2



Кальцит - 3



Флюорит - 4



Апатит - 5



Ортоклаз - 6



Топаз - 8



Кварц - 7



Корунд - 9



Алмаз - 10



• **Твердость (относительная)** – способность минералов противостоять внешнему механическому воздействию (например, царапанию). Предложена в 1811 году немецким минералогом Фридрихом Моосом.

• Определить твердость можно путем царапания одного минерала другим. Минералы с одинаковой твердостью обычно взаимно царапают друг друга.

Шкала Мооса:

- Тальк – 1 (царапается ногтем)
- Гипс - 2 (царапается ногтем)
- Кальцит – 3 (царапается медью)
- Флюорит – 4 (царапается стеклом и ножом)
- Апатит – 5 (царапается стеклом и ножом, но с усилием)
- Ортоклаз – 6 (царапает стекло, обрабатывается напильником)
- Кварц – 7 (царапает стекло, поддается обработке алмазом)
- Топаз – 8 (царапает стекло, поддается обработке алмазом)
- Корунд – 9 (царапает стекло, поддается обработке алмазом)
- Алмаз – 10

- **Спайность** – способность минерала раскалываться или расщепляться по определенным кристаллографическим направлениям с образованием ровных гладких плоскостей, называемых плоскостями спайности.

- **Весьма совершенная спайность** – минерал легко расщепляется на отдельные тонкие пластинки или листочки, расколоть его в другом направлении очень трудно (слюды, гипс).

- **Совершенная** – минерал сравнительно легко раскалывается преимущественно по плоскостям спайности, причем отбитые кусочки напоминают отдельные кристаллы (кальцит, галит).

- **Средняя** – при раскалывании образуются как плоскости спайности, так и неровные изломы по случайным направлениям.

- **Несовершенная** – минералы раскалываются по произвольным направлениям с образованием неровных поверхностей излома, отдельные плоскости спайности обнаруживаются с трудом.

- **Весьма несовершенная** – обнаруживается в исключительных случаях.





-
- Весьма совершенная спайность – минерал легко расщепляется на отдельные тонкие пластинки или листочки, расколоть его в другом направлении очень трудно (слюды, гипс).



-
- Совершенная – минерал сравнительно легко раскалывается преимущественно по плоскостям спайности, причем отбитые кусочки напоминают отдельные кристаллы (кальцит, галит).



-
- Средняя – при раскалывании образуются как плоскости спайности, так и неровные изломы по случайным направлениям (полевые шпаты).



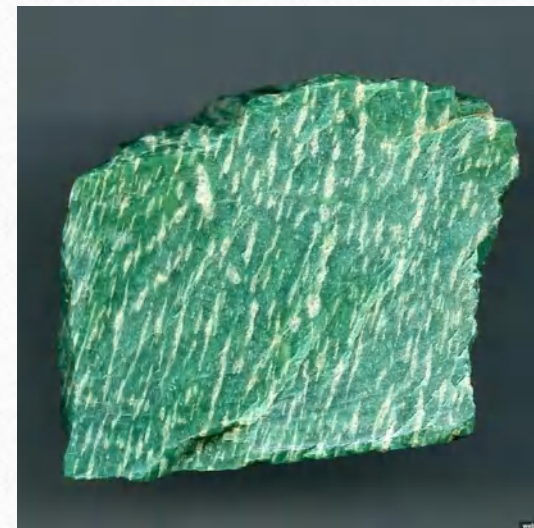
-
- Несовершенная – минералы раскалываются по произвольным направлениям с образованием неровных поверхностей излома, отдельные плоскости спайности обнаруживаются с трудом (апатит, касситерит).



Весьма несовершенная – обнаруживается в
исключительных случаях (магнетит, корунд).

Прозрачность

- **Прозрачность** – определяется способностью минерала пропускать падающий свет.
- По степени прозрачности минералы делятся на:
- **Прозрачные** – через которые отчетливо видны предметы
- (горный хрусталь, исландский шпат)
- **Полупрозрачные** – через которые, как через матовое стекло видны только очертания предметов (гипс, флюорит)
- **Непрозрачные**

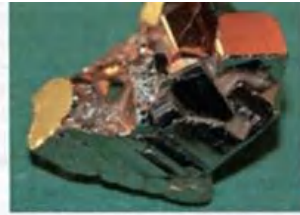


Блеск

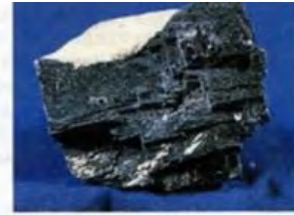
- **Блеск** – способность минералов отражать падающий на них свет.
- **Металлический** (характерен для рудных минералов)
- **Полуметаллический** (сходен с блеском потускневшей поверхности металла (магнетит, графит)
- **Алмазный** – очень сильный, искрящий блеск (алмаз, светлый сфалерит)
- **Стекланный** – напоминающий блеск поверхности стекла (70% минералов – кварц, флюорит)
- **Жирный** – близкий к стеклянному, но более тусклый, когда поверхность минерала кажется покрытой пленочкой жира (сера, нефелин)
- **Перламутровый** – аналогичен блеску перламутровой раковины с радужными переливами (мусковит, тальк, гипс)
- **Шелковистый** – наблюдается при тонковолокнистом строении минералов и напоминает блеск шелковых нитей (асбест, селенит)
- **Восковой** – тусклый, напоминающий блеск воска (халцедон, кремень)
- **Матовый** – когда минералы практически не блестят (лимонит)



Молибденит — металлический



Пирит — металлический



Галенит — металлический



Графит — металловидный



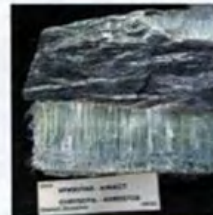
Кварц — стеклянный



Сера — жирный



Опал — восковой



Хризотил-асбест — перламутровый



Селенит — шелковистый

• Блеск – способность минералов отражать падающий на них свет.

- Металлический (характерен для рудных минералов)
- Полуметаллический (сходен с блеском потускневшей поверхности металла (магнетит, графит)
- Алмазный – очень сильный, искрящий блеск (алмаз, светлый сфалерит)
- Стеклянный – напоминающий блеск поверхности стекла (70% минералов – кварц, флюорит)
- Жирный – близкий к стеклянному, но более тусклый, когда поверхность минерала кажется покрытой пленочкой жира (сера, нефелин)
- Перламутровый – аналогичен блеску перламутровой раковины с радужными переливами (мусковит, тальк, гипс)
- Шелковистый – наблюдается при тонковолокнистом строении минералов и напоминает блеск шелковых нитей (асбест, селенит)
- Восковой – тусклый, напоминающий блеск воска (халцедон, кремнь)
- Матовый – когда минералы практически не блестят (лимонит)

ИЗЛОМ

- Излом – общий вид поверхности минерала, образующейся при его раскалывании или разламывании.
- Раковистый (напоминает поверхность раковины) – кварц
- Занозистый (характерен для минералов, имеющих волокнистое строение – асбест, роговая обманка)
- Шероховатый
- Землистый (лимонит).
- Крючковатый (самородные серебро и золото).
- Неровный — чередующиеся поверхности различной формы и размеров (апатит, магнетит).
- Ступенчатый (полевые шпаты).

Раковистый (напоминает
поверхность раковины) –
обсидиан, кварц





Занозистый, характерен
для минералов, имеющих
волокнистое строение –
асбест, роговая обманка



-
- Шероховатый излом (диопсид)



Землистый
излом
(лимонит).



Крючковатый
излом (самородная
медь)



Неровный
излом
(магнетит)



Ступенчатый ИЗЛОМ



Практическое значение

- Исследование диагностических признаков минералов имеет важное практическое применение в области геологических исследований. Диагностические признаки минералов позволяют геологам и геологическим инженерам определять состав горных пород, а также проводить анализы и выявлять ключевые характеристики, которые могут иметь значение в различных приложениях.

Практическое значение



Разведка рудных месторождений: Исследование диагностических признаков минералов позволяет геологам определять наличие полезных ископаемых, таких как золото, медь, уголь и др. Это помогает при поиске и разработке месторождений.



Идентификация горных пород: Геологические инженеры используют диагностические признаки минералов для определения типов горных пород, их структуры и состава. Это важно при планировании строительства дорог, мостов и других инфраструктурных объектов.



Оценка пригодности горных пород: Зная состав горных пород и диагностические признаки минералов, геологи могут определить их физические и механические свойства. Это помогает оценить, насколько эффективно можно использовать данные породы в строительстве или других промышленных процессах.

Практическое значение



Исследования по разработке энергетических ископаемых: Геологические исследования, включая изучение диагностических признаков минералов, играют ключевую роль в поиске и добыче энергетических ресурсов, таких как нефть и природный газ.



Оценка окружающей среды: Анализ минералов и их диагностических признаков может быть полезным при оценке воздействия горнодобывающей деятельности на окружающую среду и при разработке мероприятий по охране окружающей среды.



Геоархеология: Исследование диагностических признаков минералов может помочь археологам и геоархеологам в раскопках и реконструкциях исторических местоположений и цивилизаций.



Картографирование геологических структур: Геологические карты, основанные на данных о диагностических признаках минералов, помогают в создании подробных карт геологических структур, что может быть полезно для планирования земельного использования и оценки сейсмических рисков.

Кварц и кальцит можно отличить друг от друга по нескольким диагностическим признакам:

Кальцит



Кварц



Цвет:

- Кварц чаще всего бывает прозрачным, белым или бесцветным. Он также может иметь разнообразные оттенки, такие как фиолетовый (аметист), желтый (цитрин), розовый (розовый кварц) и др.
- Кальцит может быть разноцветным, включая белый, серый, желтый, оранжевый, зеленый, голубой и даже красный.

Жесткость:

- Кварц является одним из самых твердых минералов и имеет место в диапазоне 7 по шкале твердости Мооса.
- Кальцит менее твердый и имеет твердость около 3 по той же шкале. Он может быть царапан ногтем.

Химические свойства:

- Кварц состоит из диоксида кремния (SiO_2) и не реагирует с кислотами.
- Кальцит, с другой стороны, является карбонатом кальция (CaCO_3) и реагирует с кислотами, выделяя пузырьки углекислого газа.

Двойное лучепреломление:

- Кальцит обладает свойством двойного лучепреломления, что означает, что при просвечивании через него изображение может быть видно дважды.
- Кварц не обладает этим свойством и не проявляет двойного изображения.

Кристаллическая структура:

- Кварц имеет шестиугольную кристаллическую структуру.
- Кальцит имеет ромбическую кристаллическую структуру.

Кварц и кальцит можно отличить друг от друга по нескольким диагностическим признакам:

Графит



Галенит



Цвет и внешний вид:

Графит обычно имеет серо-черный до черного цвета и имеет блестящую, металлическую поверхность.

Галенит обычно серого или свинцово-серого цвета и может иметь блестящую поверхность, но блеск его менее металлический.

Твёрдость:

Графит имеет мягкость и может оставлять след на бумаге (графит используется в карандашах).

Галенит твердый и не оставляет следа на бумаге.

Плотность:

Графит легкий и имеет низкую плотность.

Галенит более плотный из-за своего содержания свинца.

Химические свойства:

Вы можете провести химический тест с использованием химических реагентов. Графит не реагирует с кислотами или щелочами, в то время как галенит может реагировать с кислотами, освобождая сероводород.

Магнитные свойства:

Галенит может быть магнитным, в то время как графит не имеет магнитных свойств.

Заключение

- В итоге знание диагностических признаков играет ключевую роль в исследованиях, инженерных решениях и устойчивом развитии нашей планеты. Геологи должны уметь распознавать диагностические признаки, чтобы успешно выполнять свою работу и принимать важные решения в различных областях, связанных с геологией.

Контрольные вопросы

Что такое диагностические признаки минералов, и почему они важны для геологов?

Какие методы используются для определения диагностических признаков минералов?

Какие физические свойства минералов могут служить диагностическими признаками?

Какие химические свойства минералов могут помочь в их идентификации?

Какие минералы можно определить по цвету?

Какие минералы обладают характерными свойствами двойного лучепреломления?

Какие минералы можно идентифицировать по их кристаллической структуре?

Какие методы тестирования минералов могут использоваться для определения их диагностических признаков?

Почему важно правильно определять минералы и знать их диагностические признаки в геологических исследованиях?

Какие примеры минералов можно привести, у которых диагностические признаки играют важную роль в их определении?