Akcesorické minerály

Milan Novák
Ústav geologických věd, PřF MU v Brně

Modifikace Al_2SiO_5 a příbuzné minerály

1. Úvod

Velmi významná skupina horninotvorných minerálů, které se vyskytují v různých typech Al-bohatých hornin. Zahrnuje tři minerály:

Sillimanit $Al^6\ Al^4\ O\ SiO_4$
Andalusit $Al^6\ Al^5\ O\ SiO_4$
Kyanit $Al^6\ Al^6\ O\ SiO_4$

2. Fyzikální vlatnosti

Sillimanit	rombický	*Pbnm*, 2/m2/m2/m.
Andalusit	rombický	*Pnnm*, 2/m2/m2/m
Kyanit	triklinický	*C1, 1*

Sillimanit *a* 7.486, *b* 7.657, *c* 5.7729 Å, *V* 331.6 $Å^3$, Z 4
Andalusit *a* 7.795, *b* 7.896, *c* 5.558 Å, *V* 342.1 $Å^3$, Z 4
Kyanit *a* 7.112, *b* 7.844, *c* 5.574 Å, α 88.9, β 101.1, γ 105.9, *V* 292.9 $Å^3$, Z 4

Vzhled, barva a optické vlastnosti:

Sillimanit – jehlicovité až vláknité, méně často i drobně až hrubě zrnité agregáty nebo sloupcovité krystaly, velikost až do několik dm

šedá, bílá, žlutá, hnědá, bezbarvý

Andalusit - sloupcovité krystaly, jehlicovité, drobně až hrubě zrnité agregáty, až do velikosti 1 m

růžová, červená, červenohnědá, bílá šedá, zelená, modrá, někdy je pleochroický

Kyanit - sloupcovité až tabulkovité krystaly, drobně až hrubě zrnité agregáty, velikost až několik dm

modrá, šedá, bezbarvý, vysoký index lomu

Variety:

viridin – zelený Mn-andalusit,

chiastolit – andalusit se sektoriální zonálností z kontaktních rohovců,

fibrolit – jehlicovitý sillimanit

3. Krystalová struktura

Obr. 1. Krystalová struktura sillimanitu, andalusitu a kyanitu I

Obr. 2. Krystalová struktura sillimanitu, andalusitu a kyanitu II

4. Chemické složení:

		minoritní a stopové prvky
Sillimanit	$Al^{6}\ Al^{4}\ O\ SiO_4$	B^{3+}, Mg, Fe^{3+}, Al, H
Andalusit	$Al^{6}\ Al^{5}\ O\ SiO_4$	Mn^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, H
Kyanit	$Al^{6}\ Al^{6}\ O\ SiO_4$	Cr^{3+}, V^{3+}, Fe^{3+}, H

Všechny minerály jsou většinou blízké koncovému členu, některé stopové až minoritní prvky jsou uvedeny. Pouze Mn^{3+} a v menší míře také Fe^{3+} v andalusitu dosahují významných koncentrací a existuje Mn^{3+}-analog andalusitu - kanonait.

Mísitelnost mezi Al_2SiO_5 a příbuznými minerály

Andalusit - kanonait – Mn^{3+} - téměř úplná mísitelnost.

Sillimanit - mullit – Al - existuje pole nemísitelnosti.

Sillimanit - boralsilit – B - mísitelnost existuje, ale její rozsah není znám.

Minoritní prvky většinou vstupují do obou pozicí obsazovaných Al, většinou ale více do oktaedrické pozice (např. Mn^{3+} v Mn-andalusitu), B vstupuje do pozice T.

5. Petrologický význam jednotlivých modifikací Al_2SiO_5 a příbuzných minerálů

Typy výskytu:
Sillimanit – regionálně metamorfované horniny středního až vyššího stupně, migmatity
Andalusit – kontaktně metamorfované horniny, granity, pegmatity
Kyanit – regionálně metamorfované horniny středního až vyššího stupně, granulity

Obr. 3. Trojný bod - Al_2SiO_5.

a) Holdaway 1971
b) Robie a Hemingway 1984
c) Holland a Powell 1985
d) Pattison 1989

Z obrázků je zřejmé, že pozice trojného bodu zůstává stále diskutabilní. V dnešní době je nejvíce uznáván trojný Holdaway (1971) popř. Pattison (1989). Především pozice univariantní křivky reakce andalusit=sillimanit je nejistá.

Problém fibrolitu a obsahu minoritních prvků
Jehlicovitý sillimanit-fibrolit je mnohem hojnější než prismatický sillimanit. Jeho pole stability velmi pravděpodobně zasahuje do pole andalusitu v trojných diagramech.
Zvýšené obsahy některých minoritních prvků mění pole stability.
Proto je nutné uvažovat tyto skutečnosti při petrologických závěrech.

Obr. 4. Fázové vztahy v systému Al-Si-O-H za vysokých teplot
+ korund, mullit

Obr. 5. Fázové vztahy v systému Al-Si-O-H za nízkých teplot
+ korund, diaspor, pyrofylit, kaolinit

6. Další příbuzné minerály

Kanonaite

Mn^{3+} Al O SiO_4

rombický, *Pnnm*, *2/m2/m2/m*, *a* 7.959, *b* 8.047, *c* 5.616 Å, *V* 359.6 $Å^3$, Z 4

Vzhled, barva, optické vlastnosti a výskyt:

sloupcovité krystaly, drobně až hrubě zrnité agregáty, velikost do několika mm, tmavě zelená, velmi výrazný pleochroismus v barvách zelená až červenohnědá, velmi vzácný minerál v Mn-bohatých horninách.

Obr. 6. Pole stability Al-Mn andalusitu

Mullit

$Al_{4+2x}Si_{2-2x}O_{10-x}$

rombický, *Pbam*, *2/m2/m2/m, a* 7.5416, *b* 7.6942, *c* 2.8875 Å, *V* 167.5 $Å^3$, Z 2,

Vzhled, barva a výskyt:

velmi jemné jehlicovité agregáty, bezbarvé až šedé, většinou mikroskopické v horninách vzniklých při kontaktní metamorfóze za velmi vysokých teplot.

Obr. 7. Pole stability mullitu

Topaz

Al_2SiO_4 (F,OH)

rombický, *Pbnm*, *2/m2/m2/m*: *a* 4.6499, *b* 8.7968, *c* 8.3909 Å, *V* 167.5 $Å^3$, Z 4

Vzhled, barva a výskyt:

dokonale vyvinuté krystaly různého habitu, zrnité a stébelnaté agregáty, bezbarvý, modrá, žlutá, světle zelená, bílá, v pegmatitech, greisenech, granitech a na křemenných žilách.

Boralsilit

$Al_{16}B_6Si_2O_{37}$

rombický

Vzhled, barva a výskyt:

vzácný, většinou jen mikroskopický, velmi podobný sillimanitu, v Al,B-bohatých horninách.