

Anotace přednášky

NOVÉ MOŽNOSTI ELEKTRICKÉHO TAVENÍ KŘIŠŤÁLOVÝCH A BIŽUTERNÍCH SKEL

Stanislav Kasa¹, Antonín Lisý¹, Jiří Matěj², František Novotný¹

¹Ústav skla a keramiky, VŠCHT Praha

²Laboratoř anorganických materiálů, spol. pracoviště VŠCHT Praha a ÚACH AV ČR, v.v.i.

Příspěvek se zabývá problematikou elektrického tavení křišťálových a bižuterních skel z hlediska snížení energetické a materiálové náročnosti procesu tavení využívajícího Jouleovo teplo. Zvolené postupy řešení jsou založeny jak na experimentální bázi (reakce ve sklářském kmeni, fyzikální modelování proudění, chování elektrodových a jiných materiálů v roztavené sklovině), tak na bázi výpočtové (matematické modelování provozních charakteristik celoelektrických pecí). Příspěvek dokumentuje práce provedené v rámci etapy 5 v letech 2007 a 2008. Výzkumné práce jsou prováděny ve čtyřech, zatím samostatných, směrech a jejich náplní je:

- matematické modelování rozložení výkonové hustoty ve sklovině při různých zapojeních a konfiguracích elektrod
- fyzikální modelování Rayleigh-Bénardovy konvekce skloviny
- experimentální vyšetřování reakcí na rozhraní sklovina-kmen při elektrickém tavení skel
- experimentální vyšetřování interakcí materiálu se sklovinou při vysoké teplotě a za průchodu střídavého proudu o vysoké proudové hustotě.

Výsledky získané řešením v jednotlivých směrech ukázaly, že:

- existuje velice úzký vztah mezi rozložením výkonové hustoty a teploty ve sklovině, jakožto nejdůležitější provozní veličinou sklářských tavicích pecí. Získané výsledky rozložení výkonové hustoty dále slouží jako podklady pro výpočet proudů tekoucích elektrodami, což umožní zvolit správný typ a rozložení elektrod v navrženém konstrukčním uspořádání tavicího bazénu pece.
- Rayleigh-Bénardova konvekce vzniká v tavicím bazénu pece při objemovém vybavování elektrické energie ve sklovině, jež vede k tvorbě teplotně gradientového prostředí pod vsázkou, z něhož se oddělují a směrem ke dnu padají chladnější úkapy. Rovněž existuje velice úzký vztah mezi hloubkou tavicího bazénu a počtem a velikostí buněk Rayleigh-Bénardova proudění. Zmíněné poznatky budou aplikovány při návrhu optimální hloubky tavicího bazénu.
- se podařilo v laboratorní vertikální peci, kde probíhaly experimenty, vytvořit stacionární stav, vedoucí k časově neměnným fázím během tavení, kdy dochází k postupnému odtavování jednotlivých vrstev sklářského kmene směrem vzhůru, jak k tomu dochází při elektrickém tavení skla v tzv. cold-top pecích. Vytvořené vrstvy na rozhraní sklovina-kmen byly studovány metodou optické mikroskopie a vyhodnocovány obrazovou analýzou, jež umožnila zjistit procenta vyplnění prostoru neprotavenými částicemi, cirkularitu (kruhovitost) zrn a perimetr (obvod) zrn. Tyto parametry dovolují vzájemně porovnávat jednotlivé experimenty a hledat vhodné podmínky v celoelektrických pecích s ohledem na tavení sklářského kmene.
- o interakci kovového elektrodového materiálu se sklovinou rozhoduje v první řadě obsah látek ve sklovině, které jsou schopny oxidovat kov. V případě molybdenu jsou to všechna čeriva kromě NaCl a všechna iontová barviva. Sekundárně je molybden napadán vyredukovanými kovy: Sb, As, Ni, ... Střídavý proud může korozi elektrod urychlovat, ale za některých podmínek také zpomalovat. Koroze elektrod z oxidu cíničitého probíhá jako rozpouštění oxidu ve sklovině, kde velký význam hraje obsah alkálií a intenzita

střídavého proudu. Při studiu krčkové koroze hladinových elektrod ve sklovině čěžené kombinací Sb_2O_3 a Na_2SO_4 byly v krčku nalezeny kovový Sb, intermetalická sloučenina Mo_3Sb_7 a sklovina. Krčková koroze tedy vzniká za teploty, kdy výše uvedené komponenty mohou současně existovat. Zvýšené tvorbě antimonu u hladiny pravděpodobně napomáhá přítomnost síranu. Při vyšetřování použitelnosti elektrod z SnO_2 pro tavení bižuterních sklovin bez obsahu PbO je koroze srovnatelná s rychlostí koroze Mo-elektrod a je zhruba dvojnásobná než rychlost koroze v křišťálové sklovině s obsahem 30% PbO, kde je aplikace elektrod z SnO_2 provozně ověřená.