

Лб. 1. 1.
**«Минералы. Химическая
классификация»**

- 1. Химическая классификация**
- 2. Самородные минералы**
- 3. Сульфиды и их аналоги**
- 4. Оксиды, гидроксиды и их аналоги**
- 5. Соли кислородных кислот**
- 6. Галогениды**

1. Химическая классификация минералов

□ Классификация основана на разделении минералов по:

□ химическому составу;

□ структурным (кристаллохимическим) связям

Химическая классификация минералов

Тип	Класс	Название класса	Примеры
I. Самородные элементы	1	металлы	платина (Pt), золото (Au)
	2	полуметаллы (металлоиды)	мышьяк (As), сурьма (Sb), висмут (Bi), теллур (Te)
	3	неметаллы	сера (S), графит (C), алмаз (C)
II. Сульфиды	1	простые	галенит (PbS), сфалерит (ZnS), киноварь (HgS)
	2	двойные	халькопирит (CuFeS ₂)
	3	дисульфиды	пирит (FeS ₂), молибден (MoS ₂)
	4	сложные (сульфасоли)	блеклые руды (Cu ₃ (Sb,As)S ₃)
III. Оксиды, гидроксиды	1	оксиды	кварц (SiO ₂), корунд (Al ₂ O ₃)
	2	гидроксиды	гётит (FeO(OH)), лимонит (FeOOH·(Fe ₂ O ₃ ·nH ₂ O))
V. Галогениды	1	хлориды	галит (NaCl), сильвин (KCl)
	2	фториды	флюорит (CaF ₂)

Тип	Класс	Название класса	Подкласс	Примеры
IV. Соли кисло- род- содер- жащих кислот	1	карбонаты		кальцит (CaCO_3), доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
	2	сульфаты		барит (BaSO_4), ангидрит (CaSO_4), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
	3	фосфаты		апатит $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{Cl}, \text{F})$, бирюза $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
	4	вольфраматы		шеелит (вольфрамат кальция) CaWO_4
	5	молибдаты		вульфенит (молибдат свинца $\text{Pb}[\text{MoO}_4]$)
	6	хроматы		крокоит (хромат свинца) $\text{Pb}(\text{CrO}_4)$.
	7	бораты		улексит (водный борат натрия и кальция) $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
	8	ванадаты		ванадинит ($\text{Pb}_5[\text{VO}_4]_3\text{Cl}$)
	9	арсенаты		оливенит (арсенат меди) $\text{Cu}_2\text{AsO}_4(\text{OH})$
	10	силикаты и алюмо-силикаты	островные	оливин (магнезиально-железистый силикат) $\text{MgFe}_2[\text{SiO}_4]$
			кольцевые	берилл (силикат бериллия и алюминия) $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$
			цепочечные	пироксены – авгит $(\text{Ca}, \text{Na})(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+})[(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_6]$
			ленточные	амфиболы - роговая обманка $(\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_5(\text{Al}, \text{Si})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2)$
			листовые	слюды – мусковит $(\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2)$
			каркасные	полевые шпаты $(\{\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}, \text{или Ba}\} \{\text{Al}_2\text{Si}_2 \text{ или } \text{AlSi}_3\} \text{O}_8)$

Тип I. Самородные минералы

Состоят из одного химического элемента и называемые по этому элементу (всего 30 - 50 минералов). Составляют 0,15% массы земной коры.

Класс 1. Самородные металлы, встречающиеся в природе в только свободном состоянии (золото, платина); в соединениях (например, медь, серебро, ртуть); в свободном состоянии и в соединениях (например, никель, олово, свинец). Имеют металлический блеск, обладают электропроводностью, золото и платина не реагируют с кислотами, обладают ковкостью.

Класс 2. Самородные полуметаллы, имеющие внешне металлические признаки, но по химическим свойствам ближе к неметаллам: **самородная сурьма**, самородный мышьяк, висмут.

Класс 3. Самородные неметаллы: **графит**, алмаз, сера.

Характерен большой разброс физических свойств.

серебро



графит



самородная сурьма



Самородный мышьяк



Самородные минералы

Элементы Свойства	Au	Ag	Cu	Pt	Fe	S	алмаз	графит
Сингония	кубическая					ромбическая	кубическая	гексагональная
Твердость	2.5-3	2.5-3	2.5-3	4-4.5	4	1.5-2.5	10	1-2
Плотность	19.3	10.5	8.9	21.5	7.8	2.07	3.5	2.09-2.33
Цвет	желт.	серебр. белый	розово-красный	стально-серый	серый	желтый	бесцветный до черного	черный

Происхождение самородных минералов

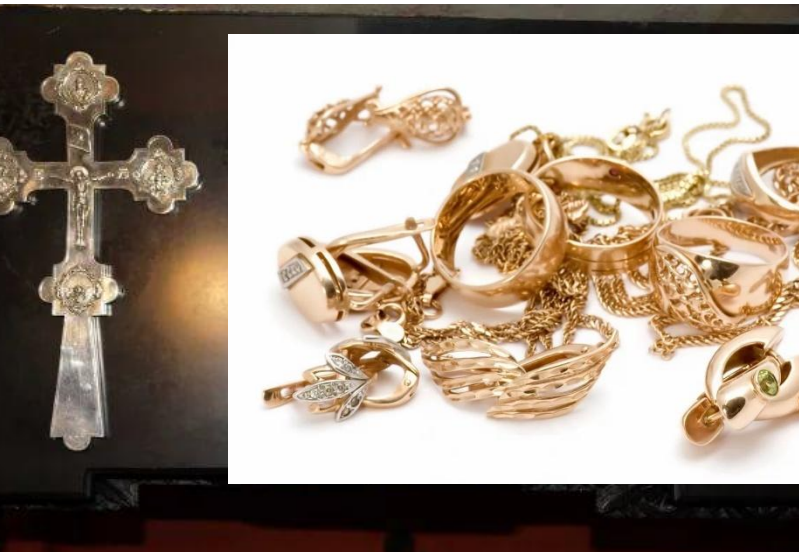
В основном, образуются при эндогенных процессах в интрузивных породах и кварцевых жилах, сера — при вулканизме.

При экзогенных процессах происходит разрушение пород, высвобождение самородных минералов (в силу их устойчивости к физическому и химическому воздействию) и их концентрация в благоприятных для этого местах. Таким образом, могут формироваться россыпи золота, платины и алмазов.



Применение

- ювелирное производство и валютные запасы (Au , Pt , Ag , алмазы);
- культовые предметы и утварь (Au , Ag),
- радиоэлектроника (Au , Ag , Cu), атомная, химическая промышленность, медицина, режущие инструменты - алмаз;
- сельское хозяйство- сера.

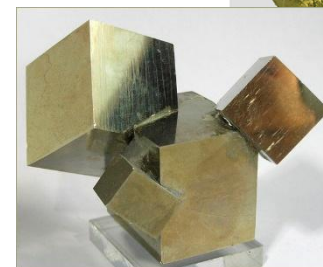
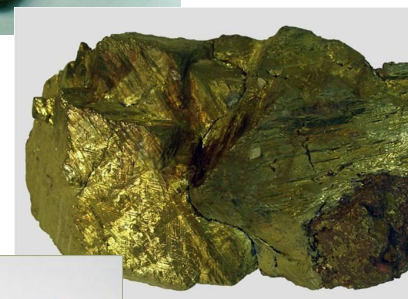


Тип II. Сульфиды и их аналоги

Природные соединения металлов и полуметаллов с серой (производные сероводорода), с мышьяком, селеном и теллуrom.

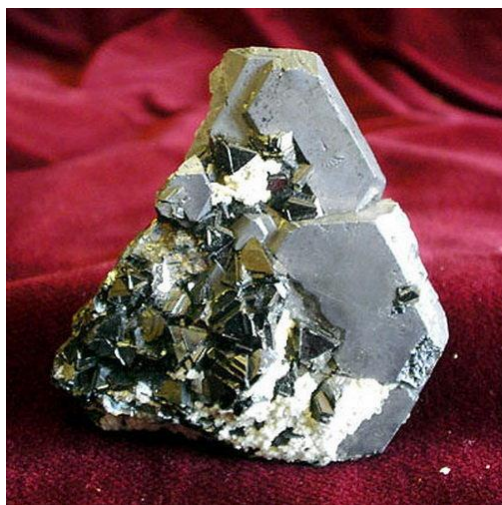
Более 600 минералов (0,25% массы земной коры),
3-е место после силикатов и оксидов.

1. *Простые сульфиды* - соединения катиона с анионом серы (сульфид свинца, свинцовый блеск или галенит PbS);
2. *Двойные сульфиды* - соединения двух и более катионов с анионом серы (сульфид меди, медный колчедан, халькопирит FeCuS_2)
3. *Дисульфиды* - соединения катионов с анионной группой $[\text{S}_2]$ (сульфид железа, железный или серный колчедан, пирит FeS_2)
4. *Сложные сульфиды или сульфасоли* - смесь двойных сульфидов (блеклые руды - группа минералов подкласса сложных сульфидов, образующих изоморфный ряд)



В зависимости от особенностей физических свойств, все сульфиды имеют второе название, т.к. делятся на:

- ✓ блески - сульфиды с черным или свинцово-серым цветом и металлическим блеском (свинцовый блеск или галенит);
- ✓ колчеданы - сульфиды, которые имеют соломенно-желтый, латунно-желтый, бронзо-желтый, цвет и металлический блеск (пирит или черный колчедан, марказит или лучистый колчедан);
- ✓ обманки - сульфиды, которые имеют неметаллический блеск (сфалерит или цинковая обманка, киноварь или ртутная обманка).



Колчеданы (от др.-греч колония в Малой Азии) — устар. собирательное название, применявшееся в отношении минералов из группы сульфидов и арсенидов, содержащих серу, железо, олово, а также медь или мышьяк

- ✓ серный или железный колчедан (пирит - FeS_2) ;
- ✓ лучистый колчедан (марказит - FeS_2);
- ✓ магнитный колчедан (пирротин - Fe_7S_8);
- ✓ мышьяковый колчедан (арсенопирит — [\$\text{FeAsS}\$](#));
- ✓ молибденовый колчедан (молибденит),
- ✓ никелевый колчедан (никелин — $(\text{Co}, \text{Ni})\text{As}_3$);
- ✓ железоникелевый колчедан (пентландит - $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$);
- ✓ оловянный колчедан (станнин),
- ✓ медный колчедан (халькопирит - CuFeS_2);
- ✓ пёстрый медный колчедан (борнит - Cu_5FeS_4);
- ✓ кобальтовый колчедан (линнеит - $(\text{Fe}, \text{Co})\text{S}_2$).

Происхождение сульфидов

Преимущественно, гидротермальное, являются рудами металлов, сопутствуют нефти и природному газу, содержатся в вулканическом пепле и в водах минеральных источников.

В земной коре наиболее широко распространены сульфиды железа (пирит - FeS_2), меди (халькопирит - CuFeS_2), свинца (галенит - PbS), цинка (сфалерит - ZnS) и некоторые другие.

ОБЩИЕ ЧЕРТЫ:

Яркая окраска, чёрная или тёмная черта, металлический блеск, высокая и средняя отражательная способность, низкая твёрдость, высокая плотность, высокая электропроводность, неустойчивы - в зоне окисления легко разлагаются и переходят в карбонаты, сульфаты и др. (например, пирит может окислиться до лимонита).

Не являются породообразующими, содержатся в виде примесей. Их примесь к естественным строительным материалам снижает их качество.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Являются рудами меди, ртути, свинца, цинка, кобальта и др., сопутствуют нефти и природному газу, содержатся в водах минеральных источников.

Самые распространённые пирит (для производства серной кислоты) и халькопирит (используется как медная руда)

Тип III. Оксиды и гидроксиды

Соединения металлов и полуметаллов (металлоидов) с кислородом:

Широко распространены в природе (17% массы земной коры)

Образованы примерно тридцатью химическими элементами

Чаще всего в природе встречаются оксиды кремния, железа, алюминия, титана, олова

Известно около 430 минералов

Многие оксиды и гидроксиды являются важными рудами на Fe, Al, Mn, Cr, Sn, U, Cu и другие

Простые оксиды — соединения одного элемента с кислородом - кварц (диоксид кремния - SiO_2)

Сложные оксиды — соединения с кислородом двух или более металлов - ильменит или титанистый железняк (оксид железа и титана - $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ или FeTiO_3)

Гидроксиды — состоят из соединения гидроксильной группы (OH^-) или воды с различными элементами — лимонит или бурый железняк ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

Особенность большинства гидроксидов – снижение значений свойств по сравнению с оксидной формой того же атома металла.

Минерал	Твердость	Плотность	Блеск
Корунд Al_2O_3	9	4	алмазный
Бемит $\text{AlO} \cdot \text{OH}$	3,5-4	3	тусклый
Кварц SiO_2	7	2,65 – 2,7	стеклянный
Халцедон SiO_2	6,5 - 7	2,6	тусклый
Опал $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	5 – 6,5	1,8 – 2,3	тусклый

Происхождение оксидов и гидроксидов

Представляют собой продукты экзогенных процессов, протекающих в самых верхних частях земной коры при непосредственном участии свободного кислорода атмосферы.

В глубинных условиях образуются разнообразные оксиды Fe, Ti, Ta, Nb, Al, Cr, Be, Sn, U и др.

Происхождение некоторых оксидов и гидроксидов связано с гидротермальным процессом минералообразования.

Ряд минералов, относящихся к рассматриваемому классу, возникают в результате метаморфических и метасоматических процессов.

Использование оксидов и гидроксидов

Для получения Fe , Mn , Al , Sn .

Прозрачные, кристаллические
разновидности корунда (сапфир и рубин) и
кварца (аметист, горный хрусталь и др.)
используются как драгоценные и
полудрагоценные камни.

Тип IV. Соли кислородных кислот (кислородные соли, оксисоли)

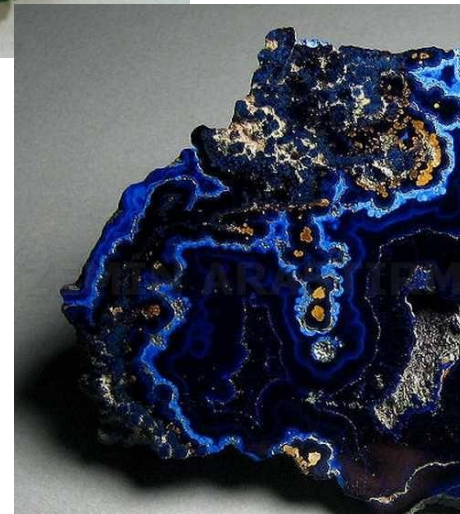
- Кл. 1. Карбонаты — соли угольной кислоты (H_2CO_3)
- Кл. 2. Сульфаты — соли серной кислоты (H_2SO_4)
- Кл. 3. Фосфаты — соли ортофосфорной кислоты (H_3PO_4)
- Кл. 4. Вольфраматы — соли вольфрамовой кислоты (H_2WO_4)
- Кл. 5. Молибдаты — соли молибденовой кислоты (H_2MoO_4)
- Кл. 6. Хроматы - соли ортохромовой кислоты (H_2CrO_4)
- Кл. 7. Бораты – соли ортоборной кислоты (H_3BO_3)
- Кл. 8. Ванадаты - соли ортованадиевой кислоты $\text{H}_3(\text{VO}_4)$.
- Кл. 9. Арсенаты — соли ортомышьяковой (H_3AsO_4) кислот
- Кл. 10. Силикаты – соли кремниевой кислоты (H_2SiO_3)

Класс 1. Карбонаты - соли угольной кислоты (H_2CO_3) общая формула $\{A\} \text{CO}_3$ – где $\{A\}$ - Ca, Mg, Fe и др.

Неорганические соединения углерода в природе, известно около 240 минералов, большая часть из которых относится к солям угольной кислоты

- Очень широко распространены в верхней части литосферы, среднее их содержание в земной коре составляет 1,5 %.
- Входят в состав мраморов, известковистых сланцев, скарнов.
- В структуре карбонатов анионные группы $[\text{CO}_3]^{2-}$ в форме плоских треугольников изолированы друг от друга катионами или дополнительными анионами.

Наиболее распространенными являются карбонаты:
безводные - кальцит CaCO_3 ; магнезит MgCO_3 ;
доломит $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$; сидерит FeCO_3
с гидроксильной группой (ОН) - малахит $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$;
азурит $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$



Происхождение

В большинстве случаев карбонаты образуются в гипергенных процессах (хотя известны и магматические карбонаты).

Происхождение некоторых карбонатов, например, кальцита в известняках, связано с жизнедеятельностью организмов.

Гидротермальные карбонаты распространены в жилах, контактово-метасоматических зонах, в отложениях минеральных источников, в миндалинах вулканических пород.

Кристаллизуются в ромбической и тригональной сингониях (хорошие кристаллические формы и спайность по ромбу);

Цвет: большинство белые или бесцветные, в зависимости от вхождения в структуру ионов-хромофоров могут быть:

- ✓ медные - зеленые или синие;
- ✓ урановые - желтые;
- ✓ содержащие железо — коричневатые.

Двойное лучепреломление - следствие наличия в структуре плоских групп $[\text{CO}_3]^{2-}$.

Низкая твердость: 3 - 5.

Удельный вес: меняется в широких пределах в зависимости от химического состава минералов. Самый легкий из карбонатов - сода; наибольшим удельным весом обладают карбонаты висмута и свинца.

Большинство карбонатов относительно хорошо **растворяются в воде** богатой свободной углекислотой по схеме $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Некоторые интенсивно **вскипают в разбавленной (10%) соляной кислоте**, выделяя при этом пузырьки CO_2 , что является одним из основных диагностических свойств при идентификации широко распространенных карбонатов кальция, магния и железа.

Значение

- являются породообразующими минералами осадочных пород (известняки, доломиты и др.) и метаморфических пород (мрамор, скарны);
- используются как удобрения;
- используются как поделочный камень (малахит);
- многие карбонаты имеют практическое значение как руды на железо, цинк, свинец и медь;
- большие скопления магнезита и сидерита – источник получения магния и железа;
- плотные массивные карбонатные породы (известняки, мраморы, доломиты) используются в качестве строительного материала.

Класс 2. Сульфаты — соли серной кислоты (H_2SO_4)

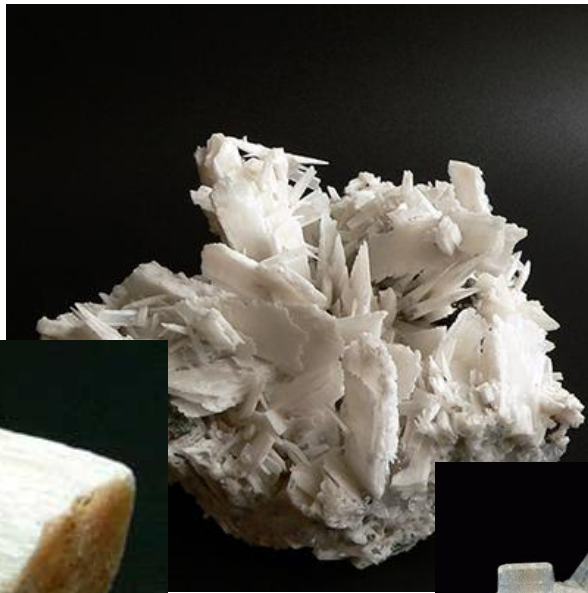
В природе известно около 300 минералов (155), относящихся к этому классу соединений, но по массе они составляют менее 0,1 % веса земной коры.

Образовываются в природе в условиях повышенной концентрации кислорода, необходимой для перевода серы в высшую степень окисления (S^{6+}) и при относительно низких температурах. Такие условия в земной коре создаются вблизи поверхности, где и встречается основная масса сульфатов.

Некоторые сульфаты (барит, целестин) имеют гидротермальный генезис.

Различают: водные - *гипс* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и безводные - *ангидрит* (CaSO_4)

Наиболее распространены и известны сульфаты Ca, Ba, Sr, Pb: *гипс* ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), *ангидрит* (CaSO_4), *барит* или *тяжёлый шпат* (BaSO_4), *целестин* (SrSO_4), *англезит* (PbSO_4), *тенардит* (Na_2SO_4), *мирабилит* или *глауберова соль* ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), *алунит* ($\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$), *ярозит* ($\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$)



Общие свойства сульфатов:

- ✓ кристаллизация в моноклинной и ромбической сингониях,
- ✓ небольшая твердость (меньше 3,5),
- ✓ светлая окраска,
- ✓ стеклянный блеск,
- ✓ совершенная спайность,
- ✓ растворимые в воде.

Применение сульфатов:

- ✓ строительство,
- ✓ сельское хозяйство,
- ✓ медицина,
- ✓ химическая промышленность.

Класс 3. Фосфаты (165 минеральных видов) — соли ортофосфорной (H_3PO_4) кислоты

В большинстве своем гипергенные минералы, образуются в поверхностной зоне за счет разложения органических остатков. Количество минеральных видов около 180 (200). Редки (0,7% массы земной коры).

Невысокие показатели твердости и плотности.

Эта малораспространенная группа минералов имеет важное значение в жизни человека, так как апатит, входящий в нее, служит сырьем для изготовления фосфорных удобрений и синтетических моющих средств.

Главные представители:

- ☐ апатит
- ☐ вивианит
- ☐ бирюза

Класс 4. Вольфраматы – соли вольфрамовой (H_2WO_4) кислоты

Вольфраматы в природе не многочисленны. Однако в рассматриваемый подкласс входят два промышленно важных рудных минерала - вольфрамит - $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$ и шеелит - CaWO_4 , имеющих глубинное происхождение.

Для получения вольфрама, который используется в оборонной и аэрокосмической промышленности и электроники, для изготовления лампочек, а ввиду своей сопротивляемости высоким температурам идет в производство электрических клапанов, радио- и рентгеновской аппаратуры.

Класс 5. Молибдаты — соли молибденовой (H_2MoO_4) кислоты

Большинство *молибдатов* являются гипергенными минералами, образующихся в зонах железных шляп рудных месторождений в результате окисления молибденита (MoS_2).

Наиболее распространенные молибдаты:

- вульфенит (молибдат свинца - PbMoO_4) — руда свинца,
- ферримолибдит ($\text{Fe}_2^{3+}[\text{MoO}_4]_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

Класс 6. Хроматы - представители солей ортохромовой кислоты (H_2CrO_4) - очень редки (около 10 минералов).

Встречаются в зонах окисления некоторых полиметаллических месторождений, классическим из которых является Березовское на Среднем Урале.

Главный минерал класса хроматов – крокоит (PbCrO_4) - красная свинцовая руда (хромат свинца островного строения). В структуре хроматов - тетраэдр $(\text{CrO}_4)^{2-}$.

Именно в хромате из этого месторождения - крокоите - PbCrO_4 в 1797 г. был открыт химический элемент хром.

Класс 7. Бораты - кальциевые и магниевые соли борных кислот H_3BO_3 , HBO_2 , $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$

Относятся более 100 минералов разнообразной структуры, но почти всегда сходного состава.

Структуры боратов подобно структурам силикатов могут быть островными, цепочечными, ленточными, кольцевыми, слоистыми в зависимости от степени полимеризации анионных групп.

В природе наиболее распространены бораты кальция, магния, натрия:

- ✓ иньоит $\text{Ca}(\text{B}_2\text{VO}_3(\text{OH})_5) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$,
- ✓ колеманит $\text{Ca}(\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3) \cdot \text{H}_2\text{O}$,
- ✓ пандермит $\text{Ca}_2(\text{B}_4\text{VO}_7(\text{OH})_5) \cdot \text{H}_2\text{O}$,
- ✓ гидроборацит $\text{CaMg}(\text{B}_2\text{VO}_4(\text{OH})_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$,
- ✓ ашарит $\text{Mg}_2(\text{B}_2\text{O}_4\text{OH})(\text{OH})$,
- ✓ улексит $\text{NaCa}(\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Класс 8. Ванадаты — группа минералов, представляющих собой различные по составу и сложности соли ортованадиевой кислоты $\text{H}_3(\text{VO}_4)$. Известно около 50 минералов (основных и водных солей), большинство из которых очень редки.

Кристаллизуются ванадаты природные в гексагональной, ромбической, моноклинной и триклинной сингониях. Образуют порошки, налёты, корочки, редко хорошо образованные кристаллы. Окраска преимущественно жёлтая, красная или буровато-красная, главным образом за счёт аниона $[\text{VO}_4]^{3-}$, а также некоторых катионов (например, Cu^+ придаёт им зелёные оттенки). Твердость: 1- 4; плотность 2,5 - 7.

В большинстве своем гипергенные минералы, образуются в поверхностной зоне за счет разложения органических остатков.

Класс 9. Арсенаты — соли ортомышьяковой (H_3AsO_4) кислоты

Включает около 120 минералов. В комплексном анионе AsO_4^{3-} мышьяк может изоморфно замещаться на R и S.

По особенностям состава арсенаты природные делят на безводные — миметезит $\text{Pb}_5[\text{AsO}_4]_3\text{Cl}$, оливенит $\text{Cu}_2[\text{AsO}_4]\text{OH}$, дюфтит $\text{PbCu}[\text{AsO}_4]\text{OH}$ и др. и водные — эритрин, аннабергит, скородит, эвхроит $\text{Cu}_2[\text{AsO}_4]\text{OH} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, метацейнерит $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2[\text{AsO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ и др.

В большинстве своем гипергенные минералы, образуются в поверхностной зоне за счет разложения органических остатков.

Класс 10. Силикаты – соли кремниевых кислот

Минералы сложного химического состава, самый многочисленный класс, насчитывающий до 800 видов (не менее 75% всей земной коры), среди них главную роль играют полевые шпаты.

По химическому составу силикаты иногда рассматривают как соли различных гипотетических кремниевых и алюмокремниевых кислот с подразделением на безводные и водные силикаты.

Основой кристаллической решётки силикатов является кремнекислородный тетраэдр $[SiO_4]^{-4}$. Ион кремния Si^{+4} располагается в центре тетраэдра и окружён четырьмя ионами кислорода O^{-2} , расположенными в вершинах тетраэдра. В кристаллической решётке алюмосиликатов особую роль играет Al^{+3} как бы частично замещающий ион кремния внутри тетраэдра.

Сочетания тетраэдров определяют внутреннюю структуру силикатов.

Выделяют:

А. Островные (сложены изолированными тетраэдрами) – группы оливина, гранатов, циркона, ставролита, дистена (кианита), топаз и кольцевые (тетраэдры соединены в замкнутые кольца) – группы берилла и турмалина;

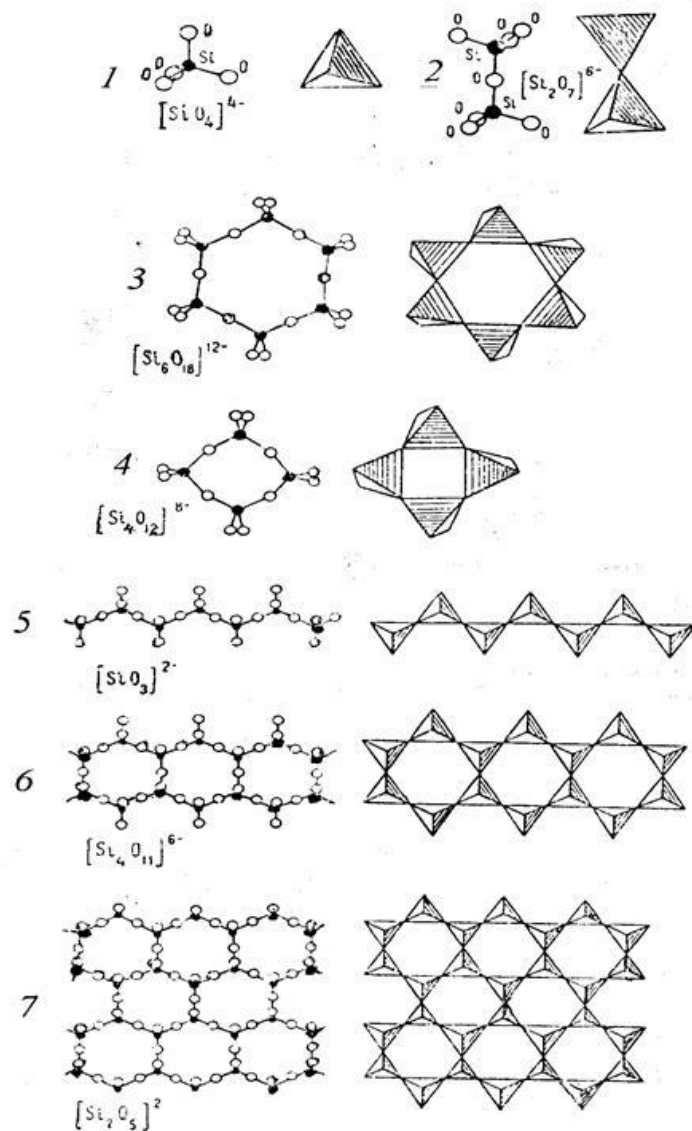
Б. Цепочечные (тетраэдры соединены в непрерывные цепочки): группа пироксенов (авгит), родонит;

В. Ленточные (содержат соединенные в обособленные ленты тетраэдры): минералы группы амфиболов (роговая обманка);

Г. Слоевые (листовые) и алюмосиликаты (тетраэдры объединены в ленты, образующие единый непрерывный слой): тальк, серпентин (змеевик), каолин, группа слюд (биотит, мусковит).

Д. Каркасные, алюмосиликаты и бериллосиликаты (каркас полевых шпатов создан тетраэдрами, сцепленными всеми четырьмя вершинами): группы полевых шпатов (калиево-натриевых и кальциево-натриевых), фельдшпатоидов и цеолиты.

Типы соединения кремнекислородных тетраэдров:



- 1–2 – изолированный кремнекислородный тетраэдр;
- 2 – группа из двух тетраэдров (сдвоенный);
- 3–4 – группы из шести и четырех тетраэдров, связанных в кольцо;
- 5 – цепочка тетраэдров;
- 6 – лента тетраэдров;
- 7 – слой (лист) тетраэдров

Островные силикаты



Ставролит



Циркон



Оливин



Гранаты



Дистен (кианит)



Топаз

Кольцевые силикаты – встречаются сравнительно редко, состоят из 3-х или 6-ти тетраэдров, замкнутых в кольца

Берилл ($\text{Al}_2[\text{Be}_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})]$) – «драгоценный сине-зелёный (цвета морской воды) камень», «brille и brilliant» - блестеть

Блеск: стеклянный

Цвет: бледно-зелёный, изумрудно-зелёный, винно-жёлтый, розовый, синеватый

Черта: нет

Спайность: весьма совершенная

Твёрдость: 8

Сингония: гексагональная

Удельный вес: 2,6 – 2,9 г/см³

Встречается: в гранитах (пегматита), гнейсах и кристаллических сланцах

Используется: в ювелирном деле, как абразивный материал и руда для получения берилла



ЦЕПОЧЕЧНЫЕ СИЛИКАТЫ

Группа пироксенов

Кристаллическая решетка построена из простых одинарных цепочек кремнекислородных тетраэдров, между которыми катионы (Mg, Fe, Li, Mn, Ca)

Подразделяются на ромбические и моноклинные

Высокотемпературные, входят в состав МГП и самых глубинных метаморфических горных пород, скарнов

Образуют изоморфный ряд из 20-ти минералов.

Ленточные силикаты

Ленточные силикаты с радикалом $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ объединяют минералы группы амфиболов – минералов с непостоянным химическим составом, среди которых наиболее распространен породообразующий минерал роговая обманка - сложный алюмосиликат кальция, магния и железа - $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe,Al})_5(\text{Al,Si})_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$.

Амфиболы являются более поздними, чем пироксены, продуктами магматической кристаллизации и более ранними минералами метаморфизма. Роговая обманка, тремолит, актинолит — типичные минералы скарнов.

Слоистые (слоевые, листовые) силикаты

Представляют непрерывные слои, где тетраэдры связаны ионами кислорода, а между слоями связь осуществляется через катионы. Поэтому у них общий радикал в формуле - $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$.

Эта группа объединяет породообразующие минералы-слюды: чёрный биотит, бесцветный мусковит и его мелкочешуйчатая разновидность серицит.

Кроме них часто встречаются метаморфического происхождения серпентин (змеевик), тальк и непостоянного состава хлориты. Эти минералы возникают при воздействии на ультраосновные породы горячих растворов и газов.

Слоистые (слоевые, листовые) силикаты

Представляют непрерывные слои, где тетраэдры связаны ионами кислорода, а между слоями связь осуществляется через катионы. Поэтому у них общий радикал в формуле - $[\text{Si}_4\text{O}_{10}]^{4-}$.

Эта группа объединяет породообразующие минералы-слюды: чёрный биотит, бесцветный мусковит и его мелкочешуйчатая разновидность серицит.

Кроме них часто встречаются метаморфического происхождения серпентин (змеевик), тальк и непостоянного состава хлориты. Эти минералы возникают при воздействии на ультраосновные породы горячих растворов и газов.

Каркасные силикаты

Наиболее сложная структура – бесконечные трёхмерные решётки или каркасы, состоящие из связанных между собой тетраэдров, через кислороды всех своих четырёх вершин.

Важнейшие породообразующие минералы, 60% массы земной коры

Образуются в результате магматических и метаморфических, в меньшей степени гидротермальных процессов минералообразования

В поверхностных условиях разлагаются, гидратируются с образованием слюд, гидрослюд и глинистых минералов

По составу подразделяются на:

- ✓ полевые шпаты,
- ✓ фельдшпатидаы,
- ✓ цеолиты

Свойства силикатов

Сложный химический состав и разнообразие кристаллической структуры дают большой разброс показателей физических свойств:

- ✓Твёрдость: от 1 до 9

- ✓Спайность: от весьма совершенной до несовершенной

- ✓Окраска: широчайший спектр цветов и оттенков

- ✓Внутри каждой структурной группы свойства близки, имеется какой-то один или два признака, по которым можно определить минерал.

Например, слюды определяют по спайности и низкой твердости

- ✓Часто силикаты группируются по окраске - темноокрашенные, светлоокрашенные (особенно это относится к породообразующим силикатам)

- ✓Образуются, в основном, при формировании магматических и метаморфических пород в эндогенных процессах. Большая группа глинистых минералов (каолин и др.) образуется в экзогенных условиях при выветривании силикатных горных пород.

- ✓ Многие силикаты являются полезными ископаемыми и применяются в народном хозяйстве.
- ✓ Это строительные материалы, облицовочные, поделочные и драгоценные камни (топаз, гранаты, изумруд, турмалин и др.), руды металлов (Be , Zr , Al) и неметаллов (B), редких элементов. Они находят применение в резиновой, бумажной промышленности, как огнеупоры и керамическое сырьё.

Среди силикатов:

- Полевые шпаты (57%)
- Амфиболы и пироксены (13%)
- Кварц (11%) – относится к силикатам с непрерывными трёхмерными каркасами или каркасные силикаты.
- Слюда (11%)
- Оливин (3%)

Тип V. Галогениды (рождающие соль) или **галоиды, галогены** – соединения галогенов (электроотрицательных) с другими химическими элементами или радикалами (соли галоидных кислот).

По участвующему в соединении галогену:

- фториды;
- хлориды;
- бромиды (соли бромистоводородной кислоты – бромид серебра AgBr);
- иодиды (соли иодистоводородной кислоты HI – калия иодид KI);
- астатиды.

Всего около 100 минералов.

- Взаимодействие с водой: большинство растворимы
- Вкус: горько-соленый
- Гигроскопичность: интенсивно поглощают влагу из воздуха и расплываются в густое желе (поэтому в коллекциях их хранят в герметичной упаковке)
- Происхождение: из высохших морских лагун и сохраняются, как правило, лишь в сухом жарком климате (пустынях) либо в условиях природной защиты от дождей и подземных вод (глина, гипсовые купола); в жарком климате отлагаются на побережьях морей и океанов; лишь немногие галогениды возникли в результате магматических процессов (флюорит, криолит) и неподвластны воздействию воды в приповерхностных условиях

Наиболее распространены:

Класс 1. Хлориды — соли соляной кислоты (HCl), насчитывается до 25 минералов: галит (NaCl), сильвин (KCl), карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (водный хлорид калия и магния).

Класс 2. Фториды — соли плавиковой кислоты, насчитывается около 20 минералов. Светлые, средней плотности и твёрдости. Представитель: флюорит (CaF_2).

По генезису фториды и хлориды отличаются. Флюорит — продукт эндогенных процессов (гидротермальный), а галит и сильвин образуются в экзогенных условиях за счет осаждения при испарении в водоемах.

ОБЩИЕ СВОЙСТВА ДЛЯ ГАЛОГЕНИДОВ

- ✓ низкая твердость,
- ✓ кристаллизация в кубической сингонии,
- ✓ совершенная спайность,
- ✓ широкая цветовая гамма,
- ✓ прозрачность,
- ✓ легко растворяются в воде.

Особыми свойствами обладают галит и сильвин- соленый и горько-соленый вкус.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЛОГЕНИДОВ

В народном хозяйстве флюорит используется в оптике, металлургии, для получения плавиковой кислоты; галит и сильвин - в химической и пищевой промышленности, в медицине, сельском хозяйстве, фотоделе.