

Dentální sádry a zatmelovací hmoty

Pavel Bradna

1. lékařská fakulta, Karlova Universita, Praha, Česká republika

Výzkumný ústav stomatologický

bradna@vus.cz

Dentální sádry

Hlavní oblast použití: zhotovení modelů náhrad

Způsob přípravy:

Tepelný rozklad přírodního nebo syntetického minerálu
sádrovce $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

110-130°C



Síran vápenatý dihydrát
(jednoklonný)

Síran vápenatý hemihydrát
(kosočtverečný-ortorombický)

110-130°C Alabastrová sádra ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ kosočtverečná)

130-200°C γ -Anhydrit (rozpustný CaSO_4 -hexagonální)

200-1000°C β -Anhydrit (nerozpustný CaSO_4 -kosočtverečný)

Podle podmínek tepelného rozkladu (kalcinace) přípravy vznikají tři typy sáder:

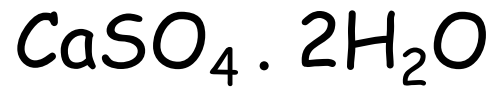
Rozklad v **otevřeném reaktoru** - β hemihydrát (alabastrová sádra, Plaster of Paris, Typ I a II¹, *nejmenší pevnost*)

Rozklad v přítomnosti vodní páry a tlaku **v autoklávu** - α hemihydrát (*tvrdá* modelová sádra - stone, hydrokalová sádra, Typ III)

Rozklad za **varu v přítomnosti CaCl_2** - (*supertvrde* sádry, denzit, die stone, Typ IV a V)

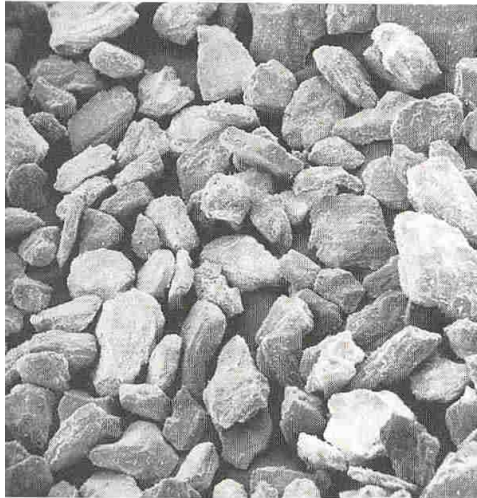
Stejné chemické složení, krystalografická modifikace (kosočtverečná) liší se tvarem a velikostí krystalů

¹Rozdělení dentálních sáder dle ČSN EN ISO 6873 do pěti tříd



Rozklad bez tlaku

β hemihydrát



Alabastrová sádra

Drobné až jehličkové, nepravidelné krystalky s vysokou porozitou (houbovité)

Mísící poměr 50-60 ml/100 g

Autokláv, H_2O



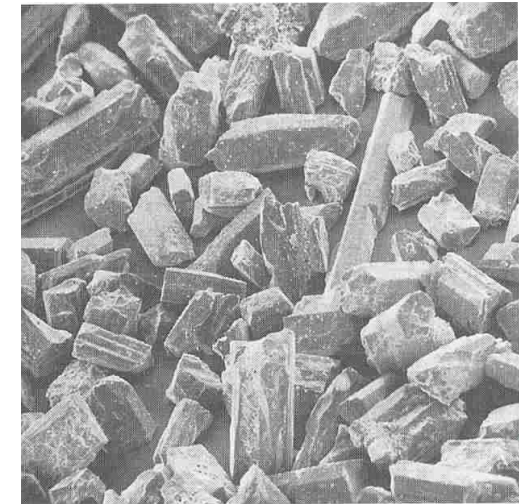
Tvrdá modelová sádra

Hrubé, hranolkové nepórezní krystaly

Mísící poměr 30-35 ml/100 g

Var suspenze v přítomnosti CaCl_2

α hemihydrát



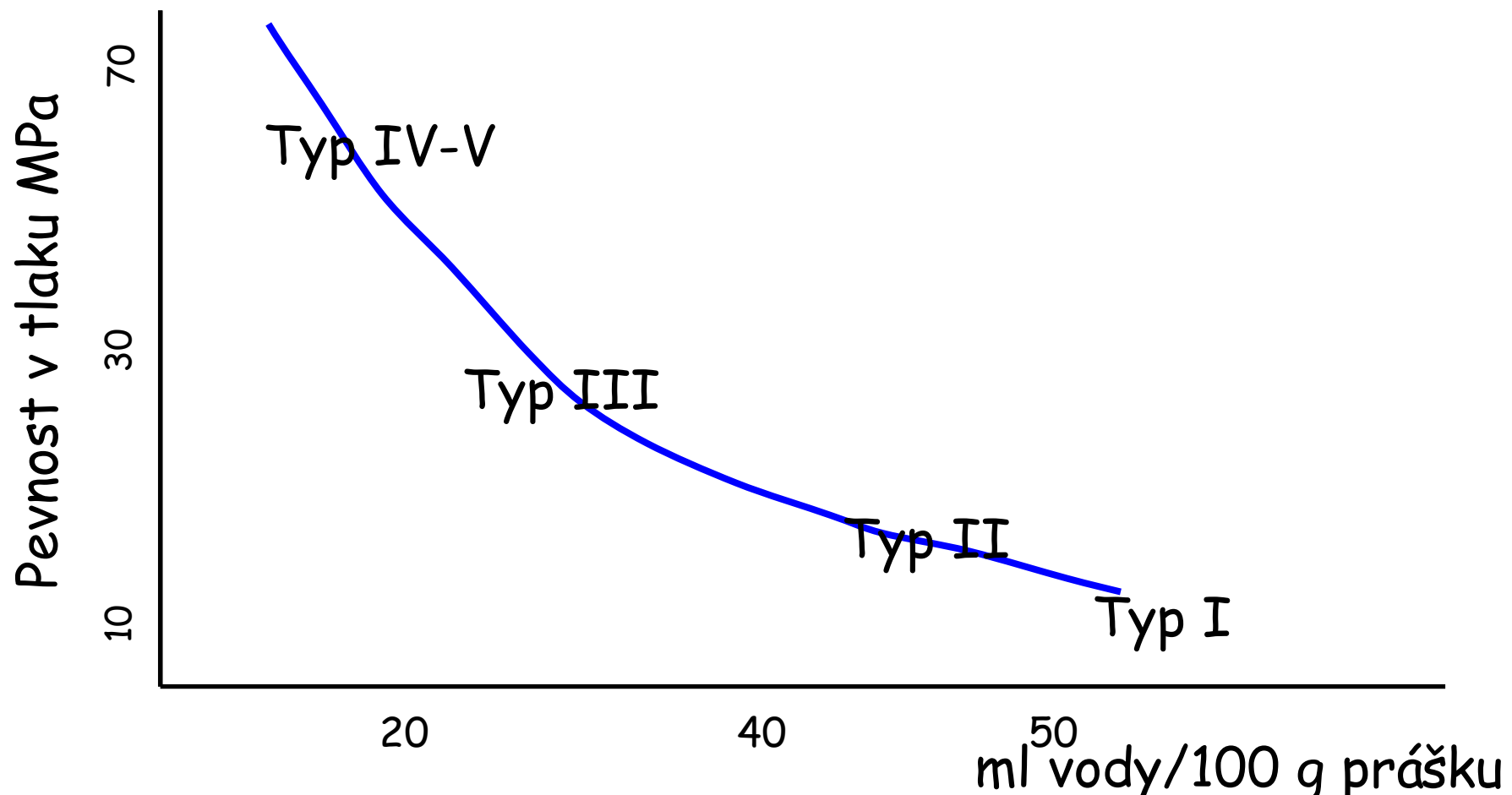
Supertvrdá modelová sádra

Velmi hrubé, pravidelné hranolkové krystaly s malou porozitou

Mísící poměr 19-24 ml/100 g

Teoretická spotřeba vody - 19 ml/100 g $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$

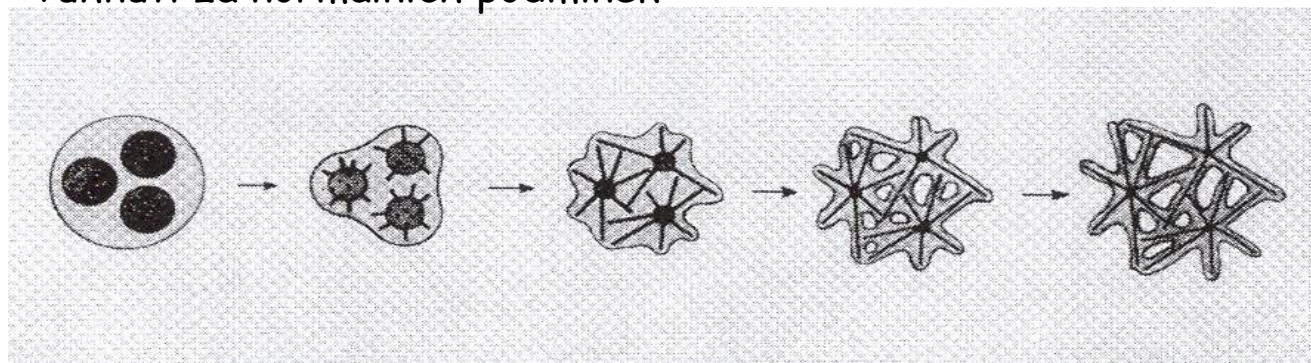
Nadbytek vody: po ztuhnutí se odpaří a zanechá **PÓRY** - zhoršují pevnost sádky (menší hustota a vyšší porozita)



Teoretická kontrakce - 6,9 obj. %, ale u sáder dochází k
expanzi - 0,1 - 0,3 obj. %

Silně protáhlé jehlicovité krystaly dihydrátu narůstají a vytváří zaklíněnou strukturu - odtlačují se a zvyšují objem sádry. Růst krystalků (a expanze) je omezován i vlivem povrchového napětí vody

Tuhnutí za normálních podmínek



Výchozí
směs

Růst
krystalů

Těsný
dotyk
rostoucích
krystalků

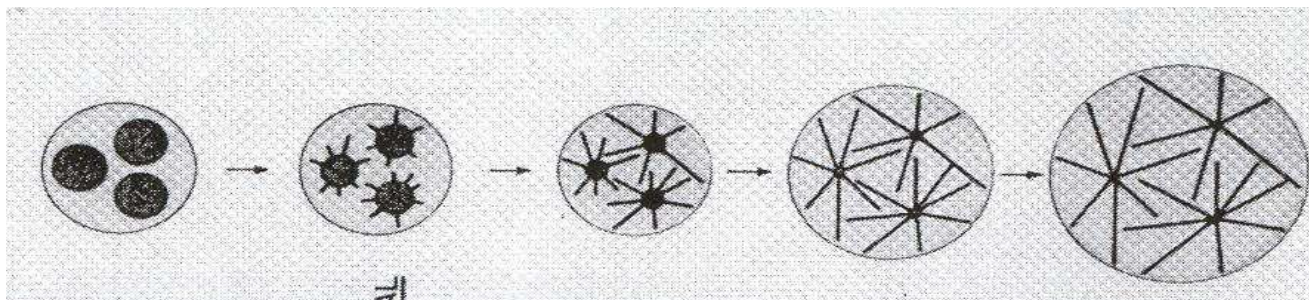
expanze

Končení
růstu

Hygroskopická expanze:

Vzrůstá expanze při tuhnutí při uložení tuhnoucí sádry ve vodě - **hygroskopická expanze** (např. 0,15 % - 0,50 obj. %) v důsledku krystalizace dihydrátu neomezované povrchovým napětím.

Tuhnutí „pod vodou“



Výchozí
směs

Růst
krystalů

Těsný
dotyk
rostoucích
krystalků

expanze

Končení
růstu

Možnosti regulace průběhu tuhnutí:

Urychlení tuhnutí sáder - urychlovače/ akcelerátory

Síran draselný, NaCl - při nízké koncentraci - snižují rozpustnost dihydrátu - zvýšení rychlost tuhnutí - rychlejší tuhnutí (snížení expanze tuhnutí)

Zbytky dihydrátu v mísícím kelímku - nukleační zárodky - akcelerují tuhnutí

Intenzivní a delší míchání - urychlení rozpouštění sádry - rychlejší tuhnutí

Zpomalovače tuhnutí - retardéry

Borax, kyselina citronová, Na_2SO_4 - snižují rozpustnost hemihydrátu - prodloužení doby tuhnutí a snížení expanze tuhnutí

Algináty, agar - váží se na hemihydrát či dihydrát, snižují rozpustnost hemihydrátu, či inhibují růst krystalků dihydrátu **nezaměňovat mísící kelímky**

Možnosti ovlivnění vlastností sádry:

1. Zvýšení expanze tzv. **hygroskopickou expanzí** - uložení sádrového modelu do vody po iniciálním zatuhnutí např. z 0,15 % na 0,50 obj. % v důsledku snazší krystalizace dlouhých krystalků dihydrátu (větší difuzní koeficient).

2. Zvýšení pevnosti a povrchové tvrdosti sádry:

- Vysušením sádry
- Použitím koloidních solí SiO_2 (obsahují až 30 % SiO_2 ve vodě) k rozmíchání sádry

Zatmelovací hmoty

Oblast použití: zhotovení licích forem

Hlavní požadavky:

1. Kompenzace smrštění kovu od teploty lití do teploty ztuhnutí
2. Žáruvzdornost, mechanická odolnost licím tlakům, propustnost pro plyny

Složení:

1. Žáruvzdorné expanzivní plnivo (refractories)
2. Anorganické pojivo

Typy podle charakteru pojiva:

1. Sádrové zatmelovací hmoty (Gypsum-bonded investment materials) - lití Au slitin

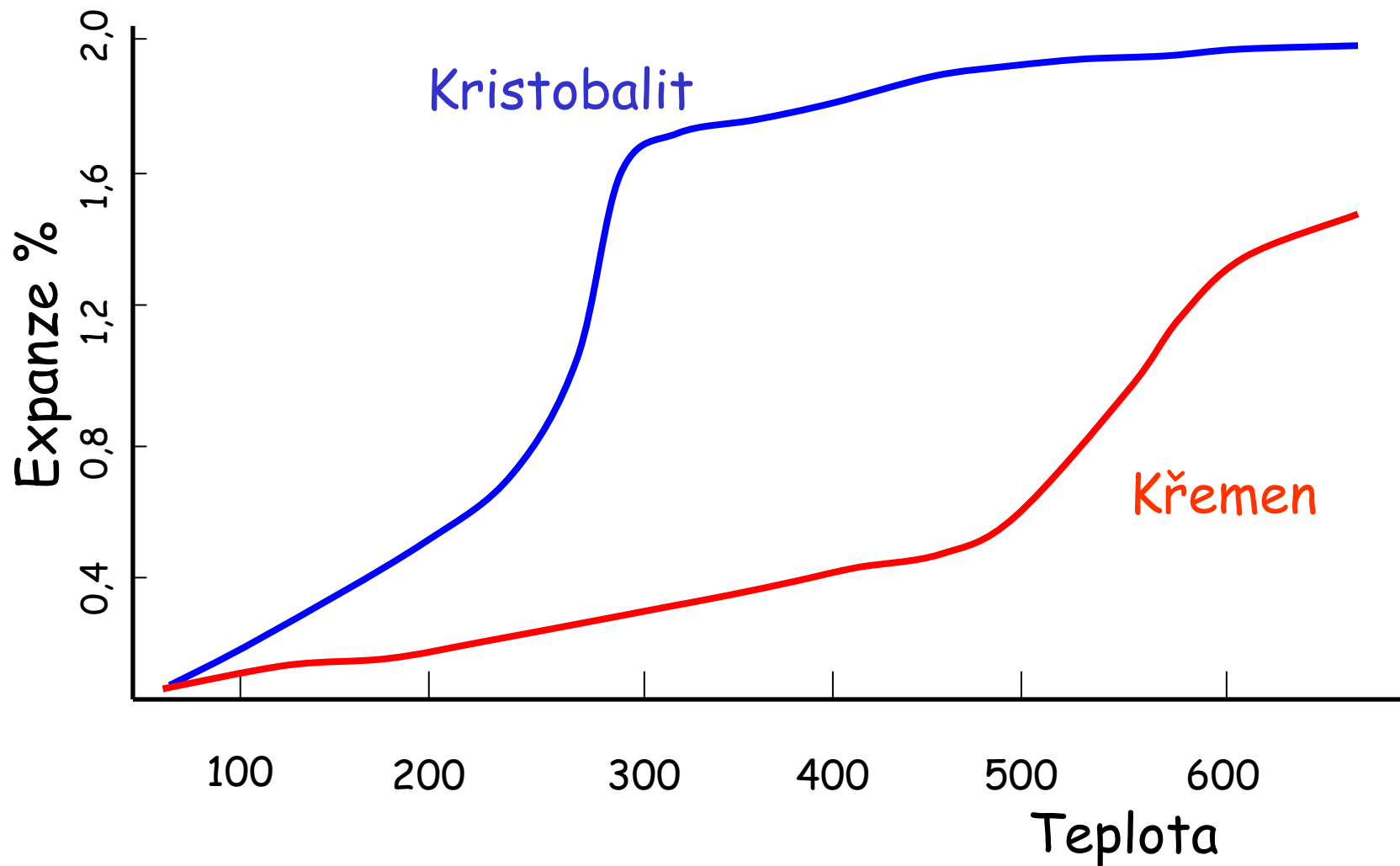
2. Fosfátové zatmelovací hmoty (Phosphate-bonded investment materials) - lití Co-Cr-Mo, Ag-Pd atd

Typy žáruvzdorných **expanzivních** plniv:

1. Kristobalit - přeměna z β na α modifikaci při 270°C
2. Křemen - přeměna z β na α modifikaci při 575°C

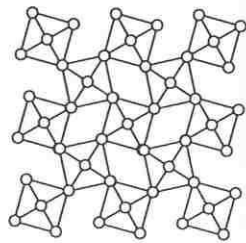
Modifikace SiO ₂	Kryst. soust	Teplota přechodu °C	Hustota g/cm ³
β -kristobalit	tetragonální	220-270	2,33
α -kristobalit	kubická	270-1700	2,20
β -křemen	trigonální	<573	2,65
α -křemen	hexagonální	573-1050	2,53

Průběh tepelné expanze kristobalitu a křemene



Nízko a vysokoteplotní transformace SiO_2

β -křemen

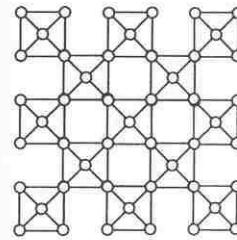


a)

575°C



α -křemen



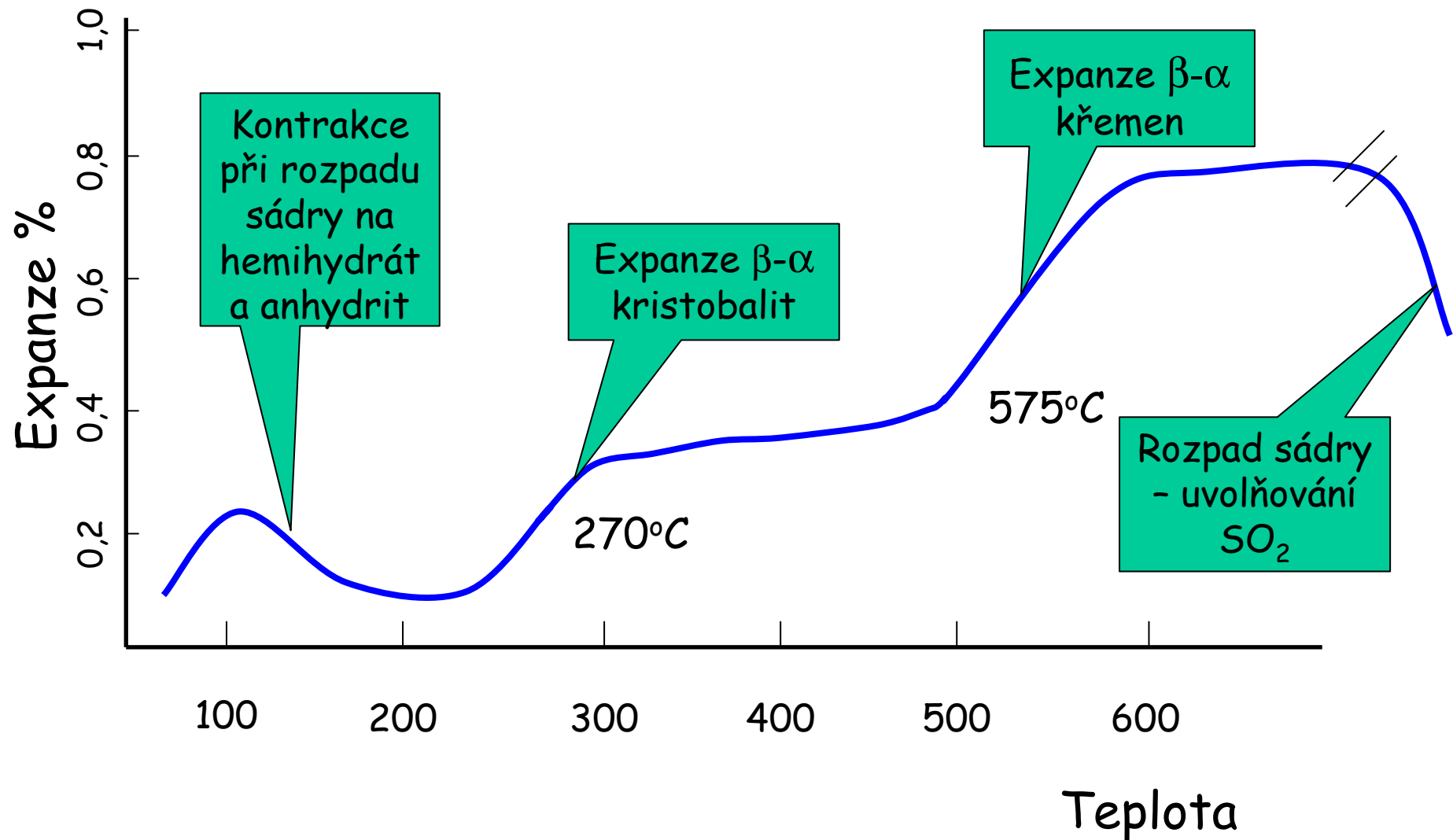
b)

Rychlá transformace spojená s
růstem objemu:

Křemen - o 4,7 obj. %

Kristobalit - o 5,9 obj. %

Typický průběh rozměrových změn při zahřívání sádrových zatmelovacích hmot

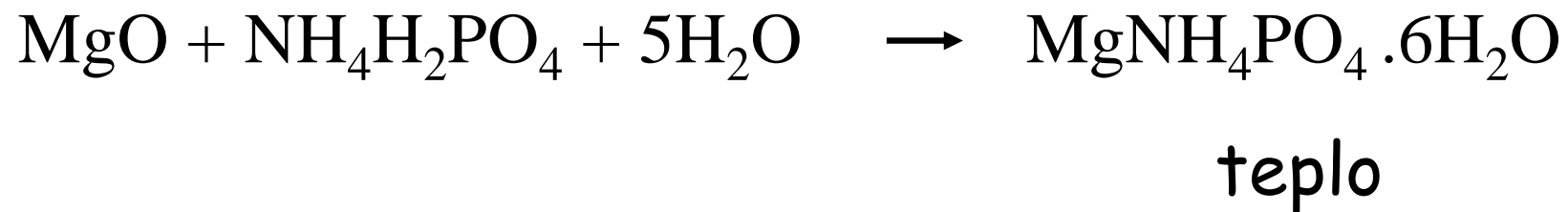


Fosfátové zatmelovací hmoty:

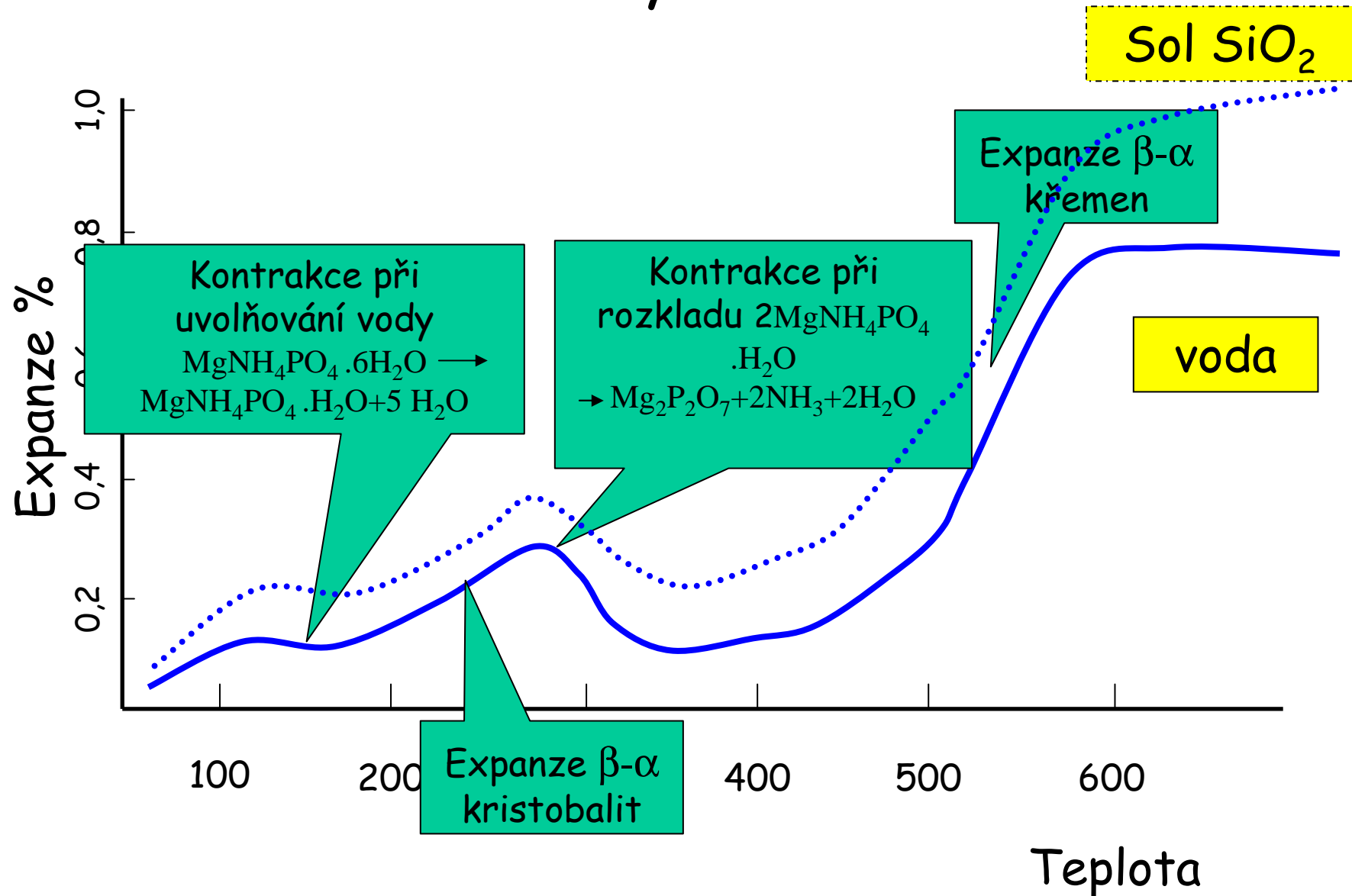
Složení:

- MgO , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
- Křemen, kristobalit
- Aditiva - grafit (omezení oxidace povrchu kovů)

Reakce tuhnutí:



Typický průběh rozměrových změn při zahřívání fosfátových zatmelovacích hmot



Možnosti regulace expanze:

- Rozmíchání s koloidním solem SiO_2

Průběh teploty na povrchu a uvnitř licí formy



Příliš rychlý ohřev může způsobit vznik velkých prutí mezi vnitřkem a povrchem formy a její prasknutí