FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1997, március 21-23

NEMEGYENSÚLYI SZILÁRD FÁZISOK LÉTREHOZÁSA

Juhász Nóra

ÖSSZEFOGLALÁS

Elmondható, hogy napjainkban az anyagtudományban az egyik legnagyobb érdeklődésre számot tartó terület a nemegyensúlyi rendszerek vizsgálata lehet. Erre nyílik lehetőség azoknak a kutatásoknak az elvégzésével is amelyek a mechanikus ötvözésnek, mint az egyik lehetséges előállítási módszernek a megismerésére irányulnak.

Ebben a témában több szerző végzett már kutatásokat, de ennek ellenére nincs egy egységesen kialakult nézet a mechanizmus során lejátszódó jelenségek részleteit illetően, habár maga a folyamat a kutatók többségénél egységes képet mutat. A kutatás további irányvonalként vázolható az a lehetőség, amely a "mechanikus ötvözet" tulajdonságainak az egyes fázisokhoz való hozzárendelését célozza. Ezzel megvalósítható, hogy a kívánt mechanikai tulajdonságokhoz a kellő technológia hozzárendelhető.

BEVEZETÉS

A szilárdtestek kutatásában jelenleg az egyik legjobban kutatott terület a nemegyensúlyi rendszerek fizikája. Ezen a területen az anyagok viselkedéséről olyan új ismereteket szerezhethetünk, melyek jól alkalmazhatók új anyagok előállításához. A kihívás az új anyagok előállításával szemben napjainkban már nemcsak az úrkutatás és a haditechnika területére korlátozódik, hanem a polgári alkalmazások köre is kibővült ezekkel az anyagfajtákkal. Nagyszilárdságú, viszonylag kis sűrűségű, jó korróziós és kopásálló tulajdonságokkal rendelkező anyagok, amelyeket magashőmérsékleti mechanikai tulajdonságai is kitűntetnek. A hagyományos anyagokhoz képest, csak speciális, új technológiákkal állíthatók elő. Ezek közül az egyik új ág, ami napjainkban az egyik legnépszerűbb, a mechanikus ötvözési eljárás. Előadásom célja összefoglalni a témakörben szerzett ismereteket, és a további kutatások lehetséges útját vázolni.

NEMEGYENSÚLYI RENDSZEREK LÉTREHOZÁSA

Az elmúlt egy-két évtizedben világszerte elterjedt ez az új módszer a nemegyensúlyi rendszerek előállítására. A mechanikus ötvözés iránti érdeklődést messzemenően indokolják az eljárással előállítható különleges anyagfajták. Ezek tudományos vizsgálata révén olyan anyagtudományi ismeretekre tehetünk szert, amelyek megszerzése más módon nincs lehetőségünk. A mechanikus ötvözés alkalmával olyan, a gyakorlatban is felhasználható tapasztalatok birtokába juthatunk amelyek speciális igényeket kielégítő anyagok tervezése és előállítása terén jól hasznosíthatók.

A mechanikus ötvözés terén, a tudományos érdeklődés szempontjából a legnagyobb előnyt az biztosítja, hogy olyan szilárd fázisú vegyületek is előállíthatók, amelyek más módszerekkel csak nehezen, vagy egyáltalán nem hozhatók létre. Léteznek olyan vegyületek, melyek összetevői olvadék állapotban sem vegyülnek egymással, vagyis nem keverhetők össze homogén olvadékká. Ez esetben a szilárd állapot vizsgálata szóba sem jöhet. Hasonlóan, problémát jelenthet egy olyan szilárd fázisú keverék előállítása, amelynél olvadék állapotban ugyan fennáll a keveredés, de a nagyon eltérő olvadáspontok miatt, megszilárduláskor a két elemi anyag szétválík. A mechanikai ötvözés révén ugyanolyan, vagy hasonló, nem egyensúlyi állapotok hozhatók létre pl. amorfi állapot, mint (ultra-) gyors hűtéssel, párologtatással stb. Itt azonban a metastabil reakciók teljes mértékben szilárd fázisban játszódnak le.

ALAPJELENSÉG

Mechanikus ötvözésen egy olyan folyamatot értünk, amelyben energia-bevitel hatására erős deformációk lépnek fel az ötvözendő porszemcséken, melynek hatására felaprózódási és hideghegedési folyamatok mennek végbe, folyamatosan egymás után, egymás mellett. Ezen folyamatok adott időintervallumban fenntartott egyensúlya biztosítja a végtermék speciális mikroszerkezetét és "egyanyagúságát".

J. S. Benjamin (1971) szabadalmában a "mechanikus ötvözet" fogalmát az alábbiak szerint definiálta: por formájú összetevők "pluralitása", amelyben az összetevőkből legalább egy, nyomással deformálható. Ennek a komponensnek a jelenléte biztosítja a megfelelő kötést vagy egyesülést. Maga a folyamat a rendszerbe bevitt mechanikai energia révén, az ismételten fellépő erők hatására bekövetkező összehegedések, kötődések kialakulásával jön létre. Ezek az "összekapcsolódások" történhetnek az egyes komponensek között saját magukkal, a másik komponenssel, illetve az eljárás során kialakult egyéb fázisokkal.

A mechanikus ötvözés megvalósítása

A mechanikus ötvözt, a por alakban jelenlévő komponensek mechanikus őrlésével, vagy másképpen energetikus őrlésével valósíthatjuk meg. Ezt az eljárást általában vertikális elrendezésű

speciális golyósmalom végzik, az úgynevezett Szegvári (A. Szegvári 1956) féle attritorban. A berendezés nagy energiával működtetett golyós malom, amelyben a töltetet az őrlőgolyók és az ötvözendő por alkotják. A malom fala dupla köpenyű és vízzel hűtött, aminek célja az eljárás során keletkező jelentős nagyságú hőenergia csökkentése - ami egyrészt az ütközésekből másrészt pedig a keletkező tiszta fémes felületek oxidációjából származik - amely adott esetben robbanáshoz is vezethet. Az őrlés folyamata egy függőleges keverőtengely gyors (>100 l/min) forgatásával valósítható meg, amely a bevitt energiát a nagy tömegű golyók kinetikus energiájává alakítja át.

A golyók szerepe az ütközések során kettős:

- 1, a közjük került elemi por szemcséket összetörök
- 2, a fellépő nyíró erők hatására, erős dörzsölési mechanizmus révén hideg hegedést hoznak létre az elemi porszemcsék között.

A mechanikus ötvöztet általában inert gáz atmoszférában végzik. A védőgáz használata azt a célt szolgálja, hogy a folyamat során a felületi oxidációt megakadályozzuk.

Erre több szempontból is szükség van:

- a folyamat során keletkező jelentős hőmennyiség csökkenthető,
- megakadályozható a felületi oxidhártya keletkezése. Ez két szempontból is fontos, ugyanis a hártya akadályozza az összehegedés folyamatát, valamint rontja a végtermék - mechanikus ötvöztet - minőségét is.

A mechanikus ötvöztet ezen két folyamat megfelelő egyensúlyának létrehozásával valósul meg.

A őrlési folyamat idő és energia betáplálás függő. Az őrlést tehát megfelelő ideig és megfelelő energia betáplálás mellett kell végezni. Véleménye szerint a mechanikus ötvöztet folyamata csak nagy energiájú malmokban valósítható meg. Ennek ellenére elmondható, hogy az alapmechanizmusnak a működése más elrendezésű őrlő berendezésekben is megvalósítható, de ezekben az esetekben az őrlési idők így nagyságrenddel nőnek, és a hatásfok is nagyon kicsi. Ugyanezek vonatkoznak a laboratóriumi őrlőberendezésekre is, ahol nagyon kicsi mennyiségű anyag állítható elő több hetes őrlési idő után.

Mechanikus ötvöztetési folyamatnak leírása

A mechanikus ötvöztet, mint mechanizmus, összehegedési, feltöredezési és újrahegedési folyamatok folytonos, egyensúlyi és egyidejű létezése. A mechanizmus egyes fázisairól, a fázisok sorrendjéről eltérő vélemények alakultak. Az irodalomban a mechanikus ötvöztet folyamatára vonatkozóan nincs elfogadott nézet.

A R. Sundaraseran és F. H. Froes szerint a teljes folyamat négy jól elkülöníthető fázisra osztható fel, melyek a következők:

- A kiinduló összetevőkből intenzív hideg hegedési folyamat révén réteges, keverék részecskék alakulnak ki. A hideg hegedés dominál.
- A lamellás szerkezetű részecskék gyors felaprózódása és újrahegedése megy végbe, melynek eredményeként már mikroszkopikus méretekben sokkal finomabb szerkezetű részecskék keletkeznek.
- Lelassult hideghegedési folyamat játszódik le, miközben a részecskékben a lamellás szerkezet egyre finomabbá és összetettebbé válik. Az egyedi részecskék összetétele a keverék összetétele felé tart.
- Az anyag a végső állapotába kerül, a folyamat befejeződik. A szemcsék teljesen deformált, metastabil szerkezetűek, ami azt jelenti, hogy az anyag mikroszerkezete végtelenül finom és homogén.

J. S. Benjamin (1976) magyarázata a mechanikus ötvözés folyamatáról kissé eltér a fenti szerzőkétől. A folyamat első lépcsőjeként egy plasztikus deformációs szakaszt különít el. Az elemi részecskék ellapulnak, valamint atomosan "tisztá" felületek képződnek. A tiszta fémes felületek találkoznak egymással az ütközések alatt és ezek összehegedésre képesek. Megfigyelései szerint az első szakaszban az elemi porszemcsék még lágy állapotban vannak, a domináns folyamat az összehegedés. Ennek megfelelően az eredeti szemcseméreteloszlás kiszélesedik, nő az átlagos szemcseméret. Ez egyes szemcsék esetében akár a 3-5-szörös növekedést is jelenti. A rendszerbe vitt deformációs munka hatására a szemcsék felkeményednek és további deformáció hatására töredeznek. Ebben az állapotban következik be, hogy az összehegedés és feltöredezés folyamatai kezdenek egyensúlyba kerülni. Ebben a fázisban az eredő szemcseméret egy keskeny sávon belül állandó marad. Ettől kezdve az ötvözési mechanizmus leírása megegyezik R. Sundaraseran és F. H. Froes által elmondottakkal.

Y. Tada és T. Sato (1988) tapasztalatai a szemcseméret eloszlásról szintén eltér kissé J. S. Benjaminétól (1976). A folyamat leírása azonban hasonló a már említett szerzőkéhez. Az 1. Szakaszban jelentős szemcseméretnövekedés következik be, majd adott örlési idő elteltével a szemcseméret drasztikusan csökkenni kezd, egészen a végállapot eléréséig (2. ábra). Itt az átlagos szemcseméret általában kisebb mint a kiinduló érték.

G. B. Schaffer és P. G. McCormack (1990) állítása szerint a mechanikai munka által bevitt energia hatására helyi felmelegedések jönnek létre az anyagban és ez okozza az ötvözést a komponense között. Ezt a hőmérséklet növekedést ez idáig azonban még nem sikerült közvetlenül megmérni, de több elmélet is napvilágot látott ennek becslésére.

Juhász Nóra /doktorandusz hallgató

E-mail: kohnori@gold.uni-miskolc.hu, Miskolci Egyetem Anyagtechnológiai Intézet

Kohógéptani- és Képlékenyalakítástani Tanszék / H-3515 Miskolc- Egyetemváros,

Telefon:(36)46-365-111/15-62 Fax: (36)46-366-832