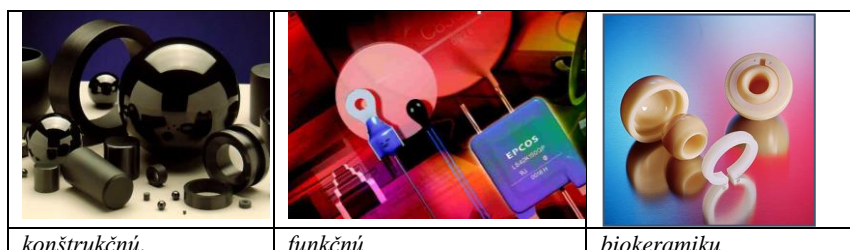


Keramika - príprava, vlastnosti a jej uplatnenie v rôznych aplikáciách

doc. Ing. Miroslav Hnatko, PhD., Slovenská silikátová vedeckotechnická spoločnosť

Úvod

Keramika predstavuje širokú triedu materiálov líšiacich sa chemickým zložením, štruktúrou a vlastnosťami. Zvyčajne sa pripravuje z východiskových práškov spekaním. Existuje mnoho definícií, ktoré charakterizujú keramiku. Väčšinou závisia od škály materiálov, ktoré sú zahrnuté pod pojem keramika. Pokiaľ táto škála materiálov zahŕňa iba tradičnú a pokročilú keramiku, tak by definícia mohla znieť nasledovne: „Keramika je polykrystalický pevný materiál, zložený predovšetkým z anorganických zlúčenín nekovového charakteru, vyrobený z prírodných materiálov alebo z chemicky pripravených práškov s definovanou zrnitosťou“. Táto definícia zahŕňa tradičnú keramiku (porcelán, cement, tehly), ako aj nové keramické látky – tzv. pokročilú (technickú) keramiku. V prípade, že pojem keramika zahŕňa aj sklo, definícia by bola podstatne iná. Skupina tradičnej keramiky zahŕňa umeleckú, úžitkovú, zdravotnícku (predovšetkým porcelán), stavebnú, elektrotechnickú a žiaruvzdornú keramiku, ktorá sa pripravuje prevažne z prírodných surovín. Pre prípravu pokročilej keramiky sa využívajú výlučne syntetické látky a podľa spôsobu použitia ju možno rozdeliť na *konštrukčnú*, *funkčnú* a na *biokeramiku*.



História keramiky

Archeologické nálezy ukazujú, že prvé snahy človeka o spracovanie hliny sú veľmi staré, no nemožno ich úplne presne časovo vymedziť. Naši predkovia si z hliny vytvárali rôzne ozdoby v podobe sošiek a amuletov. Pravdepodobne najstarší doposiaľ nájdený keramický artefakt je soška Věstonickej venuše, **Obr. 1**. Jej pôvod sa datuje do obdobia pred 25 000 rokmi. Věstonická venuša bola vymodelovaná z ľu pomiešaného s popolom z kostí a následne vypálená v ohni.



Obr. 1 Věstonická venuše.

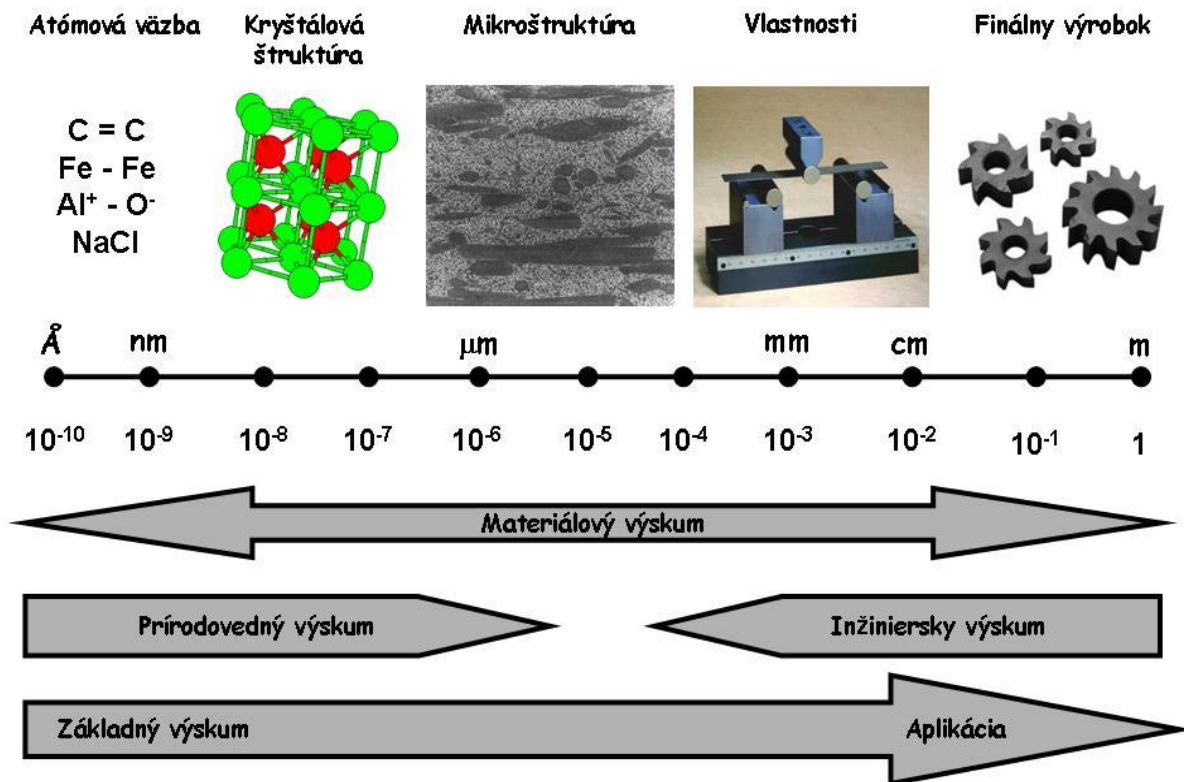
Skutočná náuka o materiáloch t.j. oblasť poznania súvislostí medzi tvorbou, štruktúrou a vlastnosťami materiálov sa začína pomaly rozvíjať až začiatkom 19. storočia, ale stále sa vychádza viac z empirických poznatkov, z intuície a zručnosti ako z rozpracovanej teoretickej koncepcie problému. Neskorší vznik nových technológií si vyžadoval oveľa širšie spektrum nových materiálov s predpísanými vlastnosťami, čo súviselo s rozvojom náuky o materiáloch. Vzástol aj záujem o *pokročilú keramiku* a to hlavne pre jej výnimočné vlastnosti a pre faktory ako: dostupnosť prvkov, resp. východiskových látok, nižšia energetická náročnosť prípravy a priaznivejšie ekologické aspekty v porovnaní napr. s neželeznými kovmi. Začiatok éry pokročilej keramiky by sme mohli datovať od roku 1893, keď sa započala výroba veľkých množstiev karbidu kremičitého (SiC) technickej čistoty Achesonovým spôsobom. Ide o karbotermicú redukciu oxidu kremičitého (kremenný piesok) uhlíkom (v podobe koksu) v elektrickej peci s uhlíkovou elektródou v jej strede. Výsledkom je materiál, ktorý sa vo veľkej miere využíva na výrobu brúsnych papierov s rôznou jemnosťou.

Progressívna keramika

Vlastnosti progresívnej keramiky, tak ako každého materiálu, vyplývajú z jej chemického a fázového zloženia, z charakteru väzieb na atomárnej úrovni a stability štruktúry jednotlivých fáz a ich rozhraní. Keramika je polykryštalický materiál, kde stavebnými jednotkami sú kryštály, ktoré sú zložené z pravidelne usporiadaných častíc (atómy, ióny, molekuly, a i.).

Zvýšenie úrovne poznania vzťahu medzi mikroštruktúrou a vlastnosťami umožnilo, že sa keramika začala využívať aj v podmienkach účinku ťahových napätí pri zachovaní tradičných vlastností ako sú žiaruvzdornosť, tvrdosť, oteruvzdornosť a chemická odolnosť. Látková báza pre výskum a vývoj keramických materiálov zahŕňa najmä oxidy (Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , Y_2O_3 a iné), karbidy (SiC , WC , TiC , NbC a iné), nitrídy (Si_3N_4 , BN , SiAlON , TiN , AlN a iné), boridy (TiB_2 , ZrB_2 , HfB_2 , LaB_6 a iné) a ich zmesi. Keramika na báze týchto látok vyniká vysokými pevnosťami až do vysokých teplôt, tvrdosťou, odolnosťou voči opotrebeniu, chemickou stálosťou aj v agresívnych prostrediach, nízkymi koeficientmi trenia a nízkou hustotou. Tento súbor vlastností naznačuje možnosti jej uplatnenia pre nízko- a vysokoteplotné aplikácie v strojárstve, metalurgii a zlievarenstve, automobilovom priemysle, energetike, chémii, robotike, medicíne a v neposlednom rade v kozmickej technike.

Príprava keramických materiálov je zložitý proces vyžadujúci mnoho poznatkov z rôznych odborov. Pri návrhu a príprave konkrétneho keramického výrobku je preto nevyhnutná spolupráca viacerých odborných skupín. Snahou o schematické znázornenie tohto zložitého multidisciplinárneho procesu je **Obr. 2**.



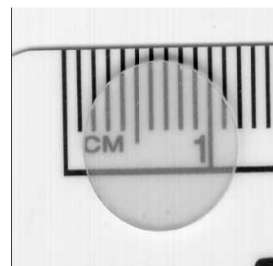
Obr. 2 Schematické znázornenie procesu výskumu a vývoja keramickej súčiastky.

Oddelenie keramiky - nosné témy pracoviska

Prípravou, štúdiom vlastí a aplikáciami sa na Slovensku inenzívne zaoberá oddelenie keramiky Ústavu anorganickej chémie Slovenskej akadémie vied.

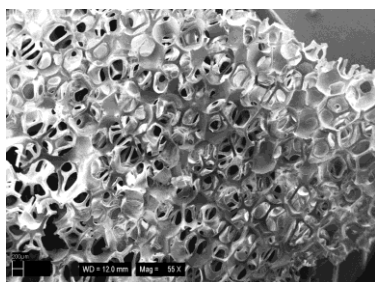
Oddelenie keramiky sa dlhodobo zaoberá pokročilými keramickými materiálmi. Obsahovo je činnosť oddelenia zameraná na syntézu nových keramických práškov, spekanie a prípravu keramických hutných a pórovitých telies, ich charakterizáciu z hľadiska chemického, fázového zloženia, funkčných a mechanických vlastností. Momentálne sa oddelenie zameriava na štyri základné aplikačné oblasti pokročilej keramiky:

1. Udržateľná energetika - fotoluminiscenčné materiály (luminofory) na báze nitrídov a oxynitrídov kremíka s využitím silicidov Mg, La a Yb alebo organokovových prekurzorov. Cieľom je príprava objemových translucenčných-transparentných luminoforov s hrúbkou niekoľko milimetrov metódou horúceho izostatického lisovania. Uplatnenie týchto materiálov je v oblasti úsporných zdrojov svetla (LED), fotovoltaika, teplo-regulujúce okná, laserové medicínske prístroje, elektrotechnika, atď.



Obr. Transparentný Al₂O₃

2. Zdravie - nitríd kremičitý ako nový predstaviteľ biokeramických materiálov v kombinácii s bioaktívnou zložkou (hydroxyapatit, fosforečnan vápennatý, kremičitan vápennatý). Cieľom je vytvoriť kompozitný keramický biomateriál s definovanou pórovitosťou, ktorý by sa z hľadiska štruktúry a mechanických vlastností čo najviac približoval rôznym aplikačným požiadavkám, napr. ako kostné implantáty.



Obr. Trabekulárny Si₃N₄

3. Nové technológie a materiály - keramické materiály na báze karbidov a boridov (UHTC - Ultra High Temperature Ceramics). Cieľom je vývoj pokročilých keramických materiálov so zlepšenými vlastnosťami pri veľmi vysokých teplotách.



Uplatnenie vidíme pre vesmírne aplikácie, žiarovzdorné materiály, vyhrevné elementy, spolupráca s priemyselnými partnermi.

Obr. Plášť raketoplánu je tvorený keramickými dlaždicami

4. Domacia surovínová základňa - odpadov a druhotných surovín na prípravu pokročilých keramických a sklokeramických materiálov na báze oxidov, karbidov a nitrídov. Cieľom je zhodnocovanie domácej surovínovej základne.

Ústav anorganickej chémie SAV je zameraný na základný výskum v oblasti anorganických a bioanorganických systémov so zameraním na optimalizáciu a vývoj nových materiálov a technologických procesov vo vedných odboroch: Anorganická chémia, Fyzikálna chémia, Materiálová chémia, Anorganická technológia a materiály, Teoretická a počítačová chémia, Nanotechnológia. Ústav uskutočňuje výchovu doktorandov v zmysle všeobecne záväzných právnych predpisov; poskytuje poradenské a expertízne služby súvisiace s hlavnou činnosťou ústavu. Predmetom výskumu sú najmä: vzťahy medzi zložením, vlastnosťami a štruktúrou anorganických látok, predovšetkým progresívnych keramických materiálov, taveninových sústav a hydrosilikátov; termodynamika viaczložkových sústav; javy a chemické reakcie v anorganických sústavách, vrátane fázových rozhraní; vývoj a aplikácia teoretických a experimentálnych metód pre určovanie štruktúry a vlastností látok. Viac informácií je na <http://www.uach.sav.sk/sk/>