

## ***Mineralogie I***

***Milan Novák***

***Ústav geologických věd, PŘF MU v Brně***

### MINERALOGICKÝ SYSTÉM 2

#### **SOROSILIKÁTY**

Málo významná skupina, mají nízký stupeň polymerizace, dva spojené tetraedry  $\text{Si}_2\text{O}_7$ , někdy jsou ve struktuře přítomny  $\text{SiO}_4$  i  $\text{Si}_2\text{O}_7$ .

#### **Skupina epidotu**

Obecný vzorec  $\text{A}_2\text{B}_3 (\text{SiO}_4)_3 \text{OH}$  nebo  $\text{A}_2\text{B}_3 \text{Si}_3\text{O}_{11} (\text{OH},\text{F})_2$

A = Ca, Ce

B = Al,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$  Vedlejší prvky: Mg, Sr, Y

Epidot  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Fe}^{3+} (\text{SiO}_4)_3 \text{OH}$

Klinozoisit  $\text{Ca}_2\text{Al}_3 (\text{SiO}_4)_3 \text{OH}$

Zoisit  $\text{Ca}_2\text{Al}_3 (\text{SiO}_4)_3 \text{OH}$

Allanit-(Ce)  $(\text{Ce},\text{Ca})_2\text{Al}_3 (\text{SiO}_4)_3 \text{OH}$

Substituce Al- $\text{Fe}^{3+}$ , Al- $\text{Mn}^{3+}$ ,

Monoklinické, rombické

Vlastnosti:

zelený v různých odstínech, černý (allanit), dokonale štěpný,  $t = 6,5$ ,  $h = 3,1-3,5$

Výskyty:

Hydrotermální alpské žíly (Sobotín a okolí), pegmatity, skarny (Vlastějovice, Žulová), metamorfované horniny bohaté Ca.

Středně až málo odolné vůči alteracím (hlavně allanit).

Využití:

indikátor vyšší aktivity  $\text{O}_2$  a je často produktem hydrotermálních alterací jiných minerálů.

## CYKLOSILIKÁTY

Poměrně malá ale důležitá skupina silikátů, v nichž jsou  $\text{SiO}_4$  tetraedry spojeny do prstenců (většinou 6 tetraedrů v cyklu). Do této skupiny patří poměrně malé množství minerálů, část z nich ale jsou poměrně důležité horninotvorné minerály.

Skupina berylu

Skupina cordieritu

Skupina turmalínu

### Skupina berylu

Obecný vzorec:  $\text{CT}(2)_3\text{O}_2\text{T}(1)_6\text{O}_{18}$

C = vakance, Na

T(2) = Be

O = Al

T(1) = Si

vedlejší prvky: Mg, Fe, Cs, Li, Sc, Cr,  $\text{H}_2\text{O}$

Beryl  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$

Hexagonální

Vlastnosti:

většinou nazelenalý nebo nažloutlý, nedokonale štěpný,  $t = 7$ ,  $h = 2,65$

Variety:

smaragd – smaragdově zelený (Cr)

akvamarín - modrozelený

heliodor – žlutý

morganit – růžový (Cs)

Výskyty:

Beryl je pravděpodobně nejhojnějším minerálem Be vůbec. Vyskytuje v různých geologických prostředích

1. granitické pegmatity (Maršíkov, Písek, Otov). Složení berylu kolísá podle typu mateřského pegmatitu, v relativně primitivních pegmatitech se blíží teoretickému vzorci, v silně frakciovaných pegmatitech může obsahovat vysoké obsahy Cs popř. Li.

2. greiseny a vysokoteplotní hydrotermální křemenné žíly (Horní Slavkov)

3. metamorfované horniny – často obsahuje zvýšená množství např. Fe, Cr, Mg, Sc, aj.  
Beryl je často alterovaný a zatlačovaný jinými minerály Be.

Využití:

drahý kámen, zdroj Be

### **Skupina cordieritu**

Obecný vzorec  $CM_2Al_3AlSi_5O_{18}$

C = vakance, Na, H<sub>2</sub>O

M = Mg, Fe<sup>2+</sup>

Vedlejší prvky: Be, Li, Mn, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Na

Cordierit  $Mg_2Al_3AlSi_5O_{18}$

Sekaninait  $Fe_2Al_3AlSi_5O_{18}$

Hlavní substituce Fe-Mg

Rombické

Vlastnosti:

modrošedý, modrý, šedozelený, nedokonale štěpný, někdy výborná odlučnost podle 001,  $t = 7-7,5$ ,  $h = 2,6-2,8$

Výskyt:

Cordierit je horninotvorným minerálem v metamorfovaných horninách bohatých Al v typické asociaci s křemenem a alumosilikáty – andalusitem, granátem, slídkami, živci. Vyskytuje se v periplutonicky metamorfovaných horninách (cordieritové ruly a migmatity – Vanov, Bory) a kontaktně metamorfovaných horninách (cordieritové kontaktní břidlice – plášť střežského plutonu), dále v pegmatitech (Věžná).

Sekaninait vzácný v granitických pegmatitech bohatých Al (popsán jako nový minerál z Dolních Borů).

Cordierit a sekaninait snadno podléhají pinitizaci – přeměně na směs sericitu a chloritů (šedozelené pseudomorfózy)

Využití:

Důležité minerály pro odhad metamorfním podmínek.

## Skupina turmalínu

Obecný vzorec:  $X Y_3 Z_6 T_6 O_{18} (BO_3)_3 V_3 W$

$X =$  Na, Ca, □,

$Y =$  Mg, Fe<sup>2+</sup>, Li, Al, Fe<sup>3+</sup>,

$Z =$  Al, Mg, Fe<sup>3+</sup>,

$T =$  Si,

$B =$  B

$V =$  OH, O

$W =$  OH, F, O

Vedlejší prvky: K, Mn, Cr<sup>3+</sup>, V<sup>3+</sup>, Ti<sup>4+</sup>

Skoryl Na Fe<sub>3</sub> Al<sub>6</sub> Si<sub>6</sub> O<sub>18</sub> (BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (OH)<sub>3</sub> OH (černý)

Dravit Na Mg<sub>3</sub> Al<sub>6</sub> Si<sub>6</sub> O<sub>18</sub> (BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (OH)<sub>3</sub> OH (hnědý)

Elbait Na (Li,Al)<sub>3</sub> Al<sub>6</sub> Si<sub>6</sub> O<sub>18</sub> (BO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (OH)<sub>3</sub> OH (vícebarevný)

Turmalíny jsou chemicky velmi variabilní, mísitelnost mezi jednotlivými turmalíny je výborná, turmalíny jsou často zonální.

Trigonální

Barevné variety elbaitu:

rubelit - růžový

verdelit - zelený

indigolit - modrý

Vlastnosti:

barva velmi kolísá podle chemického složení, neštěpný,  $t = 7-7,5$ ,  $h = 3-3,3$ . Turmalín má často výrazný pleochroismus.

Výskyt:

Skoryl se vyskytuje v peraluminických leukokratních granitech (Lavičky), granitických pegmatitech (Dolní Bory), metamorfovaných horninách.

Dravit je běžný hlavně v metamorfovaných horninách různého stupně (svor, rula, migmatit).

Elbait se vyskytuje pouze v Li-pegmatitech (Rožná, Dobrá Voda) Turmalín je chemicky i mechanicky velmi odolný a jen vzácně podléhá alteracím.

Využití:

Drahý kámen, nejhojnější minerál s vysokým obsahem B, indikátor zvýšené aktivity B v hornině.

## INOSILIKÁTY

Velmi důležitá skupina horninotvorných minerálů, v nichž jsou  $\text{SiO}_4$  tetraedry uspořádány do nekonečného řetězce orientovaného rovnoběžně s osou z (vertikálou krystalu). Řetězce tetraedrů  $\text{SiO}_4$  jsou v pyroxenech jednoduché, v amfibolech dvojité.

Skupina pyroxenů

Skupina amfibolů

### Skupina pyroxenů

obecný vzorec  $\text{M}_2\text{M}_1\text{T}_2\text{O}_6$

$\text{M}_2 = \text{Ca}, \text{Na}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}$

$\text{M}_1 = \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}, \text{Al}, \text{Fe}^{3+}$

$\text{T} = \text{Si} (\text{Al})$

rombické

enstatit  $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$

monoklinické

diopsid  $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$

hedenbergit  $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$

augit  $(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Al})\text{Si}_2\text{O}_6$

jadeit  $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$

omfacit  $(\text{Na}, \text{Ca}) (\text{Mg}, \text{Al})\text{Si}_2\text{O}_6$

spodumen  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$

Dnes je známo 22 pyroxenů.

Mísitelnost mezi jednotlivými pyroxeny je různá, neomezená v případě, že je velikost zastupovaných kationtů blízká, menší, je-li rozdíl větší. Závisí i na PT podmínkách.

Výskyty:

magmatické a metamorfované horniny pláště a kůry, většinou chudé SiO<sub>2</sub>.

Vlastnosti:

barva kolísá podle chemického složení, Pyroxeny chudé Fe (enstatit, diopsid, jadeit, spodumen) bezbarvý, bílý, šedý, žlutý, hnědý. Pyroxeny bohaté Fe (hedenbergit, augit) tmavě zelený až černý

t = 5-6, h = 3-3,5, štěpnost dobrá, 90°, ve výbruse jsou pleochroické

Pyroxeny jsou středně odolné alteracím a zvětrávání, často jsou zatlačovány amfibolem, slídkami, chlority.

Využití:

chemické složení pyroxenů je indikátorem PT podmínek vzniku a také chemického složení mateřské horniny

### **Pyroxenoidy**

Minerály velmi blízké pyroxenům. Patří sem:

Wollastonit - CaSiO<sub>3</sub> - bílý, stébelnatý až vláknitý z kontaktů mramorů s granity (Žulová)

Rhodonit - MnSiO<sub>3</sub> – červený, zrnitý z Mn-bohatých metamorfovaných hornin (Chvaletice)

### **Skupina amfibolů**

obecný vzorec: AB<sub>2</sub>C<sub>5</sub>T<sub>8</sub>O<sub>22</sub> (OH,F)<sub>2</sub>

A = Na,Ca, vakance

B = Ca, Mg

C = Mg, Fe<sup>2+</sup>, Al, Fe<sup>3+</sup>

T = Si, Al

Jako vedlejší prvky jsou přítomny Mn, Li, Ti, Cl.

rombické

antofylit      Mg<sub>2</sub>Mg<sub>5</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub> (OH)<sub>2</sub>

monoklinické

tremolit      Ca<sub>2</sub>Mg<sub>5</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub> (OH)<sub>2</sub>

aktinolit      Ca<sub>2</sub>(Mg,Fe)<sub>5</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub> (OH)<sub>2</sub>

obecný amfibol

pargasit      NaCa<sub>2</sub>Mg<sub>4</sub>AlSi<sub>6</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>22</sub> (OH)<sub>2</sub>

glaukofan  $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Mg je často nahrazeno  $\text{Fe}^{2+}$  a amfiboly pak mají jiné názvy, např. ferropargasit.

Dnes je známo asi 60 amfibolů.

Mísitelnost mezi jednotlivými amfiboly je velká. Závisí i na PT podmínkách.

Vlastnosti:

barva kolísá podle chemického složení. Amfiboly chudé Fe (tremolit) bezbarvý, bílý, šedý, žlutý, hnědý Amfiboly bohaté Fe (aktinolit, amfibol) tmavě zelený až černý

$t = 5-6$ ,  $h = 3-3,5$ , štěpnost výborná,  $120^\circ$

Amfiboly jsou velmi často pleochroické a mnohem výrazněji než pyroxeny.

Často tvoří stébelnaté, jehlicovité až vláknité agregáty, štěpnost amfibolů je viditelně dokonalejší než u pyroxenů.

Amfiboly jsou středně odolné alteracím a zvětrávání, často jsou zatlačovány slídami, chlority.

Výskyty:

magmatické a metamorfované horniny kůry, většinou chudé  $\text{SiO}_2$ . V plášti se vyskytuje jen zcela výjimečně.

Využití:

chemické složení amfibolů je indikátorem PT podmínek vzniku a složení mateřských hornin.

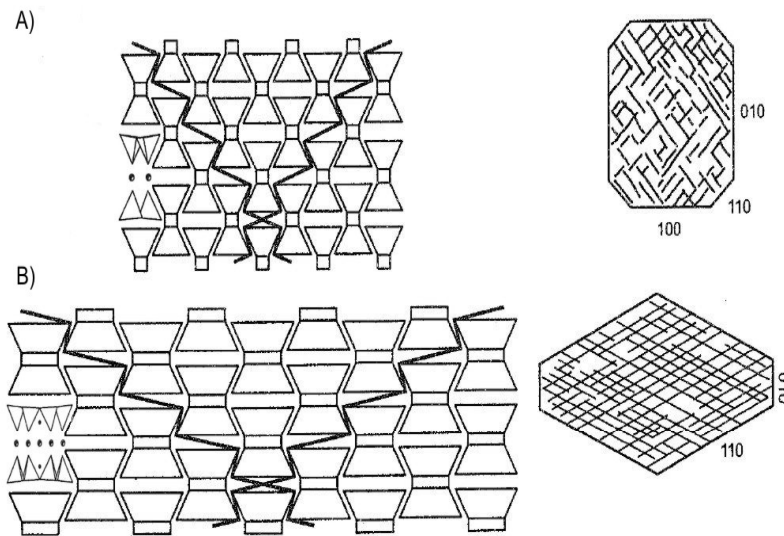
## **Závěr**

1. Tato přednáška zahrnuje jen základní přehled hlavních minerálů ze skupiny sorosilikátů, cyklosilikátů a inosilikátů, ve skutečnosti je v těchto skupinách několik set minerálů.
2. Většina minerálů má poměrně vysokou tvrdost 6-7, hustota kolísá, většinou je větší než 3, někdy kolem 2,6-2,7. Většina minerálů ze skupin sorosilikátů a cyklosilikátů má nedokonale vyvinutou štěpnost, naopak u inosilikátů je štěpnost dobrá až výborná.
3. Barva kolísá podle obsahu Fe (Mn), minerály s výraznou převahou Mg nad Fe (Mn) jsou bezbarvé, světle žluté nebo světle zelené, minerály bez Mg a Fe mají různé ale většinou světlé barvy. Minerály s vysokým obsahem Fe jsou tmavé – černé, červenofialové nebo hnědé.
4. Minerály s vysokým obsahem Fe mají také výrazný pleochroismus.
5. Většina minerálů ze skupin sorosilikátů, cyklosilikátů a inosilikátů obsahuje malé až střední množství  $\text{H}_2\text{O}$ .

6. Většina minerálů vzniká za relativně vyšších teplot a tlaků v magmatických a metamorfovaných horninách.

7. Jen u malé části minerálů je nutné znát chemické vzorce (obecné vzorce u pyroxenů a amfibolů, základní minerály těchto skupin enstatit, diopsid, hedenbergit, dále wollastonit, beryl). Je ale nutné znát hlavní prvky jednotlivých minerálů).

Vztah štěpnosti a krystalové struktury u pyroxenů a amfibolů.



**Obr. 9.4.2:** Štěpnost pyroxenů (A) a amfibolů (B). Na obr. a) je schématické znázornění struktur s vyznačeným průběhem štěpnosti mezi řetězci, na obr. b) jsou průřezy krystalů s naznačenými štěpnými plochami a úhly mezi nimi. Projekce ve všech případech na (001) (řetězce probíhají kolmo k nákresně)



