

7. Žárovzdorné materiály

7.0 Úvod

- Žárovzdorné materiály: odolávají teplotám > 1500 °C (žároměrka 150)
- Vysoce žárovzdorné materiály: odolávají teplotám > 1800 °C

Nezbytný předpoklad: vysoký bod tání jednotlivých složek (oxidy, karbidy, nitridy, boridy, silicidy a uhlík / grafit; pro masovou produkci hlavně oxidy SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Cr_2O_3 a ZrO_2) a nutnost zamezení nízkoteplotním eutektikům.

Požadavky: mechanická stabilita a korozní odolnost při vysokých teplotách (materiály pro vyzdívky pecí a tavicích van), dobrá izolační schopnost (materiály pro vnější stěny tepelných agregátů) a dostatečně vysoká odolnost proti teplotním šokům (požadována u všech materiálů).

Aplikace: výroba železa a oceli (< 70 %), průmysl neželezných kovů (< 3 %), cementářský průmysl (< 8 %), keramický průmysl (< 8 %), sklářský průmysl (< 8 %), chemický průmysl (4 %), další (6 %).

7.1 Klasifikace žáromateriálů

- Tradiční kritéria: kyselé – zásadité – neutrální, tvarované (tvarovky) – netvarované (monolity, hutnost ($\phi < 45$ %) – pórovitost ($\phi > 45$ %))
- Aktuální klasifikace podle evropské normy EN 12475 (část 1 – 4, 1998).

7.2 Složení, vlastnosti a aplikace hlinitokřemičitých žárovzdorných materiálů

- Dinas ($\text{SiO}_2 \geq 93$ %), kyselý šamot ($85 \leq \text{SiO}_2 < 93$ %), šamot s nízkým obsahem Al_2O_3 ($\text{SiO}_2 < 85$ % a $10 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 30$ %), šamot ($30 \leq \text{Al}_2\text{O}_3 < 45$ %), vysocehlinité žáromateriály ($\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 45$ %)
- Suroviny křemence, jíly, kyanit (a další modifikace Al_2SiO_5), mullit
- Binární fázové diagramy SiO_2 - Al_2O_3 (s důrazem na mullit) a CaO - SiO_2
- Teplotní závislost a vysokoteplotní chování SiO_2 (modifikace)
- Dinas – ostrý bod měknutí, vynikající odolnost proti teplotním šokům (způsobeno nízkou teplotní roztažností) mezi 600 a 1500 °C (modifikační fázová přeměna leží mimo tento rozsah)
- Šamotové žáromateriály – široký interval měknutí

7.3 Složení, vlastnosti a aplikace zásaditých žárovzdorných materiálů

- Magneziové ($\text{MgO} \geq 80$ %), magnezio-dolomiové, dolomiové, vápenaté, magnezio-spinelové, chrommagnezitové, forsteritové, chromitové, magnezio-zirkoničité, magnezio-zirkoničito-křemičité
- Suroviny magnezitové a jiné karbonáty, mořská voda
- Binární fázové diagramy CaO - MgO , CaO - SiO_2 , MgO - SiO_2 , MgO - Al_2O_3 , Mg_2SiO_4 - Fe_2SiO_4 , CaO - FeO , MgO - FeO , CaO - Fe_2O_3 , MgO - Fe_2O_3 , ternární fázový diagram CaO - MgO - SiO_2 (s důrazem na monticellit, merwinit and dikalciumsilikát)

- Magneziové žáromateriály – vynikající vysokoteplotní stabilita (žádná modifikační přeměna u MgO) ale nízká odolnost proti teplotním šokům (způsobená vysokým koeficientem teplotní roztažnosti)
- Ekologické a hygienické problémy u chromitých žáromateriálů

7.4 Jiné žárovzdorné materiály a speciální (zvláštní) aplikace

- Tavené resp. tavené – odlévané žáromateriály (zvýšení korozní odolnosti – souvisí s uzavřenými póry)
- Zirkon ($ZrSiO_4$), oxid zirkoničitý (kubický, plně stabilizovaný, nebo směs kubické a monoklinické nebo metastabilní tetragonální, částečně stabilizovaný MgO nebo CaO) a AZS žáromateriály (tavené odlévané $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$, pro agresivní taveniny na výrobu skelných vláken)
- SiC žáromateriály (vynikající odolnost proti teplotním šokům způsobená nízkým koeficientem teplotní roztažnosti a vysokou hodnotou tepelné vodivosti)
- Si_3N_4 (nákladné) a sialon (levnější) žáromateriály (vynikající odolnost proti teplotním šokům)
- Čisté uhlíkaté žáromateriály (pouze v redukčním prostředí)
- Oxido-uhlíkaté kompozitní žáromateriály (oxidy: oxidační odolnost, grafit: tepelná vodivost, nesmáčivost a odolnost vůči kovovým struskám)
- Čistě oxidové žáromateriály, např. e.g. Al_2O_3 nebo ZrO_2 (žádné velkotonážní aplikace, nákladné)
- Vysoceporézní žáromateriály pro tepelné izolace
- Whiskery (monokrystaly) a vlákna (amorfní nebo polykrystalická) pro tepelné izolace

Cvičení: Na binárním fázovém diagramu systému $SiO_2-Al_2O_3$ diskutujte vliv složení (výběr surovin) a výrobních procesů na vznik fází a vlastnosti hlinitokřemičitých žáromateriálů (dinas, kyselý šamot, šamot s nízkým obsahem Al_2O_3 , šamot, vysocehlinité žáromateriály).

Dodatečné explicitní otázky:

- a.) Diskutujte názory různých autorů k problematice mullitu.
- b.) Jaké jsou aktuální aplikace vycházející z rozdílného chemického a fázového složení a vlastností jednotlivých hlinitokřemičitých žáromateriálů na jedné straně a magnéziových žáromateriálů na straně druhé? Objasněte rozdílné měknutí dinasových, šamotových a magnéziových žárovzdorných materiálů.
- c.) Vysvětlete praktický význam problematiky Al_2O_3 v dinasových žáromateriálech a B_2O_3 v magnéziových žáromateriálech. Objasněte roli CaO u dinasových a magnéziových žáromateriálů.