

Dolgozat címe:
Nagyentrópiás szuperötvözetek tervezése és vizsgálata magas hőmérsékletű alkalmazásokhoz.

Bevezetés

A HEA ötvözetek tervezése során a valencia elektronok koncentrációja (VEC) és a fázisszerkezet közötti összefüggést vesszük alapul. Eszerint ha balról jobbra haladunk a periódusos táblázat során akkor $VEC=3-4$ értékeknél HCP majd $VEC=4-7$ között BCC, $VEC=7-8$ között BCC-FCC kevert fázis, $VEC>8$ esetén FCC fázis adódik. A dolgozat témájául kitűzött magas hőmérsékletű és nagy szilárdságú ötvözetek vizsgálatát három témakörre csoportosítottuk:

1. Korai átmeneti (refractory) elemeket tartalmazó $VEC=4-5$ körüli értékkel rendelkező ötvözetek
2. Hagyományosnak tekinthető és kereskedelmi forgalomban kapható Ni alapú szuperötvözetek melyeknél $VEC=8$ vagy a felett van. Ezek alapvetően FCC (γ) szerkezetűek melyek szilárdságát a kiválások (γ') adják melyek jellemzően Ni_3Al vagy $AlTi$. Ezeket az ötvözeteket a dolgozatban $\gamma-\gamma'$ családként jelöljük (1. táblázat 10.-13. minta).
3. Maximális keménységet mutató $VEC=6.5$ paraméterrel jellemezhető ötvözetek a d sorok közepe tájáról, amelyek alapvetően BCC szerkezetűek (α) és ebben válnak ki az precipitátumok (α') melyek biztosítják a kiválásos keményedés útján a szilárdságot (1. táblázat 13.-19. minta).

Mindhárom család esetében keressük az egyfázisú szilárd oldat szerkezetű alapötvözetek előállíthatóságát.

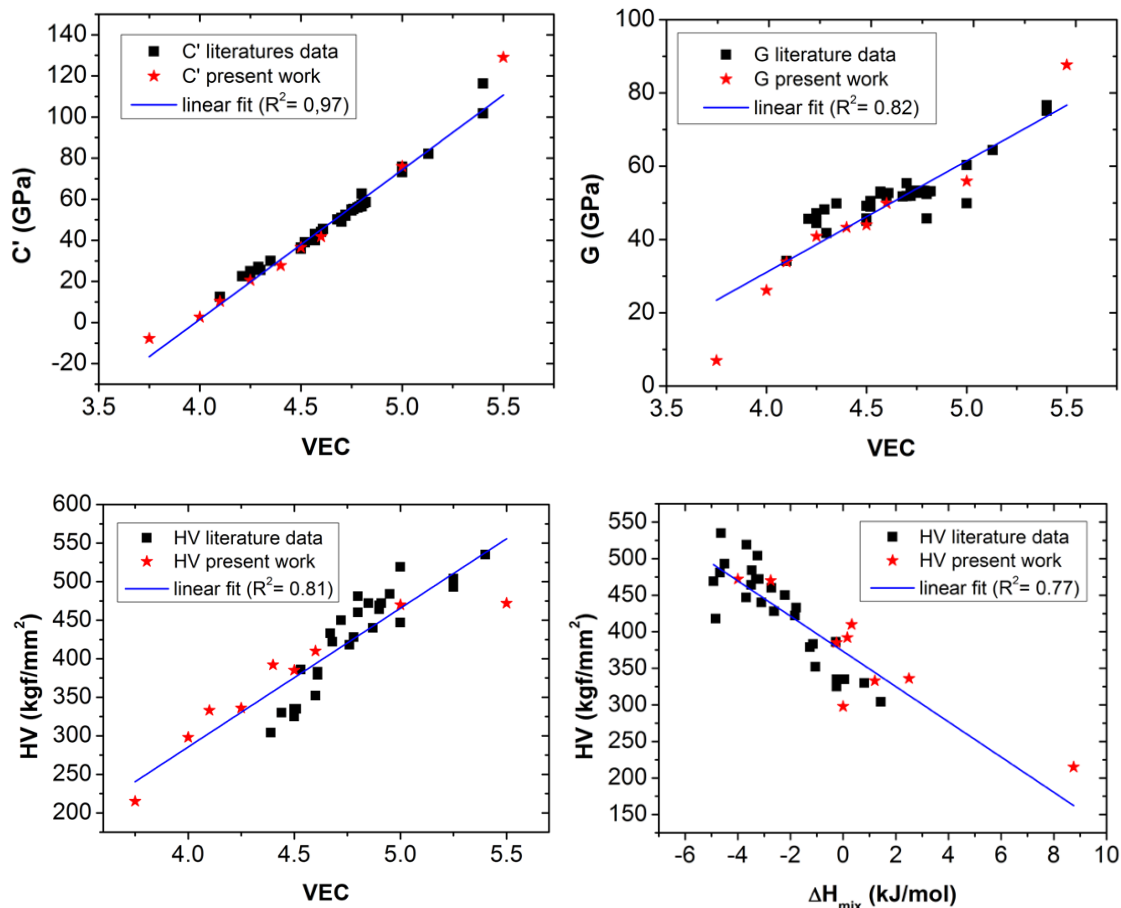
- A $VEC=4$ körüli értékkel rendelkező anyagcsalád esetében keressük a rideg-szívós átmenet ($c^1-c^{12}=0$ feltétel teljesülését).

- A $VEC=6.5$ értékkel rendelkező anyagcsalád esetében keressük a maximális keménység elérését mind a mátrix, mind a precipitátum keménységének maximalizálásával.
- A $VEC=8-9$ környékén keressük az invar-plasticity jelenség kimutathatóságát.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése:

1. Tovább folytattuk az egyfázisú szilárd oldat képződési feltételének (SPFA) tanulmányozását. Programot készítettünk a paraméter átlagok (pl, várható sűrűség, olvadáspont, elektronsűrűség, elasztikus modulusok, stb) valamint a SPFA kritériumok (pl. az atomi átmérők különbözőségéből származó illesztetlenség (atomic size misfit), rugalmas állandók különbözőségéből származó illesztetlenség (modulu misfit), képződési entrópia és enthalpia, és az ezekből számított HEA képződési képesség (forming ability, $\Omega = T \cdot \Delta S / \Delta H$, stb) kiszámítására valamint az elemi alkotók tulajdonságaira.
2. Megépítettünk egy benyomódás/hőtágulás mérőberendezést mely 1100 °C-ig működik, argon védőgáz atmoszférával. Ezen berendezésen számos kalibráló és referencia mérést végeztünk. A berendezés célja kettős: 1) a hőtágulás méréssel kimutatni az esetleges fázisátalakulásokat, 2) a benyomódás mérésével a keménység csökkenésének (estleges növekedésének a precipitáció során) a követése a hőmérséklet függvényében és ezáltal a felső alkalmazási hőmérséklet határ megállapítása a különböző ötvözetekre.
3. 73 db szakirodalmi minta kísérleti és elméleti számolt adataival összevetettük az 1.-9.mintáinkat .
4. A “PÁLYÁZATI FELHÍVÁS a XIV. Országos Anyagtudományi Konferencia kiadványainak arculatát meghatározó digitális felvétel beküldésére pályázatunk beadásra került a 9. mintáról készült hamis színes SEM felvétellel.
5. Mintaelőállítás: Az előző félévi beszámolóban feltüntetett táblázati összetételekből (1.-9.) második sorozat mintát készítettünk a további vizsgálatokhoz. A 9. minta 2700 °C feletti olvadáspontja ellenére sikeresen előállítottuk réz hidegtégelyes indukciós olvasztással argon atmoszféra alatt.
6. Új réz hidegtégelyt terveztünk a hatékonyabb mintakészítéshez vörösréz-ből fém 3D nyomtatással.

7. Kísérlet és összetétel tervezés: Kísérlet-terv alapján haladva a mintákat tovább vizsgáltuk. Összeállítottunk egy munkatervet a benyomódásmérés vizsgálati sorba történő illesztésére.
8. Mintavizsgálat: Mintákon törésteszteket végeztünk. Pásztázó elektron mikroszkópon újramértük a mintákat morfológiai, elemanalitikai vonatkozásban különösen az oxigén tartalomra valamint a töretfelületeket. Kiértékelés folyamatban van.
9. Néhány példa a mérési és kiértékelési eredményekre:



Publikációk:

1. Elkészítettük és benyújtottuk cikkünket bírálatra a következő címmel: „Estimation of shear modulus and hardness of High-Entropy Alloys made from Early Transition Metals based on bonding parameters”.
2. További két cikkírása folyamatban van a következő tematikával:
 - a. Procedure and equipment to follow up the high temperature softening, phase transformation and precipitation in refractory HEAs,
 - b. Estimation of hardness for BCC type solid solution HEAs

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben:

A félévsoránkétkurzusonvettemrészt:

- FizikaiAnyagtudomány II. EA
- Kísérletimódszerek a szilárdtestfizikában I.

Konferenciák az aktuális félévben:

- 2022.augusztus 21-24. között Veszprémben megrendezésre kerülő Magyar FizikusVándorgyűlésen két előadást tartottam:
 - Előadás címe: Szívós–ridegátmenet korai átmenetifémekettartalmazó egyfázisú nagyentrópiásötvözetekben (Korszerű anyagok szekció)
 - Előadascíme: Fém 3D nyomtatásanyagtudományivonatkozásai (Ipari Fizika szekció)
- A Wigner Fizikai Kutatóközpont szemináriumainak alkalmi hallgatója vagyok