

# 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

- **Эзогидатогенные** – выделение минералов из холодных нисходящих водных растворов поверхностного происхождения ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ )
- **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) +  $4\text{CO}_2$
  3. Гидролиз  $\text{K}_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}]$  (ортоклаз) +  $2\text{H}^+$  +  $2\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}]$  (алюмокремниевая кислота) +  $2\text{KOH}$
  4. Гидратация  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (гематит) +  $3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (лимонит)
  5. Карбонатизация  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (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**  $2\text{K}_2[\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}]$  (ортоклаз) +  $4\text{H}_2\text{O}$  +  $2\text{CO}_2$  =
- $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$  (каолинит) +  $2\text{K}_2\text{CO}_3$  (поташ) +  $8\text{SiO}_2$  свободный кремнезем)
- При химическом выветривании первичных минералов из каждого минерала может образоваться несколько вторичных:  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$  (оливин) +  $2\text{H}_2\text{O}$  +  $2\text{CO}_2$  =  $\text{MgCO}_3$  (магнезит) +  $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (опал) +  $\text{FeCO}_3$  (сидерит)
- $4\text{Fe}_2\text{CO}_3$  (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) +  $4\text{CO}_2$
- $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (опал)  $\xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}}$   $\text{SiO}_2$  (халцедон)  $\rightarrow$   $\text{SiO}_2$  (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) +  $\text{MCl}_2$
- $\text{NaCl} + \text{MgSO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (мирабиллит) +  $\text{MCl}_2$
- **Биогенные процессы минералообразования** (минералы-биолиты)
- $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (гипс) + 2 C (орг. в-во) = CaS + 2 CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O = CaS + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = H<sub>2</sub>S + CaCO<sub>3</sub>
- $\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{S}$

# 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)
- $2\text{CaCO}_3$  (кальцит в известняке) +  $\text{MgCl}_2$  (раствор) =  $\text{CaCO}_3 * \text{MgCO}_3$  (доломит) +  $\text{CaCl}_2$  (раствор)
- $\text{ZnS}$  (сфалерит) +  $\text{CuSO}_4$  (раствор) =  $\text{CuS}$  (ковеллин) +  $\text{ZnSO}_4$  (раствор)
- $\text{CaCO}_3$  (кальцит) +  $\text{H}_2\text{O}$  +  $\text{H}_2\text{SO}_4$  =  $\text{CaSO}_4 * \text{H}_2\text{O}$  (гипс) +  $\text{CO}_2$

# Метаморфические процессы минералообразования

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