

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

Bevezetés

A HEA ötvözetek tervezése során a valencia elektronok koncentrációja (VEC) és a fázis szerkezet 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 körüli értékkel rendelkező ötvözetek (1. táblázat 1.-9. minta)
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 Ni₃Al vagy AlTi. Ezeket az ötvözeteket a dolgozatban γ - γ' 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).

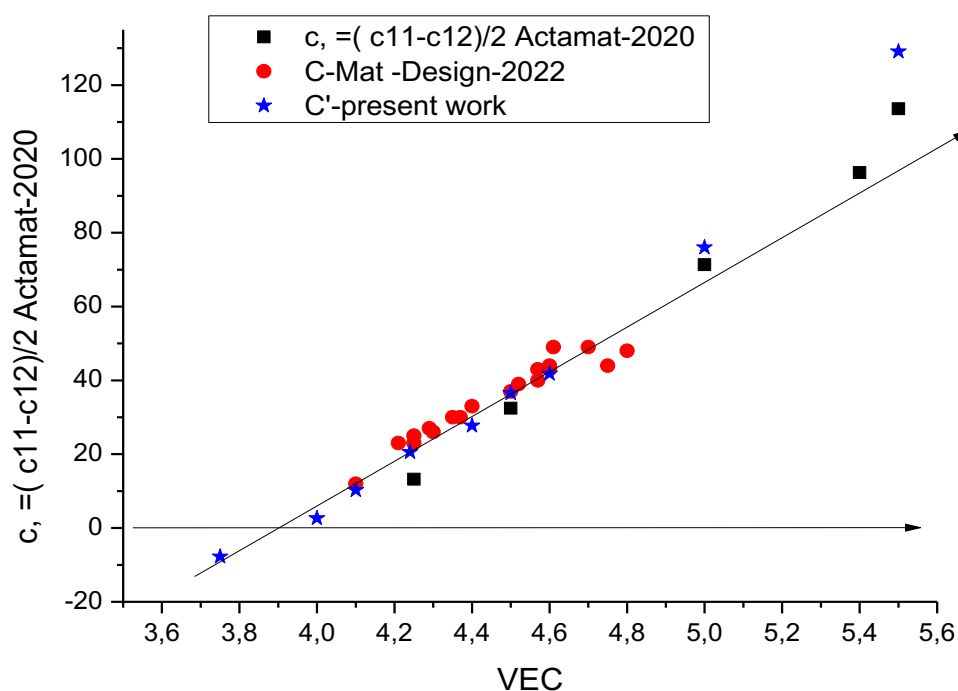
Mindhárom család esetében keressük az egyfázisú szilárd oldat szerkezetű alapötvözetek előállíthatóságát.

- A VEC=4 körüli értékkel rendelkező anyagcsalád esetében keressük a rideg-szívós átmenet ($c' = c_{11} - c_{12} = 0$ 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 készítünk a paraméter átlagok (pl, várható sűrűség, olvadáspont, stb) valamint a SPFA kritériumok (pl. atomic mismatch, delta, forming ability, $\Omega = T \cdot \Delta S / \Delta H$, stb) kiszámítására valamint az elemi alkotók tulajdonságaira.
2. Kísérletileg ellenőrizzük a szívós-rideg átmenet ($c_{11}-c_{12}=0$) paraméter értékét. Elméletileg kiszámoltunk a VEC függvényében a c' értékét, és a már ismert adatokkal együtt ábrázoltuk (1. ábra). Az ellenőrzés érdekében az ultrahang sebesség méréseiből kiszámoljuk G, E, B, ν paramétereket és ezekből az izotróp és köbös szimmetria feltételezésével kiszámoljuk a $c'=(c_{11}-c_{12})/2$ paramétert. Azt tapasztaltuk, hogy a kísérleti adatok többször eltérnek az elméletileg számolt adatoktól, melynek okát abban látjuk, hogy az es-cast minták nem izotrópok. A továbbiakban hosszú idejű hőkezeléseket tervezünk alkalmazni az izotrópia elérése céljából. A minták összetételét az 1. Táblázat mutatja (1-9 minták).



1. ábra:

3. A γ - γ' és α - α' témákhoz tartozó mintákat szintén az 1. Táblázatban foglaltuk össze.
4. Mintaelőállítás:
 - a. Kidolgoztuk és optimalizáltuk a mintaelőállításhoz kapcsolódó megfelelő előkészítési folyamatot, hogy a létrehozandó minta minél homogénebb legyen. Ez tartalmazza összetétel tervezést, alkotó számítást, a máglya v kompaktum kialakításhoz szükséges alkotó alapanyagok méretét valamint elrendezését és az alkalmazandó préserőt.
 - b. Az elkészített minták hatékony vizsgálatához kidolgoztuk a szükséges mintamegmunkálást (megfelelő felületi érdesség, nagypontosságú párhuzamos felületek, geometria).
5. Kísérlet és összetétel tervezés: A tervezés során a kiválasztott összetétel szerinti elemek páronkénti kétalkotós egyensúlyi fázisdiagramjainak valamint páronkénti ΔH_{mix} értékeinek elemzését végeztük el. Majd ezekből az 1. Táblázatban megjelenített összetételeket valósítottuk meg (a zöld minták ebben a félévben készültek el):

	Minta megnevezés	VEC
1	YTiZrHf	3,75
2	TiZrHf	4,00
3	TiZrHfNb 2.	4,10
4	TiZrHfNb 1.	4,25
5	TiZrHfNbV	4,40
6	TiZrVNb	4,50
7	TiZrVNbTa	4,60
8	TiVNbMo	5,00
9	VNbMoW	5,50
10	NiCrCoFeMo	8,07
11	NiAlTiCoCrFe	8,01
12	NiAlTiCoCrFeMoTa	8,17
13	MoSiBTiC	6,55

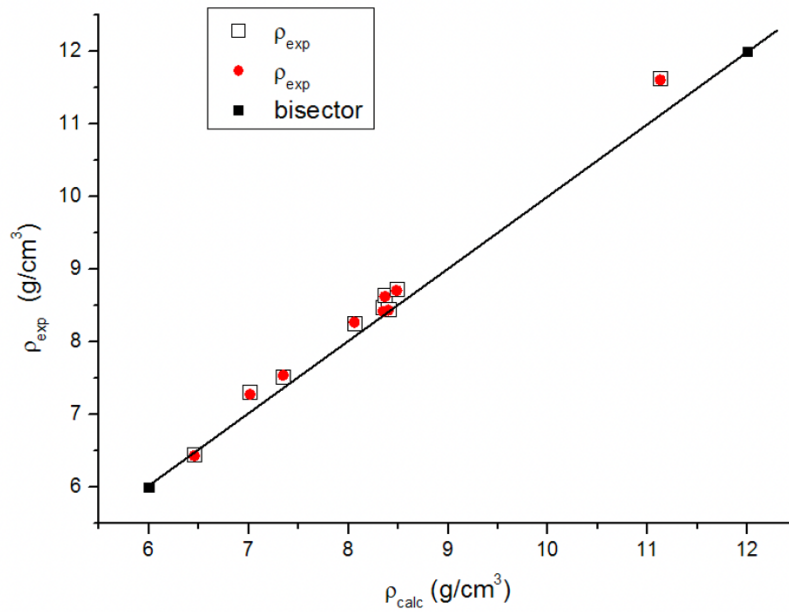
14	MoSiB(TiC)	6,55
15	MoNbSiBTiC 2.	6,35
16	MoNbSiBTiC 1.	6,35
17	MoNbSiB(TiC)	6,35
18	MoTaSiBTiC	6,35
19	MoTaSiB(TiC)	6,35

1. táblázat

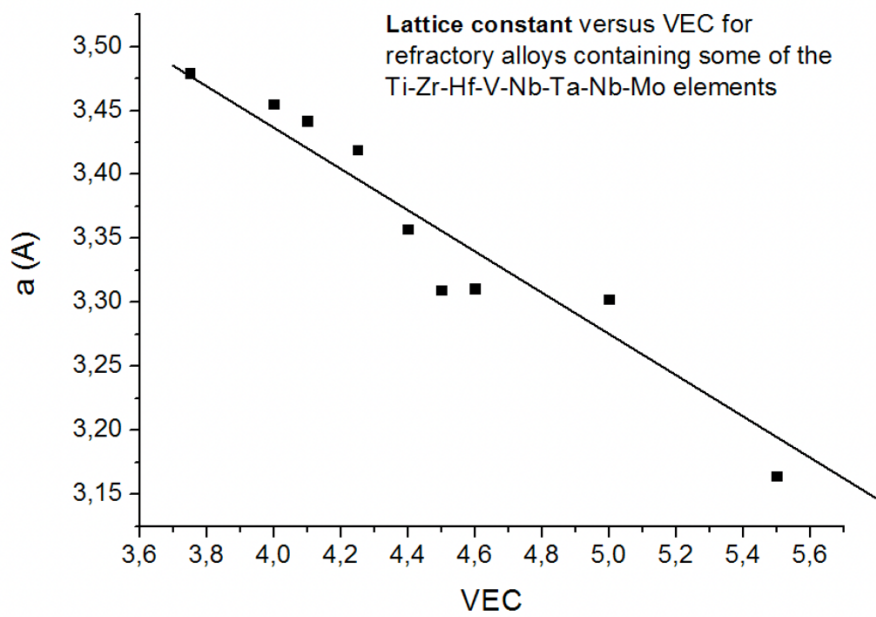
6. Mintavizsgálat: A mintákat a megfelelő mintamegmunkálási eljárással preparáltuk, majd a felületet megfelelő csiszolással készítettük elő. Azt követően a következő méréseket végeztük el:
- Sűrűségmérés: He-piknométerrel a megfelelő statisztikai ismétléssel. Összes (19) minta mérése megvalósult.
 - Pordiffrakciós mérés: Az összes minta mérése megvalósult. 13 minta kiértékelése megtörtént. Többi jelenleg folyamatban van.
 - Ultrahang-terjedés sebesség mérés (longitudinális és transzverzális): 5 MHz és 2,25 MHz-es mérőfejjel 10 minta longitudinális és transzverzális mérése megtörtént. Többi folyamatban van.
 - Keménység mérés: az összes mintára elkészült, mintánként 10 méréssel. Ehhez kidolgozásra került egy olyan mérési módszertan, mely lehetővé teszi nagyszámú mérés elvégzését gyorsabban és hatékonyabban.
 - TG-DTA: Ehhez a rendkívül kis minták preparációja megtörtént. A minták között rendkívül kemény ötvözetek is találhatóak melyekből a releváns mintaméret rendkívül nehezen volt leválasztható.
 - Pásztázó elektron mikroszkóp: töret és csiszolat, elemanalízis: SEM morfológia elkészült az összes mintára, kiértékelés folyamatban van. Elemanalítika elkészült 15 mintára. Kiértékelés folyamatban van.
 - Optikai mikroszkóp: szövetvizsgálat: folyamatban van.

7. A mérési eredmények példái:

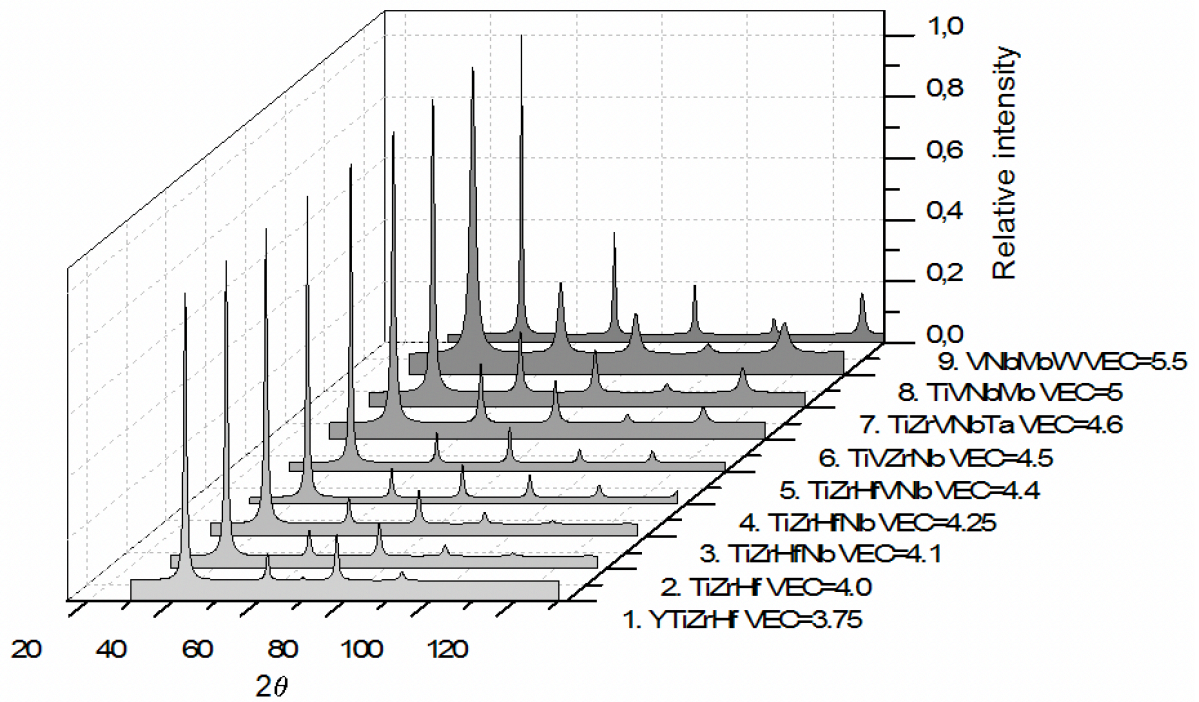
a. Mért és számított sűrűség adatok:



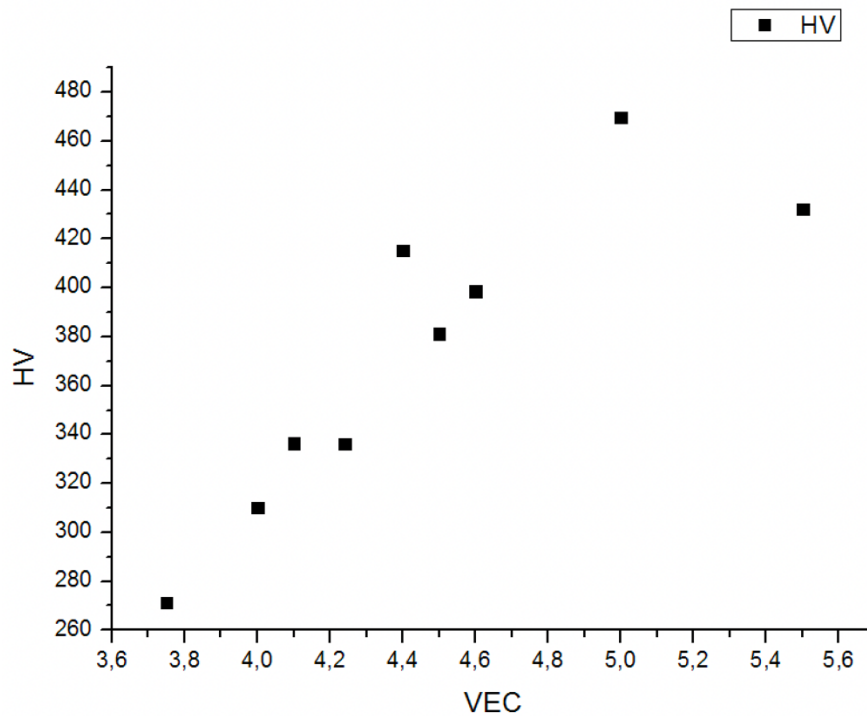
b. Kiértékelt rácsparaméter VEC függvényében ábrázolva:



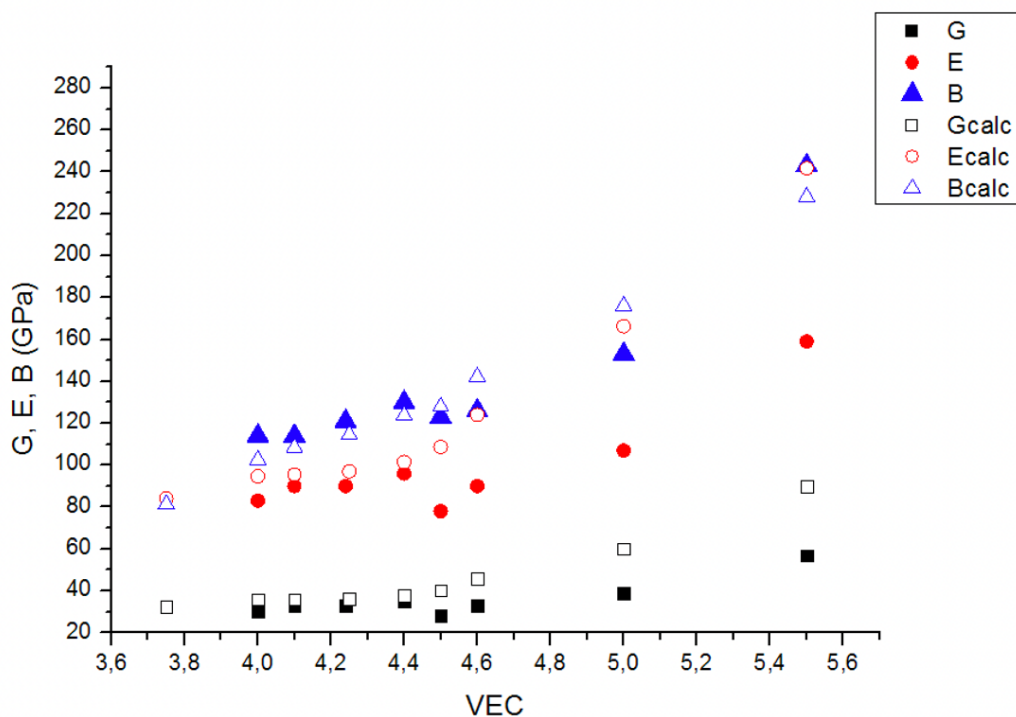
c. Az 1.-9. minták pordiffrakciós spektrumainak összehasonlítása:



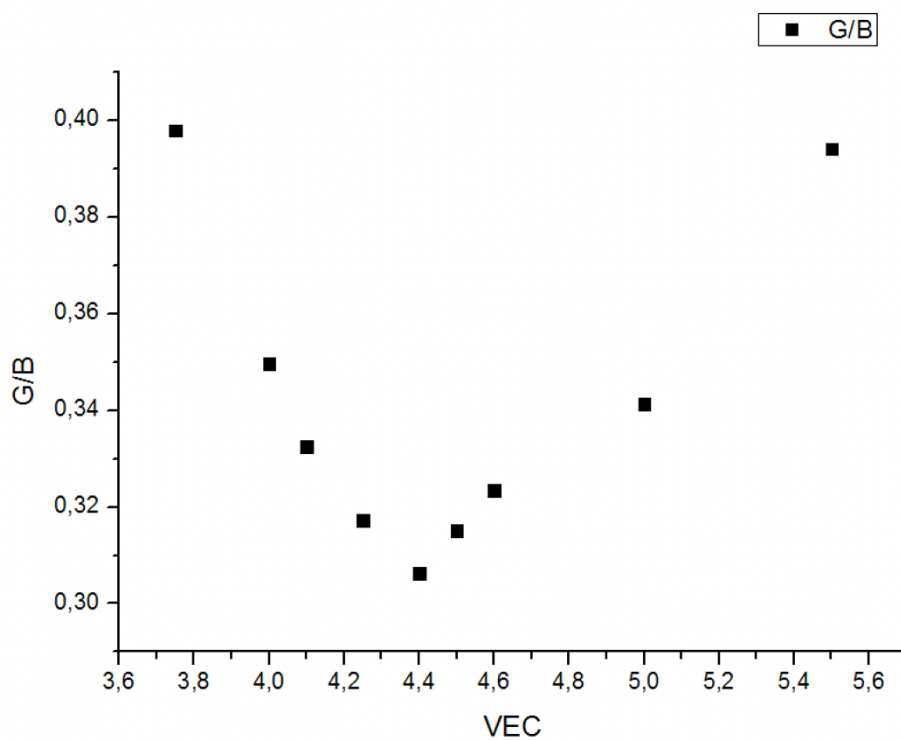
d. A mért keménység VEC függvényében ábrázolva:



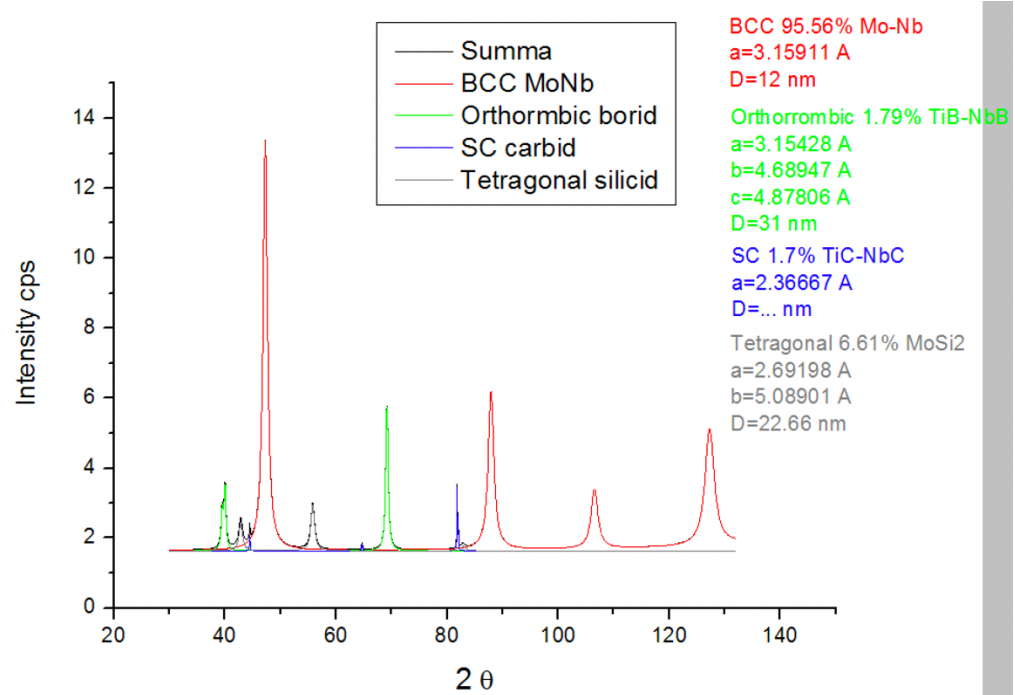
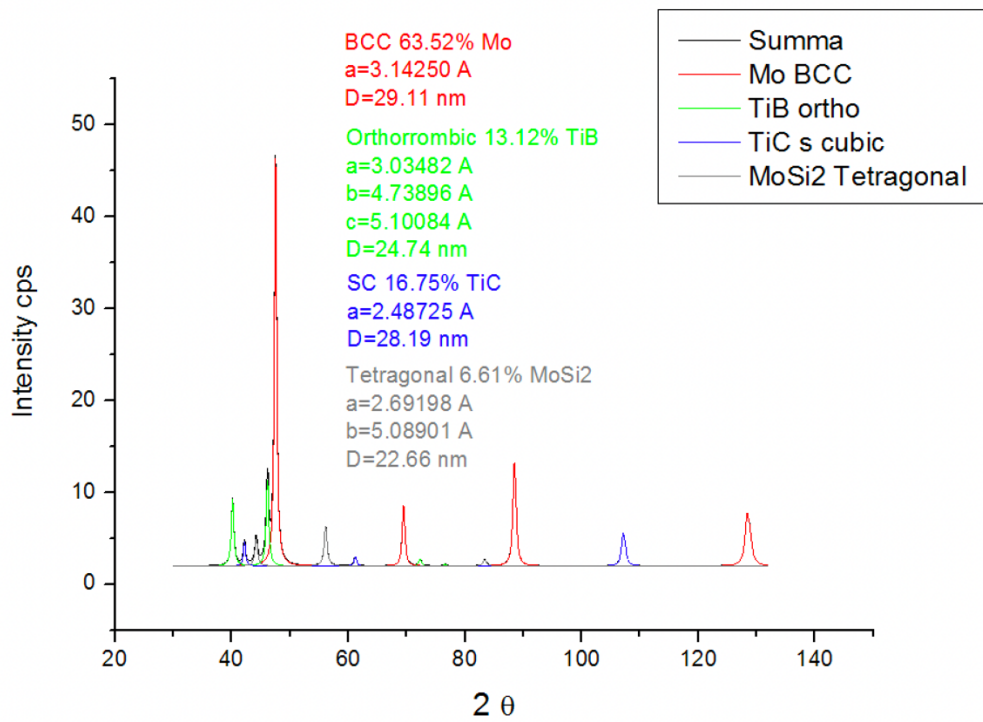
- e. Az 1.-9. mintákon mért UH adatokból számolt B, E, G valamint az irodalmi adatokból számolt B, E, G értékek VEC függvényében ábrázolva:



- f. Az 1.-9. mintákon mért UH adatokból számolt G/B értékek VEC függvényében ábrázolva:



g. Példák az α - α' típusú minták (14. és 16.) kiértékelésére:



Publikációk: A szívós rideg átmenet $VEC = 4$ körüli értéknél című cikkhez van hat ábra (ZRD, Sűrűség, keménység, elméleti számítás, UH sebesség mérés). A cikk írása folyamatban van

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben:

A félév során két kurzuson vettem részt:

- Rácshibák II. EA
- Fizikai Anyagtudomány I. EA

Konferenciák az aktuális félévben:

- Az ELTE anyagfizikai tanszékének szemináriumainak alkalmankénti hallgatója vagyok
- A Wigner Fizikai Kutatóközpont szemináriumainak alkalmi hallgatója vagyok