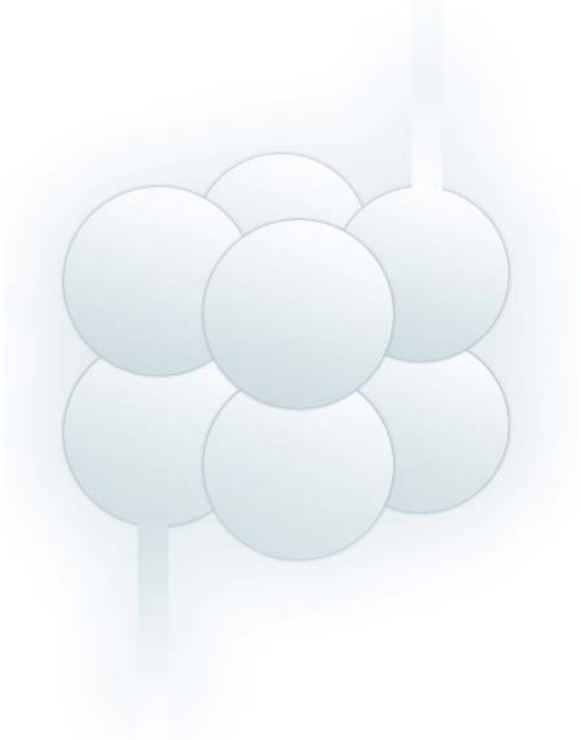




Slovenská silikátová vedecko-technická spoločnosť



SILIKÁTNIK 2009



SILIKÁTNIK 2009

Slovenská Silikátová Vedecko-Technická Spoločnosť
Kocel'ova 15, 815 94 Bratislava, SLOVAKIA

Tel: +421-2-594 10 429

Fax: +421-2-594 10 444

http:// www.sss.sav.sk

Vydavateľ:

SLOVENSKÁ SILIKÁTOVÁ VEDECKO-TECHNICKÁ SPOLOČNOSŤ, Bratislava
vydanie vyšlo v náklade 50 ks o počte strán 65, november 2009

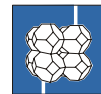
Tlač: EQUILIBRIA, s.r.o., Košice

Editoval /recenzia:

prof. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc.
doc. Ing. Eva Smrčková, PhD.
doc. Ing. Beatrice Plešingerová, CSc.
Anna Jurová



Obsah	str.
Predslov	
<i>prof. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc.</i>	5
Odborné príspevky	
Stručný úvod do problematiky anorganických pórovitých látok	9
I. Metódy prípravy syntetických pórovitých látok <i>Karol Jesenák</i>	
II. Anorganické pórovité látky prírodného pôvodu <i>Karol Jesenák</i>	21
Žiaruvzdorné materiály pre plynule odlievanie ocele	27
<i>Mária Fröhlichová, Miroslav Tatič</i>	
Keramika v energetickom priemysle <i>Pavol Šajgalík, Zoltán Lenčes</i>	35
Odborno - spoločenské podujatia 2009	
VIII. medzinárodná konferencia PRÍPRAVA KERAMICKÝCH MATERIÁLOV, 9.-11. jún 2009, Herľany	44
Informácie - Pozvánky	46
Vzdelávanie a výchova v oblasti silikátového priemyslu - nová generácia silikátnikov	
Témy úspešne obhájených záverečných prác z oblasti technológie silikátov na slovenských vysokých školách a technických univerzitách – 2009	48
Ocenenie SSiVTS záverečných diplomových prác 2009	50
Viac o bakalárskych prácach z UAnCHTM FCHPT STU v Bratislave, akademický rok 2008 - 2009	51
Symbióza hmoty a duše <i>Beatrice Plešingerová</i>	53
Krátke správy a program akcií SSiVTS	
Správa o činnosti Slovenskej Silikátovej Vedecko-Technickej Spoločnosti za rok 2008	54
Zápisnica zo zjazdu SSiVTS v Herľanoch, 2009	56
Plán činnosti na rok 2009	59
Zoznam individuálnych členov	60
Kolektívni členovia	61
Prihlášky SSiVTS	
Čo všetko nájdete na web. str. http://www.sss.sav.sk	63





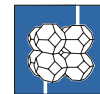
Predslov

Vážení členovia Slovenskej silikátovej vedecko-technickej spoločnosti,
milí čitatelia Silikátníka,

dostáva sa Vám do rúk, resp. na Vaše webové stránky nové číslo Silikátníka. Je v poradí už šieste. V predslove k minulému číslu som vyjadril nádej, že po vzore vyspelého sveta aj na Slovensku bude finančná kríza riešená zvýšenými financiami do vedy a vzdelávania. Pri pohľade na budúcoročný rozpočet schválený v NR SR ostáva len povzdych nad touto planou nádejou. Aj keď SAV vo svojej kapitole na poslednú chvíľu získala 10 miliónov € „navyš“ oproti plánovanému rozpočtu, tento nárast znamená len dorovnanie rozpočtu na úroveň z roku 2009. Kapitola MŠ SR je o niekoľko percent chudobnejšia oproti vlaňajšku. Čo z toho vyplýva? Asi to, že Silikátník nečítajú zástupcovia ľudu v parlamente! Naše dobre mienené rady nenachádzajú recipientov v decíznej sfére☺. Je to na ich škodu, pretože kvalita a informačná úroveň tohto periodika stúpa. Príspevok Karola Jesenáka, tentoraz o pórovitých materiáloch, článok o žiaromateriáloch využívaných pri plynulom odlievaní ocele z pera kolegov Fröhlichovej a Tatiča, ako aj uplatnenie keramiky pri získavaní energie z obnoviteľných zdrojov energie je zaujímavým a v neposlednom rade poučným čítaním. Informačná časť Silikátníka zaznamenáva podstatné udalosti zo života Slovenskej silikátovej vedecko-technickej spoločnosti. Podstatnou udalosťou tohto roka bola medzinárodná konferencia o Príprave keramických materiálov v Herľanoch, počas ktorej sa zišiel aj zjazd našej spoločnosti. Účastníci konferencie ocenili jej vysokú odbornú úroveň a preto aj na tomto mieste patrí poďakovanie organizátorom a zároveň členom našej spoločnosti z Hutníckej fakulty TU Košice.

Prajem príjemné čítanie Silikátníka 2009.

Prof. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc.
predseda SSiVTS



**MACHINA - CENTRUM PRE MATERIÁLY, VRSTVY A SYSTÉMY
PRE APLIKÁCIE A CHEMICKÉ PROCESY V EXTRÉMNYCH
PODMIENKACH**



Pavol Šajgalík
Vedúci CE MACHINA

*Ústav anorganickej chémie SAV, Dúbravská cesta 9,
45 36 Bratislava 45, Slovakia*

Dňa 14.05.2009 bola podpísaná medzi Agentúrou Ministerstva školstva SR pre štrukturálne fondy EU a Ústavom anorganickej chémie SAV Zmluva o poskytnutí nenávratného finančného príspevku pre Centrum excelentnosti MACHINA. Centrum excelentnosti MACHINA uspelo v rámci výziev Operačného programu Výskum a vývoj **Prioritná os 4** Podpora výskumu a vývoja **Opatrenie 4.1** Podpora sietí excelentných pracovísk výskumu a vývoja ako pilierov rozvoja regiónu v Bratislavskom kraji.

Projekt združuje štyri inštitúcie: Ústav anorganickej chémie SAV (žiadateľ), Ústav polymérov SAV, Chemický ústav SAV a Slovenskú technickú univerzitu (Fakulta chemickej a potravinárskej technológie).

Cieľom realizácie projektu je výrazné posilnenie konkurencieschopnosti materiálového výskumu na Slovensku s excelentnými pracoviskami podobného zamerania v zahraničí. Vytvorené centrum, bude vybavené špičkovými vedeckými prístrojmi ako aj modernými informačnými a komunikačnými technológiami, čo umožní zvýšiť úroveň výskumu v chémii materiálov v Bratislavskom kraji. Jednotlivé laboratória CE MACHINA budú dostupné relatívne veľkému počtu odborníkov ako aj študentov, plánovaných je minimálne 1000 osôb.



ako Riadiaci orgán pre operačný program Výskum a vývoj



udeľuje týmto

TITUL
CENTRUM EXCELENTNOSTI

v rámci projektu

**Centrum pre materiály, vrstvy a systémy pre aplikácie a chemické procesy
v extrémnych podmienkach**

pre

ÚSTAV ANORGANICKEJ CHÉMIE SAV, Bratislava,

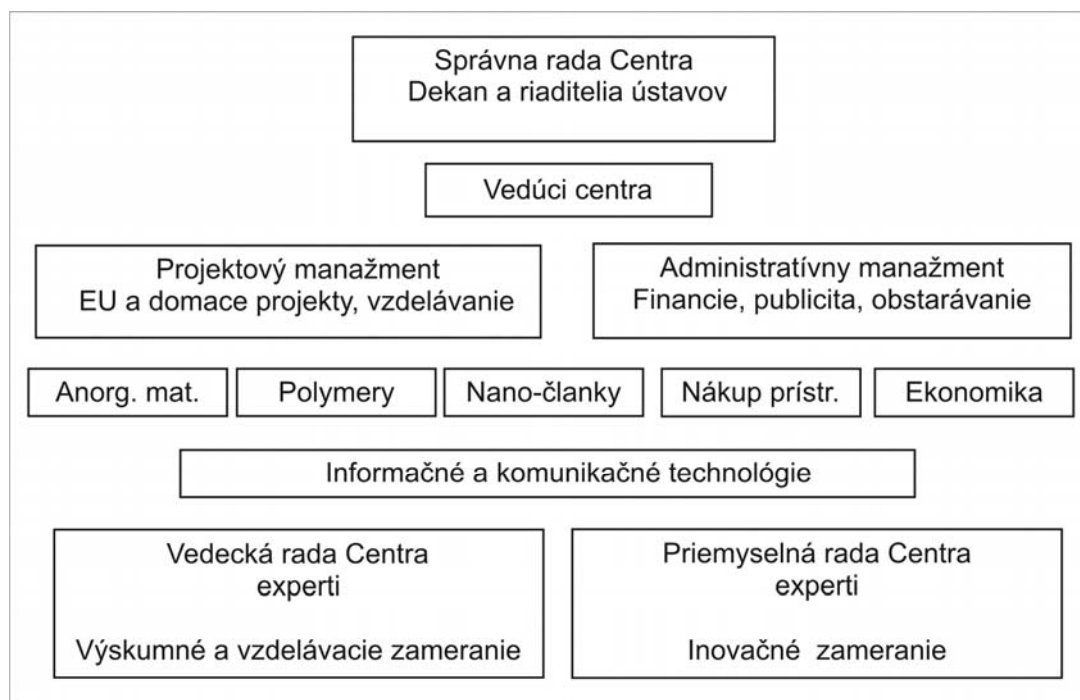
ktorý USPEL v rámci OPERAČNÉHO PROGRAMU VÝSKUM A VÝVOJ, výzvy PODPORA CENTIER EXCELENTNOSTI, opatrenia 4.1 PODPORA SIETI EXCELENTNÝCH PRACOVÍSK VÝSKUMU A VÝVOJA AKO PILIEROV ROZVOJA REGIÓNU V BRATISLAVSKOM KRAJI.


Ján Mikolaj
podpredsa vlády a minister školstva SR



Integráciou vedeckých tímov do centra excelentnosti za využitia medzinárodnej praxe a skúseností zo zahraničia budú vytvorené tri laboratória ktoré sa budú zaoberať vývojom a charakterizáciou materiálov pre aplikácie v extrémnych podmienkach. Predovšetkým pôjde o Laboratórium pre anorganické keramické (nano-) kompozity, v ktorom bude okrem pokročilých keramických materiálov zastúpený aj výskum prírodných (nano-) materiálov na báze vrstevnatých kremičitanov, korózia špeciálnych anorganických materiálov (ÚACH) a povrchové úpravy materiálov pre špeciálne účely (FCHPT). Ďalším v poradí je Laboratórium pre vývoj materiálov na báze polymérov pre progresívne aplikácie zaoberajúce sa výskumom materiálov s polymérovou maticou, špeciálnymi polymérnymi a biopolymérnymi materiálmi s dosahom až do medicínskej diagnostiky (ÚPo), ako aj Laboratórium pre prípravu biopalivových článkov s využitím nanoštruktúr (CHÚ). Doplnenie prístrojovej bázy špičkových pracovísk konzorcia a ich prepojenie v spoločnom informačnom priestore dáva záruku úspešnej realizácie nielen vedeckej ale aj pedagogickej a popularizačnej časti projektu.

Centrum excelentnosti MACHINA má nasledovnú organizačnú štruktúru:



Takto zvolená organizačná štruktúra by mala zabezpečiť jednoduchý prenos poznatkov do priemyselnej praxe ako aj dosiahnuť vyššiu úspešnosť pri získavaní prostriedkov z rámcových programov EÚ.

V lete tohto roku bola zriadená Priemyselná a Vedecká rada centra excelentnosti. Členmi Priemyselnej rady sa stali Ing. Jozef Mikulec, PhD., Ing. Pavel Valent, Ing. Martina Bednarčíková, Ing. Peter Lichvár, PhD., Ing. Martin Minárik, Ing. Miroslav Havlík, Doc. Ing. Peter Vrábek, PhD., RNDr. Štefan Cimbák, PhD., Mgr. Peter Župa, RNDr. Anton Hrnčár, Ing. Peter Ivic, Ing. Milan Novák, CSc. a Doc. Ing. Milan Králik, PhD. Vedeckú radu centra tvoria prof. Ing. Ivan Chodák, DrSc., Štefan Chmela, PhD., Ing. Igor Lacík, PhD., Mgr. Juraj Kronek, PhD., Doc. Ing. Vladimír Štefuca, PhD., prof. Ing. Ján Labuda, DrSc., prof. Ing. Jozef Timko, DrSc., RNDr. Peter Biely, DrSc., Ing. Gabriela Kuncová, PhD., prof. Jozef Noga, DrSc., RNDr. Peter Komadel, DrSc., prof. RNDr. Juraj Černák, DrSc., prof. Ing. Pavel Fellner, DrSc., prof. Dr. Ing. Karel Bouzek, Doc. Ing. Ján Híveš, PhD. a Doc. Ing. Jaromír Havlica, DrSc. Zasadnutie Priemyselnej a Vedeckej rady je zvolané na 11. novembra 2009. Špičková odbornosť a vysoká erudícia členov oboch rád je zárukou splnenia cieľov projektu.



Vytvoril sa štatút centra excelentnosti, plán inovačných aktivít ako i výziev a účastí na projektoch 7. RP EÚ a iných medzinárodných projektoch, prijali sa opatrenia na zefektívnenie vedeckej práce a smernica na ochranu duševného vlastníctva. Viac podrobností o činnosti CE MACHINA je možné získať na webovskej stránke: [http:// www.machina.sk](http://www.machina.sk)

Príspevok bol vytvorený realizáciou projektu Centrum pre materiály, vrstvy a systémy pre aplikácie a chemické procesy v extrémnych podmienkach na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

KERKOTHERM

teplo a krása

KERAMICKÉ KACHLE - teplo a krása u vás doma

Spojením zeme, vody, ohňa a práce našich ľudí vzniká jedinečný materiál pre stavbu kozubov a kachľových pecí.

KERAMICKÉ KACHLE sú krásne a ponúkajú vám komfort sálavého tepla podobného tomu, ktorým vás zohrieva slnko. Prijemný pocit tepla prenikne celým vašim domovom a vytvorí tu správnu atmosféru pohody. Široký sortiment tvarov a farieb vám umožní realizovať ľubovoľný design, takže vaša pec zapadne rovnako dobre do interiéru chalupy v horách, ako aj luxusného bytu v meste. Stačí navštíviť najbližšieho kachliara a žiadať kachle značky Kerkotherm.

Hraničná 3, Košice, tel.: +421 55 68 55 807, e-mail: kachle@kerkotherm.sk, www.kerkotherm.sk



Stručný úvod do problematiky anorganických pórovitých látok

I. Metódy prípravy syntetických pórovitých látok

Karol Jesenák

Katedra anorganickej chémie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského,
Mlynská dolina CH-2, 842 15 Bratislava
jesenak@fns.uniba.sk

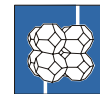
Úvod

Problematika anorganických pórovitých materiálov je mimoriadne širokou interdisciplinárnou témou, zasahujúcu do rôznych oblastí prírodných a technických vied, predovšetkým však do chémie, geológie a fyziky. Napriek tomu, že neexistuje úplne jasná hranica medzi látkami nepórovitými a látkami pórovitými, niet pochýb o tom, že väčšina priemyselne vyrábaných silikátových produktov patrí do druhej skupiny látok. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že význam pórovitých látok je obrovský bez ohľadu na to, či sa jedná o látky organické, anorganické alebo látky hybridného charakteru. Tento článok sa zaoberá najdôležitejšími skupinami anorganických pórovitých látok, pričom s ohľadom na zameranie tohto časopisu je hlavná pozornosť venovaná najmä nekovovým a zvlášť silikátovým materiálom.

Vzťah chémie k problematike pórovitých látok

Jeden z dôvodov prečo je potrebné zaoberať sa vzťahom chémie k problematike pórovitých látok je to, že pre veľkú časť absolventov chemických odborov vysokých škôl je táto problematika takmer neznámou. Je tiež nepopierateľným faktom, že väčšina chemikov pracujúcich v oblasti základného výskumu, aj napriek tomu, že pórovité materiály využíva veľmi často, s hodnotením ich vlastností nemá takmer žiadne skúsenosti.

Vzťah chémie k problematike pórovitých látok možno charakterizovať ako veľmi úzky z niekoľkých dôvodov. Prvý je ten, že veľká časť pórovitých látok sa pripravuje metódami, ktoré sú jednoznačne chemické, čo znamená, že vytváranie pórovitej štruktúry je bezprostredne spojené s chemickou reakciou. Napríklad pórovitá štruktúra sa vytvára v dôsledku expanzie plyného produktu vznikajúceho reakciou niektorých zložiek východiskových látok. Druhá spojitosť spočíva v tom, že pórovitosť je úzko spätá s veľkosťou povrchu látok a tá zohráva významnú úlohu pri všetkých interakciách, na ktorých sa tuhé látky zúčastňujú. Čím väčší je povrch tuhých látok, tým významnejšie sú ovplyvňované aj základné vlastnosti týchto látok. Tretí dôvod súvisí s tým, že extrémne zvýšenie pórovitosti, ktoré je spojené s výrazným znížením veľkosti pórov, vedie ku kvalitatívnej zmene chemických vlastností látky. To môže súvisieť napríklad s určitou preferenčnou orientáciou interagujúcich molekúl v takých póroch, ktorých veľkosť nie je výrazne väčšia ako geometrická veľkosť interagujúcich molekúl. Podobnú analógiu možno vidieť aj pri znižovaní veľkosti častíc tuhých látok.

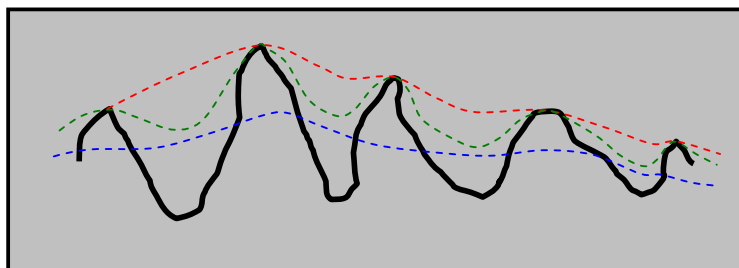


Ciele vývoja nových materiálov vo vzťahu k ich pórovitosti

Všeobecne platí, že zvyšovaním pórovitosti možno z nepórovitej látky získať veľký počet látok s takmer kontinuálnou zmenou vlastností. Pri vývoji nových materiálov môžeme vo vzťahu k pórovitosti identifikovať dva veľmi odlišné ciele. Prvým je získanie látok s čo najvyššou hustotou, teda látok nepórovitých alebo látok s nízkou pórovitosťou. Druhý cieľ je opačný – je ním príprava látok s vysokým obsahom vakantných priestorov. Kým v prvom prípade je typická snaha o získanie látok s najvyššou „teoreticky možnou“ hustotou, v druhom prípade je naopak snaha o zisk materiálov s extrémne nízkymi hustotami zriedkavá. Súvisí to s tým, že primárne požiadavky, ktoré sú kladené na vyvíjané materiály, nie sú obvykle pórovitosti, ale niektoré ich fyzikálne, alebo fyzikálnochemické vlastnosti, alebo určitý jasne definovaný súbor týchto vlastností, s ktorými pórovitosť bezprostredne súvisí. Tieto vlastnosti, napr. elektrická alebo tepelná vodivosť, sa v prvom prípade dosahujú práve u látok s najvyššou možnou hustotou, avšak dosiahnutie optima u mnohých iných vlastností, ako sú napr. tepelno-izolačné alebo katalytické vlastnosti, sa dosahuje u iba materiálov s určitou optimálnou pórovitosťou: táto však zriedka spadá do oblasti maximálnych pórovitostí. Ako príklad pre prvú skupinu látok možno uviesť kovové konštrukčné materiály pre stavebníctvo a strojárstvo, elektronické, optické a optoelektronické materiály, supravodiče alebo konštrukčnú keramiku. U týchto materiálov sa dosahujú požadované vlastnosti (napr. vysoké mechanické pevnosti a dobré prenosové charakteristiky) pri ich najvyššej možnej hustote. V týchto materiáloch sa voľné priestory obvykle považujú za vážne defekty spôsobujúce to, že modul alebo segment, ktorého sú súčasťou, sa stáva nepoužiteľným.

Typy pórovitých štruktúr a klasifikácia pórov

Pórovitou látkou sa obvykle chápe taká tuhá látka, ktorá obsahuje póry, ktorých objem prevyšuje hranicu 20 % z celkového objemu tuhej látky. Pórom sa tu rozumie vakantný priestor vyplnený plynnou alebo kvapalnou fázou; objem tuhej látky je reprezentovaný priestorom, ktorý je ohraničený nejakým abstraktným rozhraním vedeným v blízkosti jeho obvodu. Problém jasného stanovenia rozhrania medzi telesom a jeho okolím môže vznikať v prípade telies s nepravidelne zakriveným povrchom, ktoré obsahujú zároveň aj veľké otvorené póry (obr. 1). Stanovenie objemu sa potom stáva exponovaným problémom v prípade, ak veľkosť pórov nie je oproti veľkosti telesa (resp. častice) zanedbateľná.



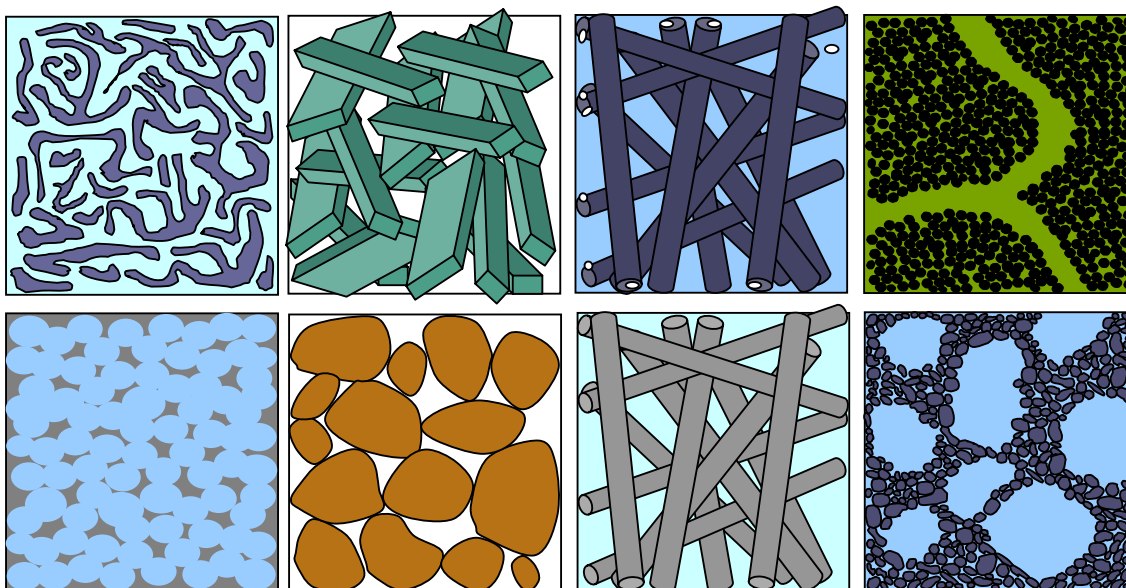
Obr. 1. Obrázok ilustruje možný problém stanovenia objemu telesa súvisiaci s rôznou stratégiou vedenia plochy rozhrania medzi tuhou látkou a jej okolím.



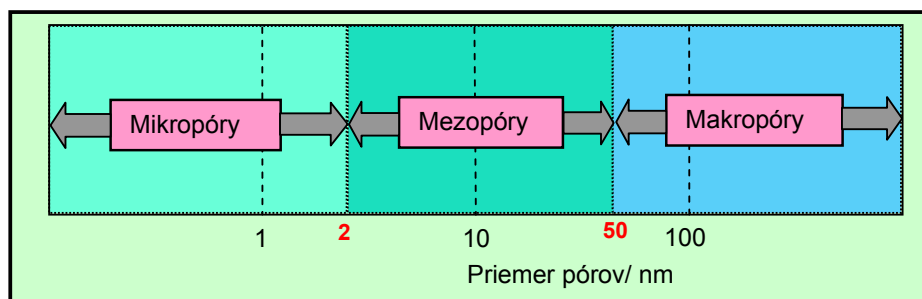
Pórovitá štruktúra tuhých látok môže byť veľmi variabilná. Schematické znázornenie niektorých pórovitých štruktúr ukazuje obr. 2. Pre klasifikáciu pórovitých materiálov sa najčastejšie využívajú tieto kritéria:

- 1) relatívny objem pórov vzhľadom k celkovému objemu,
- 2) veľkosť pórov resp. ich distribúcia,
- 3) typ pórov a
- 4) tvar pórov.

Na základe prvého kritéria možno vytvoriť skupinu nízkopórovitých a skupinu vysokopórovitých látok, pričom neexistuje jasne konvenčne stanovená hranica medzi oboma skupinami. Pre klasifikáciu pórov na základe veľkosti sa obvykle využíva odporúčanie Medzinárodnej asociácie pre čistú a aplikovanú chémiu (IUPAC): póry s veľkosťou menšou ako 2 nm sa označujú ako mikropóry, s veľkosťou v hraniciach 2 nm až 50 nm, ako mezopóry a póry s veľkosťou nad 50 nm sa nazývajú makropóry (obr. 3.). Póry možno ďalej rozdeliť na dve základné skupiny: póry otvorené a póry zatvorené. Kým prvá skupina pórov ústí na povrch tuhého telesa, druhý typ pórov je uzavretý v telese (obr. 4.).



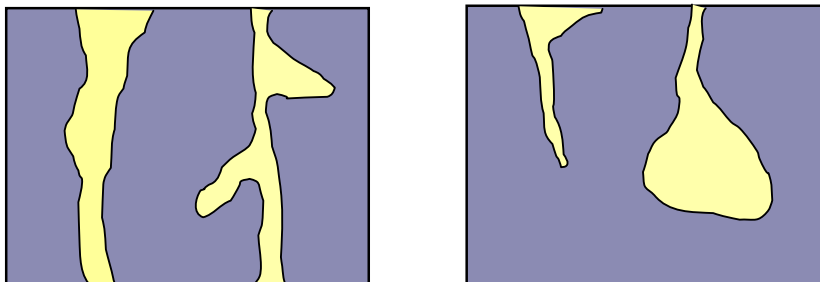
Obr. 2. Schématické znázornenie niektorých pórovitých štruktúr.



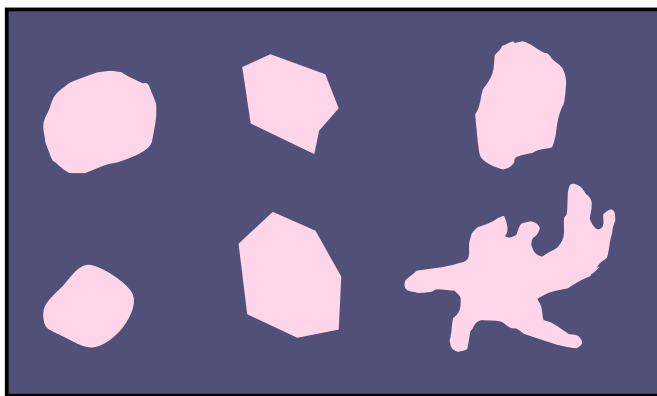
Obr. 3. Obrázok ukazuje rozdelenie pórov na základe ich veľkosti podľa odporúčania Medzinárodnej asociácie pre čistú a aplikovanú chémiu.



Otvorené póry môžu vytvárať kontinuálnu sieť prechádzajúcu naprieč tuhou látkou. (V Angličtine sa označujú výrazom *penetrating pores*.) Otvorený pór však môže ústiť na povrch iba v jednom mieste (*nonpenetrating pores*) (obr. 4.). Pokusy o klasifikáciu pórov podľa tvaru sa obvykle týkajú takých pórov, ktoré pripomínajú tvar pravidelných geometrických telies (napr. póry sférické, valcovité, kužeľovité). Tvarová variabilita nepravidelných pórov je však nekonečná. (obr. 5.).



Obr. 4. Obrázky ukazujú dve hlavné kategórie otvorených pórov: póry prechádzajúce celou tuhú látkou (*penetrating pores*) (ľavý obrázok) a póry jednostranne spojené s povrchom látky (*nonpenetrating pores*) (pravý obrázok). Druhý typ zahŕňa póry jednosmerne sa zužujúce smerom od povrchu tuhej látky a póry spojené s povrchom úzkym hrdlom (*ink-bottle pores*).



Obr. 5. Obrázok ukazuje niekoľko typov uzavretých pórov.

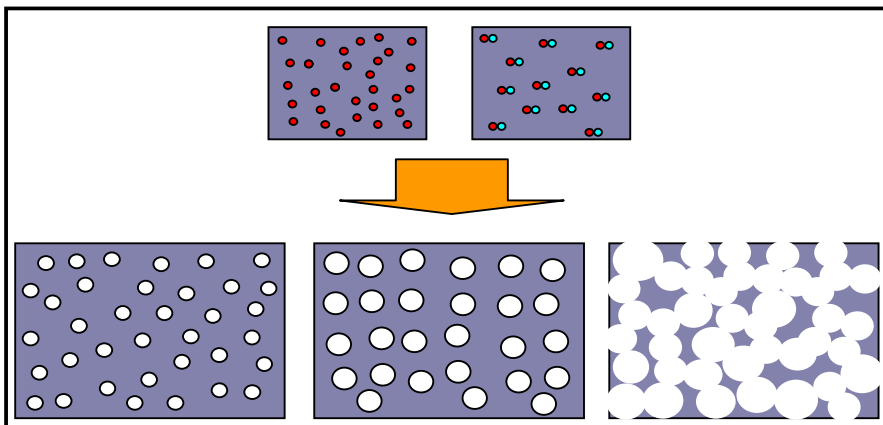
Metódy prípravy syntetických pórovitých látok

Existuje mnoho metód prípravy pórovitých látok, avšak asi najčastejšie využívaná metóda je založená na expanzii plynu alebo pár v tuhých alebo plastických látkach (obr. 6.) Táto metóda je aj najznámejšou metódou prípravy pórovitých látok vôbec, pretože v bežnom živote sa používa na prípravu väčšiny potravinárskych výrobkov. Ako plyn vytvárajúci pórovitú štruktúru sa tu takmer výlučne používa oxid uhličitý, ktorý sa pri nízkych teplotách (najčastejšie v rozsahu 10 °C – 30 °C) získava metabolickou premenou cukrov mikroorganizmami, alebo pri vyšších teplotách, termickým rozkladom hydrogenuhličitanu sodného.

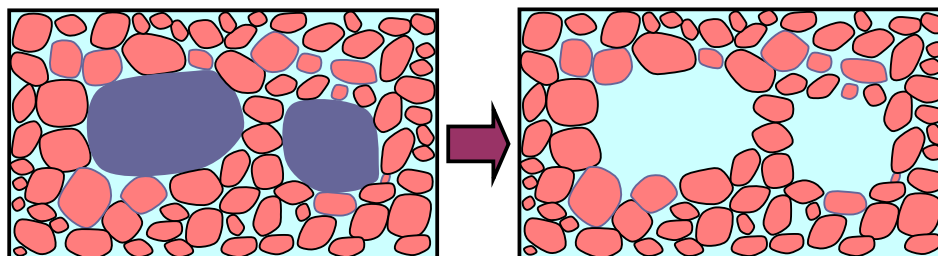
Ďalšie produkty, v ktorých sa ako plyn vytvárajúci pórovitú štruktúru používa oxid uhličitý, sú mnohé silikátové stavebné prvky a nízkotavitelné penové sklá. V prípade výroby nízkotavitelných penových skiel je zdrojovou látkou oxidu uhličitého jemný uhlíkový prášok. Pri výrobe stavebnej



keramiky sú ňou rôzne organické látky. V mnohých prípadoch, keď organické častice sú súčasťou silikátovej matrice, sa však pórovitá štruktúra nevytvára v dôsledku tlaku oxidu uhličitého, ale iba vznikom kavity po vyhorenej látke, pričom spalné plyny z vypáleného produktu uniknú difúziou (obr. 7.).

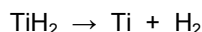


Obr. 6. Vznik pórovitých štruktúr v dôsledku vzniku plynného produktu pri termickom alebo biochemickom rozklade jednej zo zložiek východiskovej látky, alebo v dôsledku vzájomnej reakcie dvoch (prípadne viacerých) zložiek východiskovej látky.



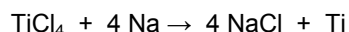
Obr. 7. Vznik kavity v dôsledku vyhorenia organickej častice.

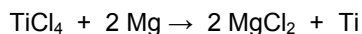
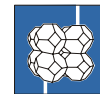
Vodík je v poradí druhým najpoužívanejším plynom používaným pre prípravu anorganických pórovitých látok. Reprezentatívnym príkladom jeho využitia je výroba pórovitých kovových materiálov. Všeobecne možno konštatovať, že metódy výroby pórovitých kovov sú technicky mimoriadne náročné. Výroba penového hliníka je založená na termickom rozklade hydridu titanatého, ktorý je zložkou východiskovej suroviny. Závažnou komplikáciou je, že táto látka je na vzduchu veľmi nestála, pretože reaguje s vodnými parami za vzniku oxidu titaničitého a vodíka ($\text{TiH}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{TiO}_2 + 3 \text{H}_2$). Termický rozklad hydridu titanatého prebieha podľa reakčnej schémy:



Vývoj technológií pre výrobu penového hliníka má na Slovensku veľkú tradíciu.

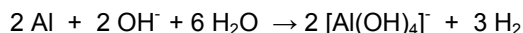
Druhým najvýznamnejším pórovitým kovom je titán. Metóda jeho výroby je založená na redukcii chloridu titaničitého sodíkom alebo horčíkom. V prvom prípade sa jedná o tzv. Hunterov proces, v druhom o tzv. Krollov proces. Obe metódy popisujú tieto reakčné schémy:



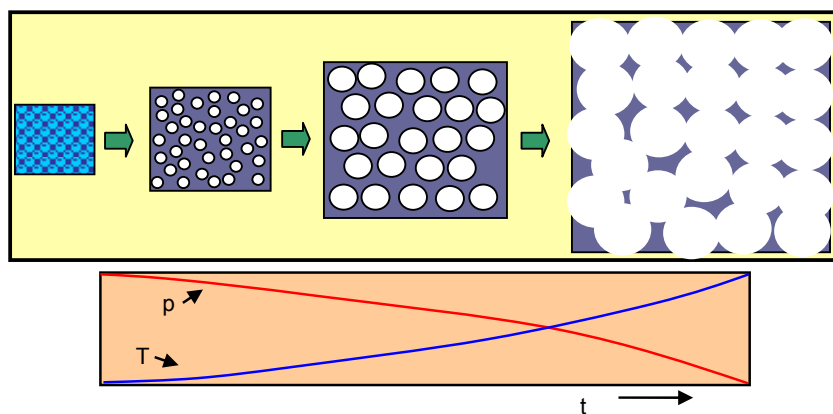


Reakcie prebiehajú v atmosfére argónu pri teplotách v intervale 800 °C až 1 000 °C. Pórovitý produkt prvej reakcie obsahuje chlorid sodný, ktorý sa odstraňuje premývaním zriedenými kyselinami; produkt druhej reakcie obsahuje chlorid horečnatý, ktorý sa odstraňuje vysokoteplotnou vákuovou destiláciou.

Vodík ako „napeňujúca“ látka sa používa aj pri výrobe pórobetónových tvárnic, kde vzniká vo vyhrievaných autoklávoch v dôsledku rozpúšťania práškoveho hliníka v alkalickom prostredí za vzniku hydroxohlinitanov:



Veľká skupina metód prípravy pórovitých látok sa zakladá na odstraňovaní kvapalnej zložky dispergovanej v tuhých látkach. Výslednú pórovitú štruktúru určuje jednak povaha východiskovej tuhej látky a jednak podmienky, pri ktorých dochádza k odstráneniu kvapaliny. Východiskovými látkami môžu byť tuhé látky s rigidnou štruktúrou, plastické zmesi, gély alebo polyméry. Kým v prvom prípade pri odstraňovaní kvapaliny nedochádza k výrazným objemovým zmenám (vzhľadom k objemu východiskovej látky), vo všetkých ostatných prípadoch sa môže objem zvyšovať alebo znižovať. Výrazné zvyšovanie objemu telesa sa využíva najmä pri príprave organických pórovitých látok; naopak pri príprave anorganických materiálov je skôr typická snaha o zachovanie pôvodného objemu, alebo aspoň o jeho regulovanú kontrakciu. Prvý prípad možno ilustrovať výrobou pórovitého polystyrénu, ktorá spočíva v zahrievaní granulovaného polyméru s obsahom organickej kvapaliny s nízkym bodom varu (obr. 8.). Konečná teplota musí byť nad úrovňou teploty varu kvapaliny a zároveň nad teplotou mäknutia polystyrénu. Pórovitá štruktúra vzniká v dôsledku expanzie pár kvapaliny po opustení trysky vytlačacieho zariadenia a stabilizuje sa tuhnutím polyméru.

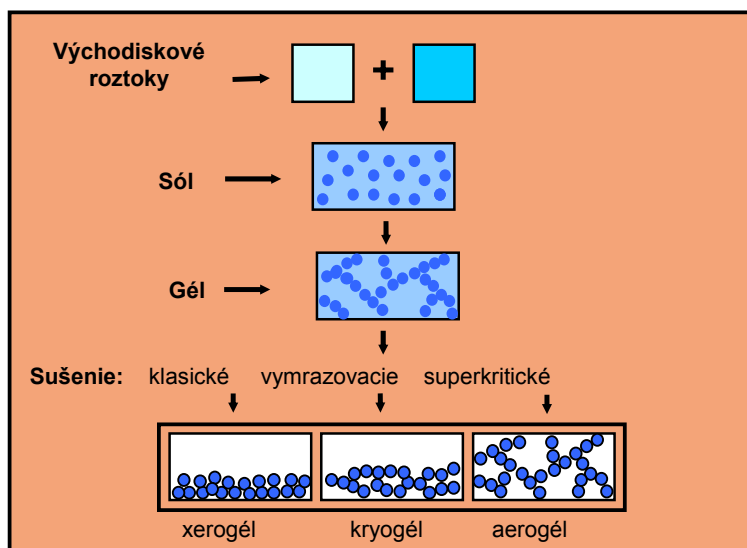


Obr. 8. Obrázok ukazuje prípravu pórovitých štruktúr v dôsledku vyparovania kvapalnej zložky prekursora. Táto metóda sa obvykle používa pre prípravu organických pórovitých látok. Zväčšenie objemu pár možno dosiahnuť zvýšením teploty, alebo znížením vonkajšieho tlaku, prípadne kombináciou oboch metód.

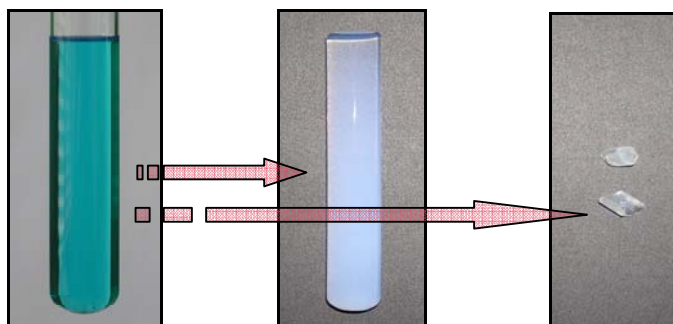
Pri výrobe väčšiny anorganických pórovitých produktov je odstraňovanou kvapalinou voda. Príkladom je výroba tradičnej stavebnej a úžitkovej keramiky na báze ílových surovín. Organické kvapaliny sú obvyklou súčasťou východiskových zmesí iba pre prípravu vysokokvalifikovaných



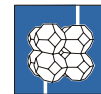
produktov, akými sú napríklad rôzne sól-gélové produkty na báze kyseliny kremičitej a kremičitanov alkalických kovov, ale aj mnohých iných nesilikátových materiálov. Základnú schému prípravy sól-gélových produktov ukazuje obr. 9. Všeobecnou výhodou sól-gélových metód je možnosť získania veľkého počtu látok s mimoriadne širokou variabilitou pórovitých štruktúr, pričom sa obvykle vychádza z jediného hlavného prekursora. Táto variabilita sa týka najmä veľkosti pórov, ktorá sa pohybuje od jednotiek nanometrov až po desiatky mikrometrov, ako aj výslednej pórovitosti, ktorá je tiež v rozsahu niekoľkých poriadkov. Príčinou obrovskej variability pórovitých štruktúr sól-gélových produktov sú široké možnosti ovplyvňovania priestorového sieťovania tuhého skeletu gélu pri polymerizačných reakciách. Anorganické látky s najvyššou možnou pórovitosťou sa pripravujú práve sól-gélovými metódami. Všeobecným problémom prípravy vysokopórovitých látok je nestabilita tuhého skeletu gélu pri sušení. Riziko jeho kolapsu stúpa so zvyšujúcim sa obsahom kvapalnej fázy. Jej hmotnostný obsah v géloch určených pre prípravu vysokopórovitých látok často prevyšuje hmotnosť tuhej zložky gélu viac ako stonásobne (obr. 10.).



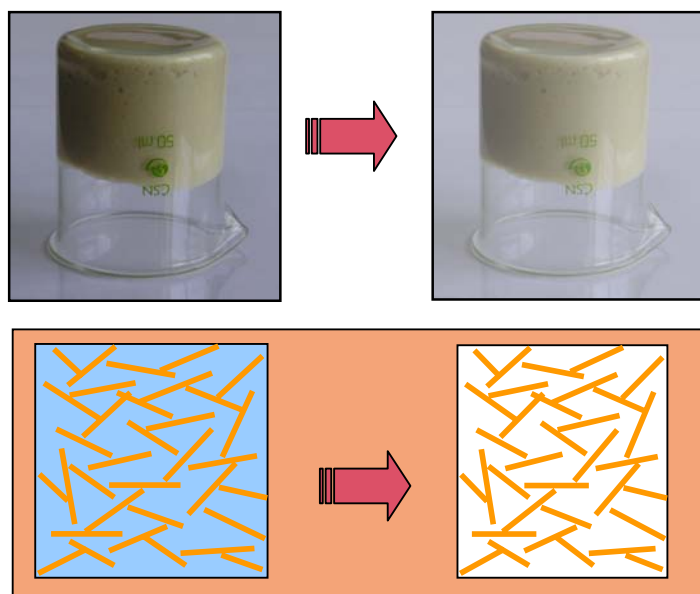
Obr. 9. Základná schéma sól-gélových metód prípravy anorganických pórovitých látok. Prekursorami sú obvykle roztoky organických látok. Týmto spôsobom možno pripraviť pórovité oxidy kremíka, titánu, hliníka, železa, chrómu, vanádu, niklu a mnohé iné.



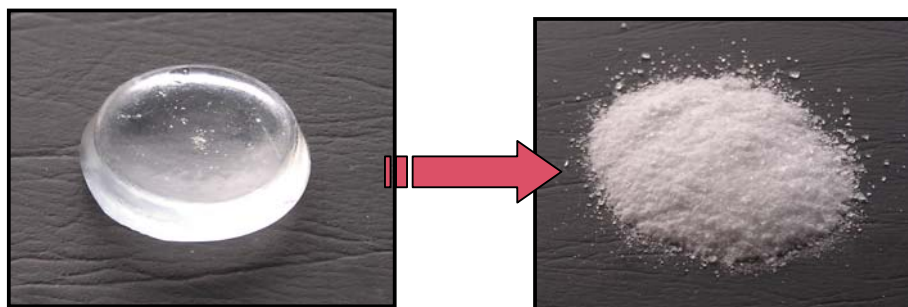
Obr.10. Ľavý obrázok ukazuje SiO_2 -gél s obsahom 95 hmot. % metanolu. Právě obrázky ukazujú dva produkty sušenia gélu: rozsah objemových zmien (minimálny a maximálny) indikuje širokú variabilitu možných pórovitých štruktúr u látok nachádzajúcich sa medzi oboma medznými produktmi.



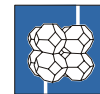
Ďalšou metódou, pri ktorej sa pórovitá látka pripravuje odstraňovaním vody z gélov, je sublimácia, niekedy označovaná aj ako vymrazovacie sušenie. Pri teplotách pod bodom tuhnutia vody možno pripraviť pórovité látky napríklad z tixotropných gélov niektorých ílových minerálov, v ktorých kvapalnú zložku tvoria vodné roztoky rôznych anorganických solí (obr. 11.). Variabilita pórovitých štruktúr sa však ani zďaleka nepribližuje k variabilite sól-gélových produktov, pretože najčastejšie ju obmedzuje relatívne veľký rozmer kryštálinítov týchto minerálov a ich výrazne obmedzená tvarová variabilita. Ich veľkosť sa v optimálnom prípade pohybuje v rozsahu 100 nm až 200 nm. Vo všeobecnosti je výsledná pórovitá štruktúra látok pripravovaných sublimáciou ovplyvňovaná najmä podmienkami pri ochladzovaní sušenej vzorky, pretože práve tieto určujú veľkosť kryštálov tuhnucej kvapaliny. S ich zvyšujúcou sa veľkosťou sa však výrazne zhoršujú mechanické vlastnosti produktu a narastá aj riziko úplného kolapsu jeho vnútornej štruktúry (obr. 12.).



Obr. 11. Obrázok ukazuje tixotropný gél ílového minerálu montmorillonitu s vodou (vľavo) a bezvodý produkt vymrazovacieho sušenia (vpravo).



Obr. 12. Problém prípravy pórovitých materiálov metódou sublimácie spočíva v tom, že v dôsledku tuhnutia kvapalnej zložky dochádza obvykle k výraznému poškodzovaniu pôvodnej štruktúry. Tento problém je exponovaný najmä v prípade, ak východisková látka obsahuje vodu v kvapalnej fáze: jej kryštalizáciou sa zvyšuje jej objem, v dôsledku čoho dochádza k vzájomnému oddeľovaniu stavebných častíc tejto látky. Obrázok ukazuje SiO_2 -gél s obsahom 80 hmot. % metanolu (vľavo) a produkt jeho sušenia sublimáciou.



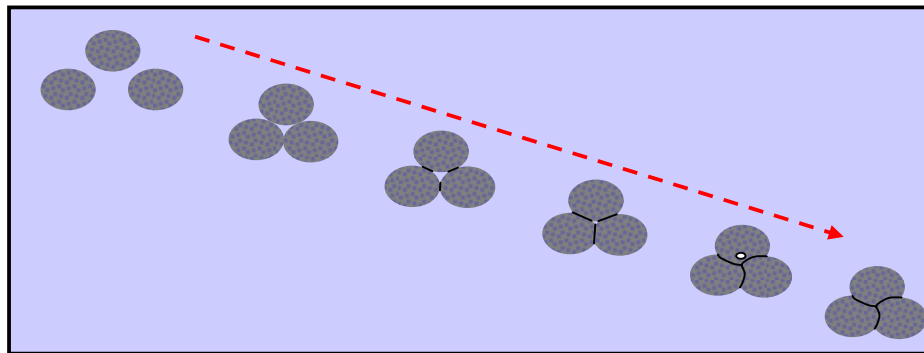
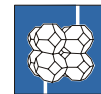
Zaujímavým prípadom tvorby pórovitej štruktúry v dôsledku expanzie pár vody je výroba tzv. expandovaného vermikulitu. Vermikulit je minerál patriaci do skupiny vrstevnatých hlinítokremičitanov, ktorého štruktúru tvoria paralelne orientované silikátové vrstvy oddelené hydratovanými horečnatými kationtmi. Pri teplotách od 800 °C do 900 °C dochádza k uvoľňovaniu vody z povrchových – OH skupín, ktorá spôsobuje expanziu jeho štruktúry v smere kolmom na vrstvy. Názov tohto minerálu (lat. *vermicula* znamená červ) vyjadruje práve výsledok tohto deja, pretože expanzia spôsobuje tvorbu „červovitých“ útvarov: zmena minerálu je výrazná, pretože jeho najmenší rozmer (hrúbka vrstvy) sa stáva výrazne najväčším (obr. 13.).

Jedna z najjednoduchších metód výroby pórovitých materiálov sa zakladá na primiešavaní častíc, granúl alebo väčších telies z pórovitých materiálov, k tuhnúcim nízkopórovitým materiálom. Takto sa vyrábajú najmä rôzne typy pórobetónov a iných stavebných materiálov. Ako pórovité látky sa tu používajú zvyšky po výpale pevných fosílnych palív, napríklad škvára alebo organické polyméry (napr. penový polystyrén).

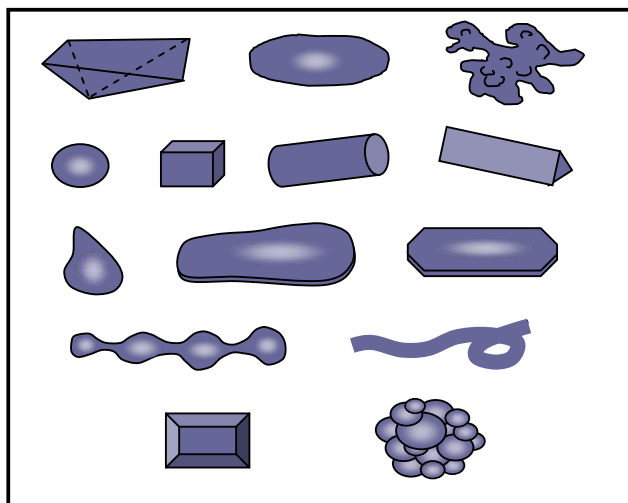


Obr. 13. Obrázok ukazuje fylosilikát vermikulit a jeho tepelne spracovaný produkt, v ktorom k vytvoreniu pórovitej štruktúry došlo vzájomným oddelením paralelne orientovaných silikátových vrstiev.

Veľká skupina metód výroby pórovitých materiálov sa zakladá na vytváraní pórovitej štruktúry „spájaním“ rôznych malých častíc alebo malých telies. Toto spájanie môže byť vyvolané zvýšením teploty, takže dochádza k vzájomnému staveniu častíc v mieste kontaktu, alebo je spôsobené zvýšením tlaku na vzorky. Možná je aj kombinácia oboch metód, pri ktorej sa vzorka stláča pri zvýšenej teplote. Vzájomné stavenie častíc môže v tomto prípade prebiehať aj pri teplotách pod „tabuľkovými“ teplotami tavenia. Pretože mechanizmus tvorby pórovitej štruktúry je vo všetkých troch metódach rôzny, získané pórovité štruktúry sú špecifické pre každú z nich. Tepelné, tlakové a kombinované metódy spekania sú na druhej strane aj metódami prípravy nepórovitých materiálov. Ako reprezentatívnu možno uviesť konštrukčnú oxidovú keramiku na báze Al_2O_3 resp. ZrO_2 , alebo neoxidovú keramiku na báze karbidov, nitridov alebo boridov. Vo všeobecnosti je premena východiskových partikulárnych látok na látky nepórovité plynulá (obr. 14.). Zohľadňujúc zároveň nekonečnú variabilitu tvarov východiskových častíc a ich veľkostí (obr.15.), je súbor látok pripravovaných týmito metódami veľmi rozsiahly.



Obr. 14. Obrázok ukazuje jednotlivé fázy spekania homogénnych sférických častíc rovnakého zloženia. Predposlednou fázou pred získaním konečného nepórovitého produktu je súbor troch vzájomne stavených častíc s kavitou nachádzajúcou sa mimo stredu vzniknutého objektu.

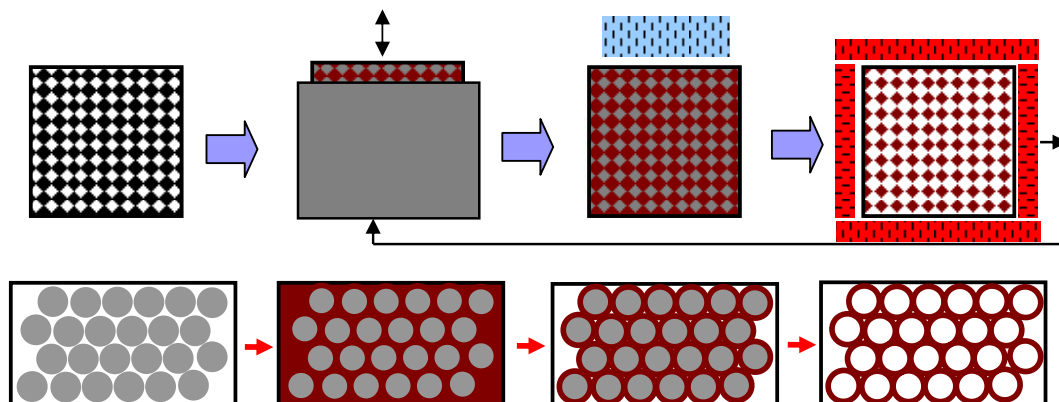


Obr. 15. Obrázok ilustruje variabilitu tvarov častíc východiskových látok pre prípravu pórovitých materiálov.

Ďalší spôsob prípravy pórovitých látok sa zakladá na selektívnom rozpúšťaní jednej zo zložiek tuhej látky. Tento spôsob sa dá využiť vtedy, ak tuhé teleso pozostáva z niekoľkých látok s rôznou rozpustnosťou. Túto metódu možno využiť aj pre zvýšenie pórovitosti látok. Aj v prípade, že východisková látka je z hľadiska chemického a fázového zloženia homogénna, môže sa u výsledného produktu zmeniť aj tvar pórov a vzájomné relatívne zastúpenie jednotlivých veľkostných skupín. To znamená, že zmení sa napríklad vzájomný pomer veľkosti najväčších a najmenších pórov. Oba typy zmien navzájom súvisia a sú dôsledkom nerovnomerného rozpúšťania tuhého skeletu pórovitej látky. Vo všeobecnosti rýchlosť rozpúšťania závisí na veľkosti a tvare kavit, ktoré ovplyvňujú rýchlosť cirkulácie rozpúšťadla a nasýteného roztoku v pórovitej matici, ale primárne je ovplyvňovaná rôznou rovnovážnou rozpustnosťou častíc na silne defektných povrchoch s malým polomerom zakrivenia (pod 100 nm). Druhým faktorom spôsobujúcim zmenu tvaru pórov, je smerový charakter rozpúšťania častíc kryštalických látok, čo znamená, že rýchlosť rozpúšťania jednotlivých povrchových plôch kryštalinitu je rôzna.



Jedna z moderných metód prípravy anorganických pórovitých materiálov je založená na „kopírovaní“ pórovitých štruktúr organických polymérnych matric. Toto „preberanie“ štruktúry sa využíva pre prípravu anorganických keramických materiálov s veľkými pórmí (cca 0,5 mm – 10 mm) a je založené na namáčaní organických pórovitých látok do suspenzií obsahujúcich jemnozrnné anorganické prášky (obr. 16.). Po vysušení sa vzorka kalcinuje, pričom organická zložka sa rozloží na plynné produkty – obvykle až na CO_2 . Výsledkom je anorganický skelet kopírujúci pôvodnú štruktúru organickej látky. Hrúbka jeho stien závisí na počte po sebe nasledujúcich nanášaní suspenzie.



Obr. 16. Schéma prípravy anorganických substrátov kopírujúcich štruktúru organických pórovitých matric. Poradie krokov zľava doprava: 1. organická pena 2. Namáčanie do suspenzie jemnozrnného anorganického prášku 3. Sušenie 4. Kalcinácia.



Obr. 17. Obrázok ukazuje pórovitú látku na báze oxidu hlinitého, pripravenú nanášaním vodnej suspenzie jemnozrnného Al_2O_3 na polyuretánovú penu a následným tepelným spracovaním pri $600\text{ }^\circ\text{C}$ a následne pri teplote $1600\text{ }^\circ\text{C}$.

Záver

Mnohé metódy prípravy pórovitých látok spomenuté v tomto článku sa veľmi podobajú dejom, ktoré vedú ku vzniku anorganických pórovitých látok v prírode. Krátky prehľad týchto látok, ako aj dejov vedúcich k ich vzniku, bude obsahom nasledujúceho textu venovaného problematike pórovitých látok.



Použitá literatúra

1. International Union of Pure and Applied Chemistry, Manual of Symbols and Terminology, Pure Appl. Chem., 31, 578 (1978).
2. Kozo Ishizaki, Sridhar Komarneni, Nakamoto Nanko: Porous materials, , Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands (1998).
3. Kowalsky S. J.: Drying of Porous Materials, Springer, Dordrecht, Netherlands (2007).
4. Jesenák K.: Sól-gélové metódy, Univerzita Komenského, Bratislava (2005).
5. Jesenák K.: Environmentálna anorganická chémia, Univerzita Komenského, Bratislava (2006).
6. Vogt U. F., Gorbár M., Vargová M., Jesenák K., Plesch G.: [TiO₂ thick film coated Al₂O₃ foams for photocatalytic water purification](#), 8th Conference on Solid State Chemistry, Book of Abstracts, p. 119, Bratislava, Slovak Academy of Sciences, ISBN 978-80-224-1019-9 (2008).



Doc. Ing. Karol Jesenák, PhD.

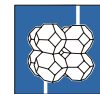
Katedra anorganickej chémie, Prírodovedecká fakulta
Univerzity Komenského, Mlynská dolina CH-2, 842 15
Bratislava
jesenak@fns.uniba.sk
tel. (02) - 602 96 – 351

Učiteľ pôsobiaci na Katedre anorganickej chémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Zaoberá sa vedecko-výskumnými témami spadajúcimi do oblasti anorganickej, materiállovej a environmentálnej chémie. Zameriava sa predovšetkým na metódy prípravy pórovitých anorganických materiálov na báze oxidu kremičitého a oxidu titaničitého, určené pre využitie v jadrovej fyzike a pre fotokatalytické

aplikácie. Je autorom návrhu technológie výroby organobentonitov v Kremnici, ktoré dlhodobo predstavovali jediný kvalifikovaný priemyselný produkt spracovania bentonitu na Slovensku. Významným spôsobom sa podieľal na realizácii prevádzky na prípravu veľkoobjemových vzoriek SiO₂-aerogélu v Ruskej federácii.

V súčasnosti je riešiteľom výskumného projektu zameraného na prípravu tenkých biokompatibilných filmov a prípravu fotokatalyticky aktívnych materiálov, projektu zameraného na skúmanie tepelno-izolačných vlastností tepelne málo vodivých materiálov a projektu, ktorého cieľom je vývoj katalyzátorov pre syntézu uhlíkových nanorúrok. Spolu so svojou doktorandkou Mgr. Katarínou Pastorkovou je členom kolektívu, ktorý bol v tomto roku ocenený vedeckou grantovou agentúrou MŠ SR za najvýznamnejší prínos v oblasti elektrotechniky, automatizácie a riadiacich systémov.

Doc. Ing. Karol Jesenák, PhD. je v súčasnosti školiteľom piatich doktorandov a vedie laboratórium, v ktorom možno ako na jedinom pracovisku na Slovensku realizovať vysokoteplotné superkritické sušenie anorganických materiálov. Je autorom 270 vedeckých a odborných prác, ktoré zahŕňujú aj niekoľko desiatok vedecko-popularizačných a didaktických textov.



Stručný úvod do problematiky anorganických pórovitých látok

II. Anorganické pórovité látky prírodného pôvodu

Karol Jesenák

Katedra anorganickej chémie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského,
Mlynská dolina CH-2, 842 15 Bratislava
jesenak@fns.uniba.sk

Úvod

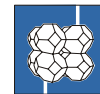
Anorganické pórovité látky prírodného pôvodu predstavujú mimoriadne dôležitú skupinu látok najmä preto, že sú veľmi často surovinami pre výrobu veľkého počtu rôznych priemyselných produktov. Silikátové minerály patria k najvýznamnejšími pórovitým surovinám, pričom väčšina priemyselných produktov z nich vyrábaných, má tiež pórovitú štruktúru.

Anorganické látky sa nachádzajú v prírode jednak vo forme minerálov a jednak vo forme hornín. Ako minerály, tak aj horniny, sa vyskytujú v podobe pórovitých aj nepórovitých látok, pričom variabilita pórovitých štruktúr je obrovská.

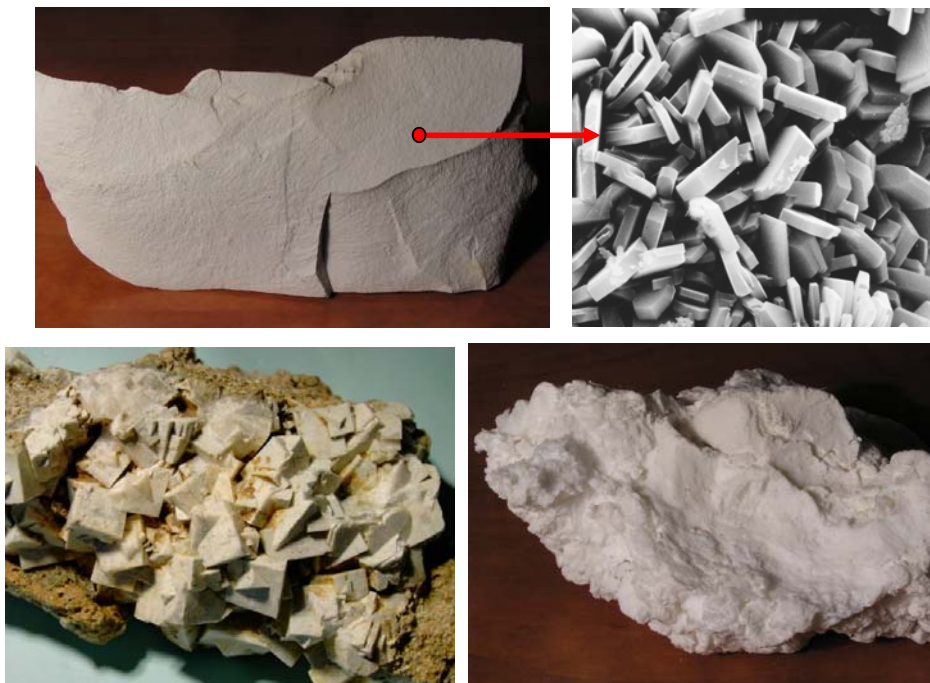
Pórovité minerály

Ak odhliadneme od vždy prítomných defektov v reálnych monokryštáloch anorganických minerálov, môžeme ich obvykle považovať za látky nepórovité. Na rozdiel od monokryštálov, sú však monominerálne substráty v prírode obvykle pórovité, pretože sú tvorené agregátmi kryštálov, ktoré vznikli najčastejšie kryštalizáciou z roztoku alebo zriedkavejšie kryštalizáciou z taveniny alebo plynnej fázy. Variabilita makropórovitej štruktúry minerálov je síce veľká, avšak vzhľadom na relatívne veľmi vzácny výskyt monominerálnych depozitov v priemyselne využiteľných množstvách a zároveň vzhľadom na ich všeobecne nízku homogenitu (vo vzťahu k týmto štruktúram), je ich praktický význam malý. Z tohto hodnotenia sa vymyká skupina mikrokropórovitých minerálov, ktorá okrem obvyklej mezopórovitej, prípadne makropórovitej štruktúry obsahuje aj mikropóry s veľkosťou menšou ako 2 nanometre. Vo všeobecnosti môžu mať tieto minerály relatívne nízku pórovitosť, približujúcu sa konvenčne stanovenej hranici pre kategóriu pórovitých látok. Tá je obvykle spôsobená nízkym objemom veľkých pórov. Najdôležitejšími zástupcami tejto skupiny minerálov sú predovšetkým zeolity a ílové minerály.

Zeolity, minerály patriace do skupiny tektosilikátov, sa vyskytujú v prírode v podobe mikrokryštalických partikulárnych látok, makrokryštalických asociácií, vláknitých minerálov alebo v podobe kompaktnej súdržnej hmoty (obr. 1.). Popularita zeolitov medzi chemikmi vyplýva predovšetkým z ich špecifickej pórovitej štruktúry na najnižšej výstavbovej úrovni. Tú tvoria kanáliky s kruhovým alebo elipsovým prierezom, pričom veľkosť ich prierezu sa pohybuje približne v rozsahu 0,3 nm až 1,2 nm, čo zodpovedá rozmerom molekúl jednoduchých plynov alebo aj rozmerom menších organických molekúl. Práve táto skutočnosť zohráva dôležitú úlohu pri ich využití v separačných



a katalytických procesoch. Zvláštnosťou zeolitov je zároveň aj mimoriadne úzka distribúcia veľkosti prierezov kanálikov, ktorá je medzi anorganickými látkami prírodného pôvodu mimoriadnou vlastnosťou. Prírodné zeolity sa stali modelom pre vytváranie umelých syntetických produktov s rovnomeným názvom, ktoré však z hľadiska homogenity, distribúcie pórov a iných kvalitatívnych parametrov, výrazne prevyšujú pôvodné prírodné minerály. Spektrum syntetických zeolitov je taktiež výrazne širšie ako u minerálov vyskytujúcich sa v prírode: ich počet viac ako päťkrát prevyšuje počet prírodných zeolitov.



Obr. 1. Zeolity: Hornina s obsahom zeolitu klinoptilolitu a mikroskopická snímka klinoptilolitu (hore), chabazit (vľavo dole), hektorit (vpravo dole).

Ílové minerály sú podskupinou fylosilikátov a sú druhou významnou skupinou prírodných látok obsahujúcou póry na rozmerovej úrovni jednotiek až desiatok nanometrov. I keď tieto minerály sa vyskytujú aj vo forme dutých vlákien, ich prevažná väčšina je reprezentovaná mikrokryštalickými časticami foliózneho tvaru (obr. 2.). Ílové minerály majú charakter partikulárnych látok. Vo všeobecnosti slabá väzba medzi paralelne orientovanými hlinítokremičitanovými vrstvami, ktorá je základom ich štruktúry, spôsobuje, že nevytvárajú kompaktné tuhé látky podobné zeolitom. Na druhej strane je premena ílov na kompaktné horniny bežným procesom prebiehajúcim v prírode (tzv. diagenéza). Tá je však obvykle spojená so stratou väčšiny priemyselne využiteľných vlastností v oblasti chémie, pretože vedie k ireverzibilnej zmene pôvodnej mikropórovitej štruktúry. Na druhej strane, podstatnú zložku najväčšej skupiny priemyselne vyrábaných pórovitých produktov – stavebnej keramiky, tvoria práve íly. Všeobecne možno konštatovať, že hlavnou zmenou vyvolanou vysokoteplotnými reakciami medzi paralelne orientovanými silikátovými vrstvami, ako aj reakciami týchto vrstiev s ďalšími zložkami vstupných keramických surovín, je kolaps pôvodnej mikroštruktúry

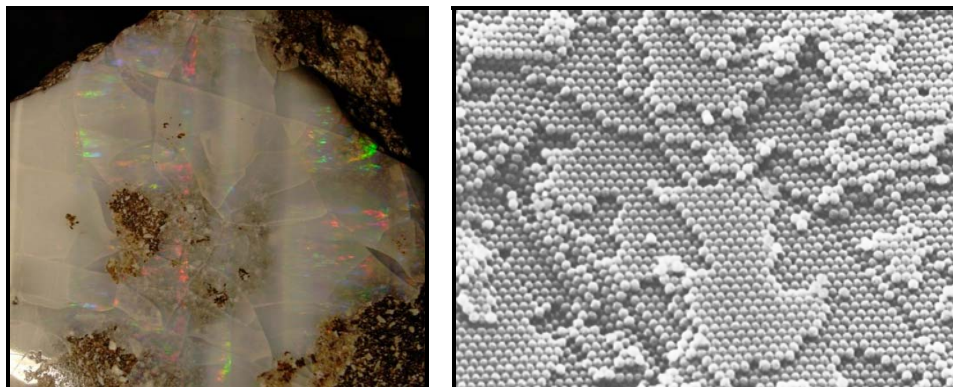


ilu, ale zároveň aj tvorba novej štruktúry obsahujúcej najmä makropóry. Napriek tomu, že z ílových minerálov možno pripraviť aj také mikropórovité materiály, v ktorých sa pôvodná pórovitá štruktúra na najnižšej výstavbovej úrovni mení iba málo, alebo v ktorých sa vytvára nová - modifikovaná mikropórovitá štruktúra, nebudú tieto produkty z hľadiska objemu výroby ani v budúcnosti (a to aj napriek ich obrovskej popularite), nikdy konkurovať tradičným ílovým produktom. Kým v prípade zeolitov je ich priemyselné využitie takmer výlučne orientované na syntetické produkty, v prípade ílov sú chemické aplikácie závislé iba na prírodných mineráloch. Tento rozdiel súvisí s tým, že u týchto partikulárnych látok nie je možné dosiahnuť z hľadiska distribúcie pórov výrazné zlepšenie mikropórovitej štruktúry (teda úzku distribúciu veľkosti pórov). Prípadný profit, týkajúci sa zlepšenia homogenity a chemického zloženia, nekompenzuje vysoké náklady na vysokotlakovú hydrotermálnu syntézu ílov, ktorá je obvyklou metódou ich laboratórnej prípravy.

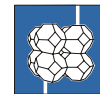
Do skupiny pórovitých minerálov by sa mohli zaradiť aj niektoré amorfné látky, predovšetkým však hydratované formy kremičitanov alkalických kovov. Sú reprezentované predovšetkým opálmi (obr. 3.). Zväčša sa jedná o nízkopórovité látky so špecifickou mikropórovitou štruktúrou. Možno ich považovať za sól-gélové analógy syntetických látok. Na rozdiel od nich, je však ich priemyselný význam mizivý. Na druhej strane opálové organogénne horniny (napr. diatomiť) sú cennou priemyselnou surovinou.



Obr. 2. Obrázok ukazuje monominerálnu vzorku ílového minerálu montmorillonitu (stred), jeho materskú horninu bentonit (vľavo) a zväčšenú snímku častice montmorillonitu (veľkosť objektu v zábere je $3\ \mu\text{m} \times 4\ \mu\text{m}$).



Obr. 3. Opály sú amorfné hydratované formy kyseliny kremičitej. Ich štruktúra je tvorená sférickými časticami s veľkosťou približne 300 nm. Pravidelná štruktúra na obrázku však nie je pre ne typickou.



Pórovité horniny

Z hľadiska hmotnostného zastúpenia v zemskej kôre, sú monominerálne depozity anorganických látok v prírode veľmi zriedkavé. Preto sú hlavnými reprezentantmi anorganických pórovitých látok v prírode horniny. Deje podieľajúce sa na vzniku pórovitých štruktúr hornín, sú v mnohých prípadoch veľmi podobné ako tie, ktoré sa využívajú pri príprave alebo výrobe syntetických látok. Pórovité horniny možno nájsť vo všetkých troch hlavných skupinách hornín – magmatických, sedimentárnych aj metamorfovaných.

Magmatické horniny. Magmatické horniny sú reprezentované veľkým spektrom pórovitých štruktúr. Zároveň však medzi magmatickými horninami sa nachádzajú horniny s vysokou hustotou. Typickými príkladmi nepórovitých magmatických hornín sú hlbinné horniny, napr. granity, syenity, gabrá a pod., ale i niektoré typy vulkanických skiel (obsidián) (obr. 4.). (Termínom vulkanické sklo sa označujú aj niektoré pórovité horniny, ako napríklad perlit.) Vznik primárnych pórovitých štruktúr vo vulkanických horninách pripomína výrobu penového polystyrénu: expanziu tekutej lávy spôsobujú stlačené plyny následne po tom, čo sa magma dostáva na zemský povrch. Plyny sú v nej zastúpené predovšetkým parami vody, amoniaku, sirovodíka, oxidu uhličitého a oxidu siričitého. Ďalšia pórovitá štruktúra týchto hornín vzniká zabudovaním vzduchových kavít pri tuhnutí viskózne lávy. Typickými príkladmi vulkanických pórovitých látok sú pemza a výlevné horniny ako ryolity, andezity a bazalty. Medzi pórovité horniny vulkanického pôvodu patria aj tufy, ktoré však patria do skupiny sedimentárnych hornín.



Obr. 4. Obrázok ukazuje nepórovité vulkanické sklo (vľavo), pórovitú pemzu (v strede) a vysoko-pórovitú stuhnutú lávu (vpravo).

Sedimentárne horniny. Kým magmatické horniny poskytujú dosť príkladov aj pre nepórovité látky, typické sedimentárne horniny (napr. konglomeráty, piesky, pieskovce, ílovito-piesčité bridlice a pod.) sú prevažne pórovité. (obr. 5.). Vo všeobecnosti sedimentárne horniny zahŕňujú jednak partikulárne látky, vznikajúce zvetrávaním iných hornín a jednak látky, ktoré vznikajú zhutnením týchto hornín. Ďalšou možnosťou je kryštalizácia z vodných roztokov.

Zhutňovanie hornín (v geologickej terminológii *diagenéza*) je komplikovanejšou variáciou tlakových metód prípravy umelých pórovitých látok. Na rozdiel od metódy lisovania za nízkych teplôt, čo je časovo výrazne obmedzená metóda prebiehajúca obvykle za izotermicko-izobarických podmienok, je diagenéza veľmi komplexným a dlhotrvajúcim procesom, prebiehajúcim v kontinuálne



sa meniacich podmienkach. K najdôležitejším parametrom ovplyvňujúcim zhutňovanie hornín sú predovšetkým tlak a teplota. Kým rozsah teplôt pri vzniku sedimentárnych hornín nie je obvykle veľký, pretože je obmedzený hornou hranicou na úrovni cca 200 °C (pri vyšších teplotách vznikajú už metamorfované horniny), tlaky môžu dosahovať značné hodnoty v dôsledku veľkej hrúbky vrstiev nadložných hornín (od 100 m do 10 km). Zvyšovaním tlaku sa pórovitosť hornín plynule znižuje a narastá ich hustota, takže rovnaké hrúbky nadložných vrstiev môžu pôsobiť na podložné vrstvy rozdielnymi tlakmi. Sily spôsobujúce zhutňovanie hornín sú často tak veľké, že výsledná sedimentárna hornina sa dá ťažko považovať za pórovitú. Ako príklad môžu slúžiť kremence, diageneticky zmenené (cementované) zlepenice a pieskovce a pod. V iných typoch sedimentárnych hornín (najmä vo vápencoch a evaporitoch) môže na makroskopickú úroveň vznikať pórovitá štruktúra postupným rozpúšťaním tejto horniny. Ďalšia možnosť je prednostné rozpúšťanie jedného, alebo niekoľkých minerálov v pôvodných horninách.



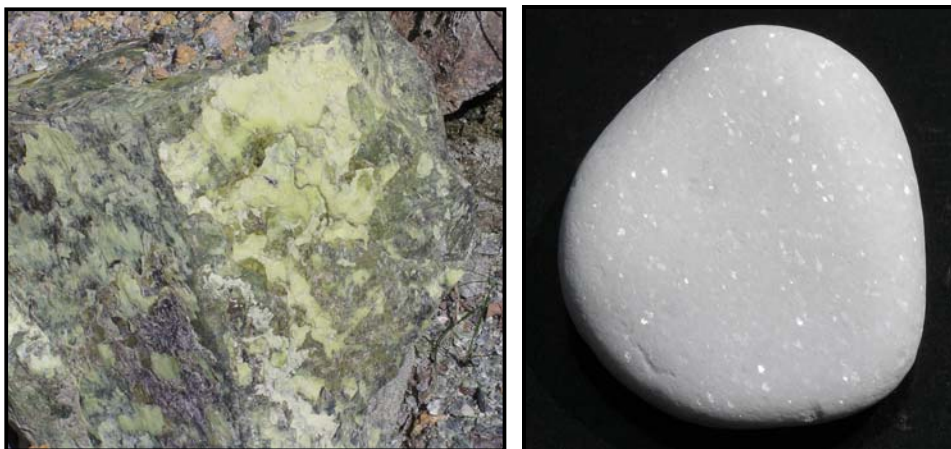
Obr. 5. Makropórovitá hornina travertín (vľavo) a mikropórovitý diatomit (vpravo).

Vznik mnohých sedimentárnych hornín je dobrým príkladom „chemických syntéz“ prebiehajúcich v roztokoch, pričom zdrojom reagujúcich látok je rozpúšťanie iných hornín (karbonátov pri vzniku travertínov, kyslých vulkanických hornín pri vzniku limnokvarcitov a pod.). Alteráciou pôvodných hornín, alebo ich zvetrávaním môžu vznikať napríklad mikrokryštalické fylosilikáty, v dôsledku vzájomného preskupovania SiO_4 , resp. AlO_4 tetraédrov a zároveň oktaédrov s atómami hliníka, horčíka alebo železa v centrálnych polohách.

Metamorfované horniny. Stupeň kompresie materských hornín je v metamorfovaných horninách veľmi vysoký, a preto tieto horniny možno všeobecne hodnotiť ako nepórovité (obr. 6.) Deje pri vzniku metamorfovaných hornín sú v mnohom podobné dejom, ktoré prebiehajú počas prípravy špeciálnych keramických materiálov s vysokou hustotou. Pri týchto metódach (napr. pri horúcom lisovaní), sa však často využíva zvýšenie teplôt na hodnoty blízke teplote tavenia zložiek. Z tohto pohľadu by sme mohli vznik metamorfovaných hornín označiť ako metódu vysokotlakového lisovania a v mnohých prípadoch ako horúce vysokotlakové lisovanie. Premena sedimentárnych, magmatických, ale aj metamorfovaných hornín na nové metamorfované horniny zahŕňa široké spektrum fázových premien a chemických reakcií na rozhraní jednotlivých fáz, pričom sa pôvodné minerály v hornine menia na nové minerály typické pre novovzniknuté metamorfované horniny. I keď



väčšina metamorfovaných hornín je nepórovitá, veľké tlaky na horniny môžu viesť k jej drveniu, výsledkom čoho môžu vzniknúť horniny obsahujúce vakantné priestory.



Obr. 6. Metamorfované horniny serpentinit (vľavo) a mramor (pravý obrázok).

Záver

Anorganické minerály a horniny sú na jednej strane dôležitými primárnymi surovinami pre chemický priemysel, ale zároveň sa vždy používali aj ako tradičné stavebné materiály, alebo boli surovinou pre výrobu stavebných materiálov. Vo všetkých vymenovaných aplikáciách zohráva charakter ich pórovitej štruktúry takmer vždy významnú úlohu. Všeobecnou otázkou je, do akej miery sa v konečných priemyselných produktoch vyrábaných z týchto surovín mení ich pôvodná pórovitá štruktúra. Väčšinou sú tieto zmeny výrazné jednak v dôsledku straty vody, ako aj v dôsledku vysokoteplotných sliňovacích reakcií. Zvýšenie celkovej pórovitosti priemyselných produktov sa však obvykle dosahuje zvýšením objemu veľkých pórov, pričom sa využíva niektorá z metód popísaných v predchádzajúcom článku.

Literatúra

1. Manahan S. E.: Environmental Chemistry. Lewis Publishers, London (2000).
2. Jesenák K.: Environmentálna anorganická chémia, Univerzita Komenského, Bratislava (2006).
3. Jesenák K.: Biológia, Ekológia, Chémia: Prírodné sorbenty a ich využitie pri ochrane životného prostredia, 6, 28-33 (2001).
4. Krist E., Krivý M.: Petrológia, (ed. M. Janeková). ALFA/ vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava, SNTL/ nakladatelství technické literatury, Praha (1985).

PodĎakovanie

Dovoľujem si úprimne poďakovať za pomoc a mnohé cenné pripomienky RNDr. Marte Ďurovičovej, CSc. a Mgr. Kataríne Šarinovej, PhD. z Katedry mineralógie a petrológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave.



Žiaruvzdorné materiály pre plynule odlievania ocele

Mária Fröhlichová¹, Miroslav Tatič²

¹ Katedra metalurgie železa a zlievarenstva, Hutnícka fakulta, Technická Univerzita v Košiciach,
maria.frohlichova@tuke.sk

² Katedra pecí a teplotníky, Hutnícka fakulta, Technická Univerzita v Košiciach
mtatic@centrum.sk

Abstrakt

V súčasnosti výrobcovia ocele na celom svete používajú špeciálne žiaruvzdorné materiály za účelom odlievania ocele najvyššej kvality pri najnižších cenách na tónu vyrobenej ocele. K dispozícii je široká škála špeciálnych žiaruvzdorných materiálov za účelom zvýšenia v troch kľúčových oblastiach procesu výroby ocele: regulácia prúdu ocele, ochrana toku ocele a kontrola parametrov výrobného procesu. Žiaruvzdorné materiály musia byť spoľahlivé, musia mať primeranú životnosť a nesmú nepriaznivo ovplyvňovať kvalitu spracovanej ocele.

ÚVOD

Pri plynulom odlievaní sa kladú mimoriadne požiadavky na kvalitu žiaruvzdorných materiálov, ktoré prichádzajú v panve a medzipanve do styku s tekutou oceľou, ktoré musia zabezpečiť nasledovné [1]:

- rovnomerné a regulovateľné dávkovanie tekutého kovu z panvy do medzipanvy a z medzipanvy do kryštalizátorov,
- ochranu tekutého kovu proti oxidácii prúdu ocele vytekajúceho z panvy do medzipanvy a z medzipanvy do kryštalizátorov,
- udržiavanie tekutej ocele v medzipanve v priebehu odlievania na približne konštantnej teplote vhodnou tepelnou izoláciou výmurovky pri súčasnom zachovaní dostatočnej odolnosti proti korózii

Funkčná schopnosť a spoľahlivosť jednotlivých žiaruvzdorných častí pri plynulom odlievaní je časovo obmedzená a trvácnosť žiaruvzdorných materiálov je často limitujúcim faktorom dĺžky sekvenčného odlievania [1,3].

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Riadenie a ochrana liaceho prúdu od taviacej jednotky po kryštalizátor ZPO

Na obr. 1 sú schematicky vyznačené regulačné a stykové keramické uzly pri preprave ocele z taviacej jednotky po kryštalizátor ZPO [3,4,5]. Ide o nasledovné zariadenia:

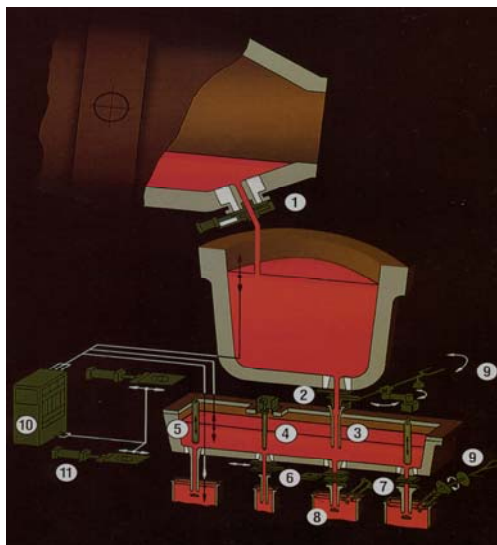
1. **Pecné zasúvadlové uzávery** – pre zlepšenie kvality ocele presnou reguláciou výtoky a beztruskovým odpichom.
2. **Panvové zasúvadlové uzávery** – pre reguláciu výtoky ocele z liacej panvy.
3. **Ochranné trubice** – pre ochranu ocele pred sekundárnou oxidáciou medzi liacou panvou a medzipanvou.
4. **Accumetrix systém** – kontinuálne meranie teploty ocele v medzipanve.
5. **Zátkové tyče a monolitické výlevky** – pre reguláciu prietoku ocele z medzipanvy do kryštalizátora.
6. **Medzipanvové zasúvadlové uzávery** – pre precíznu kontrolu prítoku ocele do kryštalizátora a rôzne dĺžky odlievania.
7. **Manipulátor na výmenu ponorných výlevok** – pre predĺženie doby odlievania z medzipanvy.



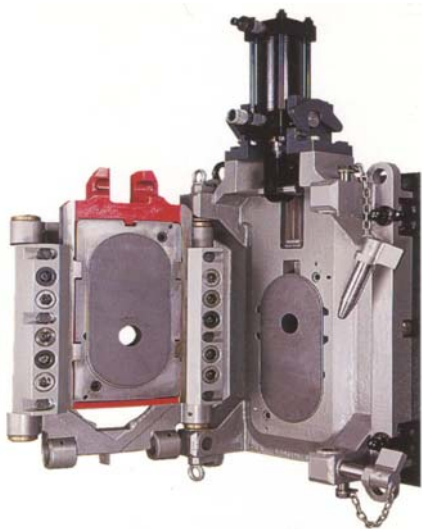
8. **Keramika ponorných výlevok** – zabezpečuje kontrolu prúdu ocele a ochranu pred sekundárnou oxidáciou.
9. **Pracovné pomôcky** – pre bezpečnú manipuláciu s liacou keramikou ZPO.
10. **Systémy riadenia procesu** – pre optimalizáciu odlievania pomocou počítačov.
11. **Hydraulické systémy** – pre riadnu a spoľahlivú kontrolu odlievacích procesov.

Doskový zasúvadlový uzáver je hydraulicky ovládaný posuvný mechanizmus upevnený na dno panvy, ktorý slúži k riadeniu výtoku tekutej ocele (obr. 2).

Patentovaný bol už v roku 1885, ale nízka kvalita vtedajších žiaromateriálov nedávala veľké šance pre jeho priemyselné využitie. Až v 60-tych rokoch 20. storočia došlo k jeho aplikácii vo výtokových uzloch oceliarskych nádob [1]. Vzhľadom na konštrukčné riešenie uzáveru musia byť na funkčné prvky z keramických materiálov kladené vysoké nároky na presnosť a rozmerovú stálosť (obr. 3).



Obr. 1. Regulačné a stykové keramické uzly



Obr. 2. Hydraulicky ovládaný doskový zasúvadlový uzáver LV12



Obr. 3. Funkčné prvky z keramických materiálov

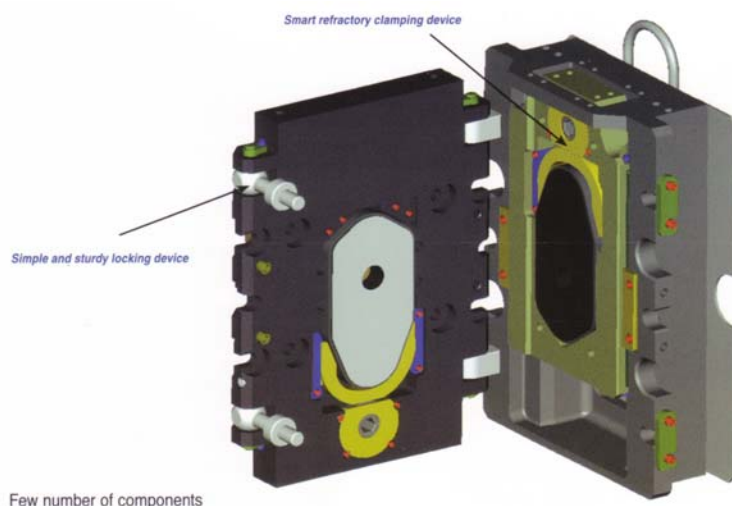
Pri otvorení uzáveru sú jeho súčasti vystavené prudkým teplotným nárazom a dynamickému (erózia) a chemickému (korózia) pôsobeniu prúdiaceho kovu a trosky. Hrany a steny zasúvadlových segmentov (dosiek) sú vystavené nadmernému namáhaniu práve v momentoch zmeny prúdu (otváranie, škrtenie a zatváranie). Na zasúvadlové dosky sú kladené tieto nároky: [1]



- vysoké parametre termomechanických vlastností; mechanická pevnosť pri vysokých teplotách (5 MPa pri 1500 °C),
- vysoká hutnosť a mikropórovitá štruktúra; impregnácia smolnými materiálmi, vysoká odolnosť proti náhlym zmenám teplôt;
- vysoká pevnosť a nízky modul pružnosti, dynamický modul pružnosti má byť pod 50 GPa.

Materiály používané na výrobu zasúvadlových uzáverov

Najrozšírenejším materiálom pre výrobu zasúvadlových dosiek je tabulárny korund obsahujúci 85 až 95 % Al_2O_3 s mullitickou väzbou a prídavkom amorfneho veľmi čistého SiO_2 . Sledované parametre sa dosahujú optimalizáciou zrnitosti skladby, čím sa sleduje vysoká hutnosť a nízka pórovitosť, prítomnou fázou mullitu s nižším koeficientom teplotnej rozťažnosti, príp. znížením modulu pružnosti heterogenizáciou štruktúry prídavkom monoklinického ZrO_2 . V poslednej dobe zaznamenali výrazný vzostup pozornosti keramické oxinitridové materiály – SiAlON-y kumulujúce v sebe väčšinu požadovaných vlastností. Nevýhodou je ešte stále pomerne náročná technológia výroby, i keď surovinová základňa je bohatá. Prídavkom šupinkového grafitu do korundových materiálov viazaných živичnou väzbou vznikajú špičkové materiály [1,2]. Grafit a karbonizovaná živica odstraňujú nedostatok korundových materiálov – nižšiu odolnosť proti korózii tým, že znižujú zmáčavosť. Predstaviteľom bázičických materiálov sú zasúvadlové uzávery z magnézie. Vynikajú vyššou odolnosťou proti erózii a korózii, ale sú menej odolné proti teplotným zmenám. Sú náchylné na tvorbu trhlin. Keďže trhlín sa nevieme vyhnúť najmodernejšie systémy zasúvadlových uzáverov sa snažia generovať tvorbu trhlín v nekritických zónach. Riešením je flexibilný uzatvárateľný systém osadenej dosky napr. v tvare konskej podkovy „horse shoe“ ako to prezentujú najnovšie systémy od firmy VESUVIUS typu LV-T5 a LG 21. (obr.4). [7]

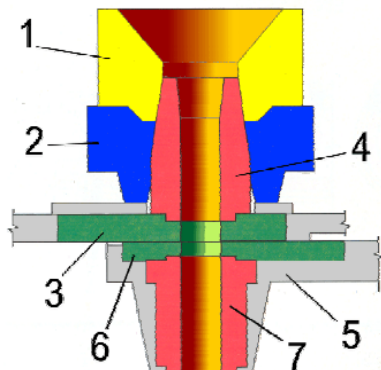


Obr. 4. Flexibilný uzatvárateľný systém osadenej dosky

Pri výrobe dosiek zasúvadlových uzáverov sa tieto vákuovo impregnujú smolnými materiálmi a karbonizujú v redukčnej atmosfére pri teplotách minimálne 350 °C. Finálnou operáciou je vŕtanie

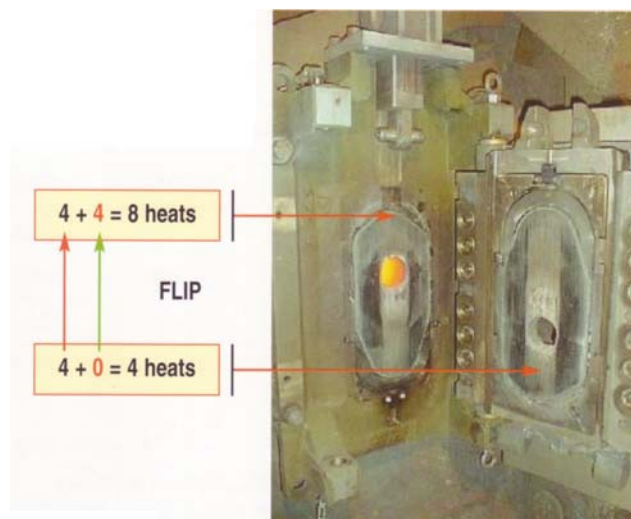


výtokových otvorov a kalibračné brúsenie klzných rovín na diamantových horizontálnych brúskach (rovinnosť $\pm 0.03\text{mm}$). Schematický náčrt výtokového uzla je na obr. 5. [1,2]



Obr. 5. Schematický náčrt výtokového uzla:

- 1-výtokový kameň,
- 2-dosadací medzikružok,
- 3-horná (pevná) doska, 4-horná výlevka,
- 5-posuvný mechanizmus,
- 6-spodná (posuvná) doska,
- 7-spodná výlevka



Obr. 6. Recyklácia dosiek zasúvadlového uzáveru

V U. S. Steel Košice, s.r.o. sa používa na liacich panvách zasúvadlový uzáver typu LV 12 (obr. 2) kde priemerná životnosť hornej (pevnnej) dosky sa pohybuje na úrovni 5-7 tavieb, pričom sa využíva recyklácia dosiek znázornená na obr. 6, keď sa po 4 tavbách doska očistí, vytmelí a prevráti na opačnú stranu a je použiteľná pre ďalšie 4 tavby.[6,8]

Životnosť spodnej výlevky na ktorú sa napája ochranná trubica (ochrana ocele pred sekundárnou oxidáciou medzi liacou panvou a medzipanvou) dosahuje 3 – 4 tavby.

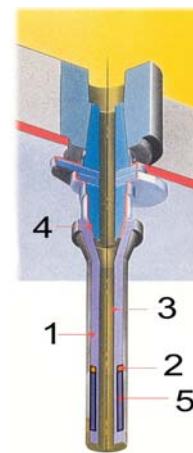
Úspešne pokračujú skúšky s novým zasúvadlovým uzáverom typu CS 80 od firmy RHI Refractories (INTERSTOP), keď bolo dosiahnutých v priemere 8 tavieb. [8]

Ochranná trubica

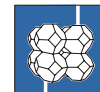
Primárnou funkciou ochrannej trubice je ochrana pretekajúcej ocele proti oxidácii vzdušným kyslíkom, a tým aj vzniku oxidických inklúzií. Sekundárnou funkciou je čo najväčšie možné zníženie tepelných strát tečúcej ocele a zníženie turbulencie hladiny ocele v medzipanve.

Výber materiálu je závislý na type odlievanej ocele, dobe liatia a druhu trosky zo zásypu hladiny medzipanvy. Typický tvar ochrannej trubice je znázornený na Obr. 7.

V zásade pozostáva zo 4 rôznych materiálov, ktorých použitie sa v jednotlivých oblastiach riadi zásadou maximálnej výdržnosti a minimálnych nákladov. V oblasti, kde hrozí maximálne opotrebenie (ako sú sedlo, vnútorný priemer a trosková čiara) sa používa čo najkvalitnejší



Obr. 7. Ochranná trubica



materiál a na vlastné telo trubice lacnejší. V tab. 1 sú uvedené zmesi, používané na výrobu bežných ochranných trubíc (bežný AC materiál). Trosková čiara býva zo zmesi grafitu a oxidov Zr. [1,3,4]

Pre splnenie primárnej úlohy ochrannej trubice ochrany toku ocele pred oxidáciou vzdušným kyslíkom je bezpodmienečne nutný tesný spoj medzi pohyblivou výlevkou zasúvadlového uzáveru a sedlom. Preto je sedlo extrémne namáhané pri odpaľovaní zvyškov ocele kyslíkom medzi jednotlivými tavnami. V mnohých oceliarniach sa preto používajú na vypaľovanie sedla špeciálne hlavy. Najobvyklejším spôsobom utesnenia tohto spoja je použitie vláknitých tesniacich vložiek (klobúčikov) v kombinácii s vŕhňaním argónu.

Tabuľka č.1. Chemické zloženie ochrannej trubice

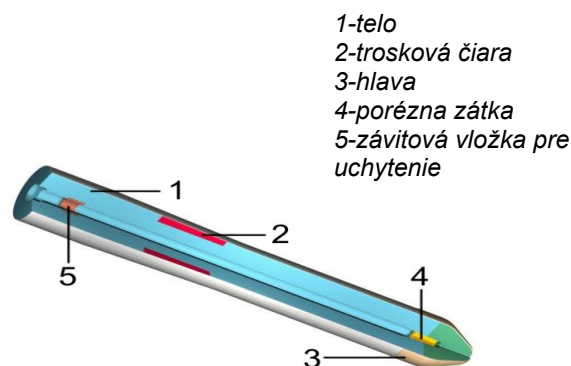
Konštrukčná časť ochrannej trubice					
Zložky	Telo (1)	Trosková čiara (2)	Vnútna stena (3)	Sedlo (4)	Trosková čiara (5)
SiO ₂	15.7	11.7	6.0	3.1	6.0
B ₂ O ₃	1.6	1.6	1.8	2.3	-
Al ₂ O ₃	52.0	63	64.0	61.3	0.4
CaO	-	-	-	-	2.6
ZrO ₂	0.9	0.1	4.6	3.5	67.0
C	31.2	26.5	22.0	23.0	23.9

Zátková tyč medzipanvy

Základnou funkciou zátkovej tyče medzipanvy (obr.8) je kontrola prietoku tekutej ocele z medzipanvy do kryštalizátora.[3,4]. Zátková tyč môže byť použitá spolu so zasúvadlovým uzáverom aj ako prostriedok zamedzenia vniknutia trosky do kryštalizátora pri poklese hladiny v medzipanve a zvýšenie výťažku dobrých brám pri ukončení odlievania sekvencie. Je tiež nástrojom pre vŕhňanie Ar do liaceho kanála pre zamedzenie tvorby nárastov z hlinitanu na jeho stenách. Niekedy sa používa ako prostriedok na vŕhňanie O₂ pre čistenie liaceho kanála (to je typické pri letmej výmene medzipanví so zasúvadlovým uzáverom). Schematický rez zátkovou tyčou je na obr. 9.

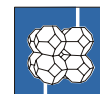


Obr. 8. Zátková tyč MP



Obr. 9. Rez zátkovou tyčou

Telo zátkovej tyče je v zásade vyrobené z Al₂O₃ - C materiálov, do ktorých môžu byť vložené v oblasti troskovej čiary magnéziové alebo baddeleyit-grafitové (ZrO₂ - C) zmesi. Hlava zátky sa obvykle vyhotovuje z kvalitnejších vysokohlinových zmesí s MgO alebo ZrO₂ - C zmesí v závislosti od typu



odlievanej ocele a doby odlievania. Často sa do otvoru v hlave zátkovej tyče vkladá porézna vložka pre vŕhanie Ar, ktorý svojim pretlakom zabráni infiltrácii vtrúsenín do ocele a jej reoxidáciu, ako aj zamedzí tvorbu nárastov na stenách kanálu. Zloženie základných zmesí pre výrobu zátkových tyčí je v Tab.2.

Monoblokové zátky sa zhotovujú zvyčajne izostatickým lisovaním.

Tabuľka č. 2. Chemické zloženie zátkovej tyče podľa jednotlivých zón

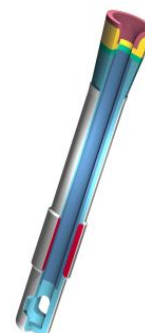
Konštrukčná časť zátkovej tyče MP							
Zložky	Telo	Telo-hlava	Hlava	Hlava-trosková čiara	Hlava	Hlava-trosková čiara	Hlava-trosková čiara
SiO ₂	15.7	6.0	0.8	15.5	0.8	4.6	5.7
B ₂ O ₃	1.6	1.8	2.0	-	-	0.6	-
Al ₂ O ₃	52.0	64.0	82.5	1.1	0.5	0.7	0.4
CaO	-	-	-	-	-	3.1	3.0
ZrO ₂	0.9	-	4.6	-	-	3.1	3.0
C	31.2	22.0	13.3	15.6	19.1	14.8	18.0
MgO	-	-	-	71.3	78.4	1.0	-

Ponorné trubice a výlevky

Dvomi základnými funkciami SES a SEN sú jednak ochrana prúdu ocele pred reoxidáciou a usmernenie prúdu ocele v kryštalizátore. Dnes prevažuje použitie trubice (SES) v kombinácii so zasúvadlovým uzáverom MP alebo meničom trubíc spolu so zátkovou tyčou. Typická SEN, zobrazená na Obr. 10 je obvykle tvorená zmesou 3 materiálov:

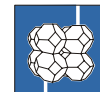
Telo SEN je z grafitohlinitého materiálu a presná voľba zmesi je závislá na podmienkach odlievania. V tab.3 sú uvedené zloženia zmesí pre vyššie uvedené 3 oblasti. [3,4]

Sedlo výlevky (spolu s hlavou zátkovej tyče) zabezpečuje správny prietok ocele. Univerzálnym tvarom sedla je okrúhly tvar. V závislosti na požiadavkách zákazníka môže mať sedlo rôzne tvary a môže byť vyrobené zo zmesí, ktoré budú spĺňať požiadavky čo do kvality odlievanej ocele a dĺžky sekvencie. Podľa týchto požiadaviek sa používajú uhlíkom spájané hlinité, baddeleyitové alebo magnéziové materiály a sedlo môže mať viac



Obr. 10 Ponorná trubica

Vlastné telo výlevky je tvorené trubicou, ktorá bráni reoxidácii ocele a súčasne zabezpečuje jej presun z medzipanvy do kryštalizátora. Telo výlevky môže byť z jednej alebo viacerých zmesí. Dnes sa bežne používajú výlevky, ktoré majú vo vnútri tzv. inliner-vrstvu, ktorá zabraňuje usadzovaniu hlinitanov (alumina-clogging). Túto problematiku možno riešiť aj poréznu vrstvou, ktorá umožňuje distribúciu argónu cez vnútorný povrch trubice do prúdu ocele. Jej použitie ale nemá jednoznačné výsledky, pretože môže dôjsť k zachytávaniu kryštalického prachu a taktiež aj k zachytávaniu argónových bublín v brame. [3,4]



Oblasť troskovej čiary ponornej výlevky je namáhaná mechanickou eróziou ocele (výsledkom jej prúdenia v kryštalizátore) a chemickou eróziou (spôsobovanou reakciami materiálu výlevky s oceľou a roztaveným liacim práškom kryštalizátora). Tvar výstupný výtokových otvorov je podriadený hydrodynamike prúdiaceho kovu s cieľom dosiahnuť čo najvýhodnejšie tuhnutie ocele. Za týmto účelom sa používajú rozličné tvary výstupných otvorov. V závislosti na druhu ZPO (hranové, blokové atď.) môžu byť trubice vybavené 1 – 5 výstupnými otvormi. Pre stanovenie presného tvaru a počtu výstupných otvorov sa využíva vodné modelovanie spolu s matematickou podporou. Veľmi dôležitými parametrami, určujúcimi kvalitu odlievanej predliatky je aj vonkajší priemer trubice a hĺbka jej ponoru. V prípade odlievania tenkých brám je výlevka navrhnutá v spolupráci s konštruktérmi strojov.

Tabuľka č.3. Chemické zloženie ponornej trubice podľa typu odlievanej ocele

Konštrukčná časť ponornej trubice				
Zložky	Štandardné ocele	Vysoké % Mn, dezoxy. CaSi	Studený štart, slabý ohrev	Nerezové ocele ocel' s vysokým O ₂
SiO ₂	15.7	6.0	17.4	T
B ₂ O ₃	1.6	1.8	2.5	-
Al ₂ O ₃	52.0	64.0	43.8	72.0
CaO	0.1	-	-	-
ZrO ₂	0.9	4.6	-	-
C	31.2	-	36.0	22.5
MgO	0.3	0.4	-	-

ZÁVER

Pri plynulom odlievaní ocele je dôležitá skutočnosť, že každé ZPO má svoje špecifické podmienky a preto si jednotlivé uzly vyžadujú aj tomu odpovedajúce riešenie, čo sa týka používania špeciálnych keramických materiálov.

Vymedzený priestor pre tento príspevok neumožňuje sa zaoberať detailmi pri riadení prietoku ocele, ale slúži len ako základná orientácia v tejto oblasti.

Ďalší vývoj plynulého odlievania ocele je zameraný na odlievanie veľmi malých profilov najmä plechov s minimálnou hrúbkou. Pri týchto procesoch narastá požiadavka na kvalitu použitých keramických uzlov na dávkovanie tekutého kovu. Môžu sa uplatniť hlavne neoxidické materiály ako sú nitridy a karbidy. Z oxidických materiálov predovšetkým výrobky na báze ZrO₂. [2,3]

LITERATÚRA

- [1] Súčík, G. – Tatič, M.: Použitie žiaruvzdorných materiálov: Učebné texty pre PGŠ, TU HF – 2007, str. 65 - 72
- [2] Staroň, J. – Tomšů, F.: Žiaruvzdorné materiály – výroba, vlastnosti a použitie. SLOVMAG, a.s., Lubeník a.s., SMZ Jelšava a.s., Keramika a.s., Košice, Banská Bystrica 2000
- [3] Fröhlichová, M. – Tatič, M.: Špeciálna keramika vo výrobe ocele, zborník, XVIII. Medzinárodná vedecká konferencia IRON AND STEEL MAKING, Malenovice 24 – 26. 9. 2008, str. 35-40
- [4] Priesol, V.: Keramika pre čistú ocel' pri plynulom odlievaní, VESUVIUS Slovakia s.r.o., Košice, 1993
- [5] Firemné materiály VESUVIUS – Super Technology for Steelmaking, 1993
- [6] Firemné materiály VESUVIUS – STEEL, LV 10-11-12, 1993



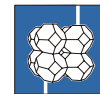
- [7] Firemné materiály VESUVIUS LV-T5, Ladle Slide, Gate Systems, 09/2005
[8] Firemné materiály RHI, Slide Gate System for the BOF, Ladle and Tundish, 06/2003

Príspevok bol prednesený na konferencii HUTNÍ KERAMIKA konanej v dňoch 30.9.- 1.10. 2009 v Rožnově pod Radhoštěm.

Doc. Ing. Miroslav Tatič, CSc.

Rodák z Kokavy nad Rimavicou, po ukončení štúdia na Hutníckej fakulte VŠT v Košiciach v roku 1966 v odbore hutníctvo železa nastúpil do VSŽ Košice na závod Vysoké pece. V rokoch 1966 - 73 pracoval ako projektant na ústrednej projekcii na oddelení Priemyselné pece. V rokoch 1973 – 96 pracoval na divíznom závode Teplá valcovňa VSŽ Košice, kde vykonával viaceré výrobné funkcie. V rokoch 1996 – 2000 zastával funkciu hlavného keramika na VSZ Ocel', s.r.o. Košice a v rokoch 2000 - 2005 funkciu hlavného keramika U.S.Steel Košice, s.r.o.. Od roku 2005 pôsobí ako pedagóg na Katedre pecí a teplototechniky na Hutníckej fakulte TU v Košiciach, kde prednáša špecializované odborné predmety Priemyselné pece a Aplikácia žiaruvzdorných materiálov. Je autorom aj spoluautorom 5 –tich vysokoškolských učebných textov. Napísal 80 odborných publikácií uverejnených v zahraničných a domácich časopisoch a zborníkoch vedeckých konferencií. Je členom Slovenskej silikátovej vedecko-technickej spoločnosti a tiež členom Silikátovej spoločnosti Českej republiky.





Keramika v energetickom priemysle

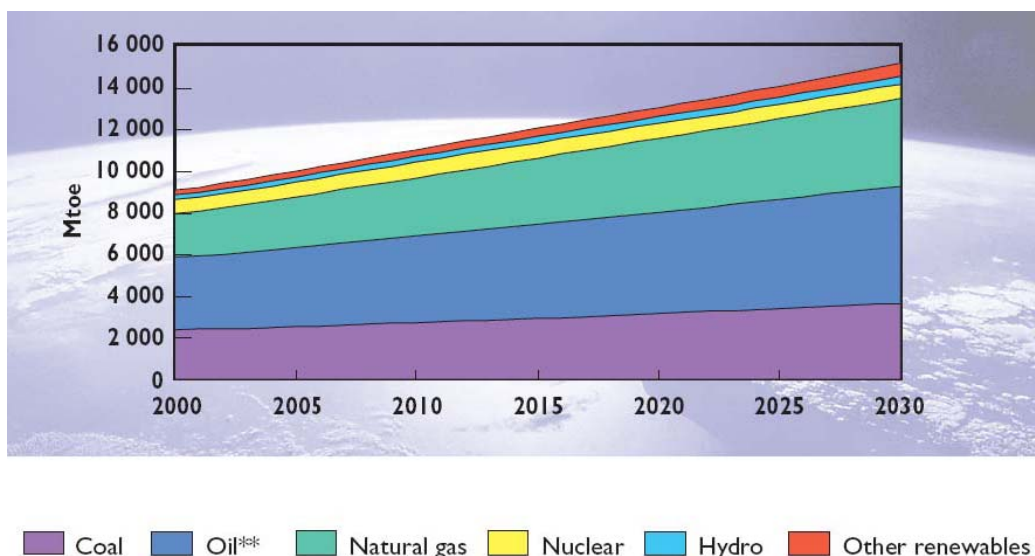
P. Šajgalík, Z. Lenčes

Ústav anorganickej chémie Slovenská akadémia vied,
Dúbravská cesta 9, 845 36 Bratislava, Slovenská republika

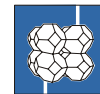
Úvod

Nedávno publikovaná štúdia od G. Schumachera a kol. [1] s názvom Budúce perspektívy európskeho materiálového výskumu určila tri hlavné oblasti možných aplikácií tzv. *nových* materiálov. Kľúčovými oblasťami sú „*energia*“, často spájaná s otázkami životného prostredia, „*vyššia kvalita života*“, ktorú zvyčajne spájame s medicínou a pohodlím dennodenného života a „*bezpečnosť*“ v spojení s globálnou hrozbou terorizmu. Problém „*energie*“ a trvalo udržateľného rozvoja je sférou, ktorú musíme brať naozaj veľmi vážne. Komplexný a rozsiahly prehľad materiálov pre energetický priemysel bol nedávno publikovaný v aprílovom Bulletine Spoločnosti pre materiálový výskum (Material Research Society Bulletin - MRS Bulletin) [2].

Medzinárodná agentúra pre energiu (International Energy Agency - IEA, www.iea.org) vo svojom výročnom odhade energetického trhu (www.worldenergyoutlook.org) predpovedá, že v roku 2030 bude svetová spotreba energie o viac ako 50% vyššia ako v súčasnosti. Čína a India majú svetovo najrýchlejšie rastúce energetické trhy, a preto existuje reálne nebezpečenstvo, že sa v blízkej budúcnosti ťažisko spotreby energie presunie do týchto krajín [3]. Čína a India spolu zodpovedajú za 45%-ný nárast dopytu celkovej primárnej energie. Spotreba energie oboch krajín je nastavená na viac ako dvojnásobok v rozmedzí rokov 2005-2030. Celosvetovo, fosílna palivá – ropa, plyn a uhlie – aj naďalej ovládajú palivové zmesi. Medzi nimi najrýchlejšie rastie spotreba uhlia, a to kvôli dopytu energetiky v Číne a Indii. Na obr. 1 je znázornená distribúcia energetických zdrojov, dostupných na spomínaný rast.



Obr. 1. Vývoj celkových svetových energetických zásob v "miliónoch ton ropného ekvivalentu" [Mtoe], [2].



Táto prognóza ukazuje, že uhlie, ropa a zemný plyn sú stále považované za hlavné zdroje energie, ale ukazuje sa, že podiel obnoviteľných zdrojov energie na celkovú spotrebu rastie. Z toho pohľadu je sústredenie sa materiálového výskumu na nové materiály pre produkciu energie nesmierne dôležité. Predpokladáme dva hlavné aspekty výskumu a vývoja nových materiálov. Prvý je racionálne zameraný na vývoj nových materiálov a technológií, umožňujúcich produkciu energie a druhý, možno teraz ešte dôležitejší, sa sústreďuje na emisné hospodárstvo CO_2 . Prognóza vývoja vedie k pokračujúcemu rastu globálnych emisií, súvisiacich s emisiami oxidu uhličitého (CO_2), od 27 Gt v roku 2005 do 42 Gt v roku 2030 – nárast ročne o 57%. Čína v roku 2007 predbehla Spojené štáty americké a stala sa svetovým lídrom v emisiách a India sa stane tretím najväčším producentom emisií okolo roku 2015. Množstvo emisií na hlavu v Číne dosiahne takmer hodnotu emisií vyprodukovaných krajinami OECD v Európe v roku 2030.

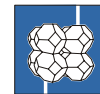
Energia bez CO_2

Emisné hospodárstvo CO_2 je zamerané na jeho zachytávanie a produkciu energie bez CO_2 . Elektrárne vyrábajúce elektrinu produkujú asi 1/3 celkových CO_2 emisií. Okrem toho je CO_2 vedľajším produktom pri výrobe železa, ocele a cementu a tiež sa odstraňuje zo zemného plynu predtým, než sa použije ako palivo. Tieto výrobné procesy sú vhodné na zachytávanie a uskladnenie CO_2 , keďže sú to rozsiahle zdroje na pevnom mieste, na rozdiel do automobilov, kde môže byť zachytávanie CO_2 emisií problematické. Z fosílnych palív sú pre elektrárne najdôležitejšie zemný plyn a uhlie. Tieto palivá sa spaľujú za prítomnosti vzduchu. Pri spaľovaní zemného plynu sa vodík z metánu (CH_4) spája s kyslíkom za vzniku vody. Vzduch, obsahujúci najmä dusík, sa používa na spaľovanie paliva. Emisie elektrární obsahujú zvyčajne od 10 do 15% CO_2 pri spaľovaní uhlia a približne 5% pri spaľovaní zemného plynu. V podstate je možné uskladniť všetky plynné spaliny, avšak kapacita by sa zaplnila najmä dusíkom, ktorý je nutné oddeliť. Aby bolo CO_2 efektívne uskladnené, musí byť najprv oddelené od ostatných spalín. Možné sú tri stratégie [4]:

- Oddeliť CO_2 po spaľovaní.
- Spaľovať fosílna palivá radšej v kyslíku než na vzduchu, čo vedie ku koncentrovanému CO_2 . V takomto prípade palivo reaguje s kyslíkom a/alebo parou za vzniku oxidu uhoľnatého (CO) a vodíka. CO potom reaguje s väčším množstvom pary a vzniká CO_2 a väčšie množstvo vodíka. Separáciou CO_2 (krok 1) môže byť vodík použitý ako palivo v plynovej turbíne.
- Odstrániť uhlík z paliva pred spaľovaním. Palivo v zemnom plyne je metán (CH_4). Pri horení metánu vzniká CO_2 a voda. Ak by bol uhlík odstránený pred spaľovaním, zostal by vodík a produktom spaľovania vodíka je iba voda.

Všetky tri stratégie zvyšujú nároky na separáciu plynu, pretože vyžadujú oddeliť buď CO_2 zo spalín alebo kyslík zo vzduchu alebo oboje. Materiály umožňujúce oddeliť CO_2 zo spalín a/alebo získať kyslík zo vzduchu sú výzvou pre keramický priemysel.

Najpoužívanejšie keramické materiály pre horúcu plynovú filtráciu sú oxid zirkoničitý, oxid hlinitý, mulit, kompozity na báze $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ alebo $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, a karbid kremičitý.

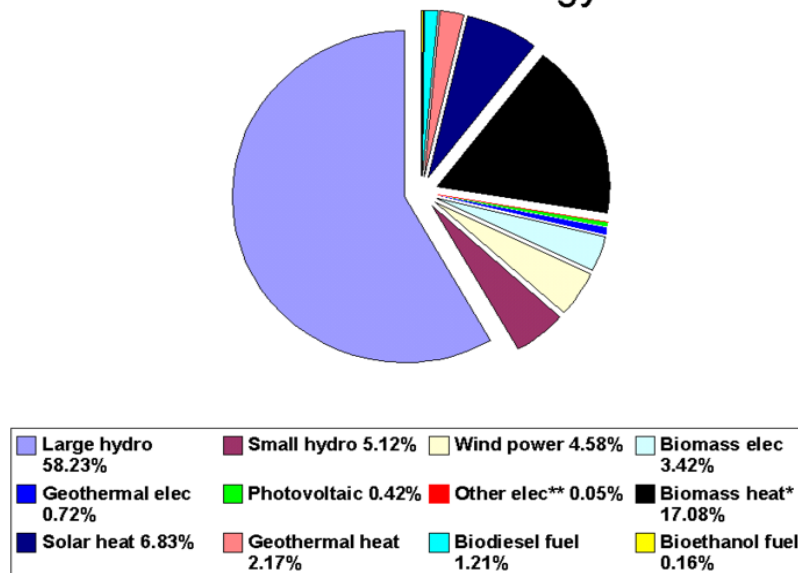


Celosvetovo rastúci dopyt po energii sústreďuje pozornosť výskumníkov a inžinierov na nové, alebo, lepšie povedané, doteraz nie efektívne využívané zdroje energie. Jedným z najdiskutovanejších sú obnoviteľné zdroje energie.

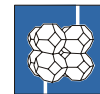
Obnoviteľné zdroje energie

Na obr. 2 je rozdelenie obnoviteľných zdrojov energie, stav v roku 2005 [5]. V roku 2006 iba 18% konečnej celkovej spotreby energie pochádzalo z obnoviteľných zdrojov, vrátane 13% pochádzajúcich z tradičnej biomasy, ako je spaľovanie dreva. Vodná energia bola ďalším najväčším obnoviteľným zdrojom, poskytujúcim 3%. Moderné technológie, ako geotermálna, veterná, slnečná a energia oceánov spolu dodali 0.8 % konečnej spotreby. Napriek relatívne nízkemu podielu energií z obnoviteľných zdrojov, je ich priemyselný potenciál široký. Technológie obnoviteľných zdrojov bývajú často terčom kritiky aj kvôli tomu, že sú nevzhľadné a občasné, avšak trh s novými technológiami spomenutých zdrojov sa napriek tomu stále rozrastá. V celosvetovom meradle napríklad technika využívajúca veternú energiu má kapacitu vyše 100 GW a je značne používaná v krajinách severnej Európy a v USA. Objem výroby fotovoltaického priemyslu dosiahol v roku 2006 viac ako 2 000 MW a fotovoltaické elektrárne sú obzvlášť používané v Nemecku. Termické solárne elektrárne pracujú tiež v USA a Španielsku a najväčší z nich v púšti Mojave v USA generuje 354 MW energie spracovaním energie slnečného svetla. Najväčšia geotermálna zariadenie na svete je v Kalifornii v [The Geysers](#), s menovitým výkonom 750 MW. Brazília má jeden z najväčších programov obnoviteľných zdrojov energie na svete, zahŕňajúci výrobu etanolových palív z cukrovej trstiny. V súčasnosti poskytuje etanol 18% pohonných hmôt krajiny. Etanolové palivo je značne používané tiež v USA.

World Renewable Energy 2005



Obr. 2. Svetové obnoviteľné zdroje energie, rozdelenie podľa druhov energie [5].



Veterná energia

V roku 2005 boli v Európe už nainštalované veterné elektrárne výkon s výkonom 34 GW. Európa je popredný producent veternej energie s 90%-ným podielom na svetovom trhu. Spojené štáty americké plánujú v budúcnosti získať 20% vlastnej spotreby elektrickej energie prostredníctvom energie veternej [6]. 5MW stroj veternej turbíny má rotor priemeru 120m, čo si vyžaduje materiály s vysokým pomerom pevnosti a hmotnosti. Dokonca sú v prevádzke zariadenia s priemerom rotora 200 m a v takýchto prípadoch môžu mať lopatky hmotnosť až 50 ton. Množstvo vyrobenej energie rastie so štvorcom priemeru rotora, hmotnosť lopatiek rastie s tretou mocninou priemeru rotora, v prípade, že sa rozmery zväčšujú. Lopatky rotora väčšiny turbín sú vyrobené zo sklolaminátu (glass reinforced plastics – GRP, plastom môže byť polyester alebo epoxidová živica). Ďalšími perspektívnymi materiálmi sú plasty spevnené uhlíkovými vláknami, ktoré sa už sporadicky objavujú, avšak sú stále veľmi drahé. Používa sa iba zopár rotorov vyrobené z dreva a vrstiev epoxidovej živice spevnených uhlíkovými vláknami (niekoľko 1.5 MW strojov).

Solárna energia

Toky a zásoby slnečnej energie v prostredí sú obrovské v porovnaní s energetickými potrebami ľudstva [6]. Celková slnečná energia absorbovaná atmosférou Zeme, oceánmi a pevninou je približne 3850 zettajoulov (ZJ) ročne. Celosvetová spotreba energie bola v roku 2004 len 0.471 ZJ.

Fotovoltaická energia

Fotovoltaika je technológia, ktorá prevádza svetlo priamo na elektrickú energiu. Kvôli zvyšujúcej sa potrebe slnečnej energie sa v posledných rokoch dramaticky zvýšila výroba solárnych batérií a solárnych fotočlánkových matíc. Prvá generácia fotočlánkov pozostávala z veľkoplošného monokryštálu, jednovrstvovej p-n plošnej diódy, schopnej vytvárať využiteľnú elektrickú energiu zo svetelných zdrojov s vlnovou dĺžkou slnečného svetla. Tieto batérie sa zvyčajne vyrábajú difúznym procesom s kremíkovými membránami. Technológia výroby prvej generácie fotočlánkov (známe tiež aj ako solárne batérie s kremíkovou membránou) je dominantnou v ich komerčnej produkcii, kde predstavujú viac ako 86% zemských solárnych článkov na trhu. Druhá generácia fotovoltaických materiálov je založená na použití tenkej epitaxiálnej vrstvy polovodičov na maticu substrátu. V roku 2007 bolo množstvo technológií polovodičových materiálov v štádiu skúmania alebo sa už masovo produkovali. Medzi spomínané materiály patria: amorfný kremík, polykryštalický, mikrokryštalický kremík, telurid kadmia, selenid/sulfid Cu-In. Výhodou tenkovrstvovej technológie je redukcia hmotnosti, čo umožňuje montovať panely na ľahké alebo elastické materiály, dokonca aj na textil.

Tretia generácia fotočlánkov je navrhnutá tak, aby boli tieto fotočlánky úplne odlišné od predchádzajúcich polovodičových zariadení, keďže sa nespoliehajú na tradičný p-n prechod na fotogeneráciu nosičov náboja. Pre plošné umiestnenie sa študujú články vyžívajúce kvantové javy v kvantových bodoch alebo kvantových dierach a zariadenia obsahujúce uhlíkové nanovlákná.

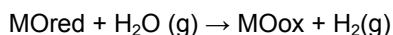


Solárne vodíkové reaktory

Ako sme už spomenuli, lacná metóda separácie kyslíka a vodíka z vody môže byť kľúčovým faktorom zvýšenia efektívnosti a ekologickej produkcie energie [8].

Priama termolýza vody za vzniku H_2 použitím solárno-tepelného procesu je v blízkej budúcnosti nepravdepodobná, kvôli potrebe veľmi vysokých teplôt, prevyšujúcich 3000 K a nutnosti oddeliť H_2 od O_2 pri týchto teplotách. Avšak o niečo nižšia teplota (<2500 K) termochemického cyklu, zahŕňajúceho ZnO/Zn , Mn_2O_3/MnO , ktoré nahradili oxidy železa a cyklus síra-jód (S-I) dáva možnosť na vysokoteplotný solárno-tepelný vývoj. Hoci sú materiály na báze ZrO_2 vhodné pre cesty kovových oxidov v zmysle chemickej kompatibility pri týchto teplotách, otázky tepelného šoku sa v hlavnej miere sústreďujú na solárno-tepelné aplikácie. A preto, by malo úsilie smerovať k metódam na navrhnutie reaktora na eliminovanie tepelných šokov (materiálov na báze ZrO_2) alebo tých, ktoré používajú grafit (kompatibilné z hľadiska teploty a teplotného šoku), s takým tvarom reaktora, aby sa zabránilo kontaktu chemických látok s grafitom pri vysokých teplotách. Usporiadanie reaktora s fluidnou stenou, kde inertný plyn poskytuje pokrývku chrániacu grafitovú stenu, sa v tomto ohľade javí veľmi sľubne, ale jeho použitie bude mať vplyv na účinnosť procesu. Pre prípad cyklu S-I do 1800 K sa zdá byť karbid kremičitý vhodným materiálom pre vysokoteplotnú disociáciu H_2SO_4 . Avšak v oblasti inžinierstva vysokoteplotného solárno-tepelného reaktora musí byť urobený ešte veľký kus práce na vývin procesov termochemického štiepenia vody.

Súčasný stav v oblasti slnečnej chémie na štiepenie vody a produkciu vodíka sa zameriava na tzv. redoxné párové cykly. Sú to dvojstupňové procesy, založené na redoxných materiáloch, ktoré môžu byť použité na štiepenie vody pri nízkych teplotách. Podľa tejto myšlienky, sa v prvom kroku aktivačné redoxné činidlo (zvyčajne redukovaná forma oxidu kovu) oxiduje, tým že zoberie kyslík z vody za vzniku vodíka podľa reakcie (1) uvedenej nižšie. Počas druhého kroku sa oxidovaná forma činidla redukuje, býva použitá znova (re-generácia), tým že odovzdáva kyslík zo svojej mriežky podľa reakcií:



Nevýhodou je, že sa vyžaduje dvojstupňový proces, v prvom kroku je nevyhnutné štiepenie vody, v druhom kroku sa uvoľňuje kyslík. Výhodou je produkcia čistého vodíka a odstránenie kyslíka v jednotlivých stupňoch, čím sa vyhneme vysokoteplotnej separácii a možnosti vzniku výbušnej zmesi.

Solárny motor

Vysokokvalitná tepelná energia získaná týmto spôsobom musí byť účinne transformovaná na mechanickú prácu. Na tento účel je výmenník tepla (prijímač) zvyčajne umiestnený v koncentračnom poli žiarenia, v ktorom sú média prestupu tepla (vzduch, voda, sodné alebo roztavené soli) solárne vyhrievané a slúžia na prevádzku konvenčného mechanického cyklu, (Rankine, Brayton or Stirling). Priame slnečné žiarenie sa môže kumulovať pomocou technológií koncentrovania solárnej energie (Concentrating Solar Power - CSP) pre vysokoteplotný ohrev. Veľká koncentrácia solárnej energie sa dosahuje hlavne tromi druhmi systémov optickej konfigurácie využívajúcich parabolické zrkadlá, a to vaňový, vežový a stirlingový systém, Obr. 3. Je preukázané, že tieto systémy sú vo veľkej prevádzke



(MW) technicky uskutočniteľné a komerčné solárne tepelné elektrárne (Solar Thermal Power Plants - STPP) zamerané na výrobu elektrickej energie, kde je teplonosné médium solárne vyhrievané a následne použité v tradičnom energetickom cykle, sa javia ako veľmi životaschopná alternatíva, ktorá splní obrovské svetové očakávanie na čistú elektrickú energiu.

Stirlingový systém zahŕňa dva komponenty: solárny parabolický reflektor, čo je jednoduché parabolické zrkadlo alebo súbor zrkadiel a stirlingový motor, čo je motor pracujúci v uzavretom cykle so zásobníkom tepla, ktorý beží bez akéhokoľvek iného zdroja tepla. Motor stirlingového typu pracuje so stálym objemom plynu, ktorý nikdy neopúšťa komoru. Striedajúci sa výhrevný/chladiaci cyklus zaisťuje konštantný prívod chladného plynu, ktorý je ohriaty zdrojom tepelnej energie. Plánuje sa konštrukcia zásobníkov tepla z keramických materiálov so špeciálnymi vlastnosťami, ako sú odolnosť voči tepelným šokom a mechanická pevnosť. Vysoké teploty znášajú materiály s vysokým bodom topenia a výnimočnou odolnosťou voči tepelným šokom ako sú napr. kordierit alebo karbid kremíka (SiC). Obzvlášť SiC vykazuje zvýšenú absorbanciu kvôli prirodzene čiernej farbe, ktorá v spojení s jeho vysokou tepelnou vodivosťou umožňuje koncentráciu slnečného tepla a účinný ohrev reakčných plynov vo vnútri plášťa komory s architektúrou včelieho plástu.



Obr. 3. Fungujúci prototyp stirlingového systému navrhnutého a inštalovaného v USA.

Palivové články

Pevný oxidový palivový článok (solid oxide fuel cell – SOFC) je zariadenie na elektrochemickú konverziu, ktoré vyrába elektrinu priamo z paliva. Princíp tohto procesu opísal vo svojom článku D. Stöver a kol. Palivové články sú charakterizované ich elektrolytickým materiálom a ako napovedá názov, pevné oxidové palivové články majú tuhý oxid, lepšie povedané keramický elektrolyt. Typickým predstaviteľom elektrolytu je oxid zirkoničitý stabilizovaný oxidom yttrickým, kvôli jeho dobrej iónovej vodivosti. Najbežnejšie pevné oxidové palivové články sú určené hlavne na stacionárne aplikácie s výkonom od 100 W do 2 MW. Pracujú pri veľmi vysokých teplotách, zvyčajne medzi 700 až 1000°C.



Energia z biomasy

Rastliny využívajú fotosyntézu na rast a produkciu biomasy. Biomasa môže byť použitá priamo ako palivo alebo na produkciu kvapalného biopaliva. Poľnohospodársky produkované palivá z biomasy, ako napr. bionafta, etanol alebo vylisovaná cukrová trstina (často vedľajší produkt spracovania cukrovej trstiny) môžu horieť v spaľovacích motoroch alebo parných kotloch. Skúmanie efektívnejších metód premeny biopalív alebo iných palív na elektrinu využitím palivových článkov je oblasť, v ktorej sa v súčasnosti veľmi aktívne pracuje.

Kvapalné biopalivá

Kvapalné biopalivo je buď bioalkohol ako napr. etanolové palivo alebo bioolej ako napr. bionafta a čistý rastlinný olej.

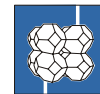
Tuhá biomasa

Tuhá biomasa sa používa zvyčajne priamo ako palivo produkujúce 10-20 MJ/kg tepla. Patrí sem napríklad palivové drevo, biogénny podiel komunálneho tuhého odpadu alebo nevyužívané časti poľných plodín. Avšak premena celulózy na etanol si získava tiež veľkú pozornosť. Odhadovaný výnos etanolu zo suchej celulózy je približne 0.2 kg etanolu na kilogram celulózy. Dokonca kravský hnoj obsahuje ešte stále 2/3 pôvodnej energie spotrebovanej kravou.

Bioplyn

Bioplyn sa ľahko získava pri bežných odpadových procesoch, ako výroba papiera, cukru, spracovanie odpadových vôd, živočíšneho odpadu, atď. Pri ich prirodzenej fermentácii vzniká metán. Na výrobu elektriny (alebo kombinovanú výrobu tepla a elektrickej energie) sa biomasa premieňa spaľovaním na teplo. Z tepla vzniká para, ktorá poháňa turbínu. V zložitejších zariadeniach sa biomasa premieňa na vodík, bioplyn alebo metanol, ktoré sa ďalej používajú ako palivo. Bežné elektrárne na biomasu majú kapacitu pod 20 MW. Korózia v komorách na biomasu výrazne závisí od obsahu nečistôt v palive, napríklad od podielu alkalických chloridov v slame. Koróziu je možné výrazne znížiť napríklad pridaním síry, ktorá s uhlím reaguje za vzniku sulfidov, ktoré sú oveľa menej agresívne ako chloridy. Zníženie je možné aj vstrekaním síranu amónneho, ktorý mení alkalické chloridy na menej korozívne sírany. Vývoj materiálov pre tieto turbíny je výzvou pre keramiku, ktorá je známa svojou vysokou koróznou odolnosťou. Obvyklé materiály testované pre lopatky turbín sú kompozity SiC/SiC a tiež materiály na báze Si_3N_4 .

Celková výmera pôdy v Európe je okolo 385 miliónov hektárov (EU-25). Zalesnené oblasti zaberajú 140 miliónov a poľia 180 miliónov hektárov. Biomasa pochádzajúca z týchto stromov a obilia môže pokryť 11% dennej potreby energie. Jediným problémom je to, že na celom svete sa podiel ornej pôdy znižuje s nárastom populácie. Poľnohospodárska produkcia biomasy na druhej strane klesá v súvislosti s klesajúcou rozlohou ornej pôdy. Súčasné správy a predpovede z rozvojových krajín sú alarmujúce. Cena potravín rapídne rastie a v týchto oblastiach hrozí hlad. Z tohto uhla pohľadu sa poľnohospodárska produkcia biomasy nejaví ako vhodné riešenie.

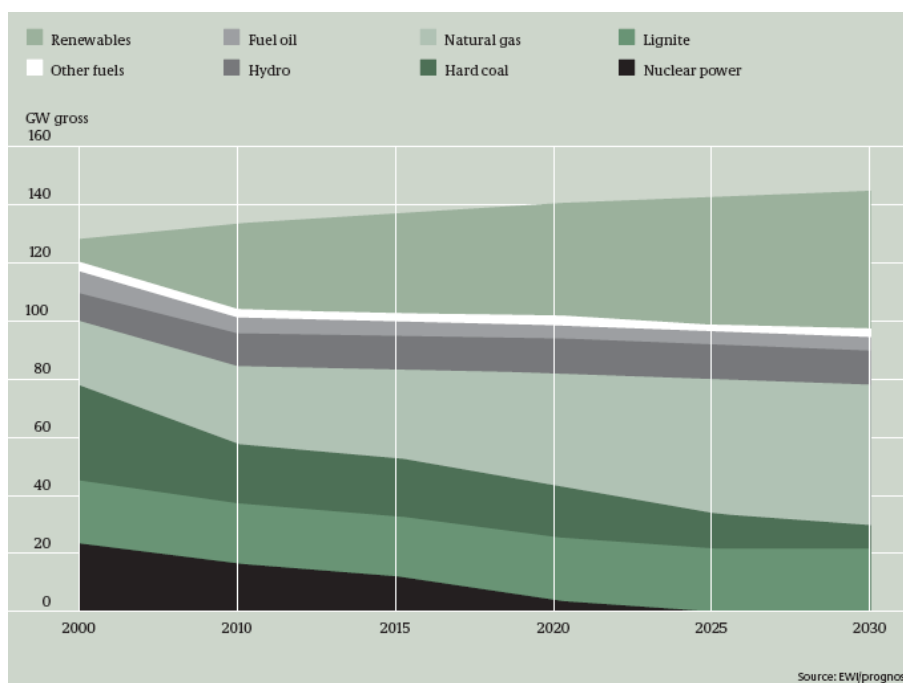


Jadrová energia

Jadrové elektrárne v súčasnosti stále patria k producentom elektrickej energie s najnižšími výrobnými nákladmi. Priemerné výrobné náklady 1.72 centov za kWh zahŕňajú náklady na prevádzku a údržbu zariadenia, nákup pohonných hmôt a platby za spracovanie a uskladnenie použitého paliva.

Ministerstvo energetiky USA predpovedá, že v roku 2030 budú USA potrebovať o 25% viac elektriny. To je však skromný odhad a okrem toho je nižší, ako skutočné tempo rastu za posledných päť desaťročí. Pre splnenie tejto požiadavky sa musí v energetickom priemysle investovať 750 miliárd dolárov na elektrárne, environmentálne technológie a prenosové aj distribučné siete.

Jadrové elektrárne, spolu s klasickými tepelnými elektrárnami na uhlie a plyn, sú ťažnými koňmi elektrizačnej sústavy USA, produkujú takmer 20% elektrickej energie USA a môžu pomôcť zvládnuť zvýšený dopyt po elektrickej energii prameniáci z rozpínania americkej ekonomiky a nárastu populácie. V posledných dvoch desaťročiach dosahujú jadrové elektrárne stále vyšší činiteľ využitia pri rovnakom alebo vyššom stupni bezpečnosti. Priemerný činiteľ využitia pre elektrárne v USA funkčné v roku 1980 bol 56,3%; v roku 1990 66% a v roku 2007 to už bolo 91,8% [9]. Celosvetovo je v prevádzke 439 jadrových elektrární v 30 krajinách, dodávajúcich 16% svetovej elektrickej energie a ďalších 35 nových jadrových elektrární v 14-tich krajinách je vo výstavbe. Na jadrovú energetiku ako zdroj elektrickej energie sa spolieha značná časť svetových ekonomických mocností [10]. Na druhej strane v Európskej únii sú krajiny, ktoré úplne vylúčili využívanie jadrovej energie (Rakúsko) a Nemecko predpovedá jej postupný útlm v horizonte roku 2025 a prudký nárast využívania obnoviteľných zdrojov energie, obr. 4.



Obr. 4. Kapacity elektrární rozdelené podľa zdrojov energií 2000 – 2030, [11]



Zhrnutie

Z uvedeného výberu potenciálnych zdrojov energie pre blízku budúcnosť je zrejmé, že je nutné vyvinúť nové materiály pre nové technológie výroby elektrickej energie. Medzi tieto materiály patria nanomateriály, biomateriály, materiály na katalýzu a uchovávanie vodíka a materiály na účinnú premenu slnečnej energie na využiteľnú formu. Rozsah vedeckých úloh v oblasti energetiky je ohromujúci a keramická obec by sa mala tohto procesu zúčastniť.

Literatúra

- [1] G. Schumacher et al.: Future Perspectives of European Materials Research, *Matter and Materials* **35** (2007).
- [2] Harnessing Materials for Energy, *MRS Bulletin* **33** [4].
- [3] IEA, World Energy Outlook 2007, China and India Insights, www.worldenergyoutlook.org
- [4] http://www.seed.slb.com/en/scictr/watch/climate_change/capture.htm
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Renewable_energy
- [6] <http://www.galileoscientific.com/how-a-wind-turbine-works.htm>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy
- [8] C. Perkins, A.W. Weimer, International Journal of Hydrogen Energy 29 [15] (2004) 1587-99.
- [9] <http://www.nei.org/keyissues/reliableandaffordableenergy/>
- [10] <http://www.iaea.org/>
- [11] EWI/Prognos – Study: The Trend of Energy Markets up to the Year 2030, Published by Federal Ministry of Economics and Labour, Communication and Internet Division 10115 Berlin, www.bmwa.bund.de, Issue, May 2005.



Prof. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc.

Ústav Anorganickej Chémie
Slovenskej Akadémie Vied
Dúbravská Cesta 9
845 36 Bratislava
SLOVENSKO
<http://www.uach.sav.sk/>
Tel: +421 02 5941 0400
Fax: +421 02 5941 0444
e-mail: uachsajg@savba.sk

Profesor Pavol Šajgalík je od roku 1999 riaditeľom ÚACH SAV a zároveň vedúcim oddelenia keramiky na tomto ústave. Je odborníkom v oblasti výskumu a vývoja anorganických materiálov so špecializáciou na konštrukčnú keramiku na báze oxidov, nitridov a karbidov. Zaoberá sa štúdiom vzťahov medzi mikroštruktúrou a mechanickými vlastnosťami keramických a keramicko-kovových kompozitov, procesmi fázových transformácií a mikroštruktúrného dizajnu nových typov multifunkčných kompozitov so samodetekčnou schopnosťou. Je odborníkom v príprave hutných materiálov metódami ako horúce lisovanie, horúce izostatické lisovanie, reakčné spekanie a iné.

**VIII. medzinárodná konferencia PRÍPRAVA KERAMICKÝCH MATERIÁLOV****9.-11. jún 2009, Herľany**

Už tradične sa po dvoch rokoch stretli na VIII. Medzinárodnej konferencii PRÍPRAVA KERAMICKÝCH MATERIÁLOV v areáli Učebno-výcvikového zariadenia Technickej univerzity v Košiciach v Herľanoch zástupcovia keramiky, výrobcovia, vedci a odborníci z odboru keramiky a skla. Konferencia sa konala v dňoch 9. –11. 2009. Organizátorov, Katedru keramiky Hutníckej fakulty TU v Košiciach, Ústav geotechniky SAV Košice a Slovenskú hutnícku spoločnosť pri HF TU v Košiciach, nemalou mierou podporili: Slovenská silikátová vedecko-technická spoločnosť, Slovenská sklárská spoločnosť, Kerkotherm a.s., Košice a Sklárne RONA a.s., Lednické Rovne. Im patrí vďaka všetkých účastníkov, ktorí mali možnosť oboznámiť ostatných s najnovšími výsledkami výskumu a praxe zo svojho pracoviska

Vďaka slovenským účastníkom príjemnú atmosféru konferencie vytvorili a zažili účastníci z Maďarska, Chorvátska, Česka a Sudánu. Spolu tu 3 dni v živej debata o nekovových anorganických materiáloch nebývalých kvalít prežilo 79 odborníkov, technologov odboru silikátov a chemikov. Priateľská atmosféra vytvorená príjemným prostredím kúpeľov a podporená veľkým počtom mladých iniciovala k nadviazaniu novej spolupráce.

**Obr. 1**

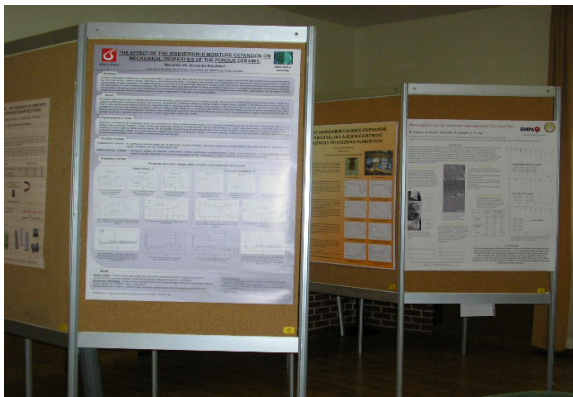
Nech sa darí silikátom.

(z ľava. Doc. Ing. D. Galusek, PhD.,
prof. RNDr. P. Šajgalík, DrSc.,
Ing. R. Karell, PhD.,
Ing. J. Kraxner, PhD.,
Prof. A. Helebrant, CSc.,
Prof. Ing. M. Liška, DrSc. a
Ing. D. Lišková.)

**Obr.2**

Čas najväčšivejších odborných debát

Témy prác odznievali aj v čase
odpočinku pri ohni, ktorý dáva
keramike a sklu magické vlastnosti
Doc. Ing. P. Šimúrka, PhD.,
Dr. Ing. D. Rohanová, Ing. M.
Chromčíková, PhD.,
Prof. Ing. M. Liška, DrSc.

**Obr. 3**

Tu sa odohrával boj o prvé miesto „TOP –poster“
Sekcia postrov mladých v čase pokoja, pred inváziou.

Odznelo 29 odborných prednášok, z ktorých prevažná časť bola z oblasti vývoja nových progresívnych keramických a sklených materiálov. Samozrejme, tak ako po minulé roky boli zastúpené aj prednášky z výroby, zamerané na riešenie ťažkostí v praxi. Výskumníkmi z univerzít boli prednášky vysoko cenené. Vysoká účasť na prednáškach a postrovej sekcii bola dôkazom kvality príspevkov. Odbornosť účastníkov potvrdzovala aj bohatá diskusia, ktorá sa viedla aj v čase spoločenských akcií – večerov.

Súčasťou konferencie je súťažná sekcia „Postre mladých“, určená študentom II. a III.- stupňa vysokoškolského vzdelávania. V sekcii postrov bolo prezentovaných 28 postrov, z ktorých bolo 20 súťažných. Zo súťažných postrov vybrala odborná komisia troch profesorov (M. Liška, P. Šajgalík, A. Helebrant) tri najlepšie práce.

Boli ocenení

1. miesto - Ing. Pavel Bystrzycki /doktorand, UP –FCHT Pardubice, ČR.
2. miesto - Ing. Františka Frajkorová/ doktorandka VÚACH Bratislava, SR
3. miesto – Jaroslav Vyskočil / študent Mgr. štúdia, TU Liberec, ČR.

Za víťazov boli vyhlásení všetci zúčastnení súťažiaci.

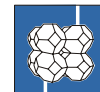
Každý z účastníkov po skončení hodnotí ako akcia, na ktorej sa zúčastnil obohatila jeho odborné a spoločenské bytie. Teší nás, že konferencia má svojich skálnych. Víťame nových a mladých, ktorí prichádzajú medzi nás.

Prednášky a abstrakty postrov sú uverejnené v zborníku zo „VIII. seminára PRÍPRAVA KERAMICKÝCH MATERIÁLOV, Herľany 9. - 11. jún, 2009 a budú v období od júla do konca augusta 2009 uvedené na web. stránke www.tuke.sk/seminar_PKM.

Tešíme sa na stretnutie s Vami o dva roky na IX. Medzinárodnej konferencii PRÍPRAVA KERAMICKÝCH MATERIÁLOV.

Doc. Ing. B. Plešingerová, CSc.
členka organizačného výboru PKM

Doc. Ing. T. Kuffa, CSc.
predseda organizačného výboru PKM





Hutnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach



organizujú / are organizing




VI.

MEDZINÁRODNÚ VEDECKÚ KONFERENCIU
ŽIAROMATERIÁLY, PECE A TEPELNÉ IZOLÁCIE
INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
REFRACTORIES, FURNACES AND THERMAL INSULATIONS

1. pozvánka – žiadosť o prednášku
20. – 22. apríl 2010
Atrium Hotel****, Nový Smokovec
Vysoké Tatry, Slovensko

1st invitation – call for paper
20th – 22nd April 2010
Atrium Hotel****, Nový Smokovec
High Tatras, Slovakia

Generálni sponzori




General sponsors




Sponzori

Promat s. r. o., Praha
Remesplus s. r. o., Košice
Rokos s.r.o. Bratislava

Sponsors

Intocast, a. s. Košice
Termostav-Mráz, spol. s. r. o., Košice

WWW.KONFERENCIE.NET



 **katedra
keramiky**

27. november 2009

cechovácia mladých adeptov
na keramikárov



 **katedra
keramiky**



jún 2011, Herľany

**IX. medzinárodná konferencia
PRÍPRAVA KERAMICKÝCH MATERIÁLOV**

**International Conference
Preparation of Ceramic Materials**

www.tuke.sk/seminar_PKM



**Témy úspešne obhájených záverečných prác z oblasti technológie silikátov
na slovenských vysokých školách a technických univerzitách
rok 2009**

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA v Bratislave

Fakulta chemickej a potravinárskej technológie,

Ústav anorganickej chémie a technológie a materiálov; oddelenie keramiky, skla a cementu

Bakalárske štúdium – I. stupeň:

Peter Veteška: Príprava TiO_2 emisných vrstiev na korundovej elektrokeramike metódou sól - gél

Eva Randiaková: Vplyv spôsobu konsolidácie na spekanie a mikroštruktúru submikronovej korundovej keramiky

Lucia Vargová: Progresívne biokeramické materiály na báze hydroxyapatitu pre klinické aplikácie

Ján Tholt: Progresívne biokeramické materiály pre aplikácie v medicíne

Doktorandské štúdium – III. stupeň

Ing. Martin Vitkovič: Syntéza kompozitných biomateriálov na báze biopolymérov a hydroxyapatitu

ÚSTAV ANORGANICKEJ CHÉMIE SAV Bratislava

Doktorandské štúdium – III. stupeň

Mgr. Alexander Čeklovský: Spektrálne vlastnosti organických farbív na anorganických nosičoch

Ing. Štefánia Lojanová: Keramické nanokompozity pripravené reakciami in situ

Mgr. Michal Repiský: Zdokonaľovanie kvantovo-chemických metód určených na výpočty parametrov spektier magnetickej rezonancie a ich aplikácia na zlúčeniny obsahujúce ťažké prvky

Ing. Stanislav Komorovský: Vývoj a aplikácia metód pre relativistické výpočty vlastností komplexov lantanoidov a aktinoidov

Ing. Linda Kipsová: Keramické neoxidové kompozity s vysokou tepelnou vodivosťou

Ing. Tomáš Plachký: Príprava keramických kompozitov na báze nitridu kremičitého s použitím prísad spekania získaných z polymérnych prekurzorov

Ing. Monika Michalková: Transparentné polykryštalické látky na báze Al_2O_3

Ing. Peter Čopan: Neoxidová keramika pre bioaplikácie

UNIVERZITA KOMENSKÉHO v Bratislave

Prírodovedecká fakulta,

Doktorandské štúdium – III. stupeň

RNDr. Lenka Sabová: Kombinované mikropórovité materiály na báze prírodných aluminosilikátov, príprava, vlastnosti a environmentálne využitie



TECHNICKÁ UNIVERZITA v Košiciach
Hutnícka fakulta,
Katedra keramiky



Bakalárske štúdium – I. stupeň:

Renáta Gergelyová:	Rozpustnosť periklasu v oxidických taveninách
Miroslav Gonda:	Využitie odpadových rafinačných trosiek v sekundárnej metalurgii a v stavebníctve pri vývoji spojivových systémov
Peter Vajčík:	Vplyv obsahu kyslíka na fyzikálne vlastnosti roztavenej medi
Viktória Sudzinová:	Technologické využitie serpentinitu
Anna Hanusová:	Vplyv fosforových zlúčenín na sušiaci proces vysokohlinitého monolitu
Cyril Gdovin:	Optimalizácia procesu mletia keramických suspenzií v guľových mlynoch
Július Piater:	Optimalizácia procesu lisovania bázičských stavív
Darina Kubačková:	Netradičné spojivové systémy v netvarových materiáloch

Inžinierske štúdium – II. stupeň

Július Buchta:	Vplyv mikrosiliky na zmenu vlastností MgO žiarobetónov
Eva Kižlinová:	Spekanie práškov hydroxyapatitu deponovaných na povrch Ti-substrátu EPD
Jana Pečarková:	Použitie serpentinitu pre výrobu forsteritu
Zuzana Bimbová:	Šamotové hmoty pre výrobu nízkoteplotných ohnísk
Dominika Bugošová:	Meranie hustoty a povrchového napätia tavenín sústavy NaCl.KCl-X (CaCl ₂ , MgCl ₂)
Katarína Štefušová:	Vplyv podmienok na selektivitu pri lúhovaní železitej magnézie
Imrich Stolár:	Vplyv mikrosiliky na sušiaci proces vysokohlinitého žiarobetónu
Eva Špyrková:	Využitie koacervátov typu nanohydroxyapatit-želatina na prípravu hydroxyapatitovej keramiky
Ivana Čipková:	Korózia hlinitokremičitých netvarových žiaruvzdorných materiálov v procese spaľovania komunálnych odpadov
Zoltán Brešťanský:	Vplyv úpravy povrchu Ti6Al4V substrátu na tvorbu hydroxyapatitu v SBF roztokoch
Ivana Stankovičová:	Korózia magnéziovouhlíkových žiaruvzdorných materiálov oceliarskou troskou
Jana Bujdová:	Vplyv výrobných faktorov na priebeh sušenia žiarobetónov
Veronika Hrehová:	Vplyv koloidov na objemové zmeny žiarobetónu pri sušiacom procese

Doktorandské štúdium – III. stupeň

Ing. Ondrej Kamoďa:	Korózia žiaruvzdorných materiálov v procese spaľovania komunálneho odpadu
Ing. Svetlana Molnárová:	Kinetika chemického rozpúšťania viaczožkových oxidov pri chemickej úprave magnezitu.
Ing. Lýdia Knežová :	Vplyv kompozitov vsádzky na stekutovanie keramických zmes

Habilitačné konanie na docenta

Ing. Gabriel Sučík, Ph.D.:	Príprava MgO a SiO ₂ zo serpentinitu
----------------------------	---



TREŇČIANSKA UNIVERZITA Alexandra Dubčeka v Trenčíne
Fakulta priemyselných technológií so sídlom v Púchove



Inžinierske štúdium – II. stupeň

Gašpareková Eleonóra: Fyzikálne a chemické vlastnosti vybraných kremičitano - zirkoničtanových skiel
 Hejnyšová Zuzana: Štúdium nehomogenít obalového skla
 Hruška Branislav: Štúdium vlastností boritano-hlinitano-kremičtanových skiel, so zložením blízky E - sklu, dopovaných Fe_2O_3
 Juhásová Ľubica: Termická stabilita oxidových skiel
 Kalusová Jana: Mikromateriály, vplyv na vlastnosti cementu
 Lendvayová Simona: Oteruvzdornosť korundovej keramiky s prídavkom SiO_2
 Martinková Tatiana: Plameňová syntéza binárnych skiel v systéme $\text{La}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$
 Novožilov Ján: Meranie vzniku a relaxácie napätí v sklárskych výrobkoch
 Vlčková Patrícia: Fyzikálne vlastnosti vybraných zirkoničtanových skiel

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA v Nitre
Fakulta prírodných vied, Katedra Fyziky



Doktorandské štúdium – III. stupeň

RNDr. Gabriel Varga: Technická analýza žiaruvzdornej keramickej hmoty Letovice

(upozornenie – informácie nemusia byť úplné)

Ocenenie SSVTS záverečných diplomových prác 2009

SSiSVTS oceňuje každoročne najlepšiu záverečnú prácu študentov slovenských technických univerzít z oblasti skla, keramiky, žiaruvzdorných materiálov alebo anorganických spojiv.

Už 3 – krát za sebou skončilo toto ocenenie SSVTS v rukách absolventa Katedry keramiky, Hutníckej fakulty Technickej univerzity v Košiciach. Ocenenie získala za diplomovú prácu

„Vplyv výrobných faktorov na priebeh sušenia žiarobetónov“

absolventka 2. stupňa vysokoškolského vzdelávania študijného programu „žiaruvzdorná keramika“
 Ing. **Janka Bujdová**.

Cenu jej odovzdal osobne prof. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc. v Košiciach dňa 20.10.2009.

Úprimne gratulujeme a želáme veľa, nielen pracovných úspechov.



Anotácia:

Práca sa zaoberá experimentálnym študovaním vplyvu rôznych typov MA-spinelu a prídavku PP vlákien na priebeh sušenia bázičných LCC žiarobetónov pri dvoch rýchlostiach ohrevu (0,17 K/s a 0,33 K/s) a pri dlhodobej výdrži na teplote 110 °C.



**Viac o bakalárskych prácach z UAnCHTM FCHPT STU v Bratislave,
akademický rok 2008-2009**

Peter VETEŠKA

Príprava TiO_2 emisných vrstiev na korundovej elektrokeramike metódou sól - gél

Práca poskytuje zhrnutie poznatkov v problematike vytvárania povlakov na báze TiO_2 na elektrokeramike pomocou sól - gél metód, pričom hlavný dôraz sa v teoretickej časti kladie na poznatky o sól - gél procesoch a na popis existujúcich aplikácií TiO_2 vrstiev vytváraných pomocou sól - gél metód.

V experimentálnej časti autor ukazuje vplyv počtu vrstiev, ako aj tepelného režimu spracovania na morfológiu a štruktúru výslednej vrstvy – viacsobné nanosenie vrstvy sólu viedlo k homogénnejšiemu povrchu s menším počtom nerovností.

Pri teplotách výpalu $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ sa dokázala zmena fázového zloženia TiO_2 vrstvy z anatasu na rutil. praskliny a povrchové defekty vrstiev sú s najväčšou pravdepodobnosťou spôsobené príliš rýchlym ohrevom pri kalcinácii, čo otvára možnosti pre ďalšiu optimalizáciu nanášania emisných vrstiev a to najmä v oblasti teplotného režimu pri ohrievaní na konečnú teplotu kalcinácie.

Výsledky experimentov ukazujú kvalitatívne lepšie horenie plazmy na elektródach s povrchom obsahujúcim TiO_2 oproti klasickým elektródam z oxidu hlinitého a naznačujú ďalšie možnosti využitia TiO_2 vrstiev na generáciu plazmy napr. na možnú likvidáciu organických odpadov rozkladom v plazme. Pri rozklade toluénu pomocou koplánarneho dielektrického bariérového výboja sa na elektródach neusadzujú splodiny rozkladu toluénu, čo umožňuje zvýšenie účinnosti likvidácie nebezpečných organických látok jednak znížením množstva usadeného kompozitu na elektróde a jednak znížením energie potrebnej na generáciu O_3 .

Eva RANDIAKOVÁ

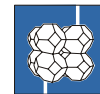
Vplyv spôsobu konsolidácie na spekanie a mikroštruktúru submikronovej korundovej keramiky

Predmetom práce bolo porovnanie dvoch spôsobov konsolidácie suspenzie (tlaková filtrácia a odlievanie) pri príprave submikronovej korundovej keramiky s cieľom dosiahnuť maximálne zhutnenie pri minimálnom raste zŕn. Porovnanie sa realizovalo stanovením objemových hmotností surových teliesok, rovnako ako objemových hmotností a priemernej veľkosti zŕn keramiky spekanej pri rôznych teplotách. Zámerom bolo určiť, ktorá z metód je s ohľadom na požadované vlastnosti na prípravu vhodnejšia.

Telieska boli pripravené z elektrostéricky stabilizovaných suspenzií rôznych koncentrácií. Prvým krokom bolo určenie objemových hmotností surových kompakto pripravených oboma spôsobmi. Výsledky sa pri oboch metódach pohybovali v rozmedzí 60-62 % relatívnej hustoty korundu, možno ich teda považovať za porovnateľné. Vplyv koncentrácie použitej suspenzie bol minimálny, z pohľadu trvania konsolidácie je však výhodnejšie použiť koncentrovanejšiu suspenziu.

Kompakty pripravené tlakovou filtráciou aj odlievaním boli po sušení spekané pri teplotách $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1275\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $1325\text{ }^{\circ}\text{C}$. Aj keď boli objemové hmotnosti surových kompakto pripravených oboma metódami podobné, po spekaní boli zaznamenané viditeľné rozdiely v závislosti od použitej metódy. Vzorky pripravené tlakovou filtráciou spekali lepšie už pri nižších teplotách, pričom na dosiahnutie maximálneho zhutnenia postačovala teplota výpalu $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vzorky pripravené odlievaním dosiahli porovnateľné zhutnenie až pri $1325\text{ }^{\circ}\text{C}$, čo môže byť vysvetlené kontamináciou teliesok vápenatými iónmi spôsobujúcimi spomalenie spekania.

Ďalšou úlohou bola analýza mikroštruktúry spekaných vzoriek, keďže je známe, že mechanická pevnosť keramických materiálov od nej výrazne závisí. So zvyšujúcou sa teplotou výpalu veľkosť zŕn vzoriek narastala porovnateľne s ohľadom na použitú metódu konsolidácie. Rozdiely medzi oboma metódami sa však výraznejšie prejavili pri porovnaní závislosti priemernej veľkosti zŕn od objemovej hmotnosti. Kompakty pripravené odlievaním vykazovali výraznejší rast priemernej veľkosti zŕn s rastúcou objemovou hmotnosťou ako vzorky pripravené tlakovou filtráciou. Priemerná veľkosť zŕn teliesok z odlievania pri teplote maximálneho zhutnenia sa pohybovala okolo 800 nm , kým u vzoriek z tlakovej filtrácie len okolo 500 nm .



Čo sa týka vplyvu koncentrácie východiskovej suspenzie na výsledné objemové hmotnosti a mikroštruktúru spekaných vzoriek sa nepozorovala nijaká jednoznačná závislosť, pričom rozdiely medzi vzorkami pripravenými zo suspenzií s výrazne odlišným obsahom Al_2O_3 boli vzhľadom na chyby použitých metód zanedbateľné.

Na základe uvedených výsledkov možno tlakovú filtráciu považovať za vhodnejšiu metódu na prípravu hutnej jemnozrnej korundovej keramiky. Eliminovať problém vyplývajúci z difúzie vápenatých iónov do vzoriek pri odlievaní na sadrovú dosku by mohlo použitie plastových foriem na odlievanie.

Lucia VARGOVÁ

Progresívne biokeramické materiály na báze hydroxyapatitu pre klinické aplikácie

Cieľom práce bolo pripraviť prášky hydroxyapatitu (HA) so zabudovanými uhličitanovými skupinami a následné vyšetrenie ich bioaktivity.

Pripravili sa vzorky s obsahom 0, 20, 40, 60 a 80 % CaCO_3 , ktoré sa následne vypálili v peci pri teplote 1000°C .

Bioaktivita vzoriek sa vyšetrovala v kvapaline, simulujúcej prostredie ľudského tela (SBF) ponorením vzoriek do tejto kvapaliny na dobu 4 týždňov. Zistilo sa, že vzorky s obsahom 40% a viac CaCO_3 sa počas uloženia v SBF úplne rozpadli a nedali sa teda ďalej hodnotiť. Zmeny na povrchu ostatných dvoch vzoriek vyvolané pôsobením SBF sa po vybratí z kvapaliny sledovali pomocou REM.

Výsledky REM vyhodnocovaných vzoriek ukázali, že na ich povrchu sa po 4 týždňoch ponorenia v SBF vytvorila súvislá apatitová vrstva, ktorá svojou štruktúrou pripomína kostné tkanivo. Vytvorenie tejto vrstvy preukázalo vysokú in vitro bioaktivitu testovaných materiálov.

Ján THOLT

Progresívne biokeramické materiály pre aplikácie v medicíne

Práca sa zaoberala syntézou vzoriek práškových hydroxyapatitov (HA) pri rôznych teplotách (0°C , 20°C , 40°C , 60°C , a 80°C) precipitačnou metódou. Po syntéze boli prášky vysušené, zlisované a spekané pri teplote 1200°C .

Študovala sa bioaktivita in vitro v simulovanom krvnom roztoku po uložení počas 4 týždňov v SBF ako aj zmeny mikroštruktúry vyvolané účinkom SBF. Hoci sa mikroštruktúra vypálených vzoriek výrazne nelíši, bioaktivita bola výrazne ovplyvnená teplotou precipitácie HA. Je evidentné, že hrúbka vrstvy HA na povrchu tabletek rastie s teplotou precipitácie, od ktorej závisí vývoj mikroštruktúry vzoriek po uložení v SBF.



Symbióza hmoty, tvaru a duše

Spolupráca HF a FU na TUKE
Beatrice Plešingerová

Katedra keramiky, Hutnícka fakulta,
Technická univerzita v Košiciach



Dovoľte mi predstaviť Vám prvotiny študentov Fakulty umení TUKE, ktoré vznikli z dotykov ich rúk s hlinou na hodinách predmetu „Techniky keramiky a dekorovania“ na Hutníckej fakulte.

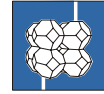
Názov predmetu je pútavý. Plne vystihuje to, čo majú možnosť študenti na hodinách získať, spoznať a z časti si osvojiť. Mnohí študenti sú dosť milo prekvapení, že teóriu rovnakou mierou dopĺňa manuálna práca, vlastná tvorivosť, realizácia sa „Daj hmote tvar, vlož do nej kúsok seba“.



Niektorým sa veľmi nedarí udržať hmotu v polohe vizuálnych predstáv. Iní po prvom dotyku skonštatujú „Toto nie je spôsob, ktorým sa budem realizovať“. Chýba trpezlivosť, neztotožňujú sa so skutočnosťou dotýkať sa „blata“.

Pre mňa úsmevné, no pochopiteľné. Nie je ľahké pozmeniť ich názor. Pomaly a trpezlivo im treba otvárať nový priestor pre hľadanie sa. Zvládnuť poznané, získať skúsenosti a pochopiť silu tvaru, tvárnosti hlíny a farebnosti glazúr.





Nedá sa vopred vedieť, či študenti, ktorí prešli týmto predmetom, sa na svojej púti umelca ešte niekedy k hline a ku glazúram vrátia. Ani to nie je podstatné. Dôležité pre nich je, aby vedeli čo je možné od týchto materiálov očakávať. Spoznať ich tvarové možnosti a úžitkovú funkčnosť. Keďže si to vyskúšali, hlina je navždy pripravená pomôcť im pri dotvorení ich umeleckých vízií, tak ako kedysi pomohla lovcovi a šamanovi vymodelovaním hlinenej „modly“ a ľuďom pri vysvetlení stvorenia prvého človeka - Adama.

Článok bol uverejnený v HALO TU (2009)

Práce študentov FU TUKE:
M. Hradská 2007/2008,
N. Zavadňáková 2008/2009





**Správa o činnosti
 Slovenskej Silikátovej vedeckotechnickej spoločnosti
 za rok 2008**

V roku 2008 sa konali dve zasadnutia SSiVTS. Prvé zasadnutie výboru sa konalo 17. 07. 2008 v ÚACH SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava. Druhé zasadnutie, resp. Zjazd SSiVTS sa konal 10. 12. 2008 v Košiciach.

SSiVTS je naďalej členom Európskej keramickej spoločnosti, kde platí i členský príspevok vo výške 300 EUR na jeden rok. SSiVTS kompletne zrekonštruovala webovú stránku www.sss.sav.sk. Rozšírila sa členská základňa na 66 aktívnych individuálnych členov.

Tento rok bol vydaný v poradí piaty zborník SILIKÁTNIK 2008. SSiVTS mala zastúpenie na ICF (International Ceramic Federation), Verona 2. júl 2008.

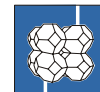
V tomto roku bol zahájený štvrtý ročník súťaže o najlepšiu diplomovú prácu. Prvé miesto bolo odmenené vecnou cenou v hodnote 1000 Sk, ktorú získal Ing. Martin Hreus z HF TU v Košiciach za prácu *Príprava čistého MgO zo serpentinitu karbonátovou metódou*.

Spoločnosť v roku 2008 zrealizovala nasledujúce akcie:

1. ako spoluorganizátor medzinárodnej konferencie :*Kvalita cementu, Smolenice 28. – 29. 02. 2008*
2. ako spoluorganizátor s firmou ALFA con, s. r. o.- bezplatný autobusový zájazd na Medzinárodný strojársky veľtrh v Brne, 16. 09. 2008
3. Zorganizovanie odborného seminára a prednášky : *Využitie elektrónovej mikroskopie (REM) v keramike, 18. 03. 2008, ÚACH SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava*
 - i. Prednáška: *Využitie elektrónovej mikroskopie (REM) v keramike. Hodnotenie kvality keramického črepu a glazúr pomocou REM / EDX*
 - ii. Odborná časť: *Meranie a vyhodnocovanie kvality glazúry, jej zloženie , mikroštruktúra črepu.*
4. Štvrtý ročník súťaže o najlepšiu diplomovú prácu
5. Vydanie zborníku SILIKÁTNIK.

Bratislava 11.02.2009

Prof. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc.
 Predseda



Zápisnica
zo zjazdu SSiVTS, ktorý sa uskutočnil 10. 06. 2009 v Herľanoch,
v rámci
VIII. Medzinárodnej konferencie
Príprava keramických materiálov

Prítomní: podľa prezenčnej listiny

Program rokovania:

1. Privítanie
 2. Správa SSiVTS za rok 2008
 3. Správa o hospodárení a revízia správa za rok 2008
 4. Aktuálny stav členskej základne a odborných skupín
 5. Plán činnosti na rok 2009 - 2010
 6. Informácia o aktivitách ECerS a International Ceramics Federation (ICF)
 7. Rôzne
1. Predseda SSiVTS, prof. Šajgalík, privítal prítomných členov a čestných hostí p. Ing. Karla Langa, CSc predsedu Českej silikátovej vedecko – technickej spoločnosti a p. Ing. Petra Šimurku, PhD. predsedu Slovenskej sklárskej spoločnosti.
 2. V správe o činnosti za rok 2008 prof. Šajgalík zrekapituloval uskutočnené akcie, ktoré zrealizovala SSiVTS. Informoval o členstve Slovenskej silikátovej spoločnosti v Európskej keramickej spoločnosti, kde zostáva ročný členský poplatok 300 EUR. Správa o činnosti SSiVTS za rok 2008 je dostupná na našej internetovej stránke www.sss.sav.sk v priečinku *Informácie pre členov*, ktorý je chránený heslom. Táto správa je podklad ku prideleniu bodov od Zväzu vedecko-technických spoločností, na základe ktorých získavame štátny príspevok pre našu spoločnosť.
 3. Predseda spoločnosti predniesol správu o hospodárení za rok 2008, ktorá bola prijatá bez pripomienok členov SSiVTS. Kontrola hospodárenia je ukončená revíznou správou, ktorá bola taktiež prednesená prítomným členom zjazdu a následne nimi jednomyseľne odsúhlasená. Správa hospodárenia ako aj doklad o revíznej správe sú archivované spolu s výkazmi účtovníctva za rok 2008 a sú taktiež prístupný na internetovej stránke v priečinku *Informácie pre členov*.
 4. Prof. Šajgalík kladne zhodnotil aktuálny stav členskej základne, ktorá k dátumu zjazdu pozostávala zo 66 individuálnych členov a 5 kolektívnych členov. Predseda spoločnosti predložil návrh na zvýšenie členských príspevkov a to nasledovne:

individuálny člen SSiVTS	7 EUR / rok
individuálny člen (dôchodca)	2 EUR / rok
kolektívny člen	350 EUR / rok

 Prítomní členovia zjazdu SSiVTS jednomyseľne odsúhlasili výšku členských príspevkov.
 5. Plán činnosti na rok 2009, zrekapitulovanie a doplnenie:
 - a) Medzinárodná konferencia – „*Príprava keramických materiálov*“, Herľany , 9. - 11. jún 2009.
 - b) Seminár pre keramikov, odborné prednášky DTA, IČ, prednášateľ: RNDr. Jana Madejová, DrSc. Termín konania, posunutý na mesiac september - október, bude včas spresnený a informácie o ňom budú zverejnené na internetovej stránke www.sss.sav.sk v priečinku *Aktuality*.
 - c) Odborná exkurzia na výstave *CERAMITEC Mníchov*. Termín bude spresnený.
 - d) Návšteva *Medzinárodného strojárkeho veľtrhu v Brne*. Termín bude spresnený.

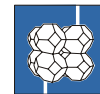


- e) Odborný seminár o „Elektrónovej mikroskopii,“ EDX sa bude konať v priebehu mesiaca október (príp. november). O presnom termíne budú záujemcovia informovaní na internetovej stránke SSiVTS.
- f) Odborný seminár „Besedy o skle“, prednášatelia: doc. Dušan Galúsek, Technická univerzita Trenčín, Ing. Peter Šimúrek, Sklárská vedecko-technická spoločnosť. Termín, október – november, bude včas spresnený. Tajomníčka SSiVTS p. Jurová zabezpečí v aktuálnom čase konania seminárov informácie pre všetkých členov.
- g) Pokračovanie dopĺňania slovníka výrazov z oblasti silikátového priemyslu na internetovej stránke. Predseda SSiVTS prof. Šajgalík vyzval všetkých členov našej spoločnosti o dopĺňanie slovníka v minimálnom počte 5 odborných termínov za rok a tým k transferu a rozširovaniu poznatkov jednotlivých členov Slovenskej silikátovej spoločnosti. Slovník má pod záštitou podpredseda spoločnosti Ing. Alexander Molnár, CSc. Termíny výrazov posielajte na e-mail adresu p. Molnára: amingam@mail.t-com.sk, alebo na adresu p. Jurovej uachajur@savba.sk
- h) Príprava v poradí V. ročenky SSiVTS pod názvom *SILIKÁTNÍK* bude v roku 2009 pod odborným dohľadom p.doc. Plešingerovej. Príspevky do ročenky, prosím posielajte na e-mailovú adresu: Beatrice.Plesingerova@tuke.sk, alebo na adresu tajomníčky SSiVTS: uachajur@savba.sk. Termín vydania ročenky je október - november 2009. Predseda SSiVTS zaviazal každú odbornú skupinu dodaním príspevku do ročenky.
- i) V r. 2009 sa bude konať súťaž o najlepšiu diplomovú prácu. Vytlačené práce prosím, posielajte do konca septembra tajomníčke SSiVTS p. Jurovej. Následne budú práce komisiou vyhodnotené a najlepšia práca bude odmenená vecnou cenou v hodnote 33 EUR. Informácie o víťaznej práci budú dostupné na internetovej stránke.

Členovia SSiVTS jednomyseľne odsúhlasili plán činnosti na rok 2009. Prof. Šajgalík vyzval všetkých členov SSiVTS na zaslanie podkladov a návrhov pre nový plán činnosti na rok 2010 do konca novembra 2009. Podklady a návrhy, prosím posielajte na adresu tajomníčky spoločnosti: uachajur@savba.sk.

6. Informácie o aktivitách Európskej keramickej spoločnosti ECerS.

- a) Tajomník SSiVTS pre zahraničný styk Ing. Zoltán Lenčéš, PhD. informoval zúčastnených členov zjazdu o uhradení členského príspevku ECerS-u vo výške 300,- EUR. Zároveň informoval o členstve SSiVTS vo Medzinárodnej federácii keramických spoločností (International ceramics federation – ICF).
- b) 11. medzinárodná konferencia ECerS sa bude konať v dňoch 21. -25. júna 2009 v Krakove, kde v rámci súťaže mladých vedeckých pracovníkov sa zúčastní reprezentantka SSiVTS doktorandka Ústavu anorganickej chémie SAV p. Ing. Monika Michalková. Prítomní členovia zjazdu SSiVTS, jednomyseľne odsúhlasili uhradenie banketu z financií spoločnosti pre predsedu SSiVTS prof. Šajgalíka a tajomníka pre zahraničný styk Ing. Zoltána Lenčéša, PhD., ktorý sa okrem vedeckých aktivít zúčastnía zasadnutí komisií a predsedníctva ECerS.
- c) Členovia zjazdu boli informovaní o možnosti bezplatného publikovania aktivít v oblasti keramiky na Slovensku na internetovej stránke ECerS (<http://www.ecers.org>). Príspevky, fotografie a ostatné informácie je možné poselať na emailovú adresu: webmaster@ecers.org. V prípade ťažkostí alebo problémov (veľké súbory, atď.) možno kontaktovať aj prof. Paola Zanniniho zannini.paolo@unimo.it, príp. tajomníka SSiVTS: uachlenc@savba.sk.
- d) Európska komisia v rámci 7. rámcového programu pripravuje výzvu typu *Public-Private Partnerships (PPP)* zameranu na tri oblasti výskumu v spolupráci s priemyslom: **Factories of the Future** (Továrne budúcnosti), **Energy – efficient Buildings** (Energeticky efektívne budovy) a **Green Cars** (Ekologické autá).
- e) Ing. Lenčéš informoval o finančnej podpore pre mladých vedeckých pracovníkov od vydavateľstva časopisu Európskej keramickej spoločnosti Elsevier B.V. V rámci JECS Trust môžu mladí vedeckí pracovníci absolvovať kratšie pobyty v členských krajinách EÚ za účelom doplnenia výsledkov vedeckej práce a s predpokladaným výstupom vo forme



publikácie v časopise Journal of the European Ceramic Society resp. organizovanie workshopov a konferencií pre mladých vedeckých pracovníkov a z výstupom opäť vo forme publikácií. Termíny podávania žiadostí sú do vždy **30.06.** a do **31.12.** Podrobnejšie informácie nájdete na internetovej stránke <http://www.ecers.org/pages/JECS.php>, príp. môžete kontaktovať sekretárku ECerS pani Veronique Huart v.huart@bcrc.be.

f) **Konferencie a výstavy:**

8. stretnutie študentov „8th Students Meeting 2009“, Novi Sad, Srbsko, 2.-5. december 2009
 „11th ECerS Conference and Exhibition“, Krakow, Poľsko, 22.-25. jún 2009 Súťaž mladých vedeckých pracovníkov: reprezentuje Ing. Monika Michalková

g) Informácie zo zasadnutia medzinárodnej federácie **International Ceramic Federation Council Meeting** in Vancouver, 4. jún 2009

Nový členovia : Španielska keramická a sklárska spoločnosť

Kórejská keramická spoločnosť

Komisia nominovala za prezidenta ICF prof. Ce-Wen Nan (Čína) a za tajomníka/pokladníka prof. Jürgen Heinricha (SRN). Ujať svojich funkcií by sa mali na 3. kongrese v Osake, 14.-16. novembra 2010.

Prof. Suvorov nahradí (dočasne) prof. Dereka Thompsona (odchod do dôchodku) v koordinácii technických komisií. Komisie by mali mať 15 – 20 členov, zatiaľ ich je 5 – 8 . dobrovoľníci sú vítaní.

Nové komisie: Young Research Forum

Renewable energy/ Sustainable energy applications (Obnoviteľné energie/ Udržateľné energie, aplikácie)

7. V poslednom bode stretnutia, predseda Českej silikátovej spoločnosti Ing. Karel Lang, CSc. predstavil českú spoločnosť a zároveň odovzdal pozdrav od českých členov spoločnosti. Radi by začali spoluprácu s našou Silikátovou spoločnosťou. Ing. Peter Šimurka, bol kooptovaný do našej spoločnosti v zmysle užšej spolupráce medzi Sklárskou a Silikátovou spoločnosťou. Prof. Šajgalík poďakoval organizátorom VIII. Medzinárodnej konferencie p. doc. Plešingerovej a doc. Kuffovi za umožnenie zorganizovania Zjazdu SSiVTS počas konferencie v Herľanoch a zároveň poďakoval za prijatie a účasť na zjazde SSiVTS i predsedovi Českej silikátovej spoločnosti Ing. Karelvi Langovi a vyzval na vzájomnú a bližšiu spoluprácu a informovanosť medzi spoločnosťami.

Zapísala: A. Jurová
 tajomníčka SSiVTS

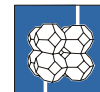
Prof. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc.
 Predseda SSiVTS



Záber z príjemného rokovania, ktoré viedol predseda SSiVTS prof. P. Šajgalík. Potvrdzujúc slova predsedu dokumentačné obrázky z internetu dokladal doc. G. Súčík.

Plán činnosti na rok 2009:

- j) Medzinárodná konferencia – „Príprava keramických materiálov“, Herľany , 9. - 11. jún 2009.
- k) Seminár pre keramikov, I. časť odborných prednášok DTA, IČ
- l) Seminár pre keramikov, II. časť odborných prednášok EDX, DTA, IČ.
Termín spresnený na web - stránke www.sss.sav.sk v priečinku AKTUALITY.
- m) Odborná exkurzia na výstave CERAMITEC Mníchov. Termín bude spresnený na webe www.sss.sav.sk.
- n) Návšteva Medzinárodného strojárskeho veľtrhu v Brne. Termín v aktuálnom čase bude spresnený na www.sss.sav.sk.
- o) Odborný seminár o „Elektrónovej mikroskopii.“ Termín spresnený.
- p) Odborná prednáška „Keramické panciere“, prednášateľ: doc. Dušan Galusek, Technická univerzita Trenčín.
- q) Otvoriť na web - stránke www.sss.sav.sk slovník výrazov z oblasti Silikátového priemyslu.
- r) Príprava ročenky SILIKÁTNIK 2009
- s) Súťaž o najlepšiu diplomovú prácu 2009



Zoznam individuálnych členov

1. Ing. Anton Adamovič, TERMOSTAV, a. s., Bajkalská 30, 821 09 Bratislava, termostav@termostav.sk
2. Ing. Oliver Kaboš, TERMOSTAV-Mráz, s. r. o., Priemyselná 3, 042 99 Košice, term@pobox.sk
3. Ing. Anna Kucková, Hutnícka fakulta TU, Letná 9, 042 00 Košice
4. Ing. Ferdinand Lendvaj, Dargovská 2, 040 01 Košice 1, ferdol@pobox.sk
5. Ing. Tibor Lohay, Krakovská 14, 040 11 Košice tel:055 646 1185, tibor@lohay.sk
6. Ing. Ján Pisák, Jenisejská 16, Košice, t.č. 055/6744365
7. Ing. Miroslav Potančok, Soblahovská 35, 911 01 Trenčín
8. Ing. Dušan Sládek, Uralská 13, 040 12 Košice
9. Igor Ščambora, TERMOSTAV-Mráz, s. r. o., Priemyselná 3, 042 99 Košice
10. Ing. Miroslav Tatič, CSc., nám. L. Novomestského 1, Košice , t.č. 055/6222940,
11. Ing. Július Burkovský, Cementáreň Turňa, a.s., 044 02 Turňa nad Bodvou
12. RNDr. Dalma Gyepesová, CSc., ÚACH SAV, Dúbravská cesta 9, 845 36 Bratislava 45, uachgyep@savba.sk
13. Ing. Mária Jaklovská, Cementáreň Turňa, a.s., 044 02 Turňa nad Bodvou
14. Ing. Milan Januš, Považská cementáreň, a.s., 010 01 Lietavská Lúčka
15. Ing. Róbert Képes, Cementáreň Turňa, a.s., 044 02 Turňa nad Bodvou
16. Ing. Ján Man, Pezinské tehelne, a.s., 902 01 Pezinok
17. Ing. Zoltán Miklós, Wolkrova 15, 851 01 Bratislava 5
18. Ing. Alexander Molnár, ul. M. R. Štefánika 15, 984 01 Lučenec, amingam@stonline.sk
19. Mgr. Katarína Révayová, Rovniakova 5, 010 01 Žilina, revayovak@stonline.sk
20. Mgr. Štefan Rychnavský, Brigádnická 1, 043 11 Košice
21. Ing. Rudolf Riník, KERKO, a.s., závod Dlaždice, 071 01 Michalovce
22. doc. Ing. Eva Smrčková, CSc., FCHPT STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, smrckova@chtf.stuba.sk
23. Ing. Jozef Staroň, DrSc., Sokolská 10, 811 04 Bratislava
24. Ing. Ján Tabak, p. č. 120, 010 14 Brodno, Žilina
25. Ing. Ivan Janotka, CSc., ÚSTARCH SAV, Dúbravská cesta 9, 845 03 Bratislava 45, Ivan.Janotka@savba.sk
26. Ing. Július Strigač, Považská cementáreň, a.s., Ul. J. Kráľa, 018 63 Ladce, strigac.j@pcla.sk
27. Doc. Ing. Tarzicius Kuffa, CSc., Katedra keramiky HF TU, Letná 9a, 042 00 Košice, Tarzicius.Kuffa@tuke.sk
28. Doc. Ing. Beatrice Plešingerová, CSc., Katedra keramiky HF TU, Letná 9a, 042 00 Košice, Beatrice.Plesingerova@tuke.sk
29. Ing. Gabriel Súčik, Katedra keramiky HF TU, Letná 9a, 042 00 Košice, Gabriel.Sucik@tuke.sk
30. Prof. RNDr. Klára Tkáčová, DrSc., Kavečianska 17, 040 01 Košice
31. Doc. RNDr. Pavol Šajgalík, DrSc., ÚACH SAV, Dúbravská cesta 9, 845 36 Bratislava 45, uachsajg@savba.sk
32. Ing. Zoltán Lenčoš, CSc., ÚACH SAV, Dúbravská cesta 9, 845 36 Bratislava 45, uachlenc@savba.sk
33. Doc. Ing. Ladislav Fröhlich, Csc., Kurská 11, 042 00 Košice,t.č. 055/6714986, frohlich@tuke.sk
34. Doc. Ing. Pavol Vadasz, Csc., Hanojská 5, 040 13 Košice t.č. 055/6022806, Pavol.Vadasz@tuke.sk
35. Ing. Jaroslav Sedláček, Phd., Šusteková 14, 851 04 Bratislava, uachjase@savba.sk
36. Ing. Miroslav Balog, Phd., Horná 75, 974 01 Banská Bystrica, uachbalo@savba.sk
37. Ing. Marian Rebros, Phd., Lednicke Rovne 195, 020 61, uachmreb@savba.sk
38. Ing. Jan Křest'án, U Potoka 84, Ždírec nad Doubravou, 58263, Česká republika, uachkjan@savba.sk
39. Ing. Miroslav Hnatko, Phd., ÚACH SAV, Dúbravská cesta 9, 845 36 Bratislava, uachmiho@savba.sk
40. Doc. Ing. Pavel Raschman, CSc., TU v Košiciach, Hutnícka fakulta, Katedra keramiky, Letná 9, 042 00 Košice, Pavel.Raschman@tuke.sk
41. Ing. Milan Harcek, Piesková 3, 949 01 Nitra, CERAM Čab, a.s. Nové Sady 951 24, tel. 037 6568230, milan.harcek@ppcinsulators.com
42. Ing. Vladimír Remiáš, SE,a.s.-VYZ,závod, 919 31 Jaslovské Bohunice, tel. 033-5976344, remias@kredit.sk



43. Ing. Marian Durjančík, SLOVMAG a.s. Lubeník, tel. 058-4814101, durjancik@slovmag.sk,
44. Ing. Miroslav Klapáč, KERKOTHERM a.s., Hraničná 3 04017 Košice, kachle@stonline.sk,
45. Ing. Dušan Galúsek, PhD., Jedľová 25, 911 05 Trenčín, galusek@tnuni.sk
46. Ing. Štefánia Lojanová, Študentská 1458/21, 06901 Snina, uachlost@savba.sk
47. Doc. Ing. Igor Stubna, CSc., Wilsonovo Nabr.116, Nitra, 949 01, istuba@ukf.sk
48. Ing. Štefan Kovačík, Jasná 13 Lučenec, 984 01, Bloomsbury Pacific Slovakia a.s., Zvolenská cesta 2740, 98401 Lučenec, kovaciks@novoker.sk
49. Mgr. Ľubomír Hric, Kpt. Nálepku 41. Levice 934 01, ÚACH-SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava, 845 36, uachlchr@savba.sk
50. Ing. Ivetta Štyriaková, PhD., Americká trieda 3, Košice 040 13, Ústav geotechniky SAV, Watsonova 45, 043 53, Košice, bacil@saske.sk
51. Ing. Zoltán Horváth, Ľubovnianska 18, Bratislava 851 07, Termotav Bratislava s.r.o., Staviteľská 3, Bratislava 821 03, termotav@termotav.sk
52. RNDr. Pavol Malachovský, Kpt. Jaroša 15, Košice 040 22, Kerko a.s., Tomášiková 35, Košice 043 22, tel. 055 7969992, pavol.malachovsky@lasselsberger.sk
53. Ing. Ondrej Kamoda, TU HF Katedra Keramiky, Park Komenského 3, 042 00 Košice, tel. 055 6022701, 0908 041 024, ondrej.kamoda@tuke.sk
54. Ing. Tomáš Plachký, ÚACH_SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava 845 46 e-mail uachtpla@savba.sk
55. Ing. Linda Kipsová, ÚACH_SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava 845 46 e-mail uachlink@savba.sk
56. Ing. Monika Mikoczyová, ÚACH_SAV, Dúbravská cesta 9, Bratislava 845 46 e-mail uachmimi@savba.sk

Kolektívni členovia

*Refrako, s.r.o., Vstupný areál USSKe, 044 54 Košice
generálny riaditeľ Ing. Gabriel Torhány*

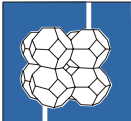
Kerko,a.s., 040 01 Košice,

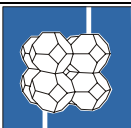
Pezinské tehelne, a.s., 902 01 Pezinok

*PPC INSULATORS, a.s., Čab 268, 951 24 Nové Sady
Ing. Milan Harcek*

*TONDACH SLOVENSKO, s.r.o .,Železničná 53, 900 31 Stupava
Ing. Zoltán Lipták*

Kolektívnym členom môže byť každá organizácia pôsobiaca v tuzemsku alebo v zahraničí, ktorej činnosť súvisí s činnosťou našej spoločnosti. Kolektívne členstvo je uzavierané na zmluvnom základe. Organizácia podáva prihlášku výboru spoločnosti. Kolektívne členstvo zaniká písomným oznámením výboru spoločnosti alebo zrušením organizácie, ktorá je kolektívnym členom spoločnosti.

	Slovenská silikátová spoločnosť ZSVTS Kočeľova 15, SK- 815 94 Bratislava, Slovak Republic Tel.: +421-2-59410 429, Fax: +421-2-59410 444
PRIHLÁŠKA Prihlasujeme sa za kolektívneho člena Slovenskej silikátovej vedecko-technickej spoločnosti	
Inštitúcia / firma: Adresa, PSČ: telefón, fax, e-mail:	
Kontaktná osoba, meno, e-mail, tel. Dátum: Podpis:	

	Slovenská silikátová spoločnosť ZSVTS Kočeľova 15, SK- 815 94 Bratislava, Slovak Republic Tel.: +421-2-59410 429, Fax: +421-2-59410 444
PRIHLÁŠKA Prihlasujem sa za individuálneho člena Slovenskej silikátovej vedecko-technickej spoločnosti	
Meno a priezvisko, titul: Dátum narodenia: Adresa bydliska, PSČ: Adresa pracoviska, telefón, e-mail:	
Mám záujem o prácu v odbornej skupine, odbornej komisii Dátum: Podpis:	





**SLOVENSKÁ SILIKÁTOVÁ
VEDECKO-TECHNICKÁ SPOLOČNOSŤ**
Kocel'ová 15, Bratislava, 815 94

Čo všetko nájdete na web. str. <http://www.sss.sav.sk>

- [Organizačná štruktúra](#)
- [Silikátník](#) 2007, 2008, 2009
- [Kontakt](#)
- [Fórum](#)
- [Aktuality](#) (oznamy, konferencie, správy o pripravovaných akciách)
- [Informácie pre členov](#)
- [Terminologický slovník](#)