

Kerámiák

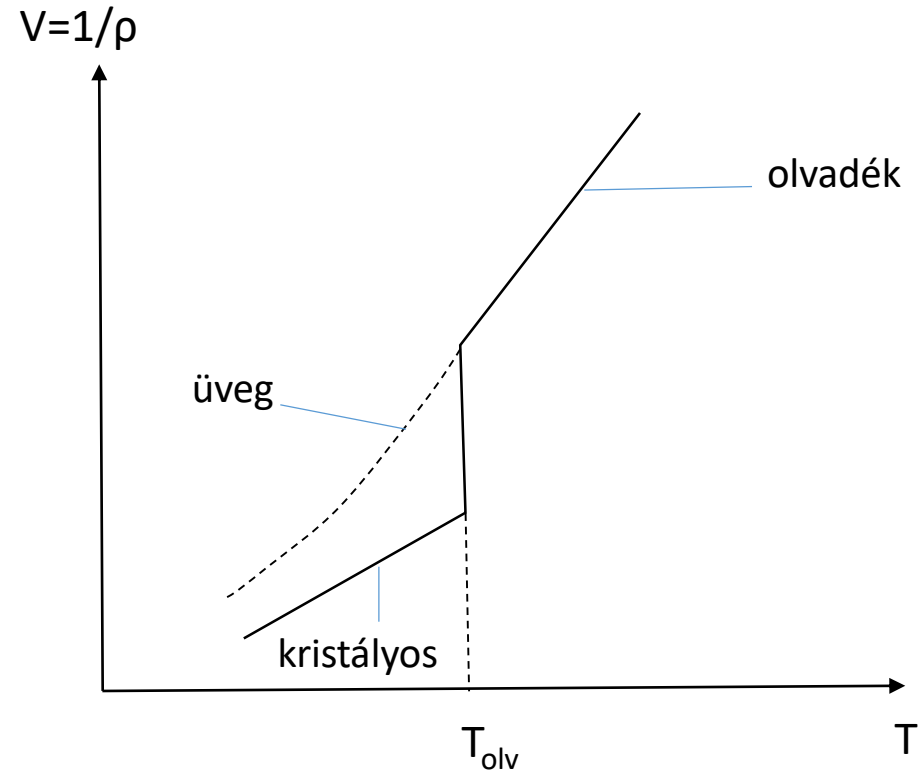
Gépészeti anyagismeret 2

Kerámiák általános jellemzése

- A szervesetlen anyagok közül minden ami nem fém a kerámiák közé tartozik.
- Jellemző kötés típus: ionos, kovalens és ezek átmenete.
- A kötés típus meghatározó a tulajdonságok szempontjából.
- Kerámiák általános jellemzői:
 - Rossz vezetők (kivéve a grafit, fullerének)
 - Vegyi hatásoknak ellenállnak
 - Kemények, ridegek
 - Magas olvadáspontúak
 - Fémekhez képest kisebb a sűrűségük

Kerámiák csoportosítása

- Szerkezetük alapján:
 - Kristályos kerámiák-igen lassú hűlés esetén keletkeznek, nehezen kristályosodnak.
 - Amorf kerámiák (üvegek)-normál és gyors hűlés esetén, nagy az üvegesedési hajlamuk

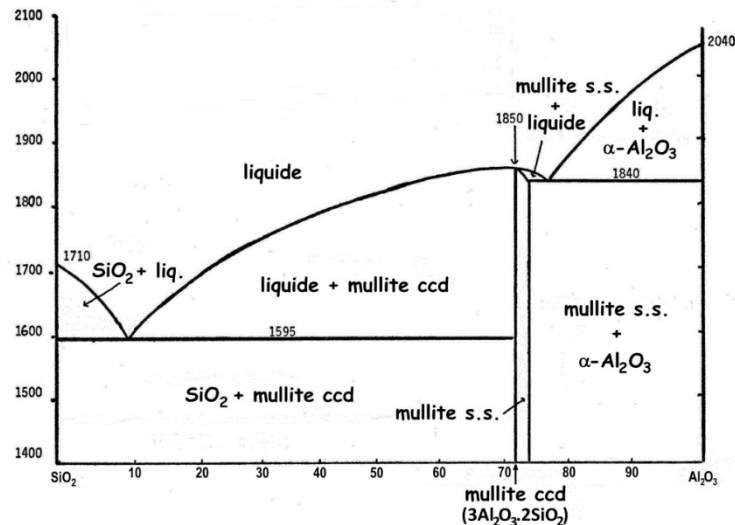


Csoportosítás a kémiai kötések alapján

- Ionos kötésű kerámiák
 - Ionos kötés fémek és nem fémek között jön létre – nagy az elektronegativitás különbség
 - Elektron átadás történik
 - Anionok (-) rácspontokon, fém kationok (+) pedig intersztíciósan beékelődve helyezkednek el
- Oxidok
 - Al_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , MgO , BeO
- Oxid mentes kerámiák
 - Karbidok, nitridek, boridok, szilicidok
- Kovalens kötésű kerámiák – főleg gyémánt rács a jellemző
- Egy atomos kerámiák
 - C módosulatai
 - Ge
 - Si
- Több atomos kerámiák – nemfémes elemek között alakul ki
 - SiO_2 , Si_3N_4 , SiC , SiB_4

Kerámiák fázis diagramja (állapotábra)

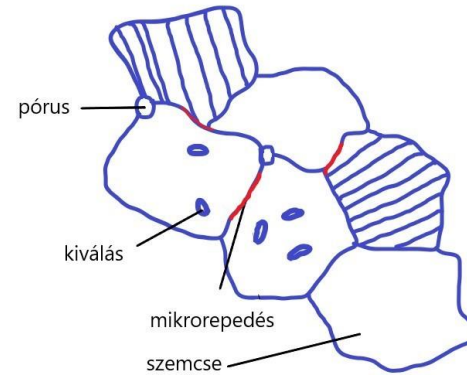
- Fémes ötvözetekhez hasonlóan több alkotó esetén a kerámiák is ötvöződnek- szilárd oldatok, eutektikumok, komplex vegyületek keletkeznek.



- Előállításuk történhet:
 - Olvasztással –üvegek (amorf kerámiák)
 - Szintereléssel – kristályos kerámiák (porkohászat)
 - Folyadékfázisú szinterelés
 - Magas olvadáspontú komponens mellet van egy alacsonyabb olvadáspontú is

Kerámiák mikroszerkezete

- Gyakorlatban használt kerámiák zöme polikristályos szerkezetű.
- A mikroszerkezettel befolyásolhatóak a tulajdonságok.
- Mikroszerkezet jellemzői
 - Szemcse méret
 - Szemcsehatárok
 - Pórusok
 - Mikrorepedések
 - Kiválások



Kerámiák szerkezeti anyagként való alkalmazásának feltétele a szívósság növelése.

- Mikrorepedések számának csökkentése
- Mikrorepedések terjedésének megakadályozása
 - Fázisátalakulással
 - A repedés olyan átalakulást indít el amely a repedés terjedést gátolja.
 - Erősítőszálak vagy túkristályok beépítésével

Oxid kerámiák

SiO_2 és Al_2O_3 képezi a földkéreg 56%-át.

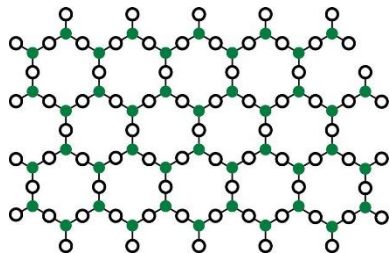
- Alumíniumoxid alapú kerámiák
 - Nagy keménység 2035HV
 - Magas olvadáspont 2054 °C
 - Sűrűsége 3.97 g/cm³
 - Jó elektromos és hőszigetelő képesség
 - Hőtágulása nagy a többi kerámiához képest
 - Több módosulata van α - Al_2O_3 korund
 - Több oxiddal szilárd oldatot képez
 - Több oxiddal alacsony olvadáspontú eutektikumot képez
 - Viszonylag könnyen szinterelhető
- Felhasználása:
 - Tűzálló anyagok (tégelyek, csövek, termoelem szigetelők)
 - Mechanikai alkatrészek (fúvókák, szelepek, csapágyak)
 - Optikai áttetsző
 - Cr-mal szennyezve rubin, Co-tal zafír
 - Smirgli FeO- al szennyezve
 - Elektronika (gyújtógyertya, más szigetelő)

Oxid kerámiák

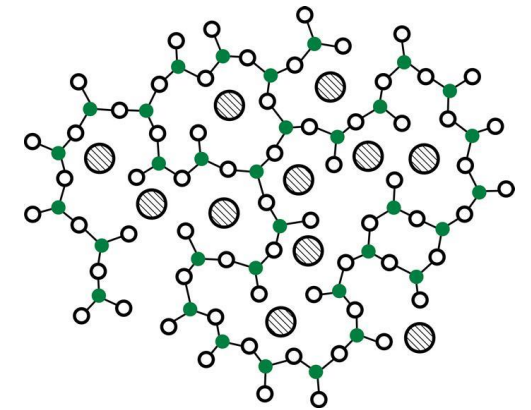
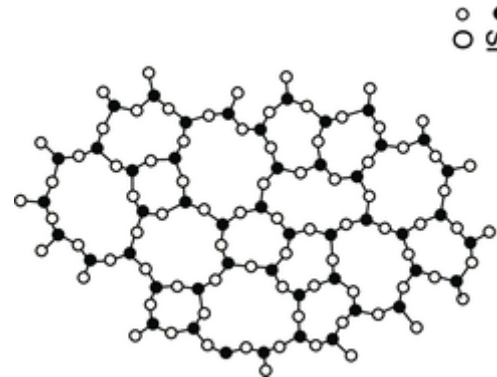
- Cirkóniumoxid alapú kerámiák
 - ZrO_2 módosulatai:
 - Köbös: 2700-2370 °C
 - Tetragonális: 2370-1170 °C
 - Monoklin: 1170 °C alatt
 - Szinterelés 1500 °C-on történik
 - Fázisátalakulás 5% térfogat növekedéssel jár → repedés
 - Y_2O_3 -mal vagy MgO-al ötvözve megmarad a tetragonális szerkezet szobahőmérsékleten → stabilizált
 - Hajlító szilárdsága 1200 MPa
- Önjavító képesség
 - Az Ittriummal stabilizált cirkóniumoxid kerámia metastabil állapotban van, nagy igénybevétel hatására a keletkező repedéscsúcsban bekövetkezik a monoklin átalakulás, a fajtérfogat növekedés összesen a repedés csúcsot, így megállítja annak növekedését.
 - Ezt a hatást más kerámiák tulajdonságainak javítására is felhasználják. Pl. alumínium oxid kerámiába 10-20 térfogat %-ban adagolva törékenysége jelentősen csökkenthető

Oxid kerámiák

- SiO_2 kristályos formája a kvarc
 - Víziszta, pora fehér
 - $T_{\text{olv}}=1713\text{ °C}$
 - $P=2.66\text{ g/cm}^3$
 - Nem hasad, kagylósan törik
 - UV fényt átereszt
 - Piroelektromos és piezoelektromos
- Felhasználás:
 - Kvarcüveg előállítás
 - Üveg, kerámia ipar
 - Csiszoló anyag
 - Ultrahang eszközök, rádiók, érzékelők, órák

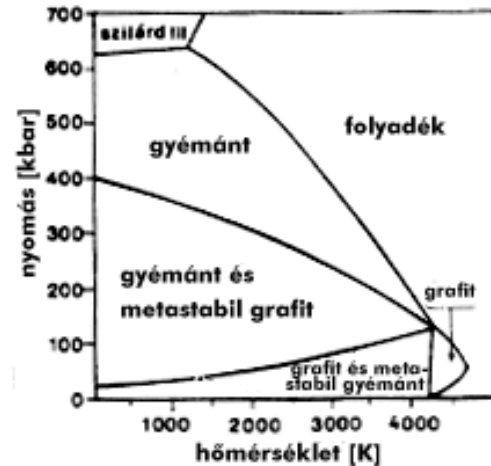


- Üvegek
 - Kvarcüveg
 - Nagy keménység, hőtágulása kicsi
 - Nem érzékeny a hő sokkra
 - Hőálló laboratóriumi edények, UV áteresztő
 - Nátron üveg
 - A kvarcüveg olvadáspontja csökkenthető Na^+ , Ca^{2+} ionokkal
 - 25% Na tartalmú üvegek vízben oldhatók → vízüveg



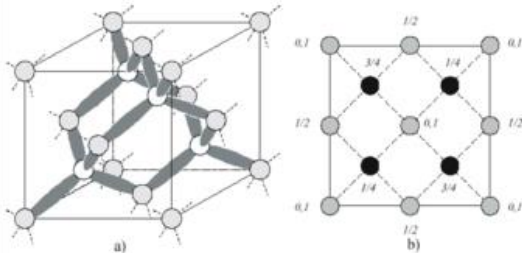
Kovalens kötésű egyatomos kerámiák

- Szén alapú kerámiák: gyémánt, grafit, fullerén



- Gyémánt:

- Gyémánt rács- lapközepes köbösből vezethető le: $N=8$, $K=4$, $T=0.34$, $d = \frac{\sqrt{3}}{4}$

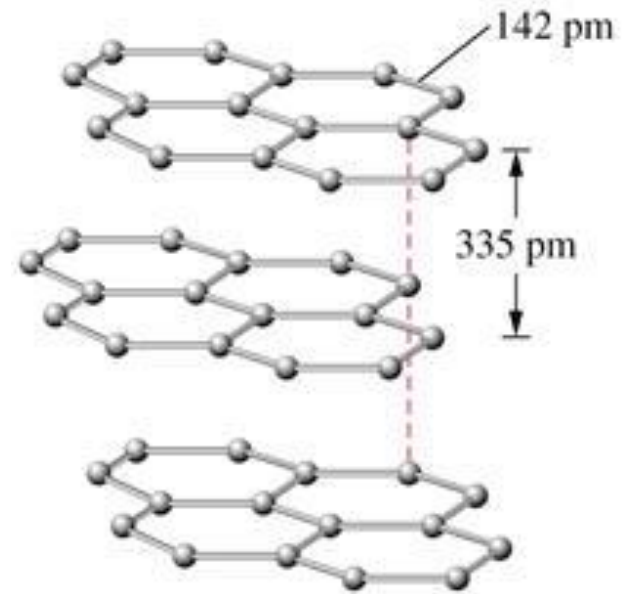


- Gyémánt tulajdonságai:

- 10.000 HV keménységű
- nem oxidáló vegyi hatásoknak ellenáll
- Röntgen sugarakat átengedi
- Jó hővezető → hideg tapintású
- Spontán grafittá alakulás 1500 °C felett
- $\rho=3-3.5 \text{ g/cm}^3$
- $K_{IC}=0.5-2 \text{ MPa} \cdot \sqrt{m}$ törési szívósság
- $E=1.2 \cdot 10^9 \text{ GPa}$

Szén alapú kerámiák

- Grafit.: hexagonális rács
- Tulajdonságai:
 - Színe szürkés fekete
 - elektromos áramot vezet, vezetőképessége irányfüggő
 - $\rho = 2.15 \text{ g/cm}^3$
 - $T_{\text{olv}} \approx 3700 \text{ }^\circ\text{C}$
 - Nincs oldószere



Szén alapú kerámiák

- Fullerén

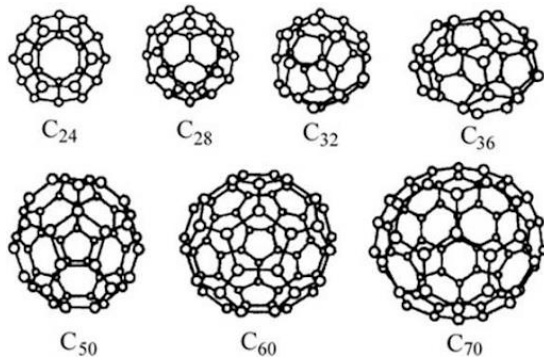
- Futball labda alakú molekulák

- C_{60} 12db 5 szög, 20 db 6 szög
 -, C_{70} , C_{84} , ...

- Lapközepes köbös rendszerben kristályosodik

- Villamosan szigetelő

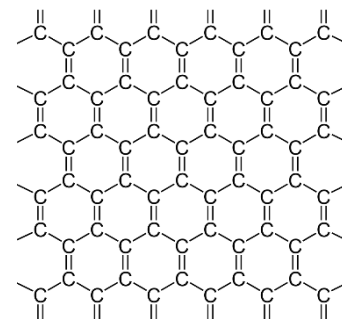
- Számos oldószerben oldódik



- Grafén – egyrétegű grafit

- C nanocső (CNT) – grafén feltekerve

- $\varnothing 0.5-2$ egyfalú , többrétegű 100 nm ,
 - C-C kötések erősebbek mint a gyémántban
 - $E=1500\text{GPa}$
 - $R_e=20\text{ GPa}$
 - $R_m=63\text{ GPa}$



(10, 10)
„karosszék”



(15, 0)
„cipő-cakó”



(14, 6)
„kártya”

Kovalens kötésű, többatomos kerámiák

- Szilíciumnitrid (Si_3N_4)
 - Nagy szilárdságú, kopásálló
 - Aránylag szívós
 - Kicsi a hőtágulása
 - 1800 °C felett bomlik
 - Nehezen szinterelhető pórusmentesre
- SIALON
 - A Si_3N_4 szintereléssel kapcsolatos kutatások során fejlesztették ki
 - $\text{Si}_{3-x}\text{Al}_x\text{O}_x\text{N}_{4-x}$ ($x < 1$)
 - A Si és az Al számos fémmel helyettesíthető (Li, Be, Mg, Sc)
 - Megfelelő adalékokkal folyadékfázisú szinterelés végezhető (MgO, Y_2O)
 - Jó törési és húzószilárdság
 - Kis hőtágulás
- SIALON alkalmazása
 - Forgácsoló lapkák - keményfémekhez képest 4-6x vágósebesség
- Szilícium karbid (SiC)
 - Nagy keménység és szilárdság
 - Nagy a hővezető képessége (közelíti az Al)
 - Nagy tisztaságú SiC félvezető
 - Oxidációnak jól ellenáll még 1500 °C-on is
 - 2300 °C-on elemeire bomlik
 - Nehezen szinterelhető
 - Mikrohullámokat elnyeli
- Alkalmazása:
 - Kemencék fűtőelemei
 - Bevonatként
 - Csiszoló anyagként
 - Kompozitokban erősítő szálként
 - Gázturbinák, rakéta hajtóművek