ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

географический факультет

кафедра геологии и геоморфологии

Реферат

«Физические свойства минералов»

Выполнила:

студентка 2 курса

группы 2.6

Каримова Г. М.

Проверил:

профессор д.г.- м.н.

Мустафин С.К.

Уфа - 2009

**Содержание:**

1. Минералы и минералогия……………………………………….3
2. Главные свойства минералов……………………………………3
3. Физические свойства минералов………………………………..5
4. Классификация минералов…………………………………….10
5. Применение……………………………………………………..11
6. Характеристика некоторых минералов:

- алмаз…………………………………………………………...12

- горный хрусталь………………………………………………14

- пирит…………………………………………………………...16

- гипс…………………………………………………………….18

- тальк……………………………………………………………19

1. Происхождение и условия нахождения минералов………….20
2. Литература……………………………………………………....24

**Минералы и минералогия**

*Минералы* **–** твердые природные образования, входящие в состав горных пород Земли, Луны и некоторых других планет, а также метеоритов и астероидов. Минералы, как правило, – довольно однородные кристаллические вещества с упорядоченной внутренней структурой и определенным составом, который может быть выражен соответствующей химической формулой. Минералы не являются смесью мельчайших минеральных частиц, как, например, наждак (состоящий в основном из корунда и магнетита) или лимонит (агрегат гетита и других гидроксидов железа), к ним относятся также соединения элементов с неупорядоченной структурой, подобные вулканическим стеклам (обсидиану и др.). Минералами считаются химические элементы или их соединения, образовавшиеся в результате естественных природных процессов. Из числа минералов исключаются такие важнейшие виды минерального сырья органического происхождения, как уголь и нефть.

*Минералогия* – наука о минералах, их классификации, химическом составе, особенностях и закономерностях строения (структуры), происхождении, условиях нахождения в природе и практическом применении. Для более глубокого объяснения внутреннего строения минералов и их связи с историей Земли минералогия привлекает математику, физику и химию. Она в большей мере, чем другие геологические науки, использует количественные данные, так как для адекватного описания минералов необходимы тонкий химический анализ и точные физические измерения.

**ГЛАВНЫЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ**

Долгое время основными характеристиками минералов служили внешняя форма их кристаллов и других выделений, а также физические свойства (цвет, блеск, спайность, твердость, плотность и проч.), имеющие и в настоящее время большое значение при их описании и визуальной (в частности, полевой) диагностике. Эти характеристики, а также оптические, химические, электрические, магнитные и иные свойства зависят от химического состава и внутреннего строения (кристаллической структуры) минералов.

Минералы – это химические соединения (исключение составляют самородные элементы). Однако даже бесцветные, оптически прозрачные образцы этих минералов почти всегда содержат небольшие количества примесей. Природные растворы или расплавы, из которых кристаллизуются минералы, обычно состоят из многих элементов. В процессе образования соединений немногочисленные атомы менее распространенных элементов могут замещать атомы главных элементов. Такое замещение настолько обычно, что химический состав многих минералов лишь очень редко приближается к составу чистого соединения.

**Структура.** Все минералы, за исключением воды (которую – в отличие от льда – обычно не относят к минералам) и ртути, при обычных температурах представлены твердыми телами. Однако, если воду и ртуть сильно охладить, они затвердевают: вода – при 0 С, а ртуть – при 39 С. При этих температурах молекулы воды и атомы ртути образуют характерную правильную трехмерную кристаллическую структуру (термины «кристаллический» и «твердый» в данном случае почти равноценны). Таким образом, минералы представляют собой кристаллические вещества, свойства которых определяются геометрическим расположением составляющих их атомов и типом химической связи между ними.

Элементарная ячейка (наименьшее подразделение кристалла) построена из регулярно расположенных атомов, удерживаемых вместе благодаря электронным связям. Эти мельчайшие ячейки, бесконечно повторяющиеся в трехмерном пространстве, образуют кристалл. Размеры элементарных ячеек в разных минералах различны и зависят от размеров, числа и взаимного расположения атомов в пределах ячейки. Параметры ячейки выражаются в ангстремах (Å) или нанометрах (1 Å  10–8 см 0,1 нм). Составленные вместе элементарные ячейки кристалла плотно, без зазоров заполняют объем и образуют кристаллическую решетку. Кристаллы подразделяются по признаку симметрии элементарной ячейки, которая характеризуется соотношением между ее ребрами и углами. Обычно выделяют 7 сингоний (в порядке повышения симметрии): триклинную, моноклинную, ромбическую, тетрагональную, тригональную, гексагональную и кубическую (изометрическую). Иногда тригональную и гексагональную сингонии не разделяют и описывают вместе под названием гексагональной сингонии. Сингонии подразделяются на 32 кристаллических класса (вида симметрии), включающих 230 пространственных групп. Эти группы впервые были выделены в 1890 российским ученым Е.С.Федоровым. При помощи рентгеноструктурного анализа определяют размеры элементарной ячейки минерала, его сингонию, класс симметрии и пространственную группу, а также расшифровывают кристаллическую структуру, т.е. взаимное расположение в трехмерном пространстве атомов, составляющих элементарную ячейку.

Размеры кристаллов минералов варьируют в очень широких пределах – от гигантов весом в 5 т (масса хорошо образованного кристалла кварца из Бразилии) до столь мелких, что их грани можно различить только под электронным микроскопом. Форма кристалла даже одного и того же минерала в разных образцах может несколько отличаться; например, кристаллы кварца бывают почти изометричными, игольчатыми или уплощенными. Однако все кристаллы кварца, крупные и мелкие, остроконечные и плоские, образуются при повторении идентичных элементарных ячеек. Если эти ячейки ориентированы в каком-то определенном направлении, кристалл имеет удлиненную форму, если в двух направлениях в ущерб третьему – то форма кристалла таблитчатая. Поскольку углы между соответствующими гранями одного и того же кристалла имеют постоянное значение и специфичны для каждого минерального вида, этот признак обязательно включается в характеристику минерала.

Минералы, представленные отдельными хорошо ограненными кристаллами, редки. Гораздо чаще они встречаются в виде неправильных зерен или кристаллических агрегатов. Нередко минерал характеризуется определенным типом агрегата, который может служить диагностическим признаком.

*Выделяют несколько типов агрегатов:*

1. Зернистые агрегаты —скопления неправильно сросшихся зерен одного или нескольких минералов (например, мрамор, полнокристаллические горные породы).

2. Плотные или сплошные массы — те же зернистые агрегаты состоящие из очень мелких частиц (например, каолин, боксит и др.).

3. Землистые образования, напоминающие куски рыхлой почвы (мел, бурый железняк и др.).

4. Аморфные тела, напоминающие стекло и не проявляющие признаков кристаллической структуры (опал, вулканические стекла и др.).

5. Столбчатые агрегаты, характеризующиеся вытянутыми призматическими кристаллами (кальцит, берилл, скаполит и др.).

6. Волокнистые и жилковатые минералы, образующие очень тонкие кристаллы, которые иногда можно разделить на отдельные волокна (асбест, гипс, хризотил и т. п.).

7. Листоватые агрегаты, расщепляющиеся на тонкие слюдоподобные листочки, (слюды, хлориты и др.).

8. Сталактиты – натечно-капельные образования, свисающие в форме сосулек, трубок, конусов или «занавесок» в карстовых пещерах. Они возникают в результате испарения минерализованных вод, просачивающихся по трещинам известняка, и часто сложены кальцитом (карбонатом кальция) или арагонитом.

9. Дендритовидные ветвящиеся агрегаты похожи на листья папоротника или мох и характерны, например, для пиролюзита.

10. Колломорфные агрегаты, имеющие гладкую округлую поверхность, построены из волокон, которые радиально отходят от общего центра. Крупные округлые массы имеют сосцевидную форму (малахит), а более мелкие – почковидную (гематит) или гроздевидную (псиломелан).

12. Чешуйчатые агрегаты, состоящие из мелких пластинчатых кристаллов, характерны для слюды и барита.

13. Оолиты – агрегаты, состоящие из маленьких шариков и напоминающие рыбью икру, встречаются в некоторых кальцитовых (оолитовый известняк), гетитовых (оолитовая железная руда) и других подобных образованиях.

**ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ**

Хотя главные характеристики минералов (химический состав и внутренняя кристаллическая структура) устанавливаются на основе химических анализов и рентгеноструктурного метода, косвенно они отражаются в свойствах, которые легко наблюдаются или измеряются. Для диагностики большинства минералов достаточно определить их блеск, цвет, спайность, твердость, плотность.

**Блеск** (металлический, полуметаллический и неметаллический — алмазный, стеклянный, жирный, восковой, шелковистый, перламутровый и др.) обусловлен количеством отражаемого от поверхности минерала света и зависит от его показателя преломления. По прозрачности минералы разделяются на прозрачные, полупрозрачные, просвечивающие в тонких осколках и непрозрачные. Количественное определение светопреломления и светоотражения возможно только под микроскопом. Некоторые непрозрачные минералы сильно отражают свет и имеют металлический блеск. Это характерно для рудных минералов, например, галенита (минерал свинца), халькопирита и борнита (минералы меди), аргентита и акантита (минералы серебра). Большинство минералов поглощают или пропускают значительную часть падающего на них света и обладают неметаллическим блеском. Некоторые минералы имеют блеск, переходный от металлического к неметаллическому, который называется полуметаллическим.

Минералы с неметаллическим блеском обычно светлоокрашенные, некоторые из них прозрачны. Часто бывают прозрачными кварц, гипс и светлая слюда. Другие минералы (например, молочно-белый кварц), пропускающие свет, но сквозь которые нельзя четко различить предметы, называют просвечивающими. Минералы, содержащие металлы, отличаются от прочих по светопропусканию. Если свет проходит сквозь минерал, хотя бы в самых тонких краях зерен, то он, как правило, нерудный; если же свет не проходит, то он – рудный. Бывают, впрочем, и исключения: например, светлоокрашенный сфалерит (минерал цинка) или киноварь (минерал ртути) нередко прозрачны или просвечивают.

Минералы различаются по качественным характеристикам неметаллического блеска. Глина имеет тусклый землистый блеск. Кварц на гранях кристаллов или на поверхностях излома – стеклянный, тальк, разделяющийся на тонкие листочки по плоскостям спайности, – перламутровый. Яркий, сверкающий, как у алмаза, блеск называется алмазным.

Когда свет падает на минерал с неметаллическим блеском, то он частично отражается от поверхности минерала, а частично преломляется на этой границе. Каждое вещество характеризуется определенным показателем преломления. Поскольку этот показатель может быть измерен с высокой точностью, он является весьма полезным диагностическим признаком минералов.

Характер блеска зависит от показателя преломления, а оба они – от химического состава и кристаллической структуры минерала. В общем случае прозрачные минералы, содержащие атомы тяжелых металлов, отличаются сильным блеском и высоким показателем преломления. К этой группе относятся такие распространенные минералы, как англезит (сульфат свинца), касситерит (оксид олова) и титанит, или сфен (силикат кальция и титана). Минералы, состоящие из относительно легких элементов, также могут иметь сильный блеск и высокий показатель преломления, если их атомы плотно упакованы и удерживаются сильными химическими связями. Ярким примером является алмаз, состоящий только из одного легкого элемента углерода. В меньшей степени это справедливо и для минерала корунда (Al2O3), прозрачные цветные разновидности которого – рубин и сапфиры – являются драгоценными камнями. Хотя корунд состоит из легких атомов алюминия и кислорода, они так крепко связаны между собой, что минерал имеет довольно сильный блеск и относительно высокий показатель преломления.

Некоторые блески (жирный, восковой, матовый, шелковистый и др.) зависят от состояния поверхности минерала или от строения минерального агрегата; смоляной блеск характерен для многих аморфных веществ (в том числе минералов, содержащих радиоактивные элементы уран или торий).

**Цвет** – простой и удобный диагностический признак. В качестве примеров можно привести латунно-желтый пирит (FeS2), свинцово-серый галенит (PbS) и серебристо-белый арсенопирит (FeAsS2). У других рудных минералов с металлическим или полуметаллическим блеском характерный цвет может быть замаскирован игрой света в тонкой поверхностной пленке (побежалостью). Это свойственно большинству минералов меди, особенно борниту, который называют «павлиньей рудой» из-за его радужной сине-зеленой побежалости, быстро возникающей на свежем изломе. Однако другие медные минералы окрашены в хорошо всем знакомые цвета: малахит – в зеленый, азурит – в синий.

Некоторые неметаллические минералы безошибочно узнаются по цвету, обусловленному главным химическим элементом (желтому – серы и черному – темно-серому – графита и др.). Многие неметаллические минералы состоят из элементов, которые не обеспечивают им специфической окраски, но у них известны окрашенные разновидности, цвет которых обусловлен присутствием примесей химических элементов в малых количествах, не сопоставимых с интенсивностью вызываемой ими окраски. Такие элементы называют хромофорами; их ионы отличаются избирательным поглощением света. Например, густо-фиолетовый аметист обязан своей окраской ничтожной примеси железа в кварце, а густой зеленый цвет изумруда связан с небольшим содержанием хрома в берилле. Окраска обычно бесцветных минералов может появляться вследствие дефектов кристаллической структуры (обусловленных незаполненными позициями атомов в решетке или вхождением посторонних ионов), которые могут вызвать селективное поглощение некоторых длин волн в спектре белого света. Тогда минералы окрашиваются в дополнительные цвета. Рубины, сапфиры и александриты обязаны своей окраской именно таким световым эффектам.

Бесцветные минералы могут быть окрашены механическими включениями. Так, тонкая рассеянная вкрапленность гематита придает кварцу красный цвет, хлорита – зеленый. Молочный кварц замутнен газово-жидкими включениями. Хотя цвет минералов – одно из самых легко определяемых свойств при диагностике минералов, его надо использовать с осторожностью, так как он зависит от многих факторов.

Несмотря на изменчивость окраски многих минералов, цвет порошка минерала весьма постоянен, а потому является важным диагностическим признаком. Обычно цвет порошка минерала устанавливают по черте (т.н. «цвету черты»), которую оставляет минерал, если им провести по неглазурованной фарфоровой пластинке (бисквиту). Например, минерал флюорит бывает окрашен в разные цвета, но черта у него всегда белая.

**Спайность** — весьма совершенная, совершенная, средняя (ясная), несовершенная (неясная) и весьма несовершенная — выражается в способности минералов раскалываться по определённым направлениям. Излом (ровный ступенчатый, неровный, занозистый, раковистый и др.) характеризуют поверхности раскола минерала, произошедшего не по спайности. Например, кварц и турмалин, поверхность излома которых напоминает скол стекла, имеют раковистый излом. У других минералов излом может быть описан как шероховатый, неровный или занозистый. Для многих минералов характеристикой служит не излом, а спайность. Это означает, что они раскалываются по гладким плоскостям, непосредственно связанным с их кристаллической структурой. Силы связи между плоскостями кристаллической решетки могут быть различными в зависимости от кристаллографического направления. Если в каких-то направлениях они гораздо больше, чем в других, то минерал будет раскалываться поперек самой слабой связи. Так как спайность всегда параллельна атомным плоскостям, она может быть обозначена с указанием кристаллографических направлений. Например, галит (NaCl) имеет спайность по кубу, т.е. три взаимоперпендикулярных направления возможного раскола. Спайность характеризуется также легкостью проявления и качеством возникающей спайной поверхности. Слюда обладает весьма совершенной спайностью в одном направлении, т.е. легко расщепляется на очень тонкие листочки с гладкой блестящей поверхностью. У топаза спайность совершенная в одном направлении. Минералы могут иметь два, три, четыре или шесть направлений спайности, по которым они одинаково легко раскалываются, либо несколько направлений спайности разной степени. У некоторых минералов спайность вообще отсутствует. Поскольку спайность как проявление внутренней структуры минералов является их неизменным свойством, она служит важным диагностическим признаком.

**Твердость** – сопротивление, которое минерал оказывает при царапании. Твердость зависит от кристаллической структуры: чем прочнее связаны между собой атомы в структуре минерала, тем труднее его поцарапать. Тальк и графит – мягкие пластинчатые минералы, построенные из слоев атомов, связанных между собой очень слабыми силами. Они жирные на ощупь: при трении о кожу руки происходит соскальзывание отдельных тончайших слоев. Самый твердый минерал – алмаз, в котором атомы углерода так прочно связаны, что его можно поцарапать только другим алмазом. В начале 19 в. австрийский минералог Ф.Моос расположил 10 минералов в порядке возрастания их твердости. С тех пор они используются как эталоны относительной твердости минералов, т.н. шкала Мооса (табл. 1)

|  |  |
| --- | --- |
| **Таблица 1. ШКАЛА ТВЕРДОСТИ МООСА** | |
| **Минерал** | **Относительная твердость** |
| Тальк | 1 |
| Гипс | 2 |
| Кальцит | 3 |
| Флюорит | 4 |
| Апатит | 5 |
| Ортоклаз | 6 |
| Кварц | 7 |
| Топаз | 8 |
| Корунд | 9 |
| Алмаз | 10 |

Чтобы определить твердость минерала, необходимо выявить самый твердый минерал, который он может поцарапать. Твердость исследуемого минерала будет больше твердости поцарапанного им минерала, но меньше твердости следующего по шкале Мооса минерала. Силы связи могут меняться в зависимости от кристаллографического направления, а поскольку твердость является грубой оценкой этих сил, она может различаться в разных направлениях. Эта разница обычно невелика, исключение составляет кианит, у которого твердость 5 в направлении, параллельном длине кристалла, и 7 – в поперечном направлении.

Для менее точного определения твердости можно пользоваться следующей, более простой, практической шкалой.

|  |  |
| --- | --- |
| 2 —2,5 | Ноготь большого пальца |
| 3 | Серебряная монета |
| 3,5 | Бронзовая монета |
| 5,5—6 | Лезвие перочинного ножа |
| 5,5-6 | Оконное стекло |
| 6,5—7 | Напильник |

В минералогической практике используется также измерение абсолютных значений твердости (т.н. микротвердости) при помощи прибора склерометра, которая выражается в кг/мм2.

**Плотность.** Масса атомов химических элементов меняется от водорода (самый легкий) до урана (самый тяжелый). При прочих равных условиях масса вещества, состоящего из тяжелых атомов, больше, чем у вещества, состоящего из легких атомов. Например, два карбоната – арагонит и церуссит – имеют сходную внутреннюю структуру, но в состав арагонита входят легкие атомы кальция, а в состав церуссита – тяжелые атомы свинца. В результате масса церуссита превышает массу арагонита того же объема. Масса единицы объема минерала зависит также от плотности упаковки атомов. Кальцит, как и арагонит, представляет собой карбонат кальция, но в кальците атомы упакованы менее плотно, потому он имеет меньшую массу единицы объема, чем арагонит. Относительная масса, или плотность, зависит от химического состава и внутренней структуры. Плотность – это отношение массы вещества к массе того же объема воды при 4 С. Так, если масса минерала составляет 4 г, а масса того же объема воды – 1 г, то плотность минерала равна 4. В минералогии принято выражать плотность в г/см3.

Плотность – важный диагностический признак минералов, и ее нетрудно измерить. Сначала образец взвешивается в воздушной среде, а затем – в воде. Поскольку на образец, погруженный в воду, действует выталкивающая сила, направленная вверх, его вес там меньше, чем в воздухе. Потеря веса равна весу вытесненной воды. Таким образом, плотность определяется отношением массы образца на воздухе к потере его веса в воде.

**Пироэлектричество.** Некоторые минералы, например турмалин, каламин и др., при гревании или охлаждении электризуются. Это явление можно блюдать с помощью опыления охлаждающегося минерала смесью порошков серыи сурика. При этом сера покрывает положительно заряженные участки поверхности минерала, а сурик — участки с отрицательным зарядом.

**Магнитность –**  это свойство некоторых минералов действовать на магнитную стрелку или притягиваться магнитом. Для определения магнитности используют магнитную стрелку, помещенную на остром штативе, или магнитную подковку, брусок. Очень удобно также пользоваться магнитной иглой или ножом.

При испытании на магнитность возможны три случая:

а) когда минерал в естественном виде («сам по себе») действует на магнитную стрелку,

б) когда минерал становится магнитным лишь после прокаливания в восстановительном пламени паяльной трубки

в) когда минерал ни до, ни после прокаливания в восстановительном пламени магнитности не проявляет. Для прокаливания восстановительном пламени нужно брать мелкие кусочки величиной 2—3 мм.

**Свечение.** Многие минералы, не светящиеся сами по себе, начинают светиться при некоторых специальных условиях (при нагревании, действии рентгеновскими, ультрафиолетовыми и катодными лучами, при разламывании, царапании и т. д.).

Различают фосфоресценцию, люминесценцию, термолюминесценцию и триболюминесценцию минералов.

Фосфоресценция—способность минерала светиться после воздействия на него теми или другими лучами (виллемит).

Люминесценция — способность светиться в момент облучения (шеелит при облучении ультрафиолетовыми и катодными луча кальцит и др.).

Термолюминесценция — свечение при нагревании (флюорит, апатит).

Триболюминесценция — свечение в момент царапания иглой или раскалывания (слюды, корунд).

**Радиоактивность.** Многие минералы, содержащие такие элементы как ниобий, тантал, цирконий, редкие земли, уран, торий часто имеют довольно значительную радиоактивность, легко обнаруживаемую даже бытовыми радиометрами, которая может служить важным диагностическим признаком. Для проверки радиоактивности сначала измеряют и записывают величину фона, затем минерал подносят, возможно, ближе к детектору прибора. Увеличение показаний более чем на 10-15% может служить показателем радиоактивности минерала.

**Электропроводность.** Целый ряд минералов обладает значительной электропроводностью, которая позволяет их однозначно отличить от похожих минералов. Может проверяться обычным бытовым тестером.

**КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ**

В результате в современной систематике (*см.* табл. 2) минералы объединяются в классы по признаку общего аниона или анионной группы. Единственное исключение составляют самородные элементы, которые встречаются в природе сами по себе, не образуя соединений с другими элементами.

В природе наиболее распространены минералы класса

1. силикатов — около 25 %
2. окислы и гидроокислы — около 12%
3. сульфиды и их аналоги составляют около 13 %
4. фосфаты, арсенаты (ванадаты) — около 18 %
5. прочие природные химические соединения — 32 %.

Земная кора на 92 % сложена силикатами, окислами и гидроокислами.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Таблица 2. КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ** | | |
| **Класс** | **Минерал (пример)** | **Химическая формула** |
| Самородные элементы | Золото | Au |
| Карбиды1 | Муассанит | SiC |
| Сульфиды2 и сульфосоли | Киноварь Энаргит | HgS Cu3AsS4 |
| Оксиды | Гематит | Fe2O3 |
| Гидроксиды | Брусит | Mg(OH)2 |
| Галогениды | Флюорит | CaF2 |
| Карбонаты | Кальцит | CaCO3 |
| Нитраты | Калиевая селитра | KNO3 |
| Бораты | Бура | Na2B4O5(OH)48H2O |
| Фосфаты3 | Апатит | Ca5(PO4)3F |
| Сульфаты | Гипс | CaSO42H2O |
| Хроматы | Крокоит | PbCrO4 |
| Вольфраматы4 | Шеелит | CaWO4 |
| Силикаты | Альбит | NaAlSi3O8 |
| 1 Включая нитриды и фосфиды 2 Включая арсениды, селениды и теллуриды. 3 Включая арсенаты и ванадаты. 4 Включая молибдаты. | | |

**ПРИМЕНЕНИЕ**

Свойства минералов определяют области их применения в технике. Так, например, весьма твёрдые минералы (алмаз, корунд, гранаты и др.) применяются как абразивы; минералы с пьезоэлектрическими свойствами используются в радиоэлектронике и т. д. На различиях физических свойств минералов (главным образом плотности, упругих, магнитных, электрических, поверхностных, радиоактивных и др.) основаны методы обогащения руд, а также *геофизические методы разведки* месторождений полезных ископаемых. В этой связи особо важное значение приобретает всестороннее изучение свойств и особенностей минералов. Большие перспективы открывает возможность направленного изменения свойств минералов путём «генерирования» или «залечивания» дефектов кристаллической решётки, что может быть осуществлено разными путями — механическим, акустическим (ультразвуковая обработка), термическим (нагреванием и последующим быстрым или медленным охлаждением), химическим (протравливанием, обработкой реагентами, способными «легировать» поверхность минерала примесными ионами), радиационным (облучением рентгеновскими и гамма-лучами, потоками быстрых частиц и т. п.). На современном этапе развития промышленность использует не более 15 % всех известных минералов. Детальное изучение распространённости, состава и свойств минералов позволяет вовлекать в сферу практического применения всё новые минеральные виды, используя при этом почти все элементы таблицы Менделеева, заключённые в различных минералах в форме основных компонентов (руды чёрных, цветных, частично редких металлов) или элементов-примесей (рассеянные элементы). Широкое применение в оптике, радиоэлектронной технике, в электроэнергетике приобрели монокристаллы минералов и их синтетические аналоги. Некоторые минералы являются *драгоценными и поделочными камнями.* В число объектов изучения минералогов все шире вовлекаются минералы Луны, космических тел и мантии Земли.

**ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МИНЕРАЛОВ**

|  |  |
| --- | --- |
| Формула | C |
| Сингония | Кубическая |
| Цвет | Обычно жёлтый, коричневый, серый или бесцветный. Реже встречаются голубые, зелёные, чёрные и пр. |
| Цвет черты | Бесцветная |
| Блеск | Алмазный |
| Прозрачность | Прозрачный, полупрозрачный |
| Твёрдость | 10 |
| Спайность | Совершенная по {111} |
| Излом | Раковистый |
| Плотность | 3,5 — 3,53 г/см³ |
| Показатель преломления | 2,402-2,465 |

***Алмаз***



Самородный кристаллический углерод. Идеальный **алмаз** бесцветен и прозрачен, но может быть желтым, зеленым, голубым, синим, дымчато-коричневым, розово-сиреневым, молочно-белым, серым и черным. Он бывает окрашен в черный, желтый, коричневый, голубой цвет, но для ювелирной промышленности используется чаще всего бесцветный прозрачный или голубой алмаз. В XX веке алмазы стали широко синтезировать, в основном для промышленных нужд. Бриллиантом называют ограненный алмаз ювелирного качества. Основную массу добываемых алмазов составляют неювелирные технические камни, лишь доли процента пригодны для ювелирной обработки. Для измерения веса алмазов принят метрический карат - 0,2 грамма или 200 миллиграммов. Алмазы массой более 15 каратов - редкость, массой в сотни каратов - величайшая редкость. К настоящему времени в мире известно лишь 26 алмазов, первоначальная масса которых превышала 400 каратов. Такие камни получают собственные имена, мировую известность и прочное место в истории.

  У правильно ограненного алмаза "игра" - самое эффектное свойство: он дробит белый свет на ярчайшие спектрально-чистые искры, вспархивающие и веером рассыпающиеся вокруг граненой сердцевины. Это свойство алмаза связано с тем, что показатель его преломления резко различается для лучей видимого света с разной длиной волны. Он разлагает белый луч подобно оптической призме на расходящиеся веером лучики всех цветов спектра. Ограненный алмаз кажется более плоским, чем есть на самом деле.

  Основу алмаза составляют атомы чистого углерода, существующие глубоко под землей, подвергшиеся сильному нагреванию и давлению в течение миллиардов лет. С течением времени, под давлением и при высокой температуре, в результате вулканического взрыва на поверхности земли появились скалы и алмазы в скальных породах. Взрыв породил глубокую и широкую впадину, которая называется кимберлитовая трубка; такие залежи алмазов известны как первичные залежи. Остальные алмазы вымыло водой в результате эрозии почвы - это алмазные россыпи. Такие залежи встречаются во многих уголках мира, но самые большие крупные промышленные месторождения запасы сосредоточены в Анголе, Австралии, Ботсване, Намибии, ЮАР, России и Заире, где добывают 80% всех алмазов мира. Первые залежи алмазов появились на поверхности земли примерно 2,5 миллиарда лет назад. Самым свежим месторождениям алмазов от силы 50 миллионов лет. Определенное количество технических алмазов образовалось в земной коре в месте падения крупного метеорита под влиянием мгновенного высокого давления и температуры.

Надо добыть и просеять 250 тонн руды для того, чтобы получить 1 карат природных алмазов. При огранке необработанный алмаз теряет 40%-60% своего веса, а это значит, что все усилия привели к добыче 0,5 карата ограненных бриллиантов (это, например, один цельный бриллиант диаметром 5,25 мм или 16 бриллиантов диаметром по 2 мм), которые Вы и видите на прилавках ювелирных магазинов. Нужно также учитывать, что только четвертая часть всех природных алмазов пригодна для огранки бриллианта (то есть в среднем нужно просеять 1000 тонн руды).

Совершенно бесцветные алмазы в природе довольно редки. Обычно у них наблюдается какой-либо оттенок (нацвет). Встречаются также интенсивно окрашенные алмазы желтого, оранжевого, зеленого, голубого, синего, розового, коричневого, молочно-белого, серого, черного цвета. Окраска алмазов связана с различными дефектно-примесными центрами в структуре кристаллов, а иногда - с включениями ряда минералов. Наиболее распространенная желтая окраска может иметь различное происхождение.

Алмаз - драгоценный камень первого класса. Однако его сильный блеск и "игра" выявляются только после обработки. У алмаза наблюдается анизотропия твердости: на разных гранях и в различных направлениях твердость несколько отличается. Алмаз обрабатывают по наименее износоустойчивыми направлениям. При правильной огранке алмаза свет, падающий на него, полностью отражается. При просмотре бриллианта на свет видна только одна светящаяся точка в колетте. Из-за полного внутреннего отражения нельзя ничего увидеть сквозь бриллиант, это показатель правильности огранки. Высокий показатель преломления алмаза при просмотре его через площадку создает иллюзию значительно меньшей толщины камня, чем это есть на самом деле.

Алмаз при обычных температурах химически инертен. Кислоты, даже самые сильные, на него не действуют. При высоких температурах алмаз приобретает химическую активность. Алмаз не смачивается водой, но прилипает к жировым смесям. На свойстве алмаза смачиваться жирами основан "Алмазный карандаш", снабженный фетровым концом и заправленный специальными жировыми чернилами, которые оставляют сплошную черту на поверхности алмаза и пунктирную - на большинстве имитаций с высокими (выше 1,8) показателями преломления. Теплопроводность алмаза во много раз превышает теплопроводность имитаций. Надежный метод идентификации алмазов - пропускание через него рентгеновских лучей. Алмаз, в отличие от большинства минералов, синтетических камней и стекол, полностью прозрачен и невидим в рентгеновских лучах.

 Сегодня алмазы успешно имитируют фианитами (кубическими цирконами, оксидами циркония). Нужно помнить, что не только алмазы царапают стекло (стекло также царапают топазы, корунды и кристаллы кварца). Внимание! В отличие от подделок и синтетических заменителей у ограненного алмаза острые ребра и углы, а у фианитов и других имитаторов они скругленные. Кроме того, синтетические фианиты (цирконы) ощутимо тяжелее алмазов.

Алмаз обладает рядом интересных свойств: он, например, начинает светиться, если на кристалл воздействовать направленным ультрафиолетовым или катодным излучением. Его энергетическое излучение, истинный его цвет - глубокий синий, поэтому он применяется в лечении синим светом/цветом в цветотерапии.

Исключительная твёрдость алмаза находит своё применение в промышленности: его используют для изготовления ножей, свёрл, резцов и тому подобных изделий. Потребность в алмазе для промышленного применения вынуждает расширять производство искусственных алмазов. В последнее время проблема решается за счет кластерного и ионно-плазменного напыления алмазных пленок на режущие поверхности. Алмазный порошок (как отход при обработке природного алмаза, так и полученный искусственно) используется как абразив для изготовления режущих и точильных дисков, кругов и т. д.

Крайне перспективно развитие микроэлектроники на алмазных подложках. Уже есть готовые изделия, обладающие высокой термо- и радиационной стойкостью.

Однако подавляющая часть (по стоимости) природных алмазов используется для производства бриллиантов.

|  |  |
| --- | --- |
| *Горный хрусталь* | |
| Формула | SiO2 |
| Сингония | Тригональная |
| Цвет | Бесцветный |
| Блеск | Стеклянный |
| Твёрдость | 7,0 |
| Плотность | 2,6 г/см³ |



**Горный хрусталь** — минерал, чистая природная двуокись кремния, бесцветная, прозрачная разновидность кварца, одна из кристаллических модификаций кремнезёма (SiO2). Чистые бездефектные кристаллы горного хрусталя встречаются относительно редко и высоко ценятся. Практическое значение имеют кристаллы размером от 3—5 см.

Название произошло от греч. *kristallos*, что означает «лёд», поскольку в античные времена горный хрусталь считали сильно затвердевшим льдом. Именно под этим названием горный хрусталь упоминается в «Илиаде» и «Одиссее». Марбод Реннский в XII в. писал о происхождении горного хрусталя от льда. В русской терминологии до XIX в термины «хрусталь» и «кристалл» были синонимами. Позднее кристаллами стали называть многогранные минералы, а горным хрусталем — прозрачную разновидность кварца.

**Физические свойства**

* *Прозрачность*: прозрачный
* *Излом*: неровный, иногда раковистый
* *Сингония*: тригональная
* *Спайность* — неясная по ромбоэдру
* *Форма кристаллов*: призматические тригонально-трапецевидные
* *Агрегаты*: сростки кристаллов, двойники, друзы, жеоды, кристаллические "щётки"

**Разновидности:** аметист, цитрин, раухтопаз (дымчатый кварц), морион, волосатик, «Волосы Венеры»(с включениями Рутила). *«Мармарошские диаманты»* - своеобразные прозрачные и очень чистые, хорошо образованные, с двумя головками и сильным блеском кристаллики. Они впервые обнаружены в 1855 г. в одноименном массиве Карпат, а позже в Крыму и Якутии. Размеры кристаллов 1 - 12 мм., форма призматически-дипирамидальная. Mapмарошские диаманты могут использоваться в ювелирной промышленности без огранки.

**Месторождения, происхождение.** Встречается главным образом в пустотах гидротермальных жил, большинство промышленных месторождений и находок крупных кристаллов - в хрусталеносных жилах «Альпийского типа». Встречается также в пустотах пегматитовых жил и контактово-метаморфических месторождений различного типа. В осадочных породах весьма распространён, но крупных кристаллов не образует, а находится в виде кристаллических щёток на стенках трещин и в форме жеод, преимущественно среди известняков и в известковых толщах.  
В России крупные месторождения есть на Урале. Также Алданский щит, Забайкалье, Приморье.

**Сопутствующие минералы:** полевые шпаты, слюды, глинистые минералы, гётит и лимонит, топаз, берилл, гематит, магнетит, хлорит, рутил, брукит, анатаз, пирит, кальцит, самородное золото и др.

**Значение и применение.** Горный хрусталь применяется в радиотехнике для получения ультразвуковых колебаний. Изготовляют призмы спектографов, линзы. Окрашенные кристаллы горного хрусталя применяются как полудрагоценные камни. Горный хрусталь используется для изготовления ювелирных изделий и предметов роскоши, а также различной магической атрибутики.

**Искусственное получение.** Монокристаллы горного хрусталя выращивают в автоклавах. Добавление Ge увеличивает, a Al уменьшает показатели преломления, Fe2+ придаёт зелёный, Fe3+ — бурый, Со — синий цвет.

**Из истории камня.** Античные греки и римляне вырезали из горного хрусталя печати, сосуды, украшения. Ферсман писал, что у Нерона были два прекрасных кубка, вырезанных из идеально прозрачных кристаллов. Римские патриции летом охлаждали руки шарами из горного хрусталя. Из кристаллов вырезали зажигательные линзы, с помощью которых жрецы «божественным огнём» зажигали огонь на жертвенниках.  
В Китае и Японии изготавливали идеальные шары, многие из которых экспонируются в различных музеях мира. Так, в Национальном музее США в Вашингтоне хранится шар китайской работы диаметром 327 мм, близкий по форме к идеальному.

В Оружейной палате Московского Кремля находятся различные сосуды из горного хрусталя: самовар Петра I, выточенный из цельного куска горного хрусталя, бочонок, перечница, кружка, чаши, «рукомой» и т. д. Коллекция посуды из горного хрусталя имеется в Национальном музее в Вене. В Музее естественной истории в Нью-Йорке имеется печать русской работы в виде Атласа, держащего на плечах земной шар.  
В России XVIII—XIX вв. из горного хрусталя вырезали табакерки, пуговицы, печатки, церковную утварь.

Некогда в Европе горный хрусталь называли «арабским» или «богемским алмазом».

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Формула | FeS2 |
| Сингония | Кубическая |
| Цвет | Латунно-жёлтый |
| Цвет черты | Зеленовато-чёрный |
| Блеск | Металлический |
| Прозрачность | Непрозрачный |
| Твёрдость | 6 — 6,5 |
| Плотность | 4,95—5,10 г/см³ |

*Пирит*



**Пири́т** (греч. πυρίτης λίθος, буквально — камень, высекающий огонь), **серный колчедан**, **железный колчедан** — минерал, сульфид железа химического состава FeS2 (46,6 % Fe, 53,4 % S). Нередки примеси Со, Ni, As, Cu, Au, Se и других веществ.

Пирит кристаллизуется в кубической сингонии, образуя кубические, пентагондодекаэдрические и реже октаэдрические кристаллы. Но распространён чаще всего в виде сплошных зернистых масс. Цвет на свежем сколе светлый латунно-жёлтый до золотисто-жёлтого, со временем меняется до тёмно-жёлтого, часто с побежалостью, за счёт образования поверхностной окисной плёнки. Имеет металлический блеск.

Твёрдость по шкале Мооса 6—6,5 (уменьшается при повышении содержания Ni); плотность 4,9—5,2 г/см³, температура плавления 1177—1188°C [1]. Нерастворим в воде. Парамагнетик.



*Конкреция пирита* *Пирит в раковине аммонита*

**Распространение.**

Пирит — один из самых распространенных в Земной коре сульфидов. Большие его залежи сосредоточены в месторождениях гидротермального происхождения, колчеданных залежах, осадочных и метаморфических породах. Кроме того пирит в небольших количествах образуется в магматических процессах. В осадочных породах пирит образуется в закрытых морских бассейнах, подобных Чёрному морю, в результате осаждения сероводорода. На земной поверхности неустойчив и со временем кристаллы пирита разрушаются, окисляясь до лимонита.

В России месторождения пирита расположены на Урале (Дегтярское, Калатинское, Берёзовское золоторудное и др.), на Алтае, Закавказье и других районах. За рубежом — в Казахстане, Норвегии, Испании (Рио-Тинто), Италии, на острове Кипр, в США, Канаде, Японии.

**Применение.** Пирит является сырьём для получения серной кислоты, серы и железного купороса, но последнее время редко используется для этих целей. В последнее время всё чаще применяется в качестве корректирующей добавки при производстве цементов. В огромных объемах он извлекается при разработке гидротермальных месторождений меди, свинца, цинка, олова и других цветных металлов. Но переработка пирита в полезные компоненты обычно оказывается экономически невыгодной, и его отправляют в отвалы.

**История.** Греческое название «камень, высекающий огонь» связано со свойством пирита давать искры при ударе.

Благодаря этому свойству, использовался в колесцовых замках первых ружей и пистолетов (пара сталь-пирит).

|  |  |
| --- | --- |
| ***«Гипсовая роза» из Сахары, 10 см в длину*** | |
| Формула | CaSO4•2H2O |
| Цвет | Белый, серый, красный |
| Цвет черты | Белая |
| Твёрдость | 1,5 — 2 |
| Плотность | 2,31 — 2,33 г/см³ |

*Гипс*

Гипс - минерал, водный сульфат кальция, CaSO42H2O. Название происходит от греч. «гипсос», что в древности обозначало и собственно гипс, и мел.

Плотная снежно-белая, кремовая или розовая тонкозернистая разновидность гипса известна как алебастр (в строительстве алебастром называют также продукт обжига природного гипса). Волокнистый розоватый, белый или желтовато-кремовый гипс с шелковистым блеском называется шелковым шпатом, или уральским селенитом, а кристаллический с хорошо выраженной спайностью – гипсовым шпатом, девичьим или марьиным стеклом (а за рубежом – селенитом).

**Свойства.** Обычно слагает белые и серые плотные агрегаты, часто встречаются бесцветные пластинчатые кристаллы, имеющие форму вытянутого ромба. Сингония моноклинная. Весьма характерны двойники, напоминающие ласточкин хвост. Твердость 2 (царапается ногтем), что позволяет отличить этот минерал от многих других, включая безводный сульфат кальция, ангидрит и кальцит. Пластинчатые кристаллы гипса обладают тремя направлениями спайности разной степени совершенства. Одна спайность весьма совершенная и обусловливает образование сколков в виде слюдоподобных пластинок; две другие менее совершенные, их трещины рассекают пластинки.

**Распространение.** Гипс – широко распространенный минерал. Гипс как осадочная порода образуется прежде всего в результате гидратации ангидрита, который в свою очередь осаждался при испарении морской воды. Нередко при ее испарении осаждается непосредственно гипс. Залегает чаще всего в виде пластов. Жильный гипс обычно является продуктом реакции сульфатных растворов (образующихся при окислении сульфидных руд) с карбонатными породами, например известняками. Встречается также в гидротермальных низкотемпературных рудных жилах.

**Применение.** Волокнистый гипс (селенит) используют для недорогих ювелирных изделий. Из алебастра издревле вытачивали крупные ювелирные изделия — предметы интерьера (вазы, столешницы, чернильницы и т. д.).

Промышленная ценность гипса обусловлена его поведением при обжиге. Если при этом он теряет три четверти связанной воды, то получается штукатурный гипс («парижская штукатурка»), который снова поглощает воду и затвердевает («схватывается»), при этом ему можно придать какую угодно форму. Гипс находит весьма широкое применение в сыром и обожженном виде. Наиболее широко он используется для получения строительных полуфабрикатов, например обшивочных листов и сухой штукатурки. Сырой (необожженный) гипс применяется для производства портландцемента (минерал подмешивается к цементу для замедления процесса «схватывания»), а также в качестве удобрения. Третья главная область применения гипса – производство разных штукатурок.

**Производство.** В 2005 в мире произведено 110 млн тонн гипса (увеличение на 0,9 %). Крупнейший мировой производитель гипса – США, располагающие действующими рудниками в 17 штатах (Нью-Йорк, Мичиган, Калифорния, Невада, Айова, Техас и др.). На четырёх крупнейших продуцентов — США, Иран, Канаду и Испанию — приходится 43 % мирового производства гипса.Другие ведущие страны – Австралия, Канада, Египет, Франция, Россия, ФРГ, Австрия, Словакия, Великобритания. В жарких сухих климатических условиях (пустыня Сахара, Туркменистан, Нижнее Поволжье и др.) встречаются оригинальные сростки пластинок гипса – «розы пустыни», которые весьма ценятся коллекционерами. Алебастр и селенит широко используются в камнерезном деле для изготовления мелкой пластики.



# *Тальк*

|  |  |
| --- | --- |
| Формула | Mg3Si4O10(OH)2 |
| Сингония | Моноклинная |
| Цвет | Бледно-зелёный, белый, серый, желтовато-белый, коричневато-белый |
| Цвет черты | Белая |
| Блеск | Стеклянный (перламутровый) |
| Прозрачность | Полупрозрачный |
| Твёрдость | 1 |
| Спайность | Совершенная по {001} |
| Плотность | 2,7 — 2,8 г/см³ |

**Тальк** — Mg3Si4O10(OH)2 - минерал, кристаллическое вещество. Представляет собой жирный рассыпчатый порошок белого (изредка зеленого цвета. Качество талька определяется его белизной. Для промышленных целей используют молотый тальк, микротальк и т. д.

Свойства. Цвет от белого до светло-зелёного. Блеск жирный, на плоскостях спайности перламутровый. Просвечивает в краях. Спайность весьма совершенная. Имеет минимальную (1 балл) твёрдость по

## шкале Мооса. Жирный на ощупь.

**Разновидности:**

* *миннесотаит* (содержание Fe 50-80 ат. %);
* *виллемсеит* — существенно никелистый;
* *стеатит* (жировик) — плотный массивный;
* *агалит* — тонковолокнистый;
* *благородный тальк* — прозрачный светлый.

## Применение. В виде присыпки используется в быту для предотвращения слипания и трения соприкасающихся поверхностей (в резиновых перчатках, в обуви). Как наполнитель применяется в резиновой, бумажной, лакокрасочной и других отраслях промышленности (в медицинской и парфюмерно-косметической).

Важная область применения — керамика (особенно радиоизоляционная).

В пищевой промышленности зарегистрирован в качестве пищевой добавки **E553b**.

**Добыча и производство.** Во времена СССР разрабатывались Шабровское тальк-магнезитовое и Миасские талькитовые месторождения на Среднем Урале, Онотское месторождение стеатитового талька (Восточный Саян), была проведена гелогическая разведка Западно-Прибайкальской тальконосной провинции.

Крупные месторождения талька находятся в Канаде (Мейдок), США (Гавернур), Франции (Люзенак).

## Опасность. Раньше считали, что вдыхание пыли талька может вызывать талькоз — доброкачественное заболевание из группы пневмо-кониозов, однако специальные исследования, проведенные Европейской ассоциацией производителей талька, показали, что тальк безвреден для здоровья.

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ И УСЛОВИЯ НАХОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛОВ**

Минералогия не ограничивается определением свойств минералов, она исследует также происхождение, условия нахождения и природные ассоциации минералов. Со времени возникновения Земли примерно 4,6 млрд. лет назад многие минералы разрушились в результате механического дробления, химических преобразований или плавления. Но элементы, слагавшие эти минералы, сохранились, перегруппировались и образовали новые минералы. Таким образом, существующие ныне минералы являются продуктами процессов, развивавшихся на протяжении геологической истории Земли.

Бóльшая часть земной коры сложена изверженными породами, которые местами перекрыты относительно маломощным покровом осадочных и метаморфических пород. Поэтому состав земной коры в принципе соответствует усредненному составу изверженной породы. Восемь элементов (см. табл. 3) составляют 99% массы земной коры и соответственно 99% массы слагающих ее минералов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Таблица 3. ГЛАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ** | | |
| **Элемент** | **Массовые проценты** | **Объемные проценты** |
| Кислород | 46,40 | 94,04 |
| Кремний | 28,15 | 0,88 |
| Алюминий | 8,23 | 0,48 |
| Железо | 5,63 | 0,49 |
| Кальций | 4,15 | 1,18 |
| Натрий | 2,36 | 1,11 |
| Магний | 2,33 | 0,33 |
| Калий | 2,09 | 1,49 |

По элементному составу земная кора представляет собой каркасную постройку, состоящую из ионов кислорода, связанных с более мелкими ионами кремния и алюминия. Таким образом, главными минералами являются силикаты, на долю которых приходится ок. 35% всех известных минералов и ок. 40% — наиболее распространенных. Важнейшие из них — полевые шпаты (семейство алюмосиликатов, содержащих калий, натрий и кальций, реже — барий). Другие распространенные породообразующие силикаты представлены кварцем (впрочем, он чаще относится к оксидам), слюдами, амфиболами, пироксенами и оливином.

**Изверженные породы.** Изверженные, или магматические, породы образуются при охлаждении и кристаллизации расплавленной магмы. Процентное содержание различных минералов и, следовательно, тип образовавшейся породы зависят от соотношения элементов, содержавшихся в магме во время ее затвердевания. Каждый тип изверженной горной породы обычно состоит из ограниченного набора минералов, называющихся главными породообразующими. В дополнение к ним могут присутствовать в меньших количествах второстепенные и акцессорные минералы. Например, главными минералами в граните могут быть калиевый полевой шпат (30%), натрий-кальциевый полевой шпат (30%), кварц (30%), слюды и роговая обманка (10%). В качестве акцессорных минералов могут присутствовать циркон, сфен, апатит, магнетит и ильменит.

Изверженные породы обычно классифицируют в зависимости от вида и количества каждого из содержащихся в них полевых шпатов. Однако в некоторых породах полевой шпат отсутствует. Далее изверженные породы классифицируют по их структуре, которая отражает условия затвердевания породы. Медленно кристаллизующаяся глубоко в недрах Земли магма порождает интрузивные плутонические породы с крупно- или среднезернистой структурой. Если магма извергается на поверхность в виде лавы, она быстро остывает и возникают тонкозернистые вулканические (эффузивные, или излившиеся) породы. Иногда некоторые вулканические породы (например, обсидиан) остывают столь быстро, что не успевает произойти их кристаллизация; подобные породы имеют стекловидный облик (вулканические стекла).

**Осадочные породы.** Когда коренные породы выветриваются или размываются, обломочный или растворенный материал оказывается включенным в состав осадочных пород. В результате химического выветривания минералов, происходящего на границе литосферы и атмосферы, формируются новые минералы, например, глинистые — из полевого шпата. Некоторые элементы высвобождаются при растворении минералов (например, кальцита) в поверхностных водах. Однако другие минералы, например кварц, даже механически раздробленные, сохраняют устойчивость к химическому выветриванию.

Высвободившиеся при выветривании механически и химически устойчивые минералы с достаточно высокой плотностью образуют на земной поверхности россыпные месторождения. Из россыпей, чаще всего аллювиальных (речных), добывают золото, платину, алмазы, иные драгоценные камни, оловянный камень (касситерит), минералы других металлов. В определенных климатических условиях формируются мощные коры выветривания, нередко обогащенные рудными минералами. С корами выветривания бывают сопряжены промышленные месторождения бокситов (руд алюминия), скопления гематита (железных руд), водных силикатов никеля, минералов ниобия и других редких металлов.

Основная масса продуктов выветривания выносится по системе водотоков в озера и моря, на дне которых образует слоистую осадочную толщу. Глинистые сланцы сложены в основном глинистыми минералами, а песчаник состоит преимущественно из сцементированных зерен кварца. Растворенный материал может извлекаться из воды живыми организмами или выпадать в осадок в результате химических реакций и испарения. Карбонат кальция поглощается из морской воды моллюсками, которые строят из него свои твердые раковины. Бóльшая часть известняков образуется в результате аккумуляции раковин и скелетов морских организмов, хотя частично карбонат кальция осаждается химическим путем.

Эвапоритовые залежи формируются в результате испарения морской воды. Эвапориты — обширная группа минералов, в число которых входят галит (поваренная соль), гипс и ангидрит (сульфаты кальция), сильвин (хлорид калия); все они имеют важное практическое применение. Эти минералы осаждаются также при испарении с поверхности соляных озер, но в этом случае повышение концентрации редких элементов может привести к дополнительному осаждению некоторых других минералов. Именно в такой обстановке образуются бораты.

**Метаморфические породы**

**Региональный метаморфизм.** Изверженные и осадочные породы, захороненные на большой глубине, под действием температуры и давления испытывают преобразования, называющиеся метаморфическими, в ходе которых меняются первоначальные свойства горных пород, а исходные минералы перекристаллизовываются или полностью трансформируются. В результате минералы обычно располагаются вдоль параллельных плоскостей, придавая породам сланцеватый облик. Тонкосланцеватые метаморфические породы называются сланцами. Они часто бывают обогащены пластинчатыми силикатными минералами (слюдой, хлоритом или тальком). Более грубосланцеватые метаморфические породы — гнейсы; в них чередуются полосы кварца, полевого шпата и темноцветных минералов. Когда сланцы и гнейсы содержат какой-либо типично метаморфический минерал, это отражается в названии породы, например, силлиманитовый или ставролитовый сланец, кианитовый или гранатовый гнейс.

**Контактовый метаморфизм.** При подъеме магмы в верхние слои земной коры в породах, в которые она внедрилась, обычно происходят изменения, т. н. контактовый метаморфизм. Эти изменения проявляются в перекристаллизации первоначальных или образовании новых минералов. Степень метаморфизма зависит как от типа магмы, так и от типа породы, которую она пронизывает. Глинистые и близкие им по химическому составу породы преобразуются в контактовые роговики (биотитовые, кордиеритовые, гранатовые и др.). Наиболее интенсивные изменения происходят, когда гранитная магма внедряется в известняки: термическое воздействие является причиной их перекристаллизации и образования мрамора; в результате химического взаимодействия с известняками отделяющихся от магмы растворов образуется большая группа минералов (силикаты кальция и магния: волластонит, гроссуляровый и андрадитовый гранаты, везувиан, или идокраз, эпидот, тремолит и диопсид). В некоторых случаях при контактовом метаморфизме привносятся рудные минералы, что делает породы ценными источниками получения меди, свинца, цинка и вольфрама.

Метасоматоз. В результате регионального и контактового метаморфизма не происходит существенного изменения химического состава исходных пород, а меняются лишь их минеральный состав и внешний облик. Когда растворами привносятся одни элементы и выносятся другие, происходит значительное изменение химического состава пород. Такие вновь образовавшиеся породы называются метосоматическими. Например, взаимодействие известняков с растворами, выделяемыми гранитной магмой в ходе кристаллизации, приводит к образованию вокруг гранитных массивов зон контактово-метасоматических руд — скарпов, которые нередко вмещают оруденение.

**Рудные месторождения и пегматиты.**

Химический состав крупнозернистого гранита может существенно отличаться от состава исходной магмы. Изучение пород показало, что минералы выделяются из магмы в определенной последовательности. Такие богатые железом и магнием минералы, как оливин и пироксены, а также акцессорные минералы кристаллизуются в первую очередь. Из-за более высокой плотности, чем окружающий расплав, в результате процесса магматической сегрегации они оседают вниз. Полагают, что таким образом образуются дуниты — породы, состоящие почти целиком из оливина. Сходное происхождение приписывается некоторым крупным скоплениям магнетита, ильменита и хромита, которые являются рядами соответственно железа, титана и хрома.

Однако состав расплава, остающегося после удаления минералов путем магматической сегрегации, не полностью идентичен составу образующейся из него породы. В ходе кристаллизации расплава в нем возрастает концентрация воды и других летучих компонентов (например, соединений фтора и бора), а вместе с ними многих других элементов, атомы которых слишком велики или слишком малы для вхождения в кристаллические структуры породообразующих минералов. Выделившиеся из кристаллизующейся магмы водные флюиды могут подниматься по трещинам к поверхности Земли, в область более низких температур и давлений. Это обусловливает отложение минералов в трещинах и образование жильных месторождений. Некоторые жилы сложены в основном неметаллическими минералами (кварцем, кальцитом, баритом и флюоритом). Другие жилы содержат минералы таких металлов, как золото, серебро, медь, свинец, цинк, олово и ртуть; соответственно, они могут представлять собой ценные рудные месторождения. Поскольку подобные месторождения образуются при участии нагретых водных растворов, их называют гидротермальными. Следует сказать, что самые крупные гидротермальные месторождения — не жильные, а метасоматические; они представляют собой пластообразные или иной формы залежи, образовавшиеся путем замещения горных пород (чаще всего известняков) рудоносными растворами. О минералах, слагающих такие месторождения, говорят, что они имеют гидротермально-метасоматическое происхождение.

Пегматиты генетически связаны с кристаллизующейся гранитной магмой. Масса высокоподвижного флюида, еще богатая элементами, входящими в состав породообразующих минералов, может быть выброшена из магматической камеры во вмещающие породы, где она кристаллизуется с образованием тел грубозернистой структуры, сложенных в основном породообразующими минералами — кварцем, полевым шпатом и слюдой. Такие тела горных пород, называемые пегматитами, весьма изменчивы по величине. Максимальная протяженность большинства пегматитовых тел — несколько сотен метров, но самые крупные из них достигают длины 3 км, а у небольших она измеряется первыми метрами. В пегматитах содержатся крупные кристаллы отдельных минералов, в том числе самые большие в мире полевошпатовые длиной в несколько метров, слюды — до 3 м в поперечнике, кварца — массой до 5 т.

В некоторых пегматитообразующих флюидах концентрируются редкие элементы (часто в форме крупных кристаллов), например, бериллий — в берилле и хризоберилле, литий — в сподумене, петалитите, амблигоните и лепидолите, цезий — в полуците, бор — в турмалине, фтор — в апатите и топазе. Большинство этих минералов имеют ювелирные разновидности. Промышленное значение пегматитов отчасти связано с тем, что они являются источником драгоценных камней, но главным образом — высокосортных калиевого полевого шпата и слюды, а также рудами лития, цезия и тантала, отчасти бериллия.

**ЛИТЕРАТУРА**

*Материал из интернета*

1. Минералогическая энциклопедия. Л., 1985
2. Лазаренко Е. К., Курс минералогии, М., 1971;
3. Берри Л., Мейсон Б., Дитрих Р. Минералогия. М., 1987
4. Минералы. Справочник, М., 1972;
5. Большая энциклопедия эрудита, М., «Махаон», 2004.