

Ústav geologických věd PřF MU, Brno

Prof. RNDr. Milan Novák, CSc.

G8610 Petrologie magmatických a metamorfovaných hornin

## Anatexe II

### **Osnova:**

1. Migmatity
2. Segregace taveniny od restitu
3. Chemické složení taveniny a produktivita tavení
4. Chemické a mineralogické složení restitů
5. Tavení granitů za UHP (ultravysoké tlaky 15 a více kbar)

### 1. Migmatity

Horniny, u nichž nedošlo k segregaci taveniny od restitu a které svým vznikem leží mezi metamorfovaným a magmatickými horninami. Podle textury, která je úzce svázána z množstvím vyprodukované taveniny je dělíme na:

ofthalmity

stromatity

agmatity

nebulity

a řada dalších typů založených na texturních vztazích

Obr. 2-1. Schematický náčrt jednotlivých texturních typů migmatitů.

Existují také migmatity injekční, tj. tavenina nebyla vytavena z okolní horniny ale přinesena z okolí a intrudovala podle reologicky oslabených zón do protolitu. Rozlišení obou typů může být velmi komplikované.

## 2. Segregace taveniny od restitu

Mechanismus segregace (oddělení) taveniny od restitu není dosud spolehlivě vysvětlen, i když jde o velmi důležitý proces v geologii. Pravděpodobně dochází k vytlačování taveniny do prostoru nižšího napětí (filter pressing).

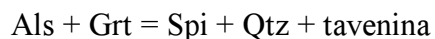
RCMP (Rheological critical melt percentage) – množství taveniny, které vede ke zborcení horniny (kostry taveniny a restitu) a k následnému uvolnění taveniny.

Obr. 2-2. Závislost mechanické rezistence horniny na množství taveniny.

## 3. Chemické složení taveniny a produktivita tavení

Experimentální práce především v systémech blízkých metapelitům popř. metadrobám prokazují závislost množství vyprodukované taveniny na chemickém (mineralogickém) složení protolitu a teplotě tavení. Vzhledem ke složitosti systému a poněkud rozdílných experimentálních přístupech nejsou výsledky publikovaných prací zcela konsistentní, níže uvedené závěry jsou ale společné většině prací.

Granitické taveniny vznikají podle zjednodušených rovnic:



Tab. 2-1. Modální složení experimentálních produktů (Patino Douce a Johnston 1991).

Tab. 2-2. Chemické složení skla (Patino Douce a Johnston 1991).

Obr. 2-3. Produktivita tavení (Patino Douce a Johnston 1991).

Obr. 2-4. NKM diagram složení skla (Patino Douce a Johnston 1991).

Obr. 2-5. Variace v chemickém složení skla (Patino Douce a Johnston 1991).

Petrogenetický význam:

- a) Muskovit a plagioklas se taví za relativně nižších teplot (pod 800 °C), produktivita tavení je ale nízká, do zhruba 10 %, protože i obsah obou minerálů v protolitech, především muskovitu, je poměrně nízký.
- b) Biotit je zřejmě nejdůležitějším minerálem pro produkci taveniny.
- c) Taveniny mají granitické složení, se zvyšováním teploty tavení se zvyšuje produkce taveniny a postupně mění také její chemické složení. V tavenině se vzrůstem teploty tavení přibývá Fe, Mg, Al a Ti, zvyšuje se poměr K/Na, tento nárůst ale není zcela pravidelný. Někdy se mění postupně, jindy téměř skokem.

#### 4. Chemické a mineralogické složení restitů

Srovnáním chemického složení protolitu (např. metapelite) a granitů (naše tavenina nebo sklo) je zřejmé, že restit je při tavení neustále obohacován na Al, Ti, Mg a Fe, klesá ale poměr Fe/Mg. Zároveň se mění mineralogické složení restitů, přibývá granátu, alumosilikátů (sillimanit, kyanit), oxidů Ti (rutil, ilmenit), v počátku přibývá také biotitu (s vysokým obsahem Ti) při vysokých teplotách se objevuje spinel (hercynit). Postupně se mění také chemické složení minerálů v restitu.

Obr. 2-6. Variace v modálním složení restitu (Patino Douce a Johnston 1991).

Obr. 2-7. Variace v chemickém složení biotitu (Patino Douce a Johnston 1991).

Petrogenetický význam:

- a) Složení restitů se mění v závislosti na složení protolitu a především na množství vytavené a segregované taveniny. Obecně jsou restity horniny bohaté Al, Fe, Mg a Ti, naopak ubývá H<sub>2</sub>O, složené hlavně z granátu, alumosilikátu (nejčastěji sillimanitu), rutilu a při vysokých teplotách také hercynitu. Bývá přítomen biotit, cordierit, popř. další minerály (safírín).
- b) Restity patří mezi vzácné horniny, i když je jasné, že vzhledem k množství granitických hornin v zemské kůře musí být poměrně hojné. K restitům se řadí Al-bohaté granulitické horniny a jiné granátem bohaté horniny.

c) Rozpoznávání restitů v přírodě je velmi komplikované. Především proto, že při retrográdních reakcích, je-li dostatek vody popř. alkálií hlavně K, dochází k tzv. back reakcím a v restitu se zpětně objevují minerály s OH hlavně biotit.

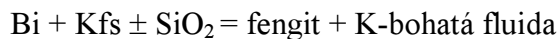
#### 5. Tavení granitů za UHP (ultravysoké tlaky 15 a více kbar)

Granity se za těchto tlaků a přítomnosti vody chovají poněkud jinak, než předešlé taveniny. Nedochází k jejich tavení, ale rozpouštějí se na fluidum, a to ne skokem, ale postupně. Za nepřítomnosti vody se ale uvolňuje postupně za nižších teplot ultrapotasické fluidum, leucitového složení, při kompletním rozpuštění se složení blíží granitu.

Obr. 2-8. PT diagram, ukazující kritické křivky haplogranitického složení (Schreyer 1999).

Obr. 2-9. Ternární diagram složení fluid při experimentech 40 – 45 kbar (Schreyer 1999).

Rovnice:



Petrologický význam:

- a) Ve spodní části zemské kůry, popř. ve svrchním plášti mohou existovat „hustá“ fluida, extrémně bohatá na K, která mohou mísit s jinými horninami a produkovat basické ultrapotasické horniny, např. lamproity (durbachity).
- b) Tato fluida nemusí vznikat pouze tavením biotitu.
- d) Přítomnost těchto „hustých“ fluid v granitické tavenině může vést k tomu, že granitoidy se chovají plasticky a tektonické postižení, které lze očekávat, je minimální.

Upozornění závěrem:

Při studiu procesů anatexe je nutné si uvědomit zásadní úlohu fluid - jejich množství a složení. Při dehydratačním tavení se předpokládá minimální množství fluid pocházející z porů v horninách, které jsou vzhledem k výši litostatického tlaku minimální. Hydratační tavení je iniciováno externím přínosem fluid. Je přírodě zřejmě méně časté a velmi pravděpodobně neprodukuje velké objemy taveniny. Hydratační tavení v lokálním měřítku může ale být relativně časté a k natavení dochází za nižších teplot než dehydratační tavení.