

Процессы минералообразования

Процессы образования минералов в эндогенной зоне

- **Магматические** – образование минералов при остывании основного минерального расплава магмы
- **Пегматитовые** – сложные процессы кристаллизации минерального расплава в последние моменты его остывания
- **Пневматолитовые** – образование минералов при остывании раскаленных газов магматических очагов (кварц) $\text{SiO}_2 * \text{SiF}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 + 4\text{HF}$
- **Гидротермальные** – выпадение минералов из горячих водных растворов магматических очагов при их остывании (кварц, халцедон, кальцит, флюорит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит)
- **Вулканические** – в результате выброса магмы на поверхность земной коры при ее прорыве из магматического очага (на суше и на дне моря) базальт, пемза, обсидиан

Процессы образования минералов в экзогенной зоне

- **Экзогидатогенные** – выделение минералов из холодных нисходящих водных растворов поверхностного происхождения ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaCl , CaCO_3 , SiO_2 , $\text{Fe}_3(\text{PO}_4) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$)
- **Процессы образования минералов в результате выветривания**
 1. Растворение $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 2. Окисление (оксидация)
 - $4\text{Fe}_2\text{CO}_3$ (сидерит) + $3\text{H}_2\text{O} + 2\text{O} = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (лимонит) + 4CO_2
 3. Гидролиз $\text{K}_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}]$ (ортоклаз) + 2H^+ + $2\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}]$ (алюмокремниевая кислота) + 2KOH
 4. Гидратация Fe_2O_3 (гематит) + $3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (лимонит)
 5. Карбонатизация Na_2SiO_3 (сода) + $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3$ (метакремниевая кислота)
- $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$

Процессы образования минералов в экзогенной зоне

- **6. Оглинивание** $2K_2[Al_2Si_6O_{16}]$ (ортоклаз) + $4H_2O$ + $2CO_2$ =
- $Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$ (каолинит) + $2K_2CO_3$ (поташ) + $8SiO_2$ свободный кремнезем)
- При химическом выветривании первичных минералов из каждого минерала может образоваться несколько вторичных: $(Mg,Fe)_2SiO_4$ (оливин) + $2H_2O$ + $2CO_2$ = $MgCO_3$ (магнезит) + $SiO_2 \cdot 2H_2O$ (опал) + $FeCO_3$ (сидерит)
- $4Fe_2CO_3$ (сидерит) + $3H_2O$ + $2O$ = $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ (лимонит) + $4CO_2$
- $SiO_2 \cdot 2H_2O$ (опал) $\xrightarrow{-H_2O}$ SiO_2 (халцедон) \rightarrow SiO_2 (кварц)

Процессы образования минералов в экзогенной зоне

- **Процессы минералообразования в водных бассейнах** – процессы осаждения минералов в морских и океанических заливах, бессточных соляных озерах в условиях жаркого климата, при интенсивном испарении воды и возрастающей в них концентрации солей (галит, сильвин, карналлит, сильвинит, гипс).
- $2\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 \leftrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ (тенардит) + MCl_2
- $\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (мирабиллит) + MCl_2
- **Биогенные процессы минералообразования** (минералы-биолиты)
- $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (гипс) + 2 C (орг. в-во) = CaS + 2 CO₂ + 2H₂O = CaS + CO₂ + H₂O = H₂S + CaCO₃
- $\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{S}$

Процессы образования минералов в экзогенной зоне

- **Метасоматические процессы минералообразования** – замещение ранее образовавшегося минерала с заменой катионной или анионной части соединения в результате циркулирующих растворов на ранее образовавшиеся минералы (экзогенный катионный или анионный метасоматоз)
- 2CaCO_3 (кальцит в известняке) + MgCl_2 (раствор) = $\text{CaCO}_3 * \text{MgCO}_3$ (доломит) + CaCl_2 (раствор)
- ZnS (сфалерит) + CuSO_4 (раствор) = CuS (ковеллин) + ZnSO_4 (раствор)
- CaCO_3 (кальцит) + H_2O + H_2SO_4 = $\text{CaSO}_4 * \text{H}_2\text{O}$ (гипс) + CO_2

Метаморфические процессы минералообразования

- В зоне метаморфизма совершаются реакции образования минералов, противоположные тем, которые происходят в верхних частях земной коры – дегитратация, деоксидация, декарбонитизация
- $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (опал) $\xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}}$ SiO_2 (халцедон) \rightarrow SiO_2 (кварц)
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (лимонит) $\xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}}$ Fe_2O_3 (гематит) $\xrightarrow{-\text{O}_2}$ $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (магнетит).