

# **Tömbi nanoanyagok**

vizsgatematika

## **1. Tömbi ultrafinom-szemcsés és nanokristályos anyagok**

A tömbi UFG anyagok előállítási módszereinek osztályozása. Felépítő és lebontó eljárások. Szemcsefinomodás képlékeny deformációval. Az ultrafinom-szemcsés és nanokristályos anyagok különleges mechanikai tulajdonságai (folyáshatár, alakíthatóság, szuperképlékeny deformáció).

## **2. Tömbi ultrafinom-szemcsés fémek és ötvözetek előállítása porkohászati módszerekkel**

A porkohászati eljárások lépései. Nanokristályos por előállítási eljárások. Inert gáz kondenzáció. Lézeres párologtatás. Rádiófrekvenciás plazmaszintézis. Cryogenic melting. Electro-explosion of wire. Fémolvadékok porlasztása. Nagyszemcsés por őrlése malomban. Az őrlés során bekövetkező mikroszerkezeti változások. Mechanikai ötvözés (mechanical alloying). Nem-egyensúlyi kristályos fázisok képződése. Mechanikai amorfizáció. Por tömörítési eljárások. Shock wave consolidation. Fázisátalakulással segített tömörítés. Nyomásmentes szinterelés. Meleg préselés. Sinter forging. Hot Isostatic Pressing. Spark Plasma Sintering. Plazmaszórás. Az oxidfázis hatása a mechanikai tulajdonságokra porkohászati módszerekkel tömörített UFG anyagokban. Porkohászati eljárásokkal készített tömbi ultrafinom-szemcsés fémek felhasználása. Speciális jelenségek különböző részecskeméretű porok keverékének szinterelése során.

## **3. Tömbi ultrafinom-szemcsés fémek és ötvözetek előállítása nagymértékű képlékeny deformációval**

Nagymértékű képlékeny alakítási módszerek. Könyöksajtolás (ECAP). Dissimilar-Channel Angular Pressing. Nagynyomású csavarás. Multi-directional forging. Cyclic extrusion and compression. Twist extrusion. Accumulative Roll Bonding. Repetitive Corrugation and Straightening. A mikroszerkezet fejlődése az ECAP deformáció függvényében. Az ötvözés hatása a mikroszerkezet fejlődésére. Nagymértékű képlékeny deformációval előállított ultrafinom-szemcsés fémek felhasználása.

## **4. Tömbi amorf fémötvözetek kristályosításával készült nanoanyagok**

Amorf fémötvözetek előállítása olvadékok gyors hűtésével. Fémüvegek előállítási módszerei. Splat Cooling. Melt-spinning. Copper mould casting. Fémüvegek mechanikai tulajdonságai. Tömbi nanoanyagok előállítása BMG-ből. Részleges vagy teljes kristályosítás hőkezeléssel. Kristályosítás nagymértékű képlékeny deformációval. A részleges kristályosítással létrehozott nano-kvázikristályos szemcsék hatása a fémüveg viszkozitására. Részleges kristályosítás hatása a mechanikai tulajdonságokra szobahőmérsékleten. Amorf-nanokristályos kompozit mágneses tulajdonságai.

## **5. Nanokompozitok**

A kompozitok csoportosítása: ex-situ és in-situ kompozitok. Csoportosítás a kompozitot felépítő anyagpár szerint, a mátrix anyaga szerint, az erősítő (diszperz) fázis morfológiája szerint. Az erősítőszálak hatása a mechanikai tulajdonságokra. Ex-situ kompozit előállítási módszerek. Polimer mátrixú nanokompozitok. Az erősítő részecskék alakjának hatása a perkolációs küszöbre. Szén nanocsövekkel erősített kompozitok. A szén nanocsövek típusai.

Feltekerési vektor. Egyfalú és többfalú szén nanocsövek. Elágazó szén nanocsövek. A szén nanocsövek előállítási módszerei. Ívkisüléssel eljárás. Lézeres párologtatás. Catalytic Chemical Vapor Deposition. A szén nanocsövek különleges tulajdonságai és alkalmazásuk: mechanikai, elektromos és hővezetési tulajdonságok, tűzállóság. Fém- és kerámia-mátrixú nanokompozitok. In-situ kompozitok. „Exothermic dispersion” (XD) módszer. „Gas-assisted process”. Direct metal oxidation (DIMOX). Eutektikus megszilárdulás. Al nanopor tömörítése során in-situ fázisátalakulással keletkezett Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanokompozit. Nanokompozitok a természetben.

## **6. Nanopórusos anyagok**

A nanopórusos anyagok csoportosítása a pórusméret szerint: mikropórusos, mezopórusos, makropórusos anyagok. A nanopórusos anyagok csoportosítása anyagi minőségük szerint. A nanopórusos anyagok előállítási módszerei. Zeolitok és zeolitszerű anyagok. A nanopórusos zeolitok alkalmazása. Mezopórusos szilikátok. Nanopórusos polimerek. MOF (metal organic framework): szerves fémvegyületekből felépülő rácsszerkezetű anyagok. A MOF-ok alkalmazása: hidrogén tárolás, katalizátor, gyógyszer szállítás a szerkezeten belül. Makropórusos Si. Pórusos Si, mint antireflexiós réteg. Pórusos Si bioszenzor alkalmazásokban.