

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Л.Г. Ананьева

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

*Рекомендовано в качестве справочного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

Издательство
Томского политехнического университета
2019

УДК 549.08+552.1(035)

ББК 26.31я2

А64

Ананьева Л.Г.

А64 Определитель минералов и горных пород : справочное пособие / Л.Г. Ананьева ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 64 с.

В пособии рассматриваются основные подходы полевой диагностики минералов и горных пород. В пособии в виде диагностических таблиц представлено описание 96 минералов и их разновидностей и 42 наиболее распространенных горных пород разного происхождения. Отмечены характерные свойства минералов: химическая формула, сингония, кристаллографические формы, основные диагностические свойства минералов и их отличия, парагенетические ассоциации и практическое применение. Для визуализации изложенной информации использовались фотографии образцов минералов и горных пород из собрания минералогического музея и учебных коллекции ТПУ, а также интернет-ресурса <http://geo.web.ru/druza/m-fototek.htm>.

Предназначено для школьников старших классов, обучающихся в Школе юного геолога при Томском политехническом университете, студентов геологического профиля и всех, начинающих изучение основ знаний о минералах и горных породах.

УДК 549.08+552.1(035)

ББК 26.31я2

Рецензенты

Доктор геолого-минералогических наук, профессор ТГАСУ

А.В. Мананков

Кандидат геолого-минералогических наук, доцент НИ ТГУ

О.В. Бухарова

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2019

© Ананьева Л.Г., 2019

© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
МИНЕРАЛЫ.....	5
Морфология кристаллов и минеральных агрегатов.....	6
Физические свойства минералов.....	11
Диагностические таблицы	21
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	45
Магматические горные породы	46
Осадочные горные породы	52
Метаморфические горные породы.....	56
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	60
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Данное издание призвано помочь начинающим юным геологам, студентам или просто любителям в освоении «азбуки» геологических знаний. Возможно, на первых этапах будет достаточно сложно увидеть форму проявления минералов и горных пород, правильно определить физические свойства, сопоставить схожие минералы и построить логическую цепочку, позволяющую в конечном итоге сделать правильные выводы. Эти навыки приходят постепенно, с каждым последующим соприкосновением с этим увлекательным геологическим миром. И чем начинающий геолог будет больше узнавать объекты исследования, тем увлекательнее будет познание. В этом случае коллекции минералогических музеев или встреча с минералами и горными породами в экспедициях и поездках будут все больше удивлять пытливого исследователя.

Первая часть пособия посвящена минералам. Рассмотрены морфологические особенности кристаллов и агрегатов, физические свойства и особенности минералов, а также приемы, которые используются для полевой диагностики. Представлены диагностические таблицы минералов, которые позволят быстро сориентироваться в потоке информации и сравнить схожие минералы.

Вторая часть посвящена основным видам горных пород. Коротко отражены условия образования различных типов пород, их классификационная принадлежность, структурно-текстурные особенности и отличительные признаки.

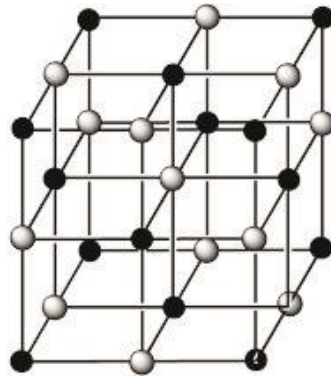
Пособие иллюстрировано фотографиями образцов из собрания минералогического музея Томского политехнического университета, учебных коллекций отделения геологии Томского политехнического университета, а также личных коллекций. Автор особо благодарит И.В. Ряшенцева и Л.А. Краснощекову за работу над фотографированием образцов минералов и в подборе образцов горных пород. Незначительная часть фотографий была заимствована на сайте <http://geo.web.ru/druza/index.html> – «Заметки о минералогических находках по всему миру». Автор пособия признателен авторам представленных фотографий и модераторам самого сайта за возможность любоваться уникальными образцами природы из различных точек нашей планеты.

МИНЕРАЛЫ

Когда человек впервые сталкивается с коллекцией минералов, у него возникает ощущение, что все минералы похожи друг на друга. Пособие призвано помочь разобраться в многообразии минералов и научиться применять основные физические свойства минералов для их успешной диагностики. Не скрою, что для этого придется приложить немало усилий и потратить немало времени.

Минералогические таблицы составлены так, чтобы школьник, студент или просто любитель мог диагностировать, сравнить и отличить друг от друга похожие минералы.

Что же такое минерал? Согласно современным представлениям, минерал – это природное твердое тело с определенным химическим составом и физическими свойствами, образующееся в результате природных физико-химических процессов. Большинство минералов представляют собой кристаллические вещества, т. е. все атомы и ионы и даже группы атомов располагаются в определенных точках и образуют кристаллическую решетку. Именно поэтому в «идеальных» для минерала условиях образуются кристаллы, которые отражают его кристаллическую решетку (рис. 1).



Кристаллическая решетка галита – NaCl



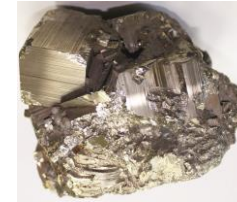
Кристалл галита

Рис. 1. Форма кристаллической решетки и реальный кристалл галита

Морфология кристаллов и минеральных агрегатов

Кристаллы и кристаллические вещества детально изучает наука кристаллография, а в минералогии форма кристаллов, или морфология (от греч. *морфэ* – форма и *логос* – слово, учение), рассматривается как важное диагностическое свойство. Умение увидеть природную форму кристалла, а иногда лишь одну его грань, значительно упрощает диагностику минерала. Определяя форму кристаллов, обращают внимание на их развитие по трем взаимно перпендикулярным направлениям пространства. Исходя из этого, выделяют **три типа облика кристаллов** (рис. 2).

Изометричный облик – кристалл развивается равномерно по всем трем направлениям. Изометричный облик имеют все кристаллы кубической сингонии.



Пирит, Урал, Россия

Удлиненный (вытянутый) облик – кристалл развивается преимущественно в одном направлении. Разновидности удлиненного облика: столбчатый, игольчатый, шестоватый и волокнистый.



Антимонит, Кадамджай, Киргизия

Уплощенный облик – кристалл развивается преимущественно в двух направлениях, лежащих в одной плоскости. Разновидности уплощенного облика: таблитчатый, пластинчатый, листоватый, чешуйчатый.



Мусковит, Россия

Рис. 2. Морфология кристаллов

Существуют также переходные формы кристаллов между этими основными формами. Например, досковидные кристаллы дистена (кианита) имеют промежуточную форму между призматическими и уплощенными кристаллами.

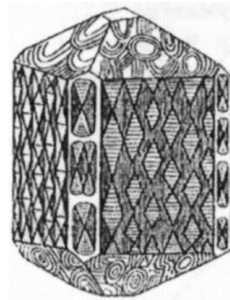
Кроме того, на гранях кристаллов могут присутствовать различные осложнения (штриховки, ямки, бугорки и др.), образовавшиеся в процессе роста кристалла, которые также помогают успешной диагностике (рис. 3).



Штриховка на гранях кристаллов кварца



Штриховка на гранях кристалла кварца, Куликова д., Челябинская обл., Ю. Урал, Россия



Везувиан, сложная морфология граней



Везувиан, Вилюй, Якутия, Россия

Рис. 3. Морфология (скульптура) граней кристаллов

Мы рассматривали отдельные кристаллы, однако в природе чаще встречаются сростки кристаллов – **закономерные** и **незакономерные**. К закономерным сросткам относятся **параллельные сростки**, **двойники сростания** и **двойники прорастания**. **Параллельными сростками** называются кристаллы одного минерала, сростшиеся в параллельной относительно друг друга ориентировке. **Двойники** – это более сложные явления. **Двойниками** называются закономерные сростки двух и более кристаллов, в которых один кристалл является закономерным отражением другого или один кристалл повернут относительно другого на 180° (рис. 4).



Параллельный сросток кристаллов эпидота, Пакистан



Сдвойникованный кристалл гипса – «ласточкин хвост», Найка, Чуауа, Мексика



Коленчатый двойник рутила, Капыджик, Азербайджан



Японский двойник кварца, Дашкесан, Азербайджан



Поворотные (карлсбадские) двойники ортоклаза, Карловы Вары, Чехия

Рис. 4. Закономерные сростки кристаллов

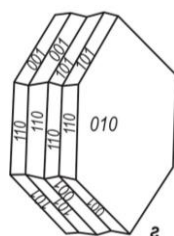
Двойниками проростания называются сростки, в которых один кристалл насквозь прорастает в другом. Если по двойниковым законам происходит срастание трех, четырех и более кристаллов, тогда их называют тройниками, четверниками и более сложными срастаниями. Различают также полисинтетические двойники, состоящие из множества двойниковых пар. Последние широко распространены у плагиоклазов (рис. 5).



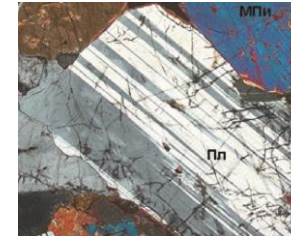
Двойник проростания ставролита,
Кейвы, Кольский п-ов, Россия



Двойник проростания церуссита, Намибия



Полисинтетические двойники плагиоклазов



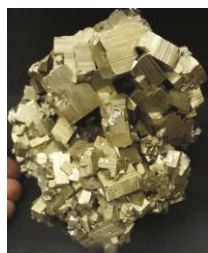
Полисинтетические двойники плагиоклаза, микрофото

Рис. 5. Закономерные сростки кристаллов

К **незакономерным** сросткам относятся друзы. **Друзы** представляют собой сростки хорошо образованных кристаллов, выросших на стенках каких-либо пустот. Важнейшее явление – геометрический отбор. Сначала нарастают одиночные разно ориентированные кристаллы. Разрастаясь, они соприкасаются друг с другом, упираются друг в друга, сами себе мешают расти. Продолжают расти только те кристаллы, вектор роста которых ориентирован в сторону свободного пространства. Если сростки кристаллов располагаются параллельно друг другу, то их называют щетками. Если кристаллы заполняют пустоты, близкие к округлым формам, то такие агрегаты называются **секрециями**. Заполнение происходит от периферии к центру полости. Секреция может быть заполнена полностью или не полностью. Незаполненная до конца секреция с кристаллами в центре называется **жеодой** (рис. 6).



Друза кристаллов аметиста



Друза кубических кристаллов пирита, Ср. Урал, Россия



Агатовая секреция, в центре выполненная кристаллами кварца, Чукотка, Россия



Жеода целестина

Рис. 6. Незакономерные сростки кристаллов

К сожалению, далеко не всегда минералы встречаются в виде кристаллов, обычно они образуют различные зернистые минеральные агрегаты. Формирование агрегата начинается с того момента, когда растущие индивиды приходят в соприкосновение друг с другом. Зернистые агрегаты – это сплошные массы произвольно сросшихся зерен одного или нескольких минералов. Каждое зерно – неогранившийся кристалл, выросший в стесненных условиях.

При этом зернистые минеральные агрегаты необходимо рассматривать по нескольким признакам. В зависимости *от формы зерен* выделяют собственно зернистые (изометричные), призматически-зернистые (столбчатые, шестоватые, игольчатые, волокнистые) и чешуйчато-зернистые (листоватые, пластинчатые) агрегаты (рис. 7).

По форме зерен минералов

Округлые зерна: собственно зернистые (изометричные)



Вкрапленники изометричных (округлых) зерен хромшпинелида в серпентине

Вытянутые зерна: призматически-зернистые (столбчатые, шестоватые, игольчатые, волокнистые)



Призматически-зернистый агрегат арсенирита в породе

Уплощенные зерна: чешуйчатые (листоватые, пластинчатые)



Пластинчатый агрегат молибденита

Рис. 7. Формы проявления минеральных зерен в природе

В зависимости *от размера зерен* выделяют: крупнозернистые (размер зерен более 5 мм), среднезернистые (размер зерен 1...5 мм) и мелкозернистые (размер зерен менее 1 мм). Если минерал имеет зерна, визуально не различимые глазу, тогда такие агрегаты называются плотными или скрытокристаллическими.

По взаимоотношению призматических зерен в пространстве различают радиально-лучистые, параллельно-волокнистые, лучистые, сноповидные, звездчатые и другие агрегаты (рис. 8).



Радиально-лучистый агрегат натролита, Эскифьорд, Исландия



Параллельно-волокнистый агрегат хризотил-асбеста



Радиально-лучистый агрегат турмалина, Урал



Сноповидный агрегат десмина на друзе гейландита, Эвенкия, Сибирь, Россия



Звездчатый агрегат эгирина, Кольский п-ов, Россия

Рис. 8. Агрегаты различные по взаимоотношению призматических зерен в пространстве

Необходимо также рассмотреть и другие агрегатные состояния минералов.

Конкреции – шаровидные или близкие к округлой формы, которые образуются за счет стяжения вещества вокруг какой-либо затравки (песчинки или обломка органического вещества). То есть в отличие от секреции, конкреция образуется от центра затравки к периферии и часто имеет радиально-лучистое внутреннее строение. Такие агрегаты чаще всего образуются в пористых осадочных породах, например песках или глинах (рис. 9).

Оолиты – сферические образования, которые возникают в водной среде вокруг взвешенных частичек (песчинок, обломков органического вещества, пузырьков газа). Как правило, имеют ярко выраженную концентрическую слоистость, иногда скорлуповатость (рис. 9).

Сферолиты – сферические образования с радиально-лучистым строением, которые могут возникать вследствие расщепления одиночного кристалла или, подобно конкреции, минерал нарастает на какую-нибудь частичку, а вследствие геометрического отбора или стесненных условий кристаллы разрастаются, расходясь лучами от центра сферолита (рис. 9).



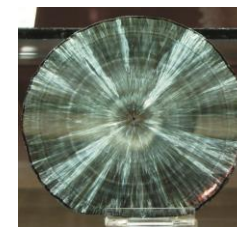
Конкреция пирита, США



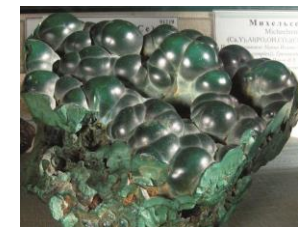
Конкреция фосфорита



Оолитовый скорлуповатый агрегат арагонита



Сферолит клинохлора, Коршуновское месторождение, Иркутская обл.



Почковидный агрегат малахита, Средний Урал, Россия

Рис. 9. Морфология агрегатов

Натечные агрегаты – агрегаты, образующиеся путем постепенного натекания нового минерального вещества на ранее отложенное. В результате возникают различные формы натечных агрегатов (почковидные, гроздевидные, сталактиты и сталагмиты) (рис. 9, 10). Самым простым примером натечных агрегатов может быть сосулька, которая свисает с крыш домов и образуется после оттепели.

Дендриты – древовидные формы, образующиеся благодаря быстрому росту кристаллов по определенным направлениям, встречаются на поверхности пород вдоль тонких трещин. Такие агрегаты характерны для самородных металлов (золото, серебро, медь) и гидроксидов марганца (псиломелан). Морозные узоры на поверхности оконного стекла также представляют собой дендриты H_2O (рис. 10).

Псевдоморфозы – замещение зерна или кристалла минерала без изменения его формы другим минералом или смесью минералов. Отсюда и название такого агрегата (*псевдо* – фальшивая, *морфа* – форма). Еще один способ образования псевдоморфоз – полиморфные превращения вещества при изменении температуры и давления – **параморфозы**. В этом случае состав минерала остается постоянным, но меняется его кристаллическая структура (рис. 10).



Натечный агрегат кальцита



Натечный агрегат гетита



Дендриты псиломелана



Псевдоморфоза лимонита по кубическим кристаллам пирита

Рис. 10. Морфология агрегатов

Налеты и примазки – тонкие пленки на поверхности минералов. Наиболее часто это пленки гидроксидов железа, примазки медной зелени и сини в горных породах, вмещающих медные месторождения.

Физические свойства минералов

Физические свойства минералов традиционно принято разделять на три группы: оптические, механические и прочие. Исходя из этого становится понятно, что оптические свойства – это свойства, которые мы можем увидеть; механические – свойства, которые можно получить при каком-либо воздействии на минерал; прочие свойства – это те свойства, которые не вошли в первые две группы свойств.

К **оптическим** свойствам относятся **цвет, черта, блеск и прозрачность**.



Лимонно-желтый
аурипигмент и оранжево-
красный реальгар



Яблочно-зеленый хризопраз,
Сарыкульболды,
Центральный Казахстан



Свинцово-серый галенит,
Дальнегорск, Приморье, Россия



Латунно-желтый пирит,
Березовское месторождение, Урал

Рис. 11. Физические свойства минералов: окраска

Цвет – это первое, на что обращает внимание исследователь. Однако необходимо помнить, что цвет минерала является во многих случаях весьма непостоянным и ненадежным признаком. Один и тот же минерал вполне определенного химического состава встречается в самых разнообразных окрасках. Например, корунд может быть белым, желтым, зеленым, синим, красным, фиолетовым. Самый распространенный в природе минерал – кварц, также имеет множество цветовых разновидностей: бесцветный (горный хрусталь), золотистый (цитрин), фиолетовый (аметист), серый (раухтопаз), черный (морион). Во многих случаях цвет минерала не остается постоянным по времени. Иногда за относительно непродолжительный срок минерал выцветает и становится бесцветным, а при нагревании может обесцвечиваться. Например, аметист при нагревании может стать бесцветным или золотистым. Под влиянием окислительных процессов минерал с поверхности может покрываться тончайшей окислительной пленкой, переливающейся различными цветами. Продолжительное воздействие факторов выветривания приводит к тому, что минерал покрывается черной или бурой пленкой и лишь свежий скол покажет истинную окраску минерала. Несмотря на все перечисленные нюансы, цвет минерала остается важным диагностическим свойством, которое, при наличии опыта, помогает геологу находить в природе целые месторождения. При описании цветовых оттенков принято пользоваться сравнениями с общеизвестными понятиями, взятыми из природы. Например, лимонно-желтый, изумрудно-зеленый, вишнево-красный, соломенно-желтый, яблочко-зеленый и др. Для минералов с металлическим блеском сочетают определенные цвета с соответствующими металлами. Например, медно-красный, латунно-желтый, свинцово-серый, железо-черный и др. (рис. 11).

Несмотря на многообразие цветов и оттенков минералов, природа цвета обусловлена определенными условиями. Академик А.Е. Ферсман в свое время предложил разделить окраску на три основных типа.

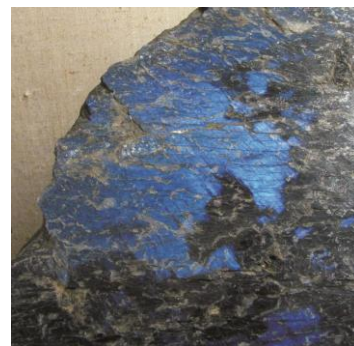
Собственная (идиохроматическая) – от *идиос* – собственный, *хромос* – окраска, цвет) окраска зависит от особенностей внутреннего кристаллического строения и химического состава минералов. Подобной окраской обладают, например, такие минералы, как малахит, лазурит, графит, самородная сера и множество других (рис. 12).



Идиохроматическая окраска диоптаза, обусловленная присутствием меди в составе минерала, Казахстан



Аллохроматическая окраска авантюрина, обусловленная включением мельчайших блестящих пластинок гематита, гетита и слюды, Урал



Псевдохроматическая окраска лабрадора с эффектом иризации, Житомирская область, Украина



Псевдохроматическая окраска – побежалость по халькопириту, обусловленная окислением минерала

Рис. 12. Физические свойства минералов: окраска

Примесная (аллохроматическая) – от *аллос* – посторонний) окраска непостоянная, не связанная с химическим составом минерала. Такая окраска объясняется ничтожными примесями различных окрашивающих веществ. Например, кварц из-за мельчайших включений блестящих пластинок гематита, гетита и слюды приобретает мерцающий золотистый отлив. Такой кварц называется авантюрин (рис. 12).

Ложная (псевдохроматическая) – от *псевдо* – ложный) окраска связана с оптическими эффектами, которые возникают вследствие различных причин. Например, лабрадор обладает свойством **иризации** – сине-зеленые переливы на почти черном фоне минерала, которые обусловлены интерференцией падающего цвета на параллельно расположенные тончайшие пластины. К псевдохроматической окраске относится свойство **побежалости**, которое появляется на окислившихся поверхностях некоторых рудных минералов. Например, разноцветные пленки побежалости могут образовываться на поверхности халькопирита. К подобному типу окраски относится и опалесценция, которая проявляется в виде игры цвета у благородного опала (рис. 12).

По характеру распределения окраска может быть однородной, зональной, неравномерной. Некоторые минералы обладают способностью светиться – **люминесцировать** под влиянием различного рода излучений (ультрафиолета или рентгеновского излучения). Для некоторых минералов такое свечение используется для уточнения диагностики. Минералы могут иметь фиолетовое, синее, голубое, зеленое, желтое, оранжевое и красное свечение (рис. 13).

Более надежным диагностическим признаком, чем цвет минерала, является цвет его порошка. Это еще одно диагностическое свойство минерала – **черта**. Для того чтобы получить черту, пользуются таким несложным приемом: минералом проводят черту по неглазированной фарфоровой пластинке (такую пластинку еще называют бисквитом). В ряде случаев цвет черты минерала совпадает с цветом самого минерала, в других случаях – нет. Например, железо-черный гематит оставляет вишнево-красную черту, а латунно-желтый пирит – черную с зе-

леноватым оттенком. Конечно, черту оставляют мягкие и средней твердости минералы, а минералы, которые имеют твердость выше фарфоровой пластинки, будут её царапать (рис. 14).



*Зональная окраска топаза,
Урал, Россия*



*Неравномерная окраска
халцедона*



*Полихромная (многоцветная)
окраска флюорита, Забайкалье,
Россия*

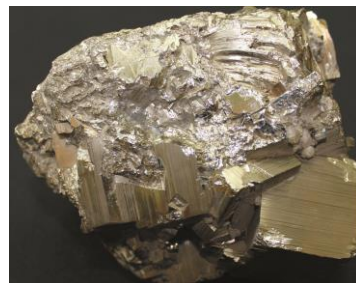


*Выставка «Люминесцирующие минералы»,
Минералогический музей
им. А.Е. Ферсмана, Москва*

Рис. 13. Физические свойства минералов: окраска



*Цвет черты гематита (слева) и киновари
(справа) на фарфоровой пластинке*



*Металлический блеск пирита,
Березовское месторождение, Урал*



*Полуметаллический блеск
магнетита*



*Алмазный блеск
киновари*

Рис. 14. Физические свойства минералов: черта и блеск

Вне зависимости от цвета минерала стоит **блеск**, который является весьма характерным признаком для многих минералов. **Блеском** называется способность минерала отражать свет от своей поверхности. Блеск минералов разделяется на **металлический**, **полуметаллический** (металловидный) и **нематаллический**.

Металлический блеск напоминает отражение от полированной поверхности известных металлов и металлических сплавов – серебра, золота, бронзы, латуни, нержавеющей стали и т. д. Среди минералов такой блеск особенно проявляется в сернистых соединениях металлов, которые часто называют «блесками». Например, свинцовый блеск – галенит, медный блеск – халькозин, сурьмяный блеск – антимонит. Минералы с металлическим блеском, как правило, лишены прозрачности, черта у них черная или темная (рис. 14).

Полуметаллический блеск напоминает потускневшую от времени поверхность металлических изделий. Такие минералы, как правило, имеют более светлую черту с цветными оттенками. Например, хромшпинелид обладает полуметаллическим блеском, черта минерала желто-бурая (рис. 14).

К минералам, не обладающим металлическим и полуметаллическим блеском, относятся большинство известных минералов. Такие минералы в основном будут давать белую или цветную черту. Различают следующие виды **нематаллического блеска**.

Алмазный блеск – наиболее сильный, искрящийся блеск, напоминающий металлический. К подобным минералам относятся, конечно же, алмаз, а также киноварь, сфалерит, аурипигмент и другие минералы (рис. 14).

Стеклоанным блеском называется менее сильный блеск, отвечающий блеску стекла. Он наблюдается у кварца, полевого шпата, кальцита, берилла, топаза и многих других минералов (рис. 15).

У стеклоанного блеска может проявляться отлив. Например, **стеклоанным блеском с перламутровым отливом** на плоскости спайности обладают минералы группы слюд. **Стеклоанный блеск с шелковистым отливом** присущ разновидности гипса – селениту или плисовому (радиально-лучистому) малахиту (рис. 15).



Стеклоанный блеск топаза,
Урал



Стеклоанный блеск
микроклина



Стеклоанный блеск с перламутровым отливом
на плоскости спайности мусковита



Стеклоанный блеск с шелковистым
отливом малахита, Конго, Африка

Рис. 15. Физические свойства минералов: блеск

Тусклый блеск, когда минерал кажется маслянистым, называется *жирным*. При этом на гранях кристалла блеск может быть стеклянным или даже алмазным, а в изломе жирным. Например, у кварца блеск яркий, стеклянный на гранях, тогда как в изломе жирный; у самородной серы на гранях блеск алмазный, в изломе жирный. К минералам с жирным блеском относятся такие минералы как, например, нефелин, серпентин. Смолянистый или восковой, матовый блеск можно увидеть у таких минералов, как халцедон или опал (рис. 16).



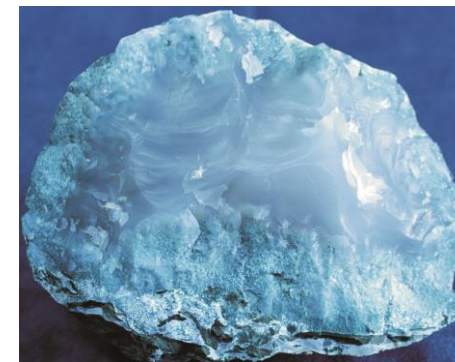
Стеклянный блеск на гранях кристалла кварца



Жирный блеск кварца



Жирный блеск серпентина, Восточный Саян, Россия



Матовый блеск халцедона

Рис. 16. Физические свойства минералов: блеск

К оптическим свойствам относится также *прозрачность* минералов, т. е. способность пропускать свет. Минералы могут быть весьма прозрачными, прозрачными, полупрозрачными и, наконец, непрозрачными. Однако нужно учитывать, что прозрачные минералы могут быть менее или более прозрачными в зависимости от примесей или агрегатного состояния. Например, прозрачные кристаллы горного хрусталя называют еще кристаллами «чистой воды», а вот зернистый кварц практически не пропускает свет. Кристаллы гипса часто прозрачны, тогда как его параллельно-шестоватые или плотные агрегаты не пропускают свет.

К *механическим* свойствам относятся *твердость, спайность, излом, отдельность, ковкость, упругость* и *гибкость*.

Твердость минералов выражается в сопротивлении минерала царапающей деформации другого минерала. Для определения относительной твердости минералов применяется так называемая «шкала твердости», предложенная немецким минералогом Ф. Моосом еще в начале XIX века. Эта шкала составлена из десяти минералов, эталонов твердости, относительно которых возможно определить твердость диагностируемого минерала. При этом необходимо учитывать агрегатное состояние минерала и его хрупкость. В полевых условиях пользуются подручными материалами, например перочинным ножом или булавкой (рис. 17).

<i>Эталонный минерал шкалы Мооса</i>	<i>Фото эталонного минерала шкалы Мооса</i>	<i>Обрабатываемость</i>	<i>Другие минералы с аналогичной твердостью</i>
Тальк $Mg_3[Si_4O_{10}(OH)_2]$		Крошится в руках	Графит
Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$		Царапается ногтем	Галит, хлорит, слюда
Кальцит $CaCO_3$		Царапается медной монетой	Биотит, золото, серебро
Флюорит CaF_2		Легко царапается ножом, оконным стеклом	Доломит, сфалерит
Апатит $Ca_5[PO_4]_3(F,Cl,OH)$		С усилием царапается ножом, оконным стеклом	Гематит, лазурит
Ортоклаз $K[AlSi_3O_8]$		Царапается напильником	Опал, рутил
Кварц SiO_2		Поддается обработке алмазом, царапает стекло	Гранат, турмалин
Топаз $Al_2[SiO_4](OH,F)_2$		Поддается обработке алмазом, царапает стекло	Берилл, шпинель, аквамарин
Корунд Al_2O_3		Поддается обработке алмазом, легко царапает стекло	Сапфир, рубин
Алмаз C		Режет стекло	–

Рис. 17. Таблица относительной твердости минералов

Спайность – свойство некоторых минералов раскалываться по плоскостям определенного направления. Выделяют три вида спайности: *весьма совершенная, совершенная и несовершенная*. Если у минерала наблюдаются гладкие зеркальные поверхности спайности хотя бы в одном направлении, тогда минерал обладает весьма совершенной или совершенной спайностью. **Весьма совершенная спайность** характерна для таких минералов, как слюда или тальк. Данные минералы легко расщепляются на отдельные тончайшие пластинки под действием усилия ногтя. Если после удара молотком минерал раскалывается с образованием гладких зеркальных поверхностей, тогда минерал обладает **совершенной спайностью**. Представителями минералов с совершенной спайностью являются полевые шпаты, кальцит, галенит, роговая обманка и многие другие (рис. 18).



Весьма совершенная спайность мусковита



Совершенная спайность по кубу галита



Совершенная спайность по ромбоэдру кальцита



Совершенная спайность дистена

Рис. 18. Физические свойства минералов: спайность

Отметим, что поверхности спайности образуются по направлениям, параллельным граням той или иной кристаллической формы. У галита или галенита спайность «по кубу», т. е. параллельна граням куба. Экспериментируя с кристаллом галита или галенита, можно увидеть, что сколько бы раз мы не разбивали эти минералы, они неизменно будут распадаться на правильные кубики. С каждым последующим ударом они будут распадаться на более мелкие кубики, пока в конечном счете не получится мелкий порошок. Однако, рассмотрев этот порошок в микроскоп, мы снова увидим мельчайшие кубики правильной формы. То есть «характер» спайности минералов может различаться. Например, может быть спайность «по кубу», «по призме», «по ромбоэдру», «по пинакоиду» (вдоль пластинки) и другим направлениям. Минералы, которые имеют совершенную спайность, в определенных направлениях будут иметь закономерный **излом**. Например, у галенита излом получается ступенчатый. А вот у минералов с несовершенной спайностью излом будет неровный. Например, у кварца или вулканического стекла излом неровный – раковистый (рис. 19).



Ступенчатый излом галенита, Дальнегорское месторождение, Россия



Занозистый излом актинолита



Неровный излом никелина



Раковистый излом опала

Рис. 19. Физические свойства минералов: излом

Отдельность – это свойство, визуально очень похожее на спайность. В отличие от спайности, отдельность не связана с кристаллической решеткой минерала, а обусловлена особенностями роста кристаллов, давлением, двойникованием и другими условиями. Например, свойство отдельности характерно для диопсида, ильменита или корунда.

Хрупкость – свойство, характерное для некоторых минералов. Например, несмотря на высокую твердость алмаза, он легко раскалывается от воздействия на него, а минерал, известный под названием блеклая руда, «пылится», т. е. дает матовую черту с темным порошком по краям. Халькозин, похожий по внешним признакам на блеклую руду, в этом случае дает гладкий блестящий след, потому что обладает **ковкостью**, т. е. минерал очень пластичен. В большей степени ковкими являются самородные металлы, которые на наковальне с помощью молоточка могут быть расплющены в тончайшие пластинки.

Некоторые минералы под воздействием деформаций могут изгибаться. Данная способность минералов называется **гибкостью**. К таким минералам относятся тальк, хлориты. Если при этом деформированные минералы возвращаются в свою исходную форму, тогда они обладают свойством **упругости**. Это свойство характерно для минералов группы слюд.

К **прочим** свойствам относятся **магнитность, удельный вес, растворимость в воде и кислотах, запах, радиоактивность** и другие.

Существует очень немного минералов, которые обладают явно выраженными **магнитными свойствами**: пирротин, магнетит, самородное железо, платина. Магнитные свойства кристаллов зависят от строения кристаллической решетки и от состояния и поведения составляющих ее атомов (рис. 20).



Хорошо выраженная отдельность по граням пинакоида корунда, Южный Урал, Ильменские горы



Магнетит (скрепки примагничены куском магнетитовой руды), гора Качканар, Средний Урал



Гибкость и упругость мусковита



Вкрапленник уранинита (радиоактивный минерал) с ржавой оторочкой в породе, Карелия, Россия

Рис. 20. Физические свойства минералов: отдельность, магнитность, гибкость, упругость, радиоактивность

Удельный вес – это отношение веса минералов к весу равного объема воды. Это свойство минералов не всегда применяется при диагностике, однако, если минерал слишком «легкий» или заметно «тяжелый», на это обращается внимание. Например, при прочих схожих свойствах графита и молибденита, удельные веса у них сильно разнятся: у графита – 2, у молибденита – 5. Наибольшие удельные веса имеют самородные металлы.

Удельные веса минералов можно разделить на три условные группы:

- минералы легкие – до 2,5;
- минералы со средними удельными весами – от 2,5 до 3,5;
- минералы тяжелые – более 3,5.

В качестве примера **растворимости минералов** приведем кальцит, который вскипает при соприкосновении с соляной кислотой. В воде легко растворяются минералы класса хлоридов, например галит или сильвин. Эти же минералы можно привести в пример как минералы, обладающие **вкусом**. Иногда минералы обладают **запахом**. Например, арсенопирит издает чесночный запах при ударе по нему молотком.

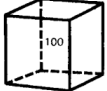
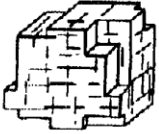
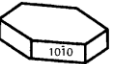
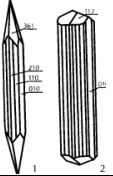

Многие минералы, содержащие такие элементы, как ниобий, тантал, цирконий, редкие земли, уран, торий, не редко имеют довольно значительную **радиоактивность**, которая может служить важным диагностическим признаком. Радиоактивность измеряется специальными приборами – радиометрами. При поисках полезных ископаемых геолог всегда обращает внимание на ржавые оторочки (каёмочки) и трещиноватость вокруг некоторых минералов. Такие внешние признаки указывают на присутствие в породе радиоактивных минералов (рис. 20).

Для успешной диагностики минералов необходимо не только отмечать морфологические особенности и уметь определять физические свойства минералов, но также знать и ряд других признаков. Еще в незапамятные времена было отмечено, что некоторые минералы сопутствуют друг другу, поэтому нахождение одного из таких «спутников» может помочь обнаружить другие. Например, сфалерит встречается с галенитом, нефелин с эгирином, самородное золото с кварцем. Совместное нахождение минералов в природе называется **парагенезисом** (*para* – вместе, *генезис* – происхождение). В природе также существуют минералы-антагонисты, которые никогда не образуются в одном геологическом процессе. Например, оливин или нефелин не встречаются с кварцем, поэтому ожидать эти минералы в одном образце не стоит.


Резюмируя все вышесказанное, можно с уверенностью сказать, что минералы открываются увлекающемуся исследователю, способному сопоставить много нюансов и поразмышлять о представленных свойствах определенного минерала и его «окружении». Такие навыки появляются постепенно, по мере накопления определенных знаний, умения увидеть тонкости цветовой палитры минерала, его характерного блеска и агрегатного состояния. Все это кажется в начале пути достаточно сложным, однако «дорогу осилит идущий»!

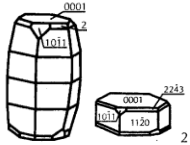
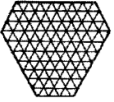
Диагностические таблицы

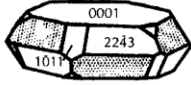
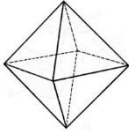

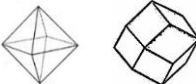
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Самородные элементы										
Самородные металлы										
ЗОЛОТО Au	Кубическая	2,5-3	19,3	Золотисто-желтый, бледно-желтый. Металлическая, желтая. Металлический	В кристаллах встречается редко. Зерна неправильной формы, дендритообразные кристаллические сростки, сетчатые пластины	Походит на пирит, отличается агрегатами, чертой, твердостью	Несовершенная, крючковатый	Обладает ковкостью, легко расплющивается в тончайшие листочки, не окисляется на воздухе, не растворяется в кислотах, кроме царской водки. Валютный металл, ювелирный	Гидротермальный, накапливается в россыпях	Кварц , пирит, арсенопирит, халькопирит, галенит, сфалерит, лимонит, азурит, серебро, медь и др.
МЕДЬ Cu	Кубическая	2,5-3	8,5	Медно-красный с коричневой побежалостью. Металлически-блестящая медно-красная. Металлический	В кристаллах встречается редко. Неправильные пластинчатые дендриты, сплошные массы, нитевидные, проволочные агрегаты	Походит на борнит, отличается чертой, никелин, отличается твердостью, чертой, парагенезисом	Несовершенная, крючковатый	Обладает ковкостью, проводник электричества. Электротехника, машиностроение	В зоне окисления медно-сульфидных месторождений, гидротермальный	Малахит, куприт , азурит, халькозин, кальцит, цеолиты, золото, серебро
Самородные неметаллы										
ГРАФИТ C	Гексагональная	1	2	Железно-черный до стально-серого. Черная блестящая. Полуметаллический	Правильные кристаллы редки (в виде 6-угольных пластинок и табличек). Агрегаты тонкочешуйчатые, плотные	Походит на молибденит, отличается чертой. При растирании на бумаге у графита черта серая, у молибденита – зеленоватая	Совершенная	Жирен на ощупь, мажет бумагу и пальцы. Для изготовления графитовых тиглей, карандашей, электродов	Метаморфический, магматический	Часто мономинерален , кварц, кальцит. В мельчайших примесях присутствует во всех горных породах
СЕРА S	Ромбическая	1-2	2	Различные оттенки желтого (соломенно-желтый, медово-желтый, желтовато-серый), бурый. Черта бесцветная, порошок слабожелтоватый. В изломе жирный, на гранях алмазный	Кристаллы усеченно-дипирамидального облика. Сплошные, иногда землистые массы, изредка натечные почковидные формы и налеты, друзы	Походит на аурипигмент, отличается парагенезисом, спайностью, агрегатами	Несовершенная, неровный	Хрупкая, легко плавится и загорается синим пламенем с выделением характерного запаха. В производстве серной кислоты, спичек, в сельском хозяйстве, в резиновой промышленности	Экзогенный, при вулканических извержениях	Гипс, кварц, халцедон, целестин, кальцит, арагонит, опал


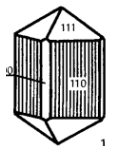
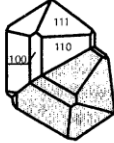
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Сульфиды, сульфосоли и их аналоги										
Класс сульфидов										
Блески										
ГАЛЕНИТ PbS свинцовый блеск, мелкозернистый агрегат – « свинчак »	Кубическая	2,5–3	7,5	Свинцово-серый. Серовато-черная. Металлический	Кристаллы кубической формы (встречаются только в друзовых пустотах), зернистые массы, вкрапления неправильной формы 	Походит на антимонит, молибденит отличается агрегатами, ступенчатым изломом, удельным весом, парагенезисом; на арсенопирит, отличается твердостью, агрегатами	Совершенная	Ступенчатый излом.  Руда свинца, извлекается серебро	Гидротермальный	Сфалерит , пирит, барит, халькопирит, арсенопирит, сульфосоли серебра, свинца, меди, кварц, кальцит, флюорит
МОЛИБДЕНИТ MoS₂ (молибденовый блеск) 	Гексагональная	1	5,0	Свинцово-серый с голубоватым оттенком. Серая, блестящая при растирании зеленеет. Металлический	Кристаллы несовершенны, имеют облик гексагональных табличек, обычно в листовых и чешуйчатых агрегатах, розетковидные	Походит на графит, отличается цветом черты при растирании. При растирании на пальцах графит дает матовый порошок, молибденит – блестящий	Совершенная	В тонких пластинках гибок, жирен на ощупь, на бумаге оставляет черту, как графит. Руда молибдена, извлекается рений	Гидротермальный	КПШ, мусковит, биотит, флюорит, кварц, пирит, халькопирит, берилл, турмалин, пирротин, сфалерит, вольфрамит, андрадит
АНТИМОНИТ Sb₂S₃ (стибнит) 	Ромбическая	2–2,5	4,5	Свинцово-серый, может быть темная синеватая побежалость. Свинцово-серая. Металлический	Кристаллы имеют призматический облик; агрегаты сплошные зернистые, часто радиально-лучистые, реже спутано-волокнистые; вкрапленные зерна в кварцевой массе	Походит на галенит, молибденит, отличается агрегатами, парагенезисом, штриховкой. Походит на арсенопирит, отличается твердостью	Совершенная	Продольная штриховка на гранях призмы и поперечная штриховка на плоскостях спайности.  Руда сурьмы	Низкотемпературный гидротермальный	Киноварь, флюорит, кварц, кальцит, каолинит, барит, пирит, марказит, реальгар, аурипигмент
Желтые колчеданы										
ПИРРОТИН FeS (магнитный колчедан)	Гексагональная	3,5–4	4,5	Темный бронзово-желтый. Серовато-черная. Металлический	Кристаллы редки, неправильной формы зерна, сплошные массы	Походит на пирит, отличается твердостью, спайностью, агрегатами; на халькопирит, отличается цветом, спайностью и чертой; на пентландит, отличается спайностью	Несовершенная; отдельность	Слабо магнитный, не всегда проявляется Производство серной кислоты	Магматический, гидротермальный	Халькопирит, пентландит, магнетит, пирит, галенит, сфалерит, арсенопирит, касситерит, шеелит, кальцит, кварц, сидерит

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
ПЕНТЛАНДИТ $(Fe,Ni)_9S_8$ (железно-никелевый колчедан)	Кубическая	3–4	5,0	Бронзово-желтый, слегка светлее пирротина. Зеленовато-черная. Металлический	Кристаллы редки. Вкрапленники зерен	Походит на пирротин, с которым всегда встречается, отличается спайностью; от халькопирита – спайностью, цветом; от пирита – цветом, твердостью, спайностью	Совершенная	Руда никеля	Магматический	Пирротин, халькопирит , магнетит, пироксены. С кварцем не встречается
ХАЛЬКОПИРИТ $CuFeS_2$ (медный колчедан)	Тетрагональная	3–4	4,2	Латунно-желтый с зеленоватым оттенком, часто с пестрой побежалостью. Черная с зеленоватым оттенком. Металлический	Кристаллы редки, сплошные массы, зерна неправильной формы	Походит на пирит, отличается цветом, твердостью, агрегатами; от пирротина – цветом, чертой, отсутствием магнитности, от пентландита – цветом, спайностью	Несовершенная	Довольно хрупок. Руда меди	Во всех геологических процессах	Пентландит, магнетит, сфалерит, пирит, пирротин, галенит, кварц, кальцит, барит и др.
ПИРИТ FeS_2 (серный колчедан, железный колчедан)	Кубическая	6–6,5	5,0	Латунно-желтый. Буровато- или зеленовато-черная. Металлический	Кристаллы кубического облика со штриховкой на гранях; вкрапленники кристаллов, зернистые скопления, друзы, конкреции	Походит на другие желтые колчеданы, отличаются агрегатами, твердостью, штриховкой на гранях кристаллов	Несовершенная	Штриховка на гранях.  Производство серной кислоты	Во всех геологических процессах	С другими сульфидами, кварц, кальцит, ПШ, флюорит и многие другие
МАРКАЗИТ FeS_2 (лучистый или гребенчатый колчедан)	Ромбическая	6–6,5	4,6	Латунно-желтый с серым или зеленоватым оттенком. Темная зеленовато-серая. Металлический	Кристаллы пластинчатые. Друзы, конкреции, также в виде натечных, почковидных, корковидных образований	От пирита отличается формой кристаллов, сероватой окраской; от других желтых колчеданов – твердостью	Несовершенная, раковистый	В свежем изломе зеленоватый оттенок, путают с пирритом, т. к. их свойства схожи. Производство серной кислоты	Осадочный, гидротермальный	Глинистые минералы, с другими сульфидами встречается редко
Белые колчеданы										
АРСЕНОПИРИТ $FeAsS$ (мышьяковый колчедан)	Моноклиная	5,5–6	6	Оловянно-белый до стально-серого. Серовато-черная. Металлический	Кристаллы имеют призматический облик, от короткостолбчатых до шестоватых и игольчатых, часты двойники; зернистые и шестоватые агрегаты	Походит на кобальтин, отличается призматическими кристаллами, отсутствием розоватого оттенка	Средняя	При ударе молотком – запах чеснока. Руда мышьяка 	Гидротермальный	Пирротин, пирит, висмутин, кварц, сфалерит, халькопирит, бурнонит, золото и др.

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
КОБАЛЬТИН CoAsS 	Кубическая	5–6	6	Оловянно-белый до стально-серого с розоватой побежалостью. Серовато-черная. Металлический	Кристаллы изометричного облика. Сплошные, часто мелкозернистые массы , иногда вкрапленники кристаллов	Походит на арсениопирит, отличается изометричной формой кристаллов, присутствием розоватого оттенка	Средняя	Обычна розоватая побежалость. Руда кобальта	Гидротермальный	Смальтин, арсениопирит, эритрин, молибденит, пирит, халькопирит, кварц, кальцит
Красные колчеданы										
БОРНИТ Cu_5FeS_4 (пестрый медный колчедан)	Кубическая	3	5	Темный, медно-красный с пестрой побежалостью. Тёмно-серая. Металлический	В кристаллах редок , сплошные массы, почковидные образования, зерна неправильной формы	От самородной меди отличается хрупкостью, темной чертой; от никелина – твердостью и более темной окраской	Несовершенная	Часто покрывается синей побежалостью, если царапнуть, то в глубине царапины увидим красный цвет. Руда меди	Гидротермальный, экзогенный	Малахит, халькопирит, куприт, халькозин, ковеллин и другие минералы меди, кварц, кальцит
Обманки										
СФАЛЕРИТ ZnS (цинковая обманка)	Кубическая	3–4	4	Бурый, коричневый до черного, реже – желтый. Светло-желтая, бурая, коричневая (богатый Fe). Алмазный	Кристаллы тетраэдрического, додекаэдрического облика, сплошные зернистые массы, реже почковидные образования, друзы	Походит на вольфрамит, отличается изометричными агрегатами, уд. весом, парагенезисом с галенитом	Совершенная	Реагирует с HCl с выделением сероводорода. Руда цинка, извлекается кадмий	Гидротермальный, экзогенный	Галенит , халькопирит, кварц, кальцит, пирит, арсениопирит, пирротин, геденбергит и др.
КИНОВАРЬ HgS (красная смола, ртутная обманка)	Тригональная	2–2,5	8	Красный, может быть свинцово-серой побежалостью. Красная. Алмазный	Мелкие толстотаблитчатые или ромбоэдрические кристаллы, чаще в виде зерен неправильной формы, сплошных масс, порошковатых примазок и налетов	Походит на реальгар, куприт отличается чертой, парагенезисом	Средняя	Хрупкая, при окислении покрывается шариками самородной ртути Руда ртути	Низкотемпературный, гидротермальный	Антимонит, пирит, халькопирит, кварц, кальцит, барит, флюорит, гипс
РЕАЛЬГАР AsS (красная мышьяковая обманка)	Моноклиная	1,5–2	3,5	Оранжево-красный, реже темно-красный. Светло-оранжевая. Алмазный	Кристаллы призматического облика, укорочены или вытянуты по вертикали; зернистые агрегаты, налеты, корки, землистые массы	Походит на киноварь, куприт, отличается чертой, парагенезисом	Совершенная	С течением времени превращается в порошок светло-оранжевого цвета. Руда мышьяка	Гидротермальный, экзогенный	Аурипигмент , антимонит, пирит, марказит, кварц, кальцит

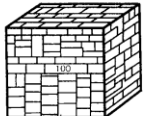
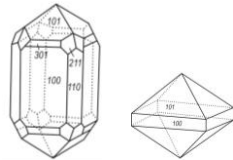
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
АЗУРИПИГМЕНТ As_2S_3	Моноклиная	1–2	3,5	Лимонно-желтый. Желтая. Алмазный	Кристаллы имеют призматический и таблитчатый облик. Агрегаты чешуйчатые, листоватые, землистые шарообразные, радиально- и параллельно-игольчатые массы	Походит на самородную серу, отличается парагенезисом, спайностью, агрегатами, более яркой чертой	Совершенная	Всегда с реальгаром. Руда мышьяка	Гидротермальный, экзогенный	Реальгар , антимонит, пирит, марказит, кварц, кальцит
Класс окислов										
Группа корунда										
КОРУНД Al_2O_3 (яхонт) Разновидности: красный, малиновый – рубин ; синий – сапфир ; мелкозернистый агрегат – наждак	Тригональная	9	4,0	Серо-голубой, синий, малиновый, красный, иногда желтовато-серый, встречаются прозрачные кристаллы разной окраски. Черты не дает. Стекланный	Вкрапленники бочонковидных, призматических, пластинчатых кристаллов, сплошные зернистые массы, иногда друзы 	Походит на шпинель, дистен, кварц отличается обликом кристаллов, наличием штриховки и отдельности; высокой твердостью. От дистена отличается твердостью, спайностью; от кварца – большей твердостью, наличием отдельности	Несовершенная, отдельность по пинакoidу	Штриховка на гранях пинакоида в трех направлениях.  Штриховка поперек удлинения кристаллов за счет отдельности. Ювелирный камень, абразивный	Пегматитовый – в бескварцевых пегматитах; регионально-метаморфический	Полевые шпаты, альмандин, роговая обманка, биотит, диаспор, шпинель, хлориты, маргарит, лимонит. С первичным кварцем не встречается
ГЕМАТИТ Fe_2O_3	Тригональная	5,5–6	5,0	Стально-серый, черный, красно-бурый, вишнево-красный. Вишнево-красная. Полуметаллический, в плотных агрегатах матовый	Вкрапленники пластинчатых, таблитчатых кристаллов, зернистые, чешуйчатые, натечные, землистые, сплошные плотные массы, друзы; наблюдается отдельность по пинакoidу	Походит на киноварь, отличается чертой, несовершенной спайностью, более высокой твердостью, меньшим уд. весом, парагенезисом; от куприта – чертой, парагенезисом; мартит – на магнетит, отличается чертой и агрегатами	Несовершенная	Руда железа Разновидности: железный блеск – агрегаты пластинчатых кристаллов черного цвета; красный железняк – плотный агрегат красного цвета; железная сметана – рыхлый агрегат мелких чешуек, маркий и жирный на ощупь; красная стеклянная голова – натечные формы с блестящей поверхностью и радиально-лучистым строением; мартит – псевдоморфоза гематита по магнетиту, обладает красно-бурой чертой, магнитностью	Эндогенный, экзогенный	Широко распространенный минерал, минералы-спутники различны

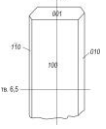
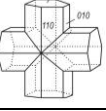

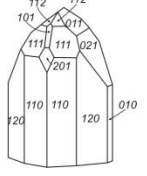
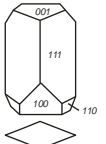
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
ИЛЬМЕНИТ FeTiO_3 (титанистый железняк)	Тригональная	5–6	4,7	Железно-черный. Черная, иногда буроватая. Полуметаллический. 	Вкрапленники толстотаблитчатого или пластинчатого облика, иногда сплошные зернистые массы	Походит на магнетит – менее слабые магнитные свойства, отличается обликом кристаллов и формой зерен, иногда чертой, парагенезисом; гематит – отличается чертой, магнитностью, обычным парагенезисом с нефелином и ПШ; от мартита – обликом кристаллов, чертой, парагенезисом	Несовершенная	Слабомагнитен Руда титана	Магматический, пегматитовый, широко распространен в породах щелочного состава, накапливается в россыпях	Полевые шпаты, нефелин, эгирин, биотит, сфен, циркон, апатит, эвдиалит, арфведсонит и др.
Группа шпинели										
ШПИНЕЛЬ MgAl_2O_4 Благородная шпинель – красиво окрашенные ювелирные разности 	Кубическая	8–8,5	3,5	Может быть различного цвета, чаще встречается черного (плеонаст) и розового цветов. Зеленовато-синий, синий до черного, розовый, красный, сиреневый, бурый, редко бесцветный, белый. Черты не дает. Стекланный	Вкрапленники октаэдрических кристаллов или зерен, встречаются двойники по шпинелиевому закону 	Походит на гранаты, циркон, пирохлор, магнетит, корунд; отличается обликом кристаллов, парагенезисом	Несовершенная, раковистый	Красиво окрашенные используются как ювелирный камень	Контактово-метасоматический, магматический накапливается в россыпях	Кальцит, доломит, полевые шпаты, диопсид, флогопит, гранаты, графит С кварцем не встречается
МАГНЕТИТ Fe_3O_4 (магнитный железняк)	Кубическая	5–6	5,0	Черный. Черная. Полуметаллический 	Вкрапленники кристаллов октаэдрического, ромбододекаэдрического облика или зерен, друзы, сплошные зернистые массы, оолитовые	Походит на ильменит; отличается обликом кристаллов, парагенезисом, иногда чертой, сильными магнитными свойствами	Несовершенная	Сильномагнитен Руда железа Мушкетовит – псевдоморфоза магнетита по пластинчатым кристаллам гематита	Все эндогенные процессы	Разнообразный. Гранат, эпидот, хлорит, кальцит и др.

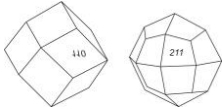
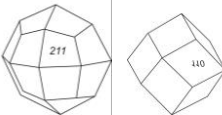
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
ХРОМШПИНЕЛИД (хромит) FeCr₂O₄ (хромовый железняк, рябчиковая руда)	Кубическая	5,5–7,5	4,0–4,8	Черный. От светло желтой до бурой. Полуметаллический	В кристаллах не встречается , зерна округлой формы, сплошные зернистые массы	Походит на магнетит, отличается чертой и парагенезисом	Несовершенная	Может быть слабомагнитным Руда хрома	Магматический, в ультраосновных породах	Серпентин, иногда оливин и пироксены. С кварцем и сульфидами не встречается
Группа кварца										
КВАРЦ SiO₂ Горный хрусталь – водно-прозрачный, цитрин – желтый, раухтопаз – дымчатый, морион – черный, аметист – фиолетовый	Тригональная	7	2,6	Обычно бесцветный, молочно-белый или серый, желтоватый, зеленоватый, буроватый, фиолетовый, черный. Черты не дает. Стекланный, в изломе жирный (у халцедона – восковой до матового)	Кристаллы призматического облика, столбчатые. Друзы, зернистые агрегаты, корки, почковидные формы, сплошные массы. Халцедон – плотные скрытокристаллические	Походит на корунд, отличается твердостью, отсутствием отдельности; на берилл – твердостью, штриховкой, часто цветом; в сплошных массах на флюорит – твердостью, спайностью; на нефелин – твердостью, парагенезисом; халцедон походит на опал – блеском и большей твердостью	Несовершенная, раковистый излом	Штриховка, поперек призмы  В стекольной промышленности, оптике, строительстве, как ювелирный и поделочный камень	Во всех геологических процессах	Разнообразный. Полевые шпаты, слюды, топаз, берилл, турмалин, касситерит, вольфрамит, золото, хлорит, молибденит, пирит, халькопирит, кальцит, рутил и др. Агат – халцедон с концентрическим рисунком; сердолик – красный халцедон
ОПАЛ SiO₂·nH₂O Благородный опал – обладает игрой цвета – опалесценцией	Аморфный	5–6	2,2	Бесцветный, белый, желтый, зеленый, красный – огненный опал . Черты не дает. Стекланный, фарфоровидный	Аморфный, кристаллов не образует. Плотные, натечные, корки, секрции, иногда рыхлые агрегаты	Похож на халцедон, отличается твердостью, блеском	Нет; раковистый	Поделочный и ювелирный камень; используется при производстве цемента и жидкого стекла, как фильтрующий материал	Гидротермальный, осадочный	Часто мономинеральный, халцедон, кварц
Группа рутила-касситерита										
КАССИТЕРИТ SnO₂ (оловянный камень) 	Тетрагональная	6–7	7,0	Темно-желтый, бурый, <u>черный, красный</u> , светло-бурый Бледно-желтая. Алмазный, в агрегатах полуметаллический, в изломе – жирный	Кристаллы дипирамидального, призматического, иногда игольчатого облика; редко сплошные зернистые массы в виде вкраплений кристалликов или зерен	Походит на рутил, отличается несовершенной спайностью, большим уд. весом и парагенезисом; на циркон, отличается удельным весом, твердостью; на гранаты – обликом кристаллов, удельным весом	Несовершенная	Образует коленчатые двойники  Руда олова	1. Гранитные пегматиты. 2. В гидротермальных процессах встречается в двух парагенезисах. Накапливается в россыпях	1. Альбит, сподумен, берилл. 2. Кварц, мусковит. ПШ, турмалин, флюорит, топаз, вольфрамит; пирротин, пирит, арсениопирит, сфалерит, галенит

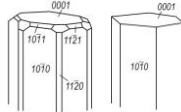
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
РУТИЛ TiO_2 	Тетрагональная	6	4,0	Темно-желтый, бурый, красный, черный, светло-бурый. Бледно-желтая. Алмазный, в агрегатах полуметаллический, в изломе – жирный	Длиннопризматические, часто коленчатые двойники 	Походит на касситерит, отличается спайностью, удельным весом; на циркон – твердостью, спайностью, штриховкой на гранях призмы	Совершенная	На гранях призмы штриховка, параллельная длинной оси призмы. Руда титана	Все эндогенные процессы; накапливается в россыпях	Кварц, слюды
Группа окислов меди										
КУПРИТ Cu_2O	Кубическая	3,5-4, падает	6,0	Темно-красный, буровато-красный. Буровато-красная, при растирании бисвитом желтеет. Алмазный, на гранях, у плотных и землистых разностей матовый	Кристаллы: октаэды, ромбодекаэдры. Плотные, землистые, параллельно-волокнистые, друзы	Походит на киноварь и реальгар, отличается чертой, парагенезисом (они не встречаются с минералами Cu), от гематита, гетита – чертой, парагенезисом	Несовершенная	Хрупкий. Руда меди	Экзогенный	Малахит, азурит, сам. медь, халькозин, борнит
Группа окислов марганца										
ПИРОЛЮЗИТ MnO_2	Тетрагональная	5-6 (в агрегатах до 1)	4,5	Черный, иногда с синеватым или сероватым оттенком. Бархатно-черная. Полуметаллический, в плотных агрегатах матовый	Кристаллы игольчатого или шестоватого облика. Порошковатые, землистые, сажистые массы, радиально-лучистые, почковидные, конкреции	Походит на другие минералы марганца. От манганита отличается чертой; от псиломелана – наличием игольчатых кристаллов	Совершенная	Пачкает руки Руда марганца	Осадочный, а также при окислении других марганцевых минералов	Другие марганцевые минералы: псиломелан, манганит
Класс гидроокислов										
Группа гидроокислов марганца										
МАНГАНИТ $MnO_2 \cdot Mn(OH)_2$	Моноклиная	3-4 до 1	4,0	Черный, бурый. Бурая. Матовый, в кристаллах полуметаллический	Плотные массы, натечные, оолиты, землистые, рыхлые	Походит на другие минералы марганца, отличается чертой	Совершенная	Пачкает руки Руда марганца	Экзогенный	Другие марганцевые минералы: псиломелан, пиролюзит

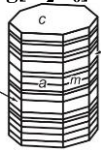

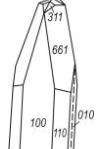
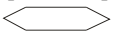
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
ПСИЛОМЕЛАН $mMnOMnO_2 \cdot nH_2O$	Ромбическая	5–6 до 1	4,8	Черный с сероватым оттенком. Черная. Матовый	Плотные массы, натечные, оолиты, землистые, рыхлые, дендриты	Походит на другие минералы марганца		Пачкает руки Руда марганца	Экзогенный	Другие марганцевые минералы: пиролюзит, манганит, родонит
Группа гидроокислов железа										
ГЕТИТ $HFeO_2$	Ромбическая	4,5–5,5	4,0–4,5	Темно-бурый, желто-бурый. Ржаво-бурая. Полуметаллический, алмазный (на гранях кристаллов), в агрегатах матовый	Натечные с радиально-лучистым или параллельно-волокнистым строением – бурая стеклянная голова , конкреции, секреции, оолиты	Походит на лимонит, с которым обычно встречается, отличается агрегатами; на гематит, отличается чертой; на куприт – парагенезисом и чертой	Совершенная	Руда железа Бурый железняк – плотный агрегат гетита и лимонита	Экзогенный, гидротермальный	Являясь продуктом окисления Fe-содержащих минералов, главным образом сульфидов, находится в ассоциации с ними: пирит, марказит, халькопирит, пирротин, лимонит
ЛИМОНИТ $HFeO_2 \cdot nH_2O$	Аморфный	5–1	3–4	Темно-бурый, желто-бурый. Ржаво-бурая. Матовый	Землистые, порошковатые, пористые, шлаковидные, псевдоморфозы по пириту	Походит на гетит, с которым обычно встречается, отличается отсутствием кристаллов, агрегатами		Руда железа Бурый железняк – плотный агрегат гетита и лимонита	Экзогенный, осадочный (болотные руды)	пирит, марказит, халькопирит, пирротин, лимонит
Группа гидроокислов алюминия										
ДИАСПОР $HAiO_2$	Ромбическая	6–7	3,5	Белый, серовато-голубой, желтоватый, розоватый. Белая. Стеклянный, на плоскости спайности перламутровый, в агрегатах – матовый	Пластинчатые, листоватые, пластинчато-зернистые	Походит на мусковит, отличается твердостью, спайностью, обликом	Совершенная	Хрупкий Входит в состав бокситов, которые служат сырьем для получения руды Al	Экзогенный, регионально-метаморфический	Корунд , маргарит, лимонит
Галоиды										
Класс хлоридов										
ГАЛИТ $NaCl$ (каменная соль, поваренная соль)	Кубическая	2	2,1	Бесцветный, белый, серый, желтый, синий, красный. Белая. Стеклянный, жирный	Зернистые, друзы, рыхлые, плотные	Походит на сильвин, отличается на вкус	Совершенная, хрупкая	Соленый на вкус, легко растворим в воде Пищевая и химическая промышленность	Осадочный в усыхающих соленых озерах	Сильвин, карналит, гипс, ангидрит

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
СИЛЬВИН KCl	Кубическая	1,5–2	1,9	Бесцветный, белый, красный, розовый. Белая. Стекланный, жирный	Зернистые, рыхлые, плотные	Походит на галит, отличается на вкус	Совершенная, хрупок	Горько-солёный, легко растворяется в воде. Химическая промышленность, калийные удобрения	Осадочный в усыхающих солёных озерах	Карналлит, галит
Класс фторидов										
ФЛЮОРИТ CaF₂ (плавиковый шпат)	Кубическая	4	3,2	Желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, фиолетово-черный, полихромный, редко водяно-прозрачный. Белая. Стекланный	Кристаллы кубического, октаэдрического облика, вкрапления, сплошные зернистые и землистые массы, друзы	Походит на кварц, отличается твердостью, спайностью; на кальцит, отличается отсутствием реакции с кислотой, твердостью; на апатит – твердостью, спайностью, обликом кристаллов	Совершенная	Хрупок, на гранях паркетная штриховка.  Металлургия, оптика	Гидротермальный, грейзеновый	В гидротермальном – кварц, антимонит, кинноварь, галенит, барит, кальцит и др.; в грейзенах – топаз, касситерит, вольфрамит, берилл, турмалин, молибденит
Соли кислородных кислот										
Класс силикатов, подкласс островных силикатов										
Группа оливина										
ОЛИВИН (Mg,Fe)₂SiO₄ Форстерит Mg ₂ SiO ₄ Фаялит Fe ₂ SiO ₄	Ромбическая	6,5–7	3,3–3,5	Зеленый с желтоватым оттенком, может быть бесцветен. Черты не дает. Стекланный, в изломе жирный	Кристаллы редки, обычно зернистые агрегаты или вкрапленники зерен	Походит на диопсид, отличается спайностью, раковистым изломом; на эпидот, отличается агрегатами, спайностью	Несовершенная	Хрупкий. Красивые разновидности используются как ювелирные камни – хризолит, перидот	Магматический, в ультраосновных породах	Хромшпинелид, серпентин, пироксены, магнетит. В кимберлитах с пиропом, хромдиопсидом и др. С кварцем не встречается
Группа циркона										
ЦИРКОН ZrSiO₄ Гиацинт – прозрачный, желтого, красноватого оттенка; малакон, циртолит – разновидности, богатые радиоактивными элементами	Тетрагональная	7–8	4,6–4,7	Чаще бурый различных оттенков, может быть бесцветным, красным, зеленым, голубым, желтым. Черты не дает. Алмазный, иногда жирный	Вкрапленники кристаллов короткостолбчатого, дипирамидального облика, редко зернистые и радиально-лучистые 	Походит на рутил, отличается большей твердостью, отсутствием штриховки на гранях призмы; на касситерит, отличается по удельному весу, твердости, парагенезису; на сфен, отличается обликом кристаллов, твердостью, отсутствием отдельности	Несовершенная	Радиоактивные разновидности под действием собственных радиоактивных элементов подвергаются распаду, при этом увеличиваются в объеме, разбивают трещинками окружающие минералы, образуя ореолы ожелезнения. Малаконы и циртолиты радиоактивны. Источник циркония, гафния; гиацинт – драгоценный камень	Магматические породы кислого, среднего и щелочного состава и их пегматиты. Накапливаются в россыпях	Нефелин, эгирин, альбит, КПШ, биотит, сфен, апатит, пироклор и др.

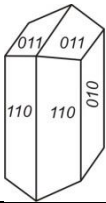
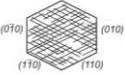

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Группа дистена										
ДИСТЕН (КИАНИТ) $Al_2(SiO_4)O$ 	Триклинная	Вдоль кристалла 4,5 поперек 6,5	3,5	Голубой, синий, сине-зеленый, серо-голубой. Черты не дает. Стекланный с перламутровым отливом на плоскости спайности	Вкрапленники удлиненно-таблитчатых, досковидных кристаллов, часты двойники, иногда сноповидые, лучистые. Кристаллы могут быть изогнутыми	Походит на берилл, отличается формой кристаллов, твердостью, спайностью	Совершенная по пинакoidу	Хрупкий. Высокоглиноземистое сырье, производство керамики, огнеупоров, иногда как драгоценный камень	Регионально-метаморфический – в гнейсах и сланцах	Мусковит, биотит, альмандин, ставролит, турмалин, альбит, кварц
Группа ставролита										
СТАВРОЛИТ $Al_4Fe[SiO_4]_2(OH)_2$ 	Ромбическая	7–7,5	3,7	Темно-коричневый, красно-бурый. Черты не дает. Стекланный, смоляной, матовый	Вкрапленники длинно- и короткопризматических, короткостолбчатых с ромбическим поперечным сечением кристаллов	Походит на турмалин, альмандин, отличается формой кристаллов, крестообразными двойниками прорастания	Средняя	Распространены прямые и косые крестообразные двойники . Используется в качестве флюса для плавки железных руд	Регионально-метаморфический	Мусковит, биотит, альмандин, дистен, силлиманит, альбит, кварц 
Группа топаза										
ТОПАЗ $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$ (Fe, Cr, Mg, газовой-жидкие включения)	Ромбическая	8,0	3,5	Бесцветный, оттенки желтого, голубого, винно-желтого, розового; окраска часто секториальная и зональная. Черты не дает. Стекланный	Призматические кристаллы с вертикальной штриховкой, перпендикулярной направлению спайности; вкрапленники кристаллов или зерен, друзы	От кварца отличается формой кристаллов, штриховкой (у кварца она поперек удлинения кристаллов), спайностью (у кварца несовершенная), удельным весом	Совершенная по пинакoidу	Драгоценный камень 	Гранитные пегматиты, высокотемпературный гидротермальный, грейзеновый	Кварц, берилл, микроклин (амазонит), мусковит, флюорит, касситерит, вольфрамит и др.
Группа сфена										
ТИТАНИТ (СФЕН) $CaTi[SiO_4]O$ 	Моноклиная	5–6	3,29–3,56	Чаще бурый, желтый, иногда зеленый, серый, черный, розовый или красный. Не дает. Жирный, близкий к алмазному или алмазный	Кристаллы в виде конвертообразных клиновидных призм, часты двойники. Вкрапленники отдельных зерен или кристаллов, лучистые	Похож на циркон, твердость ниже, другая форма кристаллов и агрегатов, отдельность	Несовершенная	Отдельность. Источник титана	Магматический	Полевые шпаты, нефелин, эгирин, апатит, циркон


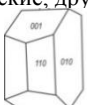
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис	
Группа гранатов											
Анрадитовый ряд – уграндиты											
УВАРОВИТ $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая	6,5–7	3,5–4,3	Изумрудно-зеленый. Не дает Стеглянный	Корки, щетки мелких кристаллов	Походит на диоптаз, отличается формой кристаллов, твердостью, парагенезисом	Несовершенная 	Драгоценный камень	Гидротермальный	Хромшпинелид, серпентин – в измененных ультраосновных породах	
ГРОССУЛЯР $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$				Бледно-зеленый, зеленовато-желтый, медово-желтый. Не дает. Стеглянный	Кристаллы изометрической формы в виде ромбодекаэдра, тетрагонтриоктаэдра. Агрегаты плотные, зернистые, друзы, щетки, обычно грани кристаллов различимы в зернистых агрегатах	Походят на везувиан, отличаются формой кристаллов; на другие гранаты, отличаются агрегатами и парагенезисом		Может наблюдаться штриховка на гранях по диагонали ромба, которая имеет в некоторых агрегатах секториальный вид Абразивный материал, полудрагоценный камень	Контактово-метасоматический (известковые скарны)	Диопсид, везувиан, волластонит, эпидот, кальцит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит, шеелит и др.	
АНДРАДИТ $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$				Красно-бурый, буровато-черный. Не дает. Стеглянный							
Альмандиновый ряд – пиральспиты											
ПИРОП $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$	Кубическая	6,5–7	3,5–4,3	Темно-красный, розово-красный, красновато-черный. Не дает. Стеглянный	Кристаллы изометрической формы в виде ромбодекаэдра, тетрагонтриоктаэдра. Агрегаты чаще в виде крапленников отдельных кристаллов	Походит на альмандин, спессартин, отличается парагенезисом	Несовершенная	Абразивные материалы, используются как полудрагоценные камни	Магматические ультраосновные породы – кимберлиты; в россыпях	Оливин, хромдиопсид, энстатит, алмаз <u>С кварцем не встречается</u>	
АЛЬМАНДИН $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$				Красный, красно-бурый, черный. Не дает. Стеглянный		Походит на пироп, спессартин, отличается парагенезисом				Регионально-метаморфический, в россыпях	Мусковит, кварц, биотит, дистен, ПШ, роговая обманка и др., <u>встречается в кристаллических сланцах</u>
СПЕССАРТИН $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$				Оранжевый, желтовато-красный, бурый. Не дает. Стеглянный		Походит на пироп, альмандин, отличается парагенезисом				Преимущественно редкометаллические <u>гранитные пегматиты</u>	ПШ, кварц, мусковит, турмалин

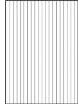
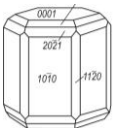
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Группа эпидота										
ЭПИДОТ $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{Fe},\text{Al})_2$ $[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]$ (O,OH) (Cu, Mg, Mn)	Моноклиная	6–6,5	3,4	Чаще зеленый, фисташковый, может быть желтым, серым, бурым, фиолетовым, черным. Не дает. Стекланный	Кристаллы призматического облика. Зернистые, вкрапленные, плотные, друзы, параллельно шестоватые, лучистые и радиально-лучистые	Походит на турмалин, везувиан, отличается формой кристаллов и спайностью; на диопсид, отличается спайностью, штриховкой, цветом	Совершенная	Штриховка, параллельная удлинению.  Породообразующий минерал	Гидротермальный, регионально-метаморфический, контактово-метасоматический	Актинолит, хлорит, альбит, кальцит, кварц, андрадит, гроссуляр, сульфиды
Класс силикатов, подкласс кольцевых силикатов										
Группа берилла										
БЕРИЛЛ $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ (Na, Mn, Cr, Fe, Cs, Li, H ₂ O) 	Гексагональная	7,5–8	2,6	Зеленый, голубой, бесцветный, белый, желтый, изумрудно-зеленый, розовый. Не дает. Стекланный	Кристаллы столбчатые, призматические, на гранях штриховка, скульптуры роста и растворения. Вкрапленники, зернистые, лучистые, шестоватые, друзы, параллельные сrostки кристаллов	Походит на апатит, отличается твердостью, парагенезисом; на кварц, отличается штриховкой, формой кристаллов; на дистен, отличается формой кристаллов, твердостью, спайностью	Несовершенная	Источник бериллия, драгоценный камень. Изумруд – ярко-зеленый, аквамарин – нежно голубой, гелиодор – желтый, воробьевит – розовый	Пегматитовый, грейзеновый, высокотемпературный гидротермальный	Кварц , турмалин, мусковит, ПШ, топаз, сподумен, флюорит, арсенипирит, вольфрамит, молибденит
Группа турмалина										
ТУРМАЛИН сложный боросиликат Na, Fe, Al, Mg, Li 	Тригональная	7–7,5	3	Черный, розовый, бурый, зеленый, синий, полихромный. Черный турмалин иногда дает голубоватую черту. Стекланный, в изломе смоляной	Кристаллы призматического облика с треугольным поперечным сечением . Вкрапленные шестоватые, игольчатые, столбчатые кристаллы, радиально-лучистые	Походит на роговую обманку и эгирин, отличается высокой твердостью, отсутствием спайности и сферическим треугольником в поперечном сечении призмы	Несовершенная	Пьезоэлектрик, драгоценный камень. Шерл – черный, рубеллит – розовый, дравит – бурый, верделит – зеленый, индиголит – синий, турмалиновое солнце – радиально-лучистый	Пегматитовый, грейзеновый, высокотемпературный гидротермальный	Кварц, мусковит, ПШ, топаз, сподумен, флюорит, хлорит и др.



Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Класс силикатов, подкласс цепочечных силикатов – группа пироксенов										
ДИОПСИД $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ 	Моноклиная	5,5–6	3,3	Грязно-зеленый, редко бесцветный, изумрудно-зеленый (хромдиопсид), голубой (виолан). Черты не дает. Стекланный	Кристаллы коротко-столбчатого облика Агрегаты зернистые, вкрапленные, иногда друзы 	Походит на эпидот, отличается меньшей твердостью, наличием штриховики поперек удлинения кристалла (у эпидота – вдоль)	Средняя, ступенчатый	Отдельность , раскалывается поперек удлинения кристаллов с образованием ровных табличек. Породообразующий минерал	Магматический, контактово-метасоматический	Волластонит, актинолит, андрадит, гроссуляр, кальцит, флогопит, апатит, пирит, халькопирит, пирротин
ЭГИРИН $\text{NaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ 	Моноклиная	5,5–6	3,5	Черный, зеленовато-черный. Слегка зеленоватая черта. Стекланный	Кристаллы длинно-призматические уплощенные или игольчатые, радиально-лучистые, звездчатые агрегаты. Поперечный срез кристалла – 	Походит на турмалин, отличается меньшей твердостью, спайностью, парагенезисом с нефелином (турмалин часто с кварцем); на роговую обманку, отличается наличием отдельности	Средняя	Хрупкий, отдельность , раскалывается поперек удлинения кристаллов с образованием ровных табличек. Породообразующий минерал	Магматический, щелочные породы и их пегматиты	С кварцем не встречается! Нефелин , полевые шпаты, сфен, апатит, ильменит, эвдиалит и др.
ЭНСТАТИТ $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$ Гиперстен, бронзит – железистые, буровато-зеленые разновидности с металлоидным блеском	Ромбическая	5,5–6	3,43–3,6	Серовато-белый, зеленоватый, зеленовато-бурый. Белая, у темных разновидностей – светло-зеленая. Стекланный, может быть с перламутровым или шелковистым отливом, металлоидный	В кристаллах редок. Таблитчато-зернистые агрегаты, вкрапленники	Походит на диопсид, отличается блеском и парагенезисом (энстатит с талком или серпентином), с уверенностью диагностируется в шлифах	Средняя, наблюдается отдельность	Отдельность , раскалывается поперек удлинения кристаллов с образованием ровных табличек. Породообразующий минерал	Магматический, ультраосновные, основные породы	С кварцем не встречается! Тальк, серпентин, оливин, плагиоклаз, магнетит
СПОДУМЕН $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	Моноклиная	6,5–7	3,1	Белый, розоватый, иногда зеленоватый. Черты не дает. Стекланный с перламутровым отливом	Кристаллы призматического, досковидного, таблитчатого облика, штриховка по удлинению кристаллов. Вкрапленники досковидных, нередко крупных кристаллов, плотные	Походит на энстатит, отличается твердостью и парагенезисом с кварцем	Совершенная по призме, отдельность	Отдельность. При выветривании покрывается мучнистым налетом, твердость падает. Источник лития, драгоценный камень (кунцит – розовый, гедденит – зеленый)	Гранитные пегматиты	Кварц, микроклин, альбит (клевеландит), рубеллит, лепидолит, мусковит, псиломелан

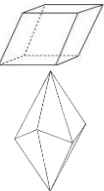
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Группа пироксеноидов										
ВОЛЛАСТОНИТ $\text{Ca}[\text{SiO}_3]$ (досчатый шпат)	Триклинная	4,5–5	2,9	Белый, с сероватым или желтоватым оттенком. Белая. Стекланный, на плоскостях спайности иногда с перламутровым отливом	Кристаллы шестоватые, досковидные. Агрегаты лучистые, радиально-лучистые, волокнистые, досчатые, плотные	Походит на тремолит, отличается парагенезисом (тремолит часто покрывается тальком)	Совершенная, неровный до занозистого	Возможна реакция с HCl, т. к. в межзерновом пространстве присутствует кальцит. Производство керамики	Контактово-метасоматический – типичный минерал скарнов	Андрадит, гроссуляр, диопсид, кальцит, эпидот, пирит, халькозин, халькопирит, сам. золото и др.
РОДОНИТ (орлец) $\text{CaMn}_4[\text{Si}_5\text{O}_{15}]$	Триклинная	5–5,5	3,5	Розовый, красный, коричневый с прожилками, налетами, дендритами гидроксидов марганца (псиломелана) черного цвета. Белая. Стекланный	В кристаллах редок. Плотные, зернистые, номинеральные скопления	Походит на другие минералы розового цвета, отличается парагенезисом с псиломеланом; на родохрозит, отличается твердостью, спайностью	Совершенная, не просматривается	Спайность визуально в плотных агрегатах не просматривается. Всегда с призмами черного псиломелана. Поделочный камень	Регионально-метаморфический, контактово-метасоматический, гидротермальный	Псиломелан, пиролюзит, родохрозит
Класс силикатов, подкласс ленточных – группа амфиболов										
ТРЕМОЛИТ $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$	Моноклиная	5,5–6	3,0	Белый или желтоватые, сероватые оттенки. Черты практически не дает, белая. Стекланный	Кристаллы длинно-призматического, игольчатого, волосовидного облика, лучистые, шестоватые, волокнистые, плотные (нефрит) агрегаты	Походит на волластонит, отличается присутствием талька на поверхности	Совершенная, занозистый	Часто покрывается тальком, становится жирным на ощупь, твердость при этом падает, хрупкий. Породообразующий минерал. Нефрит – ювелирный камень	Гидротермальный	Тальк, доломит, кальцит, пирит, халькопирит
АКТИНОЛИТ $\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}_2)_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2[\text{OH}]_2$ (лучистый камень)	Моноклиная	5,5–6	3,2	Бутылочно-зеленый разных оттенков: от светлых зеленовато-серых до темно-зеленых почти черных тонов. Черты практически не дает, белая. Стекланный	Кристаллы длинно-призматического, игольчатого, волосовидного облика, лучистые, шестоватые, волокнистые, плотные (нефрит) агрегаты	Походит на диопсид, отличается лучистыми агрегатами	Совершенная	Хрупкий, твердость часто кажется ниже. Породообразующий минерал. Нефрит – ювелирный камень	Гидротермальный	Кальцит, кварц, тальк, хлорит, диопсид, эпидот, пирит, халькопирит

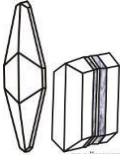
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
РОГОВАЯ ОБМАНКА 	Моноклиная	5,5-6	3,2	Черный, зеленый, бурый, темно-зеленый. Белая, иногда бледно-зеленая черта. Стекланный	Вытянутые призматические или игольчатые кристаллы. Агрегаты вкрапленные, зернистые, иногда друзы	От эгирина отличается характером спайности, отсутствием отдельности, парагенезисом; от турмалина – меньшей твердостью и спайностью, формой поперечного сечения	Совершенная	Форма поперечного сечения в виде притупленного ромба  Породообразующий минерал	Все эндогенные процессы	Полевые шпаты, кварц, слюды, сфен, апатит, эпидот, гранаты, дистен, ставролит, кальцит и др.
Класс силикатов, подкласс слоистых										
СЕРПЕНТИН $Mg_6[Si_4O_{10}][OH]_8$ (змеевик)	Моноклиная	2,5-3	2,5	Зеленый до черного с неравномерной и пятнистой окраской, иногда желтый, серый. Черты не дает. Стекланный, жирный	Кристаллов не образует. Агрегаты плотные, часто смятые, со следами скольжения, с прожилками хризотил-асбеста	Походит на хлорит, отличается плотными агрегатами, отсутствием спайности. Часто с прожилками параллельно-волоконистых агрегатов хризотил-асбеста	Несовершенная	Может обладать магнитными свойствами за счет присутствия магнетита или хромита, слегка жирноватый или мыльный на ощупь. Породообразующий минерал. Огнеупорный и поделочный камень	Гидротермальный Вторичный минерал по оливину, энстатиту	Оливин, энстатит, пироп, магнетит, хромит <u>С кварцем не встречается!</u>
Группа талька										
ТАЛЬК $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$	Моноклиная	1, в плотных выше	2,8	Белый, бледно-зеленый или белый с желтоватым, зеленоватым оттенком. Белая. Стекланный с перламутровым отливом, в плотных агрегатах жирный	Редко в таблитчатых кристаллах. Обычно плотные массы, листоватые, чешуйчатые	Походит на глинистые минералы, отличается жирностью, не размокает от воды	Весьма совершенная	Жирен на ощупь, листочки гибкие, но не упругие. В плотных агрегатах твердость выше. В косметической, резиновой и др. промышленности	Гидротермальный	Магнезит, доломит, энстатит, тремолит, магнетит и др. <u>С кварцем не встречается!</u>
Группа слюд										
МУСКОВИТ $KAl_2[AlSi_3O_{10}][F,OH]_2$ 	Моноклиная	2-3	2,7	В тонких листочках бесцветен, чаще с желтоватым, сероватым оттенком Черты не дает. Стекланный с перламутровым отливом	Кристаллы пластинчатого, таблитчатого облика. Агрегаты чешуйчатые, вкрапленные, друзы	Походит на другие слюды, отличается цветом. Разновидности: фуксит – ярко-зеленый; серицит – плотный или чешуйчатый агрегат	Весьма совершенная	Листочки гибкие и упругие. Породообразующий минерал. Электроизолятор – не проводит ток	Во всех эндогенных процессах	Полевые шпаты, кварц, биотит, топаз, гранаты, берилл, турмалин, сподумен, роговая обманка, дистен, ставролит и др.



Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
ЛЕПИДОЛИТ $K(Li,Al)_3[AlSi_3O_{10}](F,OH)_2$ 	Моноклиная	2–3	2,7	Розовый, бледно-фиолетовый, сиреневый, иногда персиково-красный. Черты не дает. Стекланный с перламутровым отливом	Кристаллы пластинчатого, таблитчатого облика. Листовато-пластинчатые, чешуйчатые, скорлуповатые агрегаты	Походит на другие слюды, отличается цветом и парагенезисом со сподуменом	Весьма совершенная	Листочки гибкие и упругие Источник лития, используется в черной металлургии, фотографии, рентгенографии, медицине	Только в гранитных литиевых пегматитах	Сподумен, микроклин, альбит (часто клевеландит), рубеллит, псиломелан и др.
БИОТИТ $K(Mg,Fe)_3[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$	Моноклиная	2–3	2,7	Черный с оттенками, в тонких листочках прозрачен. Черты не дает. Стекланный с перламутровым отливом	Кристаллы пластинчатого, таблитчатого облика. Листовато-пластинчатые, чешуйчатые, друзы, скорлуповатые агрегаты	Походит на другие слюды, отличается цветом; на флогопит, отличается парагенезисом	Весьма совершенная	Листочки гибкие и упругие. Породообразующий минерал; электроизолятор – не проводит ток	Во всех эндогенных процессах	Полевые шпаты, кварц, мусковит, топаз, гранаты, берилл, турмалин, роговая обманка, дистен и др.
ФЛОГОПИТ $KMg_3[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$	Моноклиная	2–3	2,7	Черный с оттенками, в тонких листочках бесцветный. Черты не дает. Стекланный с перламутровым отливом	Кристаллы пластинчатого, таблитчатого облика. Агрегаты чешуйчатые, вкрапленные, друзы	Походит на другие слюды, отличается цветом; на биотит, отличается парагенезисом	Весьма совершенная	Листочки гибкие и упругие. Породообразующий минерал; электроизолятор – не проводит ток	Контактово-метасоматический	Кальцит, диопсид, апатит, шпинель, оливин
Группа хлорита										
ХЛОРИТ $(Mg,Fe,Al)_{4-6}[(Al,Si)_4O_{10}](OH)_8$	Моноклиная	2–3	3,0	Зеленый разных оттенков. Белая. Стекланный, на плоскостях спайности перламутровый	Кристаллы пластинчатого, облика. Листовато-пластинчатые, тонкочешуйчатые агрегаты, друзы	Походит на слюды, отличается зеленым цветом, слегка жирноватый на ощупь; от серпентина – агрегатами, спайностью	Совершенная	Листочки гибкие, но не упругие, жирный. Породообразующий минерал, образует зеленые сланцы. Для придания блеска в производстве бумаги	Гидротермальный	Кварц, полевые шпаты, гранаты, турмалин, эпидот, тальк, серпентин, биотит, роговая обманка, пироксены и др.
Класс силикатов, подкласс каркасных силикатов										
ГРУППА ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ										
Подгруппа калиевых полевых шпатов										
КПШ – ОРТОКЛАЗ МИКРОКЛИН $K[AlSi_3O_8]$ Амазонит – зеленый микроклин	Моноклиная, триклиная	6	2,6	Желтый, красный, зеленый – амазонит, иногда обладает иризацией (лунный камень). Черты не дает. Стекланный	Кристаллы призматические, пластинчатые. Агрегаты зернистые, вкрапленные, крупнокристаллические, друзы 	Походят на альбит, отличаются цветом, отсутствием штриховки на крупных кристаллах. Между собой отличаются окраской и генезисом. Микроклин всегда имеет более яркую окраску	Совершенная	Породообразующий минерал. Изготовление керамики. Амазонит – иногда как поделочный камень	Во всех эндогенных процессах. Микроклин чаще встречается в пегматитах и гидротермальных процессах	Кварц, альбит, роговая обманка, турмалин, гранаты, биотит, мусковит, нефелин, эгирин, сфен, циркон, апатит и др. Микроклин чаще встречается с турмалином, спессартином, бериллом.

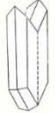
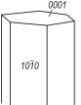
Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Подгруппа кальцево-натриевых полевых шпатов – ПЛАГИОКЛАЗЫ										
АЛЬБИТ $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ Клевеландит – пластинчатая разновидность	Триклинная	6–6,5	2,6	Белый, серовато-белый, голубоватый. Черты не дает. Стекланный	Редкие кристаллы таблитчатого или таблитчато-призматического облика с тонкой штриховкой. Агрегаты зернистые, сахароводные, вкрапленные, друзы	Походит на ортоклаз, микроклин, отличается цветом, тонкой штриховкой, видимой на крупных зернах 	Совершенная	Породообразующий минерал. Изготовление керамики	Во всех эндогенных процессах	Кварц, ортоклаз или микроклин, турмалин, гранаты, роговая обманка, биотит, мусковит и др. Нефелин, эгирин, сфен, циркон и др.
ЛАБРАДОП $(\text{Na,Ca})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$	Триклинная	6–6,5	2,6	Черный или темно-серый с <u>пятнами синей или сине-зеленой иризации.</u> Черты не дает. Стекланный	Агрегаты кристаллически-зернистые с тонкой штриховкой	Походит на другие полевые шпаты, отличается цветом, иризацией, тонкой штриховкой на крупных агрегатах	Совершенная	Породообразующий минерал. Изготовление керамики, облицовочный камень	Магматический	<u>С кварцем не встречается!</u> Обычно мономинеральный
Группа фельдшпатовидов										
НЕФЕЛИН $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ 	Гексагональная	5–6	2,6	Серовато-белый, серый с желтоватым, буроватым, красноватым, зеленоватым оттенками; окраска часто не равномерная. Черты не дает. Стекланный, жирный	Редкие кристаллы призматического облика с гексагональным поперечным сечением. Сплошные массы, вкрапленные зерна неправильной формы	Походит на кварц, отличается твердостью, парагенезисом, в процессе выветривания покрывается мучнистым налетом	Несовершенная	Породообразующий минерал. Руда алюминия	Магматический, в щелочных породах и их пегматитах	<u>С кварцем не встречается!</u> Альбит, эгирин, микроклин, сфен, циркон, эвдиалит, ильменит канкринит, содалит и др.
СОДАЛИТ $\text{Na}_8[\text{AlSi}_4\text{O}_{16}]\text{Cl}_2$	Кубическая	5,5–6	2,2	<u>Голубой, синий, серый, бесцветный.</u> Черты не дает. Стекланный, жирный	В кристаллах редок. Обычно в виде синих пятен-вкрапленников, в щелочной ассоциации, зернистые, сплошные	Походит на лазурит, отличается парагенезисом		Применения не имеет	Магматический, в щелочных горных породах и их пегматитах	<u>С кварцем не встречается!</u> Вторичный минерал по нефелину; ПШ, ильменит, эгирин, канкринит, эвдиалит
ЛАЗУРИТ $\text{Na}_6\text{Ca}[\text{AlSi}_4\text{O}_{16}](\text{SO}_4, \text{S})$	Кубическая	5,5	2,4	Лазуревосиний, голубой, фиолетовый. Черты не дает. Стекланный, жирный	В кристаллах редок. Вкрапленники зерен, плотные	Походит на содалит, отличается парагенезисом		Поделочный камень, изготовление минеральной краски	Контактово-метасоматический	Кальцит, доломит, пирит, флогопит, диопсид, скаполит

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Группа цеолитов										
ЦЕОЛИТЫ – водные алюмосиликаты Na и Ca (десмин (стильбит), гейландит, натролит)	Ромбическая или моноклиная	3,5–5,5	Около 2	Белые с желтоватым или красноватым оттенком. Белая. Стекланный с перламутровым отливом на плоскости спайности	Игольчатые, радиально-лучистые, корки, сноповидные и сферолитовые, листоватые массы с параллельным срастанием пластинок, лучистые, в виде секретий	Походят на тремолит, отличаются агрегатами, парагенезисом 	Совершенная	Используются как сорбенты для очистки воды, в фармацевтике, при транспортировке нефти и газа и др., как минеральные добавки к корму животных	Гидротермальный, образуется в пустотах и трещинах основных (базальты) вулканических пород	Обычно мономинеральные Кальцит, халцедон
Класс вольфрамов										
ВОЛЬФРАМИТ (Fe,Mn)WO₄ (твердый раствор ферберита FeWO ₄ и гюбнерита MnWO ₄)	Моноклиная	4,5–5,5	7–7,5	Черный, буровато-черный, красновато-бурый (гюбнерит). Бурая. Полуметаллический, на плоскостях спайности – до алмазного	Вкрапленники уплощенно-призматических кристаллов или зерен, друзы. На гранях иногда заметна вертикальная штриховка	Походит на сфалерит, отличается формой кристаллов и агрегатов, уд. весом, твердостью, сфалерит реагирует с HCl с выделением сероводорода; от гематита – совершенной спайностью, чертой; от ильменита – спайностью, отсутствием магнитных свойств, парагенезисом	Совершенная	Ферберит, вольфрамит и гюбнерит связаны постепенными переходами. Руда вольфрама	1. Гидротермальный. 2. Пегматитовый	1. Кварц, пирит, арсенопирит, сфалерит, касситерит. 2. Кварц, топаз, мусковит, молибденит, турмалин, ПШ, апатит, флюорит, шеелит Гюбнерит, кроме того, встречается с родохритом
ШЕЕЛИТ CaWO₄ 	Тетрагональная	4,5–5	6,0	Белый, серый, желтоватый, буроватый. При выветривании или под действием HCl покрывается желтой пленкой и обрастает кальцитом. Белая. Стекланный, жирный	Кристаллы бипирамидального облика. Вкрапленники зерен, зернистые, иногда друзы	Походит на кварц, отличается меньшей твердостью и высоким уд. весом; на кальцит, отличается спайностью, уд. весом, твердостью, отсутствием реакции с HCl.	Ясная; неровный, хрупкий	Люминисцирует в ультрафиолетовом свете голубым или желтоватым цветом. Часто шеелит по краю зерна обрастает кальцитом и будет реагировать с первой каплей HCl, со второй каплей реакция у шеелита не возобновляется. Руда вольфрама	1. Контактнометасоматический в известковых скарнах 2. Гидротермальный в кварцевых или кварц-ПШ жилах.	1. В гранатовом скарне шеелит образует зерна округлой формы; с кварцем, пиритом, кальцитом, халькопиритом, магнетитом, эпидотом 2. Кварц, ПШ, молибденит, вольфрамит, слюды, флюорит

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Класс карбонатов										
Группа кальцита										
КАЛЬЦИТ CaCO_3 (известковый шпат) 	Тригональная	3	2,6-2,8	Часто белый, может быть окрашен в различные цвета, бесцветный.	Кристаллы имеют облик призм, ромбоэдров, скаленоэдров, табличек.	Походит на другие минералы группы кальцита, отличается бурной реакцией с HCl. От арагонита отличается обликом кристаллов, совершенной спайностью по ромбоэдру	Совершенная по ромбоэдру	Легко растворяется в HCl, даже на холоде, с шипением. Строительный материал, химическая промышленность, оптика, металлургия	Гидротермальный, осадочный в морских бассейнах	Сульфиды, самородная сера, гематит, магнетит, гранаты (андрадит, гроссуляр), апатит, кварц, гипс, смитсонит, малахит, азурит, медь, диопсид, волластонит, флогопит и др.
				Белая. Стекланный, в плотных массах матовый	Друзы, зернистые, плотные, землистые, натечные, оолитовые					
				Разновидности: исландский шпат – прозрачная разновидность; мраморный оникс – натечный концентрически-зональный агрегат; мрамор – зернистый, мономинеральный, плотный агрегат; мел – рыхлый, землистый агрегат						
МАГНЕЗИТ MgCO_3 (магнезиальный шпат)	Тригональная	4-4,5	2,9-3,1	Белый с сероватым, желтоватым оттенком, иногда снежно-белый. Мономинеральные агрегаты часто имеют серо-белую, пеструю окраску.	Кристаллы аналогичны кальциту, обычно ромбоэдры. Чаще зернистые агрегаты различной крупности зерна	Походит на другие минералы группы кальцита, отличается отсутствием реакции с холодной HCl.	Совершенная по ромбоэдру	Растворяется в горячих кислотах, капля HCl на холоде не вскипает. Огнеупорное производство	Гидротермальный, осадочный	Часто мономинеральный. Опал, серпентин, доломит
ДОЛОМИТ $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$	Тригональная	3,5-4	2,8	Белый, желтоватый. Белая. Стекланный, в плотных массах матовый	Кристаллы ромбоэдрического облика. Седловидные (изогнутые), зернистые, пористые, почко- и шаровидные агрегаты	Походит на другие минералы группы кальцита, отличается реакцией с HCl в порошке	Совершенная по ромбоэдру	Растворяется в HCl без шипения в порошке. Строительный материал, химическая промышленность, оптика, металлургия	Гидротермальный, осадочный в морских бассейнах	Магнезит, кальцит, кварц, сульфиды, гипс, ангидрит

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
СИДЕРИТ FeCO₃ (железный шпат) Сферосидерит – оолитовый агрегат	Тригональная	3,5–4,5	3,9	Как правило, покрывается пленкой лимонита, поэтому цвет желтовато-бурый. Белая. Стекланный, в плотных массах матовый	Кристаллы аналогичны кальциту. Зернистые агрегаты, шаровидные конкреции с радиально-лучистым, скрыто-кристаллическим строением, землистые массы, натечные формы (сферосидерит)	Походит на другие минералы группы кальцита, отличается отсутствием реакции с холодной HCl	Совершенная по ромбоэдру	При выветривании легко окисляется и замещается лимонитом. Растворяется в горячих кислотах, капля HCl на холоде не вскипает. Руда железа	Гидротермальный, осадочный	Часто мономинеральный. Иногда с пиритом, халькопиритом
РОДОХРОЗИТ MnCO₃ (марганцевый шпат)	Тригональная	3,5–4,5	3,6	Розовый или малиновый, с черными примазками псиломелана при выветривании. Белая. Стекланный, в плотных массах матовый	В кристаллах встречается редко. Зернистые агрегаты, радиально-лучистые шарообразные или почковидные агрегаты	От других карбонатов группы кальцита отличается розовой окраской и черными или темно-бурыми пленками вторичных минералов марганца	Совершенная по ромбоэдру	Растворяется в горячих кислотах, капля HCl на холоде не вскипает. Руда марганца	Осадочный, гидротермальный	В осадочных условиях мономинеральный с примазками псиломелана. В гидротермальных с пиритом, халькопиритом, вольфрамитом (гюбнеритом)
Группа арагонита										
АРАГОНИТ CaCO₃ 	Ромбическая	3,5–4	3,0	Белый, желтовато-белый, отдельные кристаллы прозрачны и бесцветны. Белая. Стекланный, в плотных массах матовый	Кристаллы призматического, игольчатого облика образует редко. Агрегаты шестоватые, радиально-лучистые, звездчатые, корки, оолиты, входит в состав жемчуга	Походит на кальцит, отличается несовершенной спайностью, обликом кристаллов	Несовершенная	Легко растворяется в HCl даже на холоде, с шипением. Железные цветы – натечные в виде спутанных ветвей. Гороховый или икряной камень – сцементированный оолитовый агрегат	Гидротермальный, экзогенный – в коре выветривания, в зоне окисления сульфидных месторождений	Часто мономинеральный
Группа малахита										
МАЛАХИТ Cu₂[CO₃]₂(OH)₂ (медная зелень)	Моноклиная	3,5–4	4,0	Зеленый, бледно-зеленый. Зеленая. Стекланный, у волокнистых разностей шелковистый, в плотных массах матовый	В кристаллах редок. Обычно примазки, налеты, рубашки на минералах, натечные агрегаты с радиально-волокнистым и почковидные с концентрически-зональным строением	От похожих минералов (например, хризоколла) отличается реакцией с HCl	Совершенная, практически не наблюдается	Растворяется в HCl на холоде с шипением. Руда меди, поделочный камень, производство красок	Экзогенный, в зоне окисления медно-сульфидных месторождений	Встречается с минералами меди: сам. медь, куприт, халькопирит, халькозин, блеклая руда, борнит, и др., азурит, кальцит, кварц

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
АЗУРИТ $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2[\text{OH}]_2$ (медная лазурь)	Моноклиная	3,5–4	3,8	Темно-синий, в землистых массах голубой. Голубая. Стекланный, в плотных массах матовый	В призматических и таблитчатых кристаллах. Друзы, зернистые, налеты, землистые	Походит на лазурит, отличается твердостью, парагенезисом. Лазурит реагирует с HCl с выделением неприятного запаха сероводорода	Совершенная, практически не наблюдается	Растворяется в HCl на холоде с шипением. Производство красок	Экзогенный, в зоне окисления медно-сульфидных месторождений	Встречается с минералами меди: сам. медь, куприт, халькопирит, халькозин, блеклая руда, борнит и др., малахит, кальцит, кварц
Класс сульфатов										
Группа барита										
БАРИТ BaSO_4 (тяжелый шпат)	Ромбическая	3–3,5	4,5	Бесцветный, белый, голубоватый; за счет примесей может быть серый, красный, желтый, бурый. Белая. Стекланный	Кристаллы таблитчатые, пластинчатые. Друзы пластинчатых кристаллов, зернистые. Вкрапленники зерен прямоугольной формы 	Походит на флюорит, карбонаты, отличается высоким удельным весом и характером спайности, нерастворимостью; от целестина отличается парагенезисом	Совершенная	Тяжелый. Химическая промышленность, резиновое и бумажное производство, при бурении скважин	1. Гидротермальный, осадочный 2. Осадочный	1. В гидротермальных процессах мономинеральный и с гематитом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом, киноварью, и др. 2. Гетит, лимонит, псиломелан, манганит, пиролюзит
ЦЕЛЕСТИН SrSO_4	Ромбическая	4	3,9–4,0	Бесцветный, белый, голубоватый, водяно-прозрачный. Белая. Стекланный	Кристаллы таблитчатые, пластинчатые. Друзы пластинчатых кристаллов, зернистые. Вкрапления зерен линзовидной формы 	Походит на флюорит, карбонаты, отличается высоким удельным весом и характером спайности, нерастворимостью; от барита – парагенезисом, агрегатами	Совершенная	Вкрапленники призматически-зернистых агрегатов. Состоят из линзовидных зерен, у барита они прямоугольные. Руда стронция	Осадочный	Гипс, самородная сера, иногда карбонаты. Чаще встречается с глинистыми минералами (каолинит)
АНГИДРИТ CaSO_4	Ромбическая	3–3,5	3,0	Белый, голубоватый, красноватый. Белая. Стекланный	Кристаллы не встречаются. Агрегаты зернистые мономинеральные со ступенчатым изломом	Походит на барит и целестин, отличается меньшим удельным весом, характером спайности	Совершенная, ступенчатый излом	У ангидрита выколки по спайности имеют кубическую форму и образуют ступенчатый излом. На поверхности ангидрита часто присутствует гипс. Цементное сырье	Экзогенный – химические осадки вместе с гипсом	Часто на поверхности ангидрита присутствует гипс

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
Группа гипса										
ГИПС $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Двойник гипса – «ласточкин хвост»	Моноклиная	1,5–2	2,3	Водно-прозрачный, белый, серый, медово-желтый, красный, бурый и черный. Белая. Стеклянный, на плоскостях спайности с перламутровым отливом	Кристаллы призматического или табличчатого облика. Друзы, плотные, зернистые агрегаты, выколки по спайности, параллельно-волоконистые с шелковистым отливом	Походит на карбонаты, отличается низкой твердостью, характером спайности, нерастворимостью в HCl; от ангидрита – твердостью, характером спайности	Весьма совершенная	Мягкий, царапается ногтем, образует двойники «ласточкин хвост». Медицина, строительство, производство цемента, селенит волокнистый с шелковистым отливом – поделочный камень	1. Экзогенный – химические осадки вместе с ангидритом. 2. В зонах окисления сульфидных месторождений	1. Ангидрит 2. Пирит, халькопирит, галенит, сам. сера
Класс фосфатов										
АПАТИТ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ 	Гексагональная	5	3,2	Чаще всего <u>бледно-зеленый до изумрудно-зеленого</u> , может быть голубой, бесцветный, белый, желтый, бурый, фиолетовый. Белая. Стеклянный	Вкрапленники кристаллов в форме 6-гранных призм. Зернистые агрегаты, вкрапленники зерен или кристаллов, плотные, землистые массы, конкреции	Походит на берилл по форме кристаллов и цвету, отличается твердостью и парагенезисом.	Несовершенная	В магматических процессах часто сахаровидный в щелочной ассоциации. В метасоматитах с кальцитом, диопсидом, флогопитом. Химическая промышленность, фосфорное удобрение	Во всех геологических процессах. Эндогенный и экзогенный. В экзогенных условиях входит в состав фосфоритовых конкреций	В магматических породах: нефелин, эгирин, ПШ, сфен, циркон, ильменит, эвдиалит. В метасоматитах: кальцит, диопсид, флогопит
Группа водных фосфатов и арсенатов железа, кобальта, никеля										
ВИВИАНИТ $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Моноклиная	1–2	3	Синий, голубой, покрывается пленками лимонита в процессе окисления. Голубая. Стеклянный, в землистых агрегатах матовый	В кристаллах пластинчатого, игольчатого, волосистого облика. Агрегаты <u>радиально-лучистые, звездчатые</u> , землистые, налеты	Похожих минералов нет. Землистые агрегаты называются « синей железной землей »	Совершенная, не просматривается	В не окисленном состоянии окраска бесцветна, но на воздухе быстро становится синей или голубой. Производство синей краски	Экзогенный. Железорудные месторождения, богатые фосфором; торфяники	Сидерит, лимонит

Название, формула	Сингония	Твердость	Удельный вес	Цвет, черта, блеск	Агрегаты	Диагностика	Спайность, излом	Особые свойства, применение	Генезис	Парагенезис
ЭРИТРИН $\text{Ca}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Моноклиная	до 1	3,0	Розовый, малиновый, красный. Белая. Стекланный, в землистых агрегатах матовый	В кристаллах призматического, пластинчатого облика встречаются редко. Обычно землистые, налеты, иногда радиально-лучистые, звездчатые агрегаты	Похожих минералов нет. Характерно нахождение с минералами кобальта	Спайность отсутствует, просматривается визуально	Землистые агрегаты (налеты) называются кобальтовыми цветами	Экзогенный, зона окисления сульфидов кобальта	Смальтин, кобальтин, кальцит, кварц
АННАБЕРГИТ $\text{Ni}_3[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	Моноклиная	2,5–3, в землистых	3,0	Яблочно-зеленый. Белая. Стекланный, в землистых агрегатах матовый	В кристаллах призматического, пластинчатого облика встречаются редко. Обычно землистые агрегаты и налеты	Походит на малахит, отличается парагенезисом, отсутствием реакции с HCl. Характерно нахождение с минералами никеля	Совершенная, не просматривается визуально		Экзогенный, зона окисления сульфидов никеля	Никелин, смальтин, кобальтин, кальцит, кварц
Группа бирюзы										
БИРЮЗА $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Триклиная	5–6	2,6–2,8	Небесно-голубой, яблочно-зеленый, зеленовато-серый. Белая. Блеск восковой	В кристаллах редок. Мономинеральные сплошные массы, натечные агрегаты, прожилки в осадочных породах, псевдоморфозы по костям и зубам животных называются « костяной бирюзой » – одонтолит	Походит на хризоколлу, малахит, азурит, отличается большей твердостью, парагенезисом; от малахита и азурита – еще и отсутствием реакции с HCl	Совершенная, не просматривается визуально; излом раковистый	Минерал хрупкий. Драгоценный камень	Экзогенный, в условиях сухого климата, в результате воздействия поверхностных Si-содержащих вод на глиноземистые породы	Лимонит, халцедон, каолинит. Сами прожилки бирюзы обычно мономинеральны

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Наука, изучающая горные породы, называется *петрографией*. Петрография изучает минеральный состав, строение, условия залегания, происхождение, распространение горных пород. Эти знания позволяют геологу предположить возможные полезные ископаемые, связанные с определенными горными породами. *Горная порода* – это геологическое тело, сложенное минеральными агрегатами, возникающими в результате законченных геологических процессов. Горные породы могут быть мономинеральными или полиминеральными. *Мономинеральными* называются породы, которые состоят из одного минерала, *полиминеральными* – породы, состоящие из двух, трех и более минералов.

По своему происхождению все горные породы разделяются на три типа: *магматические, осадочные и метаморфические*.

Магматические породы образовались в результате отвердевания расплавленно-жидкой магмы, которая или вылилась на поверхность в виде потоков лавы, или остановилась на некоторых глубинах и застыла. Породы, вылившиеся на поверхность, называются *вулканическими*, или *эффузивными*, а породы, которые застыли на глубине, – *плутоническими*, или *интрузивными*. В таких породах не может наблюдаться слоистость, а по своему строению они могут быть зернистыми или плотными, а иногда стекловатыми.

Осадочные породы – это породы, образовавшиеся вследствие разрушения любых горных пород под воздействием внешних факторов, которые возникают на поверхности или вблизи поверхности Земли (колебания температуры, геологической деятельности ветра, деятельности водных потоков и т. д.), а также породы, образованные из продуктов жизнедеятельности организмов. Осадочные породы часто отличаются слоистостью, в них могут присутствовать окаменелости или отпечатки растений. По способу образования осадочные породы разделяются на механические осадки, например песок или галечник, химические, например соль, и органогенные, например известняк или мел.

Метаморфические (*мета-*, *метаморфоза* – подвергаюсь превращению, преображаюсь) – это породы, образованные в результате преобразования магматических, осадочных, также самих метаморфических горных пород под воздействием высокого давления, температуры или действия химических растворов, которые циркулируют в земной коре. Метаморфические породы обычно имеют зернистое строение, сходное со строением магматических пород, а сланцеватое расположение минеральных агрегатов напоминает слоистое строение осадочных пород.

Исходя из указанной выше информации, нетрудно заключить, что по происхождению магматические породы являются *первичными*, а вот осадочные (кроме органогенных) и метаморфические породы образовались за счет первичных магматических пород. В строении земной коры наибольшее распространение имеют магматические породы, на их долю приходится около 95 %. Второстепенными по распространенности являются осадочные породы, а вот метаморфические породы имеют ограниченное распространение. В образовании горных пород принимает участие относительно небольшое количество минералов, которые называются *породообразующими*. К самым распространенным породообразующим минералам относятся кварц, полевые шпаты, роговая обманка, пироксены и слюды.

Каждая горная порода характеризуется степенью кристалличности, величиной и формой минералов, расположением мельчайших частиц относительно друг друга. Для описания этих характеристик горных пород используют термины *структура* и *текстура*. *Структура*

объединяет все те взаимоотношения, которые связаны с формой и величиной составных частей (отдельных минералов). **Текстура** характеризует пространственное расположение минеральных агрегатов (совокупности минералов) и способ создания ими пространства. Для каждого типа пород (магматических, осадочных, метаморфических) существуют свои структурно-текстурные особенности.

Магматические горные породы

Все магматические горные породы по содержанию в них кремнекислоты (SiO_2) делятся на шесть отрядов: **низкокремнеземистые, ультраосновные, основные, средние, кислые и высококремнеземистые**. Содержание кремнекислоты отражается в минеральном составе магматических горных пород, а это, в свою очередь, отражается в окраске породы. Более кислые породы отличаются более светлой окраской, т. к. в них в большем количестве присутствуют светлые минералы (микроклин, ортоклаз, кварц), и наоборот – основные или ультраосновные породы имеют темную окраску, потому что в состав этих пород входят темноцветные минералы (роговая обманка, пироксены, оливин).

Для того чтобы диагностировать магматическую горную породу, необходимо правильно описать структуру и текстуру этих пород и на этом этапе определить глубинность (плутоническая, промежуточная – гипабиссальная или вулканическая) происхождения магматической породы, поэтому давайте остановимся на этих признаках.

Структуры магматических горных пород разделяются по степени кристалличности, по абсолютной величине слагаемых ее минералов, по абсолютным и относительным размерам зерен. При визуальной диагностике, т. е. описании породы дают характеристику по всем возможным структурным признакам (табл., рис. 21).



Гранит,
полнокристаллическая, среднезернистая,
равномернозернистая структура



Обсидиан,
стекловатая структура



Гранит,
полнокристаллическая,
порфировидная структура



Берешит,
неполнокристаллическая,
порфировая структура

Рис. 21. Структуры магматических горных пород

Структуры магматических горных пород

1. Структуры по степени кристалличности	глубинность	2. Структуры по абсолютной величине кристаллов	глубинность	3. Структуры по абсолютным размерам зерен	глубинность	4. Структуры по относительным размерам зерен	глубинность
<i>Полнокристаллическая</i> – зерна минералов более или менее различимы визуально или при небольшом увеличении	плутонические	<i>Явнокристаллическая</i> – составные части горной породы различаются визуально, без увеличения	плутонические	<i>Гигантозернистые</i> – размеры зерен более 10 см	плутонические	<i>Равномернозернистая</i> – все составные части (минералы) примерно одинаковой величины	плутонические и вулканические
<i>Неполнокристаллическая</i> – присутствуют зерна минералов и вулканическое стекло	вулканические	<i>Микрокристаллическая</i> – составные части горной породы различаются при небольшом увеличении	гипабиссальные	<i>Крупнозернистые</i> – размеры зерен от 10 см до 3 мм		<i>Неравномернозернистая</i> – составные части (минералы) разного размера по отношению друг к другу. Может быть:	
<i>Стекловатая</i> – присутствует в большей степени аморфное вещество (вулканическое стекло)		<i>Скрытокристаллическая, или афанитовая,</i> – составные части горной породы различаются только при увеличении	вулканические	<i>Среднезернистые</i> – размеры зерен от 3 до 1 мм	гипабиссальные	<i>Порфировая</i> – характеризуется наличием более крупных кристаллов на фоне скрытокристаллической основной массы	вулканические
			<i>Мелкозернистые</i> – размеры зерен менее 1 мм	<i>Порфировидная</i> – характеризуется наличием крупных кристаллов на фоне зернистой основной массы		плутонические	

Текстуру, как упоминалось выше, необходимо характеризовать по двум признакам: по пространственному расположению минеральных агрегатов и по способу выполнения ими пространства. По пространственному расположению минеральных агрегатов текстуры пород могут быть *однородные*, когда все минеральные агрегаты распределяются во всем объеме породы одинаково равномерно, и *неоднородными*, когда наблюдаются различия в распределении минеральных агрегатов.

Неоднородные текстуры различаются в зависимости от степени неоднородности. **Шлировая** текстура (обособление минеральных агрегатов) характеризуется наличием скопления минеральных агрегатов более или менее изометричной формы, характерна как для plutonic, так и для вулканических пород. **Линейная** текстура может наблюдаться в горных породах, в состав которых входят призматические минералы (пироксены, амфиболы), в случае, когда минералы обнаруживают линейную ориентировку, обусловленную направлением движения магмы во время кристаллизации, характерна для вулканических пород. **Полосчатая** текстура обусловлена неравномерным растеканием расплава, характерна как для вулканических пород, так и plutonic. **Флюидальная** текстура потока характерна для вулканических пород. **Гнейсовидная** полосчатая текстура – для plutonic пород, в которых совместно присутствуют кварц и полевые шпаты.

По способу выполнения пространства текстуры могут быть **массивными** или **пористыми**. Когда все пространство горной породы заполнено, текстура называется **массивной**, характерна как для plutonic, так и для вулканических пород. Если в объеме породы невооруженным глазом видны поры, то текстура называется **пористой**, такие текстуры свойственны вулканическим породам. Если поры заполняются вторичными минералами (это может быть, например, кальцит, халцедон, цеолиты), то такие текстуры называются **миндалекаменными**, а поры – **миндалинами** (рис. 22).



*Сиенит,
шлировая текстура*



*Биотитовый гранит,
гнейсовидная текстура*



*Пемза,
пористая текстура*



*Базальт,
миндалекаменная текстура*

Рис. 22. Текстуры магматических горных пород

Успешно описав текстурно-структурные признаки горной породы, можно определить глубину её образования.

Наиболее распространенные магматические горные породы – оливинит, дунит, перидотит, пироксенит, габбро, базальт, диабаз (доле-рит), лабрадорит, диорит, сиенит, андезит, гранит, риолит, нефелиновый сиенит, пегматит, обсидиан, пемза, вулканический туф.

Отряд ультраосновных пород

Оливинит и дунит – плутонические породы, состоящие на 90 % и более из оливина. Отличаются друг от друга наличием до 10 % рудного минерала. В оливините – магнетит, в дуните – хромит, поэтому возможно проявление магнитных свойств. Часто по этой породе в качестве вторичного минерала развивается серпентин. Цвет темный, зеленый, зеленовато-серый до черного. Структура полнокристаллическая, мелко-среднезернистая, равномернозернистая. Текстура массивная или полосчатая (рис. 23).

Перидотит – плутоническая порода, состоящая из оливина (40...90 %), пироксена (10...60 %), возможны вкрапленники плагиоклаза. По перидотиту развиваются серпентин, тальк, тремолит, хлорит. Цвет темный-серый до черного, при выветривании – с зеленоватым или буроватым оттенком. Структура полнокристаллическая, от мелко- до крупнозернистой, равномернозернистая или порфировидная. Текстура однородная, массивная (рис. 23).



Оливинит



Дунит



Перидотит



Габбро



Долерит

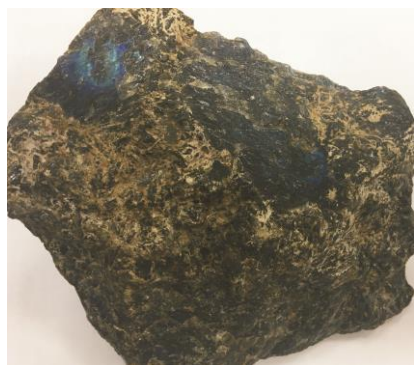
Рис. 23. Магматические горные породы

Отряд основных пород

Габбро – плутоническая порода, состоящая примерно в равных количествах из пироксена и плагиоклаза. Возможна замена пироксена на роговую обманку – такая разновидность получила название **роговообманковое габбро**. Порода пестрая, светло-серая, зеленовато-серая, до черного цвета. Структура полнокристаллическая, средне- и крупнозернистая, обычно равномернозернистая. Текстура массивная, однородная или неоднородная – пятнистая (рис. 23).

Базальт – вулканическая порода, состоящая примерно в равных количествах из пироксена и плагиоклаза, присутствует вулканическое стекло. Порода черного цвета. Структура неполнокристаллическая, стекловатая или тонкозернистая, иногда порфировая. Текстура массивная, пористая или миндалекаменная (рис. 22). **Долерит** отличается от базальта размером зерен минералов. Структура долерита по абсолютным размерам зерен мелко- или среднезернистая (рис. 23).

Лабрадорит – плутоническая порода, состоящая до 100 % из лабрадора. Цвет породы от темно-серого до черного с пятнами синей или сине-зеленой иризации. Структура полнокристаллическая, средне- и крупнозернистая, равномерно- и неравномернозернистая. Текстура массивная, однородная (рис. 24).



Лабрадорит



Диорит



Андезит



Андезит

Рис. 24. Магматические горные породы

Отряд средних пород

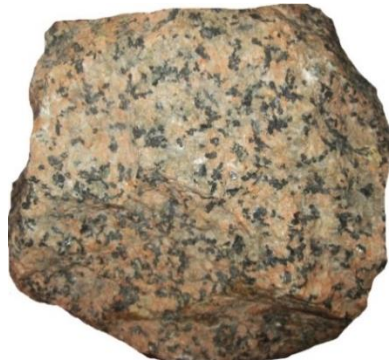
Диорит – плутоническая горная порода, состоящая из плагиоклаза (до 70 %) и роговой обманки, может присутствовать небольшое количество кварца (до 5 %). Пестрая порода серовато-черного цвета, светлый оттенок преобладает за счет большого количества плагиоклаза. Структура полнокристаллическая, от мелко- до крупнозернистой. Текстура пятнистая, гнейсовидная, шлировая, массивная (рис. 24).

Сиенит – плутоническая горная порода, которая состоит из плагиоклаза, калиевого полевого шпата (50...80 %) роговой обманки или пироксена (не более 10...30 %), может присутствовать небольшое количество (до 5 %) кварца. Порода розовато-серого или красноватого цвета за счет присутствия большого количества калиевого полевого шпата (ортоклаза). Структура полнокристаллическая средне-, крупнозернистая, равномернозернистая или порфириовидная. Текстура пятнистая, массивная. **Нефелиновый сиенит** отличается от сиенита присутствием нефелина. В качестве темноцветного минерала присутствует эгирин. Могут присутствовать сфен, циркон, апатит, ильменит, эвдиалит (рис. 25).

Андезит – вулканическая горная порода. Минеральный состав представлен преимущественно плагиоклазом и роговой обманкой, присутствует вулканическое стекло. Порода серого, темно-серого до черного цвета с вкрапленниками светлых вытянутых кристаллов зонально окрашенного плагиоклаза. Структура неполнокристаллическая, стекловатая, порфириовая. Текстура массивная, полосчатая, пятнистая, пористая (рис. 24).

Отряд кислых пород

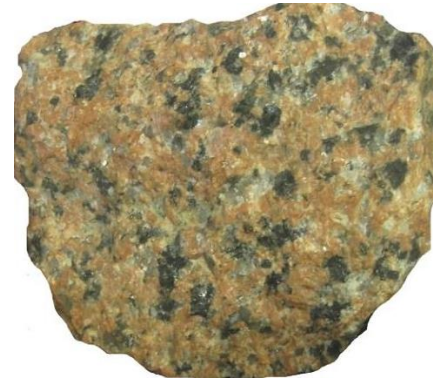
Гранит – плутоническая горная порода, состоящая из плагиоклаза, калиевого полевого шпата и большого количества кварца (до 20...40 %). Порода светло-серого, розовато-серого, красного цвета. По содержанию минералов выделяют биотитовый, роговообманковый, мусковитовый, амазонитовый гранит. Структура полнокристаллическая, средне-, крупнозернистая, равномернозернистая и порфирировидная. Текстура массивная, реже пятнистая и гнейсовидная (рис. 25).



Сиенит



Нефелиновый сиенит



Гранит щелочной



Гранит амазонитовый

Рис. 25. Магматические горные породы

Пегматит гранитный (письменный гранит, еврейский камень) – гипабиссальная горная порода. По минеральному составу и цвету соответствует гранитам, отличается крупно- и даже гигантозернистыми размерами зерен. Гранит-пегматит обладает пегматитовой структурой (взаимное прорастание кварца и калиевого полевого шпата). В качестве акцессорных минералов могут присутствовать турмалин, спессартин, берилл и др. (рис. 26).

Риолит – вулканическая горная порода светло-серого или розоватого цвета, часто с вкрапленниками кварца, плагиоклаза, калиевого полевого шпата, роговой обманки, биотита, вулканического стекла. Структура неполнокристаллическая, плотная, часто неравномернозернистая, порфирировая. Текстура массивная, полосчатая, флюидальная (рис. 26).

Обсидиан – вулканическое стекло черного или красновато-бурого цвета с раковистым изломом и режущими острыми краями. Структура стекловатая, текстура массивная (рис. 21).

Пемза – пористое вулканическое стекло светло-серого или бурого цвета. Структура стекловатая, текстура пористая. За счет пористой текстуры порода очень легкая (рис. 26).

Особняком к перечисленным породам стоит **туф вулканический**. Это вулканогенно-обломочная горная порода, образованная в результате цементации пирокластического (*пирос* – огонь, *клатос* – разрушенный) материала – вулканического пепла, вулканических бомб и

других обломков, выброшенных во время извержения вулкана и затем уплотнившихся, часто с примесью невулканических пород. Он может быть красного, розового, коричневого, реже серого и чёрного цветов, в зависимости от состава исходного магматического расплава. Туф вулканический может быть массивной или пористой текстуры (рис. 26).



Пегматит



Риолит



Пемза



Туф вулканический

Рис. 26. Магматические горные породы

Осадочные горные породы

Формирование осадочных горных пород происходит на поверхности или вблизи поверхности Земли, в так называемой зоне осадконакопления. Длительный процесс образования осадочных пород проходит несколько стадий: выветривание, перенос и отложение продуктов выветривания, а затем уплотнение и превращение накопленных продуктов выветривания в осадочную породу. В результате этих процессов можно выделить три генетические группы осадочных пород: **обломочные**, **хемогенные (химические)**, **биогенные**.

Обломочные породы отличаются друг от друга размером зерен и формой окатанности обломков. Структуры в зависимости от размера зерен (от больших к меньшим): псефитовые, псаммитовые, пелитовые. Текстуры беспорядочные, полосчатые, массивные, слоистые, однородные и неоднородные.

Конгломерат – сцементированная грубообломочная горная порода, в которой преобладают **окатанные (округлой формы) обломки** крупнее 10 мм. Цвет может быть различным и обусловлен минеральным составом. Структура **псефитовая** (грубообломочная), текстура беспорядочная. Чаще всего конгломерат сложен галькой магматических или осадочных пород, сцементированных более мелкозернистым составом обломочного материала. Образуется за счет физического выветривания материнских пород (рис. 27).

Брекчия – цементируемая грубообломочная горная порода, в которой преобладают **неокатанные (остроугольные) обломки** крупнее 10 мм. Цвет может быть различным и обусловлен минеральным составом. Структура **псефитовая** (грубообломочная), текстура беспорядочная. Чаще всего брекчия сложена обломками магматических или осадочных пород, цементированных более мелкозернистым составом обломочного материала. От конгломерата отличается неокатанной формой обломков. Образуется за счет физического выветривания материнских пород (рис. 27).

Гравелит – цементируемая грубообломочная горная порода, в которой преобладают **окатанные (округлой формы) обломки** от 1 до 10 мм. Структура **псефитовая** (грубообломочная). Текстура беспорядочная или однородная. От конгломерата отличается меньшим размером окатанных обломков. Образуется за счет физического выветривания материнских пород (рис. 27).

Песчаник – цементируемая среднеобломочная горная порода с размером обломков от 0,1 до 1 мм. Цвет песчаника может быть разным и зависит от его минерального состава. При этом состав может быть **мономиктовый** (состоящий из одного минерала, например кварца) и **полимиктовый** (состоящий из двух, трех и более минералов, например кварца, полевого шпата, слюды). Структура **псаммитовая**, текстура массивная, полосчатая. Образуется за счет физического выветривания материнских пород (рис. 27).



Конгломерат



Брекчия



Гравелит



Песчаник

Рис. 27. Осадочные горные породы

Алевролит – цементируемая мелкообломочная горная порода с размером обломков 0,05...0,005 мм. Порода очень плотная, раскалывается на пластинки с остроугольными и неровными краями, часто с раковистым изломом. Окраска, как правило, темно-серая до черной. Структура пылеватая (**алевролитовая**), текстура однородная или слоистая. Минеральный состав: кварц, полевой шпат, глинистые минералы. Не размокает в воде, обладает запахом глины при увлажнении образца дыханием. От песчаника отличается тем, что обладает более тонкозернистыми или скрытокристаллическими агрегатами. От аргиллита отличается большей твердостью, царапает стекло. Образуется за счет физического выветривания материнских пород.

Аргиллит – цементируемая тонкообломочная горная порода с размером обломков менее 0,005 мм, серого, темно-серого или черного цвета. Структура **скрытокристаллическая**, по присутствующим невидимым глазу глинистым минералам – глинистая (**пелитовая**). Тек-

стура однородная, тонкослоистая. Аргиллит не размокает в воде, обладает запахом глины при увлажнении образца дыханием, не царапает стекло, скользит по нему (в отличие от алевролита). Образуются в результате уплотнения глин (рис. 28).

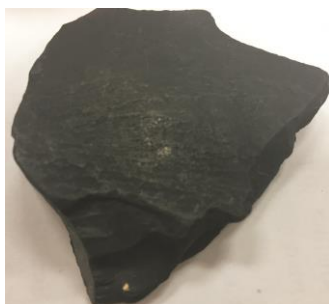
Глина – порода, состоящая в основном из глинистых минералов, пылевидная, землистая, легко рассыпающаяся в сухом виде и пластичная, липкая при увлажнении, твердость низкая, царапается ногтем. Цвет может быть различным, в зависимости от примесей: белый, серый, желтоватый, красноватый, голубоватый, окраска иногда пестрая. Структура глинистая (**пелитовая**), текстура однородная или неоднородная. Глины образуются вследствие химического выветривания материнских (первичных) пород с образованием коры выветривания или в результате разложения первичным минералов, их переноса водными потоками в виде механических взвесей и последующего осаждения.

Хемогенно-биогенные породы различаются между собой по минеральному (или химическому) составу. Исходя из минерального состава, выделяют породы аллитовые, железистые, марганцевые, кремнистые, фосфатные, карбонатные, эвапориты (соляные) и горючие полезные ископаемые (каустобиолиты).

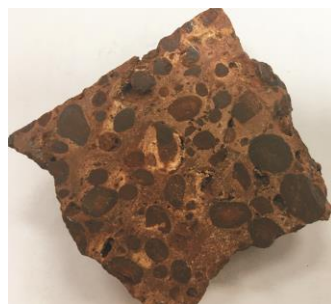
Рассмотрим наиболее распространенные породы этого типа.

Бокситы являются наиболее распространенными породами группы аллитовых пород. Порода в основном состоит из гидроокислов алюминия с примесью гидроокислов железа и глинистых минералов. Цвет обычно красный, буровато-красный, желто-красный. Структура оолитовая и обломочная, текстура беспорядочная. По агрегатному состоянию бокситы могут быть плотными, пористыми, землистыми, рыхлыми. Они являются основной рудой алюминия (рис. 28).

Яшма и **опока** по минералогическому составу относятся к кремнистым породам. **Яшма** – массивная, плотная, твердая, неравномерно окрашенная порода с раковистым изломом, которая состоит из халцедона или кварца с примесью гидроокислов железа, поэтому имеет твердость около семи по шкале Мооса. Структура скрытокристаллическая; текстура разнообразная массивная, пятнистая, полосчатая, брекчиевая и др. Используется как декоративный камень. **Опока** – порода белого или серого цвета, микропористая, поэтому очень легкая, звонкая при ударе, прилипает к языку, похожа на глину или мел, доломит, мергель. От глины отличается раковистым изломом с острыми краями и тем, что не размокает в воде. От мела, доломита и мергеля отличается по реакции в соляной кислоте (HCl) – опока не вскипает. Минеральный состав – преимущественно опал. Применяется как адсорбент (рис. 28).



Аргиллит



Боксит



Яшма



Опока

Рис. 28. Осадочные горные породы



Фосфоритовая конкреция



Известняк органический



Известняк органический (ракушечник)



Каменный уголь

Рис. 29. Осадочные горные породы

Фосфориты – породы серого, бурого, черного, иногда зеленоватого цвета, состоящие из минералов с высоким содержанием фосфора (апатит). Структура скрыто- и микрокристаллическая; текстура массивная, конгломератовидная, в случае когда бугристые, гладкие или шероватые фосфоритовые гальки цементируются кремнистым, глинистым или карбонатным цементом. Часто фосфориты образуют конкреции с плотным или радиально-лучистым строением. Размер конкреций может быть различным от нескольких мм до десятков сантиметров и более. Фосфориты имеют органично-химическое происхождение и используются для изготовления фосфорных удобрений (рис. 29).

Известняк, доломит, мел и мергель – это наиболее распространенные осадочные карбонатные породы, которые состоят преимущественно из кальцита и/или доломита. От похожих горных пород отличаются реакцией с соляной кислотой. **Известняк** – порода белого, серого, желтого и черного цвета, состоящая, главным образом, из кальцита, поэтому бурно реагирует с соляной кислотой. **Известняк органический** состоит из целых или обломков раковин, а также остатков известковых водорослей. Структура таких известняков **органическая** (целые раковины) или **детритовая** (обломки раковин); текстура однородная или неоднородная. Разновидностью органических известняков является **мел** – мелкозернистая, слабоцементированная горная порода белого цвета. **Известняк хемогенный** лишен органических остатков. Структура мелкозернистая, оолитовая, текстура однородная, полосчатая. **Доломит** – порода, состоящая преимущественно из доломита. По своему внешнему виду доломит похож на известняк, отличается слабой реакцией с соляной кислотой в порошке. Структура микрозернистая, кристаллически-зернистая; текстура однородная, полосчатая. **Мергель** – порода, состоящая в равных количествах из кальцита и глинистых минералов. Плотная мелоподобная порода, часто обладает плитчатой отдельностью – разбивается на плитки. Бурно реагирует с соляной кислотой, но в отличие от карбонатных пород, капля кислоты после реакции оставляет на его поверхности грязное пятно (нерастворимый глинистый остаток). Образуется в результате осаждения карбонатного и глинистого материала в водных бассейнах (рис. 29).

Каменный уголь – относится к группе каустобиолитов, т. е. горючих полезных ископаемых. Порода легкая, черного цвета с матовым или смолистым блеском, черной сажистой чертой и раковистым изломом. Структура аморфная; текстура полосчатая, слоистая, однородная. Иногда в углях присутствуют отпечатки растений. Возникает в результате разложения растительных остатков без доступа кислорода. На первой стадии накопления растительного вещества образуется торф, затем торф превращается в бурый уголь, далее бурый уголь переходит в каменный уголь. Используются как энергетическое сырье (рис. 29).

Метаморфические горные породы

Метаморфические горные породы образуются вследствие изменения магматических, осадочных и метаморфических пород под воздействием температуры, химически активных растворов и давления вышележащих толщ или направленного давления, связанного с тектоническими движениями земной коры. В зависимости от воздействия этих факторов выделяют разные типы метаморфизма.

Если основным фактором воздействия является давление вышележащих толщ (*литостатическое давление*) и температура, тогда такой тип метаморфизма называется *динамо-термальный метаморфизм*. По широкому площадному распространению его еще называют *региональный метаморфизм*. Продуктами этого типа метаморфизма являются *сланцы* различного состава, *филлиты, гнейсы, мраморы, кварциты, амфиболиты, эклогиты*.

Еще одним фактором воздействия на вмещающие породы является температура остывающих внедрившихся магматических расплавов. Такой тип метаморфизма называется *термальный*, или, по месту распространения, *контактный*. Степень контактового метаморфизма вмещающих пород при этом будет зависеть от температуры и объема расплава и от состава и структурно-текстурных особенностей изменяющейся породы. По мере удаления от контакта с магматическим расплавом изменение пород постепенно уменьшается. В разрезе такие изменения выражаются в постепенной смене высокотемпературных парагенетических ассоциаций минералов в непосредственной близости от контакта на низкотемпературные минералы по мере удаления от контакта. Продуктами контактового метаморфизма являются *роговики, узловатые сланцы, мраморы*.

Если фактором воздействия на горные породы является *направленное*, или *ориентированное, давление*, то такой тип метаморфизма называется *динамометаморфизмом* или, по месту проявления, *дислокационным метаморфизмом*. Под воздействием направленного давления породы ломаются, дробятся, перетираются. В этом случае образуются *тектонические брекчии, катаклазиты, милониты*.

Если главным фактором воздействия являются химически активные растворы, такой тип преобразования пород называется *метасоматозом* – это процесс, при котором происходит привнос одних компонентов и вынос других, что приводит к изменению химического и минерального состава исходной породы. В зависимости от химического состава и состава пород, подвергающихся метасоматическим процессам, будут образованы различные типы метасоматитов. Если внутри вновь образованного интрузивного массива происходит циркуляция собственных постмагматических гидротермальных растворов, то первичные магматические минералы будут подвергаться изменению, т. е. *автометасоматозу*. Продуктами метасоматоза являются, например, *серпентиниты, грейзены, скарны, лиственины*.

Породы *регионального метаморфизма* часто обладают сланцеватыми текстурами, структуры таких пород кристаллобластовые (присутствуют кристаллы), гранобластовые (присутствуют округлые зерна), лепидобластовые (присутствуют таблитчатые зерна), равномерно- и неравномернозернистые по относительным размерам зерен.

Сланцы характеризуются ориентированным расположением породообразующих минералов (сланцеватостью) и способностью раскалываться на тонкие пластины или плитки. Породы, образованные за счет исходных магматических пород, называются *ортосланцами*, а породы, образованные за счет осадочных пород, – *парасланцами*. В зависимости от степени метаморфизма и минерального состава различают *глинистые, хлоритовые (зеленые), серицитовые, кремнистые, кристаллические сланцы* и др. (рис. 30).

Филлиты – породы светло-, темно-серого цвета, с шелковистым отливом на плоскостях сланцеватости, раскалываются на отдельные плитки. Текстура сланцеватая, тонкослоистая; структура тонко-, мелкозернистая, скрыто-чешуйчатая. Минеральный состав: серицит (мелкочешуйчатый агрегат мусковита), кварц, хлорит, кальцит и другие минералы, но за счет того, что минералы очень мелкие, их практически нельзя различить невооруженным глазом (рис. 30).

Гнейс – порода от светло- до темно-серого или слегка розоватого за счет присутствия калиевых полевых шпатов. Внешне похож на гранит, т. к. в своем составе содержит такие же главные минералы: кварц и полевые шпаты. Отличается от гранитов гнейсовой (параллельно-полосчатой) текстурой. Структура полнокристаллическая, мелко-, средне- или грубозернистая (гранобластовая – зерна округлой формы) или чешуйчато-зернистая (лепидогранобластовая – зерна округлой и чешуйчатой формы) (рис. 30).

Мрамор – порода, образованная за счет метаморфизма известняков. Минеральный состав: главным образом кальцит или доломит. Цвет породы может быть различным, в зависимости от присутствующих примесей, окраска равномерная или неравномерная. Текстура однородная (массивная), пятнистая, полосчатая, брекчеевидная. Структура кристаллически-зернистая. Порода мягкая, реагирует с HCl. Отличается от известняков кристаллически-зернистым строением, отсутствием остатков фауны и возможным присутствием минералов-примесей (пирит, гематит, магнезит, графит, хлорит и др.) (рис. 30, 31).



Сланец хлорит-серицитовый



Филлит



Гнейс



Мрамор руинный, Италия

Рис. 30. Метаморфические горные породы

Кварцит – порода, в состав которой главным образом входит кварц, т. к. порода образуется за счет метаморфизма кремнистых или песчаных пород. Породы белого, серого цвета. Текстура массивная или слоистая. Структура кристаллически-зернистая или скрытокристаллическая. Порода крепкая, твердая, царапает стекло. В отличие от песчаника в кварците нельзя различить отдельные песчинки и при ударе раскалывается с раковистым изломом, а не по границе песчинок, как у песчаника (рис. 31).

Амфиболит – порода, образованная за счет присутствия минерала группы амфиболов – роговой обманки. Поэтому цвет породы темно-серый до черного. В качестве второстепенного минерала присутствует плагиоклаз, а также может быть диопсид, гранат, кварц, кальцит,

биотит. Структура полнокристаллическая (все минералы видны «невооруженным» глазом), гранобластовая. Текстура сланцеватая, полосчатая или массивная. Практически не царапается стеклом или ножом (рис. 31).

Эклогит – породы зеленого, темно-зеленого или розового цвета (в разностях богатых гранатами). Главными породообразующими минералами являются пироксены с вкрапленными в них гранатами. Текстура массивная или пятнистая, структура гранобластовая. Породы тяжелые, прочные, их сложно расколоть молотком. Образуются при метаморфизме магматических пород основного состава (габбро, базальтов, долеритов) (рис. 31).



Мрамор



Кварцит



Амфиболит



Эклогит

Рис. 31. Метаморфические горные породы

Метасоматические породы образуются за счет изменения различных горных пород под воздействием гидротермальных растворов. Минеральный состав и текстурно-структурные особенности могут быть различные.

Серпентинит (змеевик) – метасоматическая порода, образованная за счет изменения оливинитов, перидотитов или дунитов. Минеральный состав: серпентин, возможно с тонко вкрапленным магнетитом или хромитом, поэтому будет тянуть магнитную стрелку. Породы зеленого, темно-зеленого цвета с пятнистой неравномерной окраской. Текстура неоднородная, структура скрытокристаллическая. Порода царапается стеклом или ножом. Используется как декоративный, поделочный камень (рис. 32).

Скарн – порода, образованная на контакте магматического расплава кислого состава и известняков, темно-бурого, зеленовато-бурого, серо-зеленого цвета. Минеральный состав представлен диопсидом, геденбергитом, гранатом (андрадитом или гроссуляром), волластонитом, эпидотом, кварцем, кальцитом, а также возможно присутствие рудных минералов (пирит, халькопирит, магнетит, молибденит, шеелит, самородное золото и др.). Часто скарны называют по преобладающему в них минералу, например гранатовый скарн, волластонит-геденбергитовый, эпидот-гранатовый и т. п. Структура полнокристаллическая, часто крупнозернистая или среднезернистая; текстура массивная, часто пятнистая (рис. 32).

Лиственит – метасоматическая порода яблочно-зеленого цвета с ярким, до алмазного, блеском. Зеленый цвет породы образуется благодаря присутствию хромсодержащего мусковита (фуксита) и хлорита. Кроме того, в состав породы входит кварц, магнезит, пирит. Структура равномернозернистая, мелкозернистая, гранолепидобластовая; текстура массивная или пятнистая (рис. 32).



Сerpентинит



Скарн гранатовый



Скарн гранатовый



Лиственит

Рис. 32. Метаморфические горные породы

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Авантюрин	13	Бронзит	34	Группа барита	42
Автометасоматоз	56	Бурая стеклянная голова.....	29	Группа берилла	33
Агат	27	Бурый железняк.....	29	Группа бирюзы	44
Азурит.....	42	Верделит	33	Группа водных фосфатов и арсенатов железа, кобальта, никеля.....	43
Аквамарин	33	Вивианит	43	Группа гидроокислов алюминия.....	29
Актинолит	35	Виолан.....	34	Группа гидроокислов железа.....	29
Алевролит.....	53	Волластонит.....	35	Группа гидроокислов марганца.....	28
Альбит.....	38	Вольфрамит.....	39	Группа гипса	43
Альмандин.....	32	Воробьевит.....	33	Группа гранатов.....	32
Амазонит	37	Габбро	49	Группа дистена	31
Аметист.....	27	Галенит.....	22	Группа кальцита	40
Амфиболит	57	Галит.....	29	Группа кварца	27
Ангидрит	42	Галоиды.....	29	Группа корунда.....	25
Андезит.....	50	Гедденит.....	34	Группа малахита	41
Андрадит	32	Гейландит.....	39	Группа окислов марганца	28
Аннабергит.....	44	Гелиодор	33	Группа окислов меди.....	28
Антимонит.....	22	Гематит.....	25	Группа оливина.....	30
Апатит.....	43	Гётит.....	29	Группа пироксенов	34
Арагонит.....	41	Гиацинт	30	Группа пироксеноидов.....	35
Аргиллит.....	53	Гибкость.....	16	Группа полевых шпатов.....	37
Арсенопирит	23	Гиперстен.....	34	Группа рутила–касситерита.....	27
Аурипигмент	25	Гипс	43	Группа слюд.....	36
Базальт	49	Глина	54	Группа ставролита	31
Барит	42	Гнейс	57	Группа сфена.....	31
Белые колчеданы	23	Горная порода.....	45	Группа талька.....	36
Берилл.....	33	Горная порода мономинеральная	45	Группа топаза.....	31
Биотит	37	Горная порода полиминеральная.....	45	Группа турмалина.....	33
Бирюза	44	Горный хрусталь	27	Группа турмалина.....	33
Благородная шпинель.....	26	Гороховый или икряной камень	41	Группа фельдшпатоидов.....	38
Благородный опал.....	27	Гравелит	53	Группа хлорита	37
Блеск	14	Гранит	51	Группа цеолитов	39
Блески	22	Графит	21	Группа циркона.....	30
Бокситы.....	54	Гроссуляр.....	32	Группа шпинели	26
Борнит.....	24	Группа амфиболов	35	Группа эпидота	33
Брекчия	53	Группа арагонита	41	Гюбнерит	39

Двойники	7	Класс окислов	25	Метаморфизм	45
Дендриты	11	Класс силикатов	30	Метасоматоз	56
Десмин	39	Класс сульфатов	42	Микроклин	37
Диаспор	29	Класс сульфидов	22	Минералы породообразующие	45
Динамометаморфизм	56	Класс фосфатов	43	Молибденит	22
Диопсид	34	Класс фторидов	30	Морион	27
Диорит	50	Класс хлоридов	29	Мрамор	40
Дистен	31	Клевеландит	38	Мрамор	57
Долерит	49	Кобальтин	24	Мусковит	36
Доломит	40	Кобальтовые цветы	44	Мушкетовит	26
Дравит	33	Ковкость	19	Наждак	25
Друза	8	Конгломерат	52	Налеты	11
Дунит	49	Конкреция	10	Натечные агрегаты	11
Железная сметана	25	Корунд	25	Натролит	39
Железные цветы	41	Красная стеклянная голова	25	Нефелин	38
Железный блеск	25	Красные колчеданы	24	Нефелиновый сиенит	50
Желтые колчеданы	22	Красный железняк	25	Нефрит	35
Жеода	8	Кунцит	34	Облик кристаллов	6
Змеевик	36	Куприт	28	Обманки	24
Золото	21	Лабрадор	38	Обсидиан	51
Известняк	55	Лабрадорит	50	Огненный опал	27
Излом	16	Лазурит	38	Одонтолит	44
Изумруд	33	Ласточкин хвост	43	Окраска аллохроматическая	13
Ильменит	26	Лепидолит	37	Окраска идиохроматическая	12
Индиголит	33	Лимонит	29	Окраска псевдохроматическая	13
Иризация	13	Лиственил	58	Оливин	30
Исландский шпат	40	Люминесценция	13	Оливинит	49
Калиево-полевоый шпат	37	Магнезит	40	Оникс мраморный	40
Кальцит	40	Магнетит	26	Оолит	10
Каменный уголь	55	Магнитность	19	Опал	27
Касситерит	27	Малакон	30	Опока	54
Кварц	27	Малахит	41	Орлец	35
Кварцит	57	Манганит	28	Ортоклаз	37
Кианит	31	Марказит	23	Отдельность	19
Киноварь	24	Мартит	25	Парагенезис	20
Класс вольфрамов	39	Медь	21	Параморфозы	11
Класс гидроокислов	28	Мел	40	Пегматит гранитный (письменный гранит, еврейский камень)	51
Класс карбонатов	40	Мергель	55		

Пемза.....	51	Серпентин	36	Удельный вес	19
Пентландит	23	Серпентинит	58	Упругость	19
Перидот.....	30	Сидерит	41	Фаялит	30
Перидотит.....	49	Сиенит	50	Ферберит	39
Песчаник.....	53	Сильвин.....	30	Филлиты	56
Пиральспиты	32	Синяя железная земля.....	43	Флогопит	37
Пирит	23	Скарн	58	Флюорит	30
Пиролозит.....	28	Сланцы	56	Форстерит.....	30
Пироп	32	Содалит	38	Фосфориты.....	55
Пирротин	22	Соли кислородных кислот.....	30	Фуцит	36
Плеонаст	26	Спайность	17	Халцедон	27
Побежалость.....	13	Спессартин.....	32	Халькопирит.....	23
Примазки	11	Сподумен	34	Хлорит	37
Прозрачность	16	Ставролит.....	31	Хризолит.....	30
Псевдоморфозы	11	Стибнит	22	Хризотил-асбест	36
Псиломелан	29	Стильбит	39	Хромдиопсид	34
Радиоактивность	20	Структура.....	45	Хромшпинелид	27
Раухтопаз.....	27	Структура алевролитовая.....	53	Хрупкость.....	19
Реальгар	24	Структура детритовая.....	55	Цвет.....	12
Риолит	51	Структура органогенная.....	55	Целестин.....	42
Роговая обманка.....	36	Структура пелитовая.....	53	Цеолиты.....	39
Родонит	35	Структура псаммитовая.....	53	Циркон	30
Родохрозит	41	Структура псефитовая	52	Циртолит	30
Рубеллит	33	Сфалерит	24	Цитрин	27
Рубин.....	25	Сфен	31	Черта	13
Рутил	28	Сферолит.....	10	Шеелит.....	39
Самородные металлы	21	Сферосидерит	41	Шерл	33
Самородные неметаллы	21	Тальк.....	36	Шпинель	26
Самородные элементы	21	Твердость	16	Эгирин	34
Сапфир.....	25	Текстура	46	Эклогит	58
Свинчак.....	22	Титанит	31	Энстатит	34
Свойства механические.....	16	Топаз.....	31	Эпидот	33
Свойства оптические.....	11	Тремолит	35	Эпитрин	44
Свойства прочие	19	Турмалин.....	33	Яхонт.....	25
Секреция.....	8	Турмалиновое солнце	33	Яшма	54
Сера.....	21	Туф вулканический	51		
Сердолик.....	27	Уваровит	32		
Серицит.....	36	Уграндиты.....	32		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьева Л.Г. Минералогия. Класс силикатов : учебное пособие / Л.Г. Ананьева. – Томск : Изд-во ТПУ, 2011. – 77 с.
2. Баженов А.И. Минералогия. В 2 частях. Часть 1. Общая минералогия. Часть 2. Описательная минералогия. Самородные элементы, сульфиды, сульфосоли и их аналоги, галогениды, окислы и гидроокислы / А.И. Баженов, К.Л. Новоселов, Т.И. Полуэктова. – Томск : Изд-во ТПИ, 2001. – 119 с.
3. Баженов А.И. Практикум по минералогии. Силикаты / А.И. Баженов, Т.И. Полуэктова. – Томск : Изд-во ТПИ, 1988. – 95 с.
4. Баженов А.И. Практикум по минералогии / А.И. Баженов, Т.И. Полуэктова. – Томск : Изд-во ТПИ, 1985. – 57 с.
5. Бетехтин А.Г. Курс минералогии : учебное пособие / А.Г. Бетехтин. – Москва : Изд-во КДУ, 2008. – 736 с.
6. Белоусова О.Н. Общий курс петрографии / О.Н. Белоусова, В.В. Мухина. – Москва : Недра, 1972. – 344 с.
7. Булах А.Г. Общая минералогия : учебник / А.Г. Булах, В.Г. Кривовичев, А.А. Золотарев. – 2-е изд., испр. и перераб. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 416 с.
8. Краснощекова Л.А. Атлас основных типов магматических пород : учебное пособие / Л.А. Краснощекова. – Томск : Изд-во ТПУ, 2013. – 128 с.
9. Минералогия в таблицах. Справочное пособие (для учащихся ШКОЛЫ ЮНОГО ГЕОЛОГА) / авт.-сост. Н.Н. Мартынова. – Томск : Изд-во ТПУ, 2014. – 113 с.
10. Смольянинов Н.А. Практическое руководство по минералогии / Н.А. Смольянинов. – Москва : Недра, 1972. – 360 с.
11. Фотографии минералов в интернете. – Режим доступа : <http://geo.web.ru/druza/m-fototek.htm> (дата обращения: 26.02.2019).

Учебное издание

АНАНЬЕВА Людмила Геннадьевна

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

Справочное пособие

Корректурa *Д.В. Заремба*

Компьютерная верстка *О.Ю. Аршинова*

Дизайн обложки *А.И. Сидоренко*

Подписано к печати 11.04.2019. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».

Печать CANON. Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 6,73.

Заказ 105-19. Тираж 100 экз.



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ