

DIÁKTUDOMÁNY

A MISKOLCI EGYETEM TUDOMÁNYOS
DIÁKKÖRI MUNKÁIBÓL

2015-2016.



MISKOLCI
EGYETEM
UNIVERSITY OF MISKOLC

Nemzeti Tehetségprogram NTP-HHTDK-15-0034

**MISKOLCI EGYETEM
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI TANÁCS
IX. KÖTET**

Szerkesztők:

Prof. Dr. Kékesi Tamás
Prof. Dr. Wopera Zsuzsanna
Dr. Dabasi-Halász Zsuzsanna

* * * * *

Szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Bokányi Ljudmilla
Műszaki Földtudományi Kar
Dr. Szemmelveisz Tamásné dr.
Műszaki Anyagtudományi Kar
Dr. Kovács László
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Dr. Pásztorné dr. Erdős Éva, Dr. Varga Zoltán
Állam- és Jogtudományi Kar
Dr. Gadócziné Prof. Dr. Fekete Éva
Gazdaságtudományi Kar
Kegyesné dr. Szekeres Erika, Fekete Sándor
Bölcsészettudományi Kar
Dr. Fodor Bertalan
Egészségügyi Kar
Gáspárné Dr. Tóth Marica
Bartók Béla Zeneművészeti Intézet

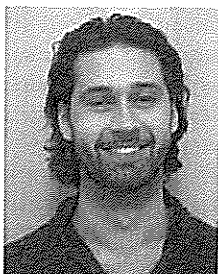
* * * * *

Technikai szerkesztők:
Majorosiné Hajdu Zsuzsanna
Lehoczkyné Tóth Alexandra

Nyomdai kivitelezés: Miskolci Egyetem
Miskolc-Egyetemváros, 2016.

TARTALOMJEGYZÉK

	oldal
Előszó	7
Műszaki Földtudományi Kar	9
<i>Lados Tibor</i> A mátra-bükkaljai lignitvagyon foglalkoztatás-politikai aspektusai	11
<i>Osváth Kristóf Gergely</i> Izotóphidrológiai vizsgálatok a háromfázisú zónában	16
<i>Pecsmány Péter</i> Teraszvizsgálatok a Bükkalja nyugati részén	22
<i>Péter Anna</i> Rétegcsúszás állékonyságvizsgálata SVOoffice szoftvercsomag alkalmazásával	28
<i>Szabó Ferenc</i> Mechanikai eljárástechnikai vizsgálatok számítógép-alaplapok újrahasznosítására	33
Műszaki Anyagtudományi Kar	39
<i>Halápi Dávid</i> Billentve öntés formatöltési viszonyainak szimulációja	41
<i>Kárpáti Viktor</i> Edzés, megeresztés utáni maradó feszültségállapot összehasonlító elemzése	48
<i>Gyimesi Adrienn</i> Nagy nehézfém tartalmú biomaszra égetésekor a szállópor nehézfém tartalmának vizsgálata különböző füstgáz hőmérsékletek mellett	55
<i>Parragh Dávid Máté</i> A para-toluol-szulfonsavval katalizált n-butil alkohol és ecetsav reakciójának optimalizálása mikroreaktorral	63
<i>Sepsi Máté</i> Tér fogathányad meghatározása röntgendiffrakciós módszerekkel	71
Gépészmérnöki és Informatikai Kar	79
<i>Agárdi Anita, Debreceni Bálint</i> Szemantikai távolság alapú klaszterezés	81
<i>Földi Szabolcs</i> Folyamatos technológiai mintarendszer vezetési és szabályozási algoritmusainak tesztelése, fejlesztése	88
<i>L. Kiss Márton</i> Etorobotikai viselkedésmoделl implementációja beágyazott rendszeren	96
<i>Rónai László</i> Precíziós rezgésmérések korszerűsített lézerinterferométerrel	104
<i>Suhaj Anett</i> Nyírásra igénybe vett átlapolt ragasztott kötésben ébredő nyírófeszültség eloszlásának meghatározása	112



Sepsi Máté a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának 4. féléves anyagmérnök Bsc-s hallgatója. 2015 őszén nagy érdeklődéssel és intenzitással kapcsolódott be a Fémteni Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet kutatási projektjébe, ahol a röntgendiffrakciós finomszerkezet-vizsgáló módszer alkalmazási lehetőségeihez kapcsolódó feladatokat oldott meg. Kutatási eredményeiből készült dolgozatát a 2015. évi őszi intézményi TDK-n az Anyagtudomány I. Szekcióban mutatta be, mellyel első helyezést ért el. Konzulensei Dr. Mertinger Valéria egyetemi tanár, mestertanár és Dr. Benke Márton egyetemi docens.

TÉRFOGATHÁNYAD MEGHATÁROZÁSA RÖNTGENDIFFRAKCIÓS MÓDSZEREKKEL

Sepsi Máté

Bevezetés

Gyakorlati fémes ötvözeink, szerkezeti anyagaink csak a legkritikább esetben állnak egy fázisból. Fázisnak hívjuk az ötvözetek azonos fizikai, kémiai tulajdonsággal rendelkező részeit. Szilárd állapotban az egy fázisú szövet lehet színtfém, szilárdoldat és vegyület. Amennyiben a szilárdoldat keletkezésekor dúsulási hatások lépnek fel (mint ahogy reális folyamatokban mindig fellépnek) a fázison belül alakulhat ki koncentráció különbség. Ezért, pontosítva a definíciót, egyfázisúnak tekinthető az a szöveti rész, ahol a fizikai, kémiai tulajdonságokban nem következik be ugrásszerű változás. Egyfázisúnak tekinthető a szekunder szilárdoldat (alkotóit oldani képes vegyület) is. Az eltérő fázisokat fizikai határfelület választja el egymástól [1].

Többfázisú rendszerekben a jelenlévő fázisok mennyiségi arányának meghatározó szerepe lehet számos tulajdonság tekintetében. A legjellemzőbb tulajdonságok a mechanikai és korróziós tulajdonságok. Többfázisú rendszerek mindig nagyobb szilárdságúak és keményebbek, hisz a diszlokációs szabad úthossz rövidül. A korróziós tulajdonságok szintén drasztikusan változhatnak, ha változik a fázisok száma. Néhány jellemző gyakorlati példa, ahol a fázisok arányának döntő szerepe lehet a következők:

- Edzett szövetszerkezetben a maradék ausztenit mennyisége. Ha az ausztenit mennyisége nagyobb, akkor csökken az edzési keménység, valamint az ausztenit későbbi bomlásából mechanikai feszültségek alakulhatnak ki, ami akár méret deformációhoz is vezethet [2]. Ezért csapágyakban minőségi követelményként limitálják a maradék ausztenit tartalmat.
- Dual acélokban a ferrit –martenzit arány beállításával széles körben változtatható a szilárdság és nyúlás értéke [3].
- Duplex saválló acélokban a ferrit - ausztenit arány változtatásával széles körben változtathatók a tulajdonságok, az ausztenit mennyiségének növelésével csökken az átmeneti hőmérséklet, nő a szilárdság, keménység [4].
- Ausztenites saválló acélokban a karbidkiválással drasztikusan lecsökken a korrózióállóság. Itt tipikusan kerülendő a második fázis megjelenése [5].
- Szerszámacélokban viszont a kellő mennyiségű króm- vagy ötvözőfém karbid biztosítja a nagy szilárdságot és keménységet. Itt kimondottan törekszünk a karbid fázisok térfogathányad növelésére [6].
- Heterogén sárgaréz ötvözetekben az alfa és béta réz térfogataránya döntően meghatározza ezen ötvözetek alakíthatóságát, tipikus a kovácsolhatóság [7].

Többfázisú rendszerek térfogatarányának meghatározására többféle módszer is lehetséges. A módszer kiválasztásánál több szempontot is figyelembe lehet venni. Az egyik legfontosabb szempont, hogy milyen pontossággal akarjuk a fázisarányt meghatározni. Másik szempont, hogy térfogati vagy felületi adatra vagyunk kíváncsiak. Nagyon fontos szempont az is, hogy milyen jellemző eltérő tulajdonsága van a szétválasztandó fázisoknak, melynek mérésével tudunk pontosabb eredményre jutni.

Az előző példákra visszautalva ausztenit és ferrit (martenzit) elkülönítésére jó módszerek a mágneses elven alapuló mérések, hiszen az ausztenit nem ferromágneses fázis [8]. Ezen módszerekkel az a probléma, hogy jó etalon kell a pontos számadat meghatározásához, viszont folyamatok követésére kiválóan alkalmasak. Metallográfiai módszerekkel, szelektív, akár színes maratási technikákkal nagyon jó eredmények érhetők el [9]. Ezen módszerek hátránya, hogy kis területen 2 dimenzióban történik a mérés, ezért érzékenyek a mintavétel jellegére, és kellően nagyszámú mérést kell elvégezni, hogy a kvantitatív metallográfiai összefüggéseket alkalmazni tudjuk, amely szerint az átlagos felület arány megegyezik a térfogataránnyal [10]. Különösen problémát jelenthet, ha a meghatározandó fázisok orientáltak, nem izotróp módon helyezkednek el a szerkezetben.

A fázismennyiség egyik leggyakoribb - és sok tekintetben előnyös - meghatározási módja a röntgendiffrakciós elven történő mérés. Vizsgálataimhoz én is ezt a technikát alkalmaztam. A módszer előnye, hogy a metallográfiai méréshez képest nagyobb térfogatról, és a térfogatra kiátlagolva ad információt. Nem tartalmaz szubjektív hibát. Hátránya, hogy kellő szakértelmet, nagy értékű berendezést és szoftveres hátteret igényel. Ez a módszer is lehet érzékeny az orientációs problémákra, és a vizsgálati idő is több órás. A röntgendiffrakciós fázismennyiség vizsgálat elve, hogy valamely x fázis (hkl) Miller indexű síksorozataról kapott interferencia függvény intenzitása (I) a következő kapcsolatban áll a fázis mennyiségével (V_x) [11]:

$$I_{x,hkl} = CW(HT) |F|^2 N^2 ADV_x \quad (1)$$

ahol C : a mérés körülményeitől függő berendezésfaktor, W : a szögfaktor, (HT) : a felületvalószínűség faktor, izotróp esetben $T=1$, F^2 : a szerkezeti faktor, N : a térfogategységenkénti elemi cellák száma, A : az abszorpciósfaktor, D : a Debye-Waller faktor. H értéke 6-48 között változik a Miller index függvényében.

A faktorok a következő módon számíthatók:

$$|F_{hkl}|^2 = \left| \sum_n f_n \cos\{2\pi(hx_n + ky_n + lz_n)\} \right|^2 + \left| \sum_n f_n \sin\{2\pi(hx_n + ky_n + lz_n)\} \right|^2 \quad (2)$$

ahol f_n az n .atom atomszórási tényező, x_n, y_n, z_n , az n .atom koordinátái a rácselemben

$$W = \frac{1 + \cos^2 2\theta}{\cos \theta \sin^2 \theta} \quad (3)$$

ahol θ a Bragg szög.

$$N = 1/a^3 \quad (4)$$

ahol „ a ” a rácsparaméter.

$$A = 1/2\mu \quad (5)$$

ahol μ a lineáris abszorpciósfaktor

$$D = \exp(-2B \sin^2 \theta / \lambda) \quad (6)$$

ahol B hőmérséklettől és kristálytani orientációtól függő állandó, λ - hullámhossz.

A mérés problémáját az jelenti, hogy az „ A ” értéke függ az adott fázis térfogathányadától, illetve a fázist alkotó atomok rendszámától. Porminták esetében

belső sztenderd alkalmazásával ez a probléma megoldható, de fémes területen kompakt minták esetében nem. Ekkor három lehetséges módszer áll rendelkezésünkre:

- Elvégezzük a szerkezetfinomítás alapján a Rietveld profil analízist, ami komoly szoftveres támogatást és nagy vizsgálói rutint igényel, és legjobb illesztéshez tartozó paraméterek tartalmazzák a fázismennyiséget is.
- Azonos atomból álló fázisok esetén két fázis problémára vezetjük vissza a megoldást és felírhatjuk az alábbi összefüggést:

$$\frac{I_{\alpha i}}{I_{\beta j}} = \frac{K_{\alpha i}}{K_{\beta j}} \frac{V_{\alpha}}{V_{\beta}} \quad (7)$$

ahol $I_{\alpha i}$ és $I_{\beta j}$ az α és β fázis i -edik és j -edik interferencia függvényének intenzitása, V_{α} és V_{β} pedig az α és β fázisok térfogathányada, $K_{\alpha i}$ és $K_{\beta j}$ az α és β fázisok i -edik és j -edik interferencia függvényének összevont konstansai az (1) egyenlet alapján. Ebben az esetben az abszorpciós konstans a két fázisra megegyezik és kiesik az egyenletből. Az összefüggést felírhatjuk két vagy több reflexió párra is. Ez a módszer abban az esetben bizonytalan, ha nem izotróp mintáról van szó, mert ekkor az (1) egyenletben T értéke nem lesz egyenlő eggyel, de nem feltétlen tudjuk, hogy mennyi.

- Kétfázis problémára vezetjük vissza a megoldást és a (7) egyenletet minden lehetséges reflexióra felírjuk, ezáltal kiszöböljük ki a textúra hatását.

A vizsgálataim során a 2. és a 3. módszert alkalmaztam.

A vizsgálati anyag és módszerek ismertetése

Jelen kutatómunkámban 1.4740W szabványjelű saválló acél ötvény ausztenit - ferrit hányadának meghatározásával foglalkoztam. Az acélból öntött mintadarabok (H12, H8) összetételét spektrometriás elemzés alapján az 1. táblázat tartalmazza. A táblázat szintén feltünteti a Cr és Ni ekvivalens értékeket illetve hányadosukat. Az ekvivalens számítása az ötvözők m/m%-a alapján a következő módon történt:

$$Ni_{ekv} = Ni + Co + 0.5Mn + 0.3Cu + 25N + 30C \quad (8)$$

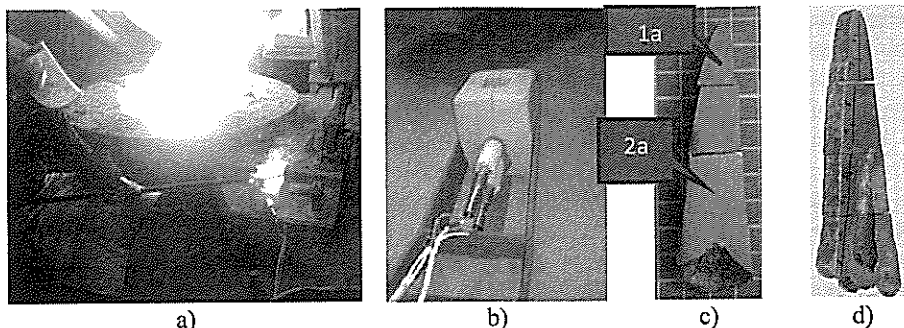
$$Cr_{ekv} = Cr + 2Si + 1.5Mo + 5V + 5.5Al + 1.75Nb + 1.5Ti + 0.75W \quad (9)$$

Az acélt ipari körülmények között öntötték le kísérleti célra készített homokformába (4. ábra). A homokforma ék geometriájú volt a különböző hűlési sebességek előidézése céljából. A lehűlést 2 termoelemmel rögzítették. A lehült mintadarabot hosszirányban elvágták, majd metallográfiai csiszolatot készítettem. Négy növekvő szemcseméretű csiszolópapíron csiszoltam, gyémántpasztával políroztam és hígított királyvizes oldattal marattam meg. A könnyebb kezelhetőség érdekében a mintákat több darabra vágtam, a mintajelölést szintén az 1. ábra mutatja.

2. táblázat:

A vizsgált ötvözet kémiai összetétele m/m%

	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Fe	Cr _{eq}	Ni _{eq}	Cr _{eq} / Ni _{eq}
H8	0,3	1,481	0,42	19,08	0,553	1,709	75,98	23,3	10,6	2,198
H12	0,404	1,605	0,414	18,69	0,326	1,881	76,35	23,3	12,7	1,835

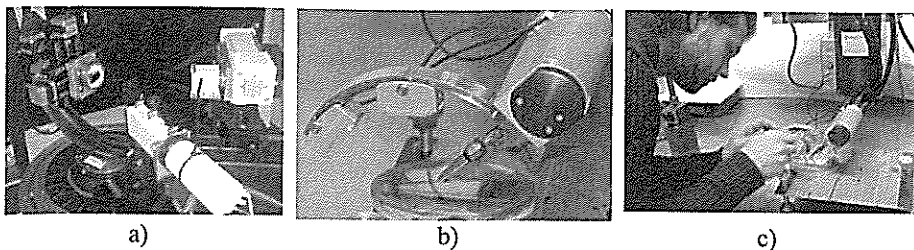


1. ábra: A vizsgált acél próbatest öntése (a), a homok öntőforma a két termoelem bevezetéssel (b,) és az öntött H12 mintáról (c), és a H8 mintáról készült csiszolat (d)

A mintadarab szövetszerkezetét fénymikroszkóppal (Zeiss Axio Imager) és energiadiszipatív mikroszondával kiegészített elektronmikroszkóppal (Zeiss EVO MA10 + EDAX) vizsgáltam meg.

A fázismennyiség mérésére kétféle módszert alkalmaztam. Első esetben Bruker D8 Advance típusú diffraktométerrel Co röntgenforrással Fe abszorpciós szűrővel végeztem a vizsgálatot (2. ábra a jelű kép). A mérés során a teljes spektrumot rögzítettem. A mérés körülményei: gyorsító feszültség: 40kV; fűtőáram: 40mA; mért 2θ tartomány: 20-130°; $\Delta 2\theta$: 0,05° 10 szekundumonként. A mért fájlt APX 63 szoftverrel értékeltem ki. Itt a szoftver felületére betöltjük a mért adatokat, elvégezzük a fázisazonosítást, vagyis megjelöljük, hogy melyik csúcs melyik fázishoz tartozik. A szoftver a (7) egyenlet alkalmazásával felállít egy mátrixot az összes reflexió figyelembe vételével, majd elvégzi a számítást. A feldarabolt minták mindegyikén egy mérést végeztem.

A másik módszer esetén a Stresstech G3R központ nélküli diffraktométert, Cr röntgenforrással és V szűrővel használtam (2. ábra b jelű kép). A mérés körülményei: gyorsító feszültség: 28 kV; fűtőáram 6mA; gyűjtési idő: 4 szekundum a ferrit és 80 szekundum az ausztenit esetén. Itt két lépésben történik a vizsgálat: először a ferrit reflexióit rögzítjük, majd áthelyezzük a helyzet érzékeny vonaldetektorokat (2. ábra c jelű kép), majd az ausztenit reflexióit is rögzítjük. A detektorok az adott szögtartományban nagy felbontással gyűjtik az adatokat. A nyers adatok esetén lehetőség van manuális háttérleválasztásra, illetve ami a módszer jelentőségét adja, profilillesztésre és átfedő reflexiók szétválasztására. Az átfedő reflexiók szétválasztása azért szükséges, mivel a szövetképből is láttuk, illetve a Bruker kis lépésközzel rögzített diffrakciós spektrumát alapul véve, több helyen átfednek a karbid reflexiók a ferrit és ausztenit reflexiókkal. Ezért először a Gauss profilillesztést végeztem el, meghatározva a csúcsok számát és helyét, majd az illesztés megfelelő állapotában kijelöltem azt a csúcsot, ami a kívánt ferrit vagy ausztenit fázishoz tartozott és elvégeztem a számítást. A csúcs kijelölésnél a PDF adatbázis adatait vettem alapul. Ez a művelet nagy odafigyelést igényel, mert a Bruker berendezés skálázása és a Stresstech berendezés skálázása fordítva történik. A számításhoz a szoftver elvégzi a lehetséges párosításokat a (7) egyenlet alapján. majd a párosításokból számolt értékekből ad meg egy átlagot mérési eredményként. Mérést elvégeztem a feldarabolt minták mindegyikén két pontban.



2. ábra: Fázismennyiség mérés a Bruker berendezésben (a), a Stresstech berendezésben (b), a detektorok áthelyezése a Stresstech berendezésben (c)

Eredmények

A fénymikroszkópos vizsgálat eredményét a 3. ábra mutatja. Mindkét szövetben szemcsehatár kiválókat és két különböző kontrasztot adó alapszövetet tudunk megkülönböztetni. A sötétebb és világosabb alapszövet részek aránya a két mintában szemlátomást eltérő, a H12 jelűben több a sötét fázis. A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálat szerint (4. ábra) a szövetben legalább kétféle karbid (3,4 jelű terület) és kétféle szilárdoldat található. A karbidok Cr, W, Fe tartalma eltérő, míg a két szilárdoldat nagyon hasonló összetételű. A szövetkép is indokolja a röntgendiffrakciós vizsgálat elvégzését.

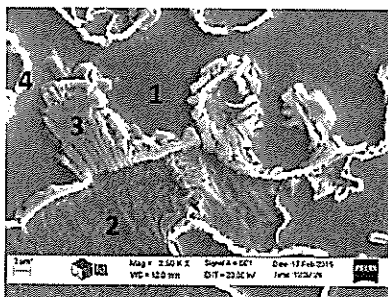


H8 (H83)



H12 (H12-2B)

3. ábra: A két minta fénymikroszkópos szövete



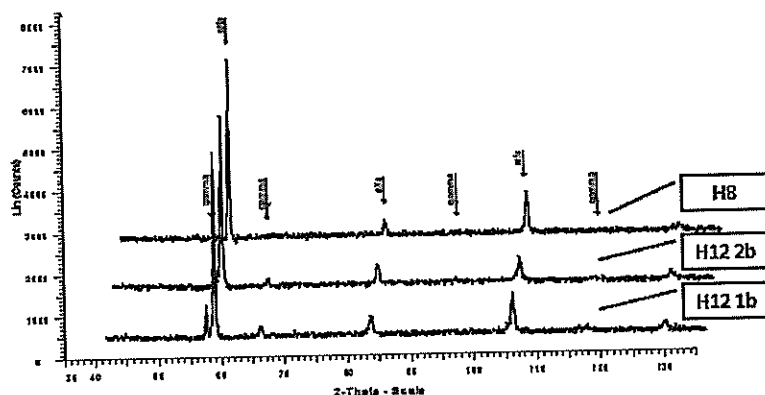
m/m%	1 pont	2 pont	3 pont	4 pont
C	1,69	1,3	3,54	2,99
Si	2,34	1,97	1,29	1,59
Cr	18,41	18,84	28,87	34,06
Mn	0,6	0,64	0,44	0,41
Fe	72,55	73,6	61,83	54,43
Ni	0,95	0,84	0,68	0,71
W	3,46	2,8	3,34	5,81

4. ábra: A H8 (4-1) minta pásztázó elektronmikroszkópos szövete és területi EDAX elemzés eredménye

A Bruker berendezéssel rögzített teljes röntgendiffrakciós spektrumot valamennyi mintára az

5. ábra mutatja. Számításaim során csak a ferrit és ausztenit fázisok egymáshoz viszonyított arányát határoztam meg, ezért a spektrumon is ezeket a reflexiókat jelöltem be. A számítást görbe alatti területértékekkel végeztem el, az eredményeket 3. táblázat tartalmazza. A Stresstech berendezéssel végzett mérési eredményeket a H8 és H12

mintára a 4. táblázat tartalmazza. A profilillesztés eredményét példaként a 6. ábra mutatja. A diagram felső részén a háttér, a mért profil és ráillesztve a több csúcsból álló generált profil. Nyilván minél jobb az illesztés, a két görbe annál inkább együtt fut. Alatta pedig az illesztéshez generált csúcsok, nyíl jelöli a számításához kiválasztott és használt csúcsot.



5. ábra: A H8 H12 minták teljes röntgendiffrakciós spektruma

Összegzés

Kutatómunkám során erősen ötvöztött, saválló, öntött acélon végeztem fázismennyiség meghatározást röntgendiffrakciós módszerrel. A vizsgálat szükségességét egy korábbi kutatómunkában felmerült kérdés indokolta. A probléma mérés technikai oldalát az jelenti, hogy a fázismennyiség vizsgálat elve izotróp por mintán alkalmazható jól. A vizsgált minta nem porítható, ezért kompakt minta vizsgálatára kerestem a lehető legjobb módszert. A kétféle módszer a teljes profilt alapul vevő számítás (Bruker), illetve a csak 2-2 illesztett reflexiópáron alapuló (Stresstech) számítás. A kétféle módszert kétféle berendezéssel történt mérési adatokon alkalmaztam. A mérési eredmények alapján a következő megállapításokat tudom tenni:

- A Stresstech-módszer a szűkebb vizsgálati szögtartományon nagyobb szögfelbontással és érzékenységgel ad jelet. Ez adódhat a flexibilisen változtatható gyűjtési időből, a detektor érzékenységből és a gerjesztő sugár eltérő voltából. A Bruker Co sugárzása gerjeszti a Cr atomokat, leromlik a jel/zaj viszony, és ha kevés a vizsgálandó fázis mennyisége, akkor annak meghatározása nem lehetséges. Ez az oka, hogy ezzel a módszerrel jellemzően kisebb fázismennyiség értékeket kaptam. Ha nagyobb a fázis mennyisége (H12 minta), akkor a jellemző tendenciák ezzel a módszerrel is kimutathatók.
- Az adott mintán (pl H12), és egy módszeren (Stresstech) belüli mérési adatok nagy szórása jelen esetben a minta anyagszerkezeti okaira vezethető vissza. Az öntött minta mind összetételében, mind szerkezetében erősen inhomogén és irányított jellege különösen nagy szórást okozhat a mérések során.
- A Stresstech-módszer esetében - azon túl, hogy a Cr röntgencső alkalmazásával a gerjesztés hatását elkerültem, a profilillesztés és a nagyobb szögfelbontás lehetőségével -, az erősen textúrált és inhomogén minta, valamint a csak 2-2 reflexiópár alkalmazása ellenére is, nagyobb pontosság és érzékenység volt elérhető.

- Mindezeket figyelembe véve és kihasználva azt az előnyt is, hogy a Stresstech - módszer mérési ideje töredéke a Brukeres mérésnek, ilyen heterogén, erősen anizotróp minta esetében a Stresstech módszert javaslom alkalmazni.

3. táblázat:

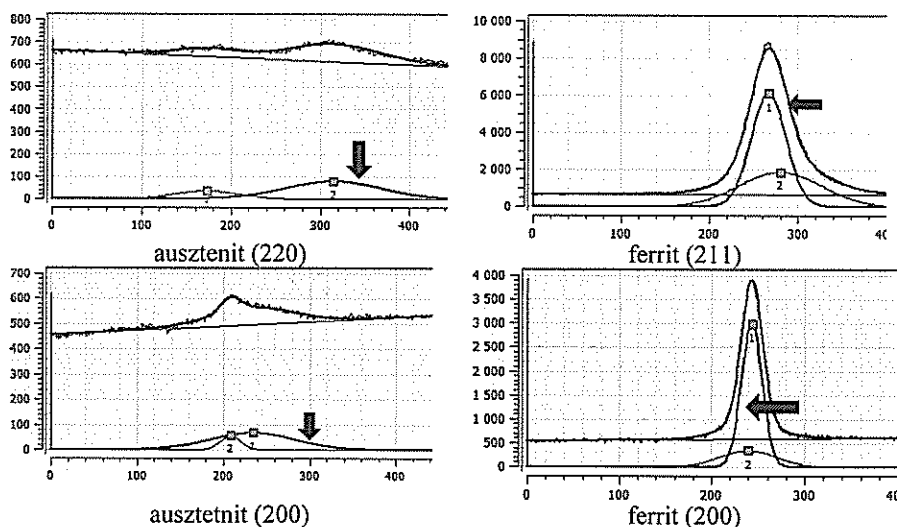
A vizsgált minták ferritre vonatkoztatott ausztenit tartalma teljes profilszámítással

Minta	Ausztenit v/v%
H12 1b	18
H12 2b	10
H8 2	0

4. táblázat:

A vizsgált minták ferritre vonatkoztatott ausztenit tartalma profilillesztéssel

H8 minta			H12 minta		
mérési pontok	Ausztenit (v/v%)	(±)	mérési pontok	Ausztenit (v/v%)	(±)
1	7,7	4,4	1	14,5	3,6
2	10,3	5,5	2	26,4	1,9
3	3,2	0,2	3	22	2,2
4	9,9	5,4	4	17	4,5
5	6,2	4,3	5	24	6,2
6	13,1	4,4	6	19,2	2,1
			7	26	6,1
			8	22,3	3,7
Átlag	8,4	4,0	Átlag	21,425	3,8



6. ábra: A H8 (1-1) minta profilillesztéses kiértékelése, felül mindig a mért és az eredő profil a háttérleválasztással, alul pedig az felbontott profil, nyíl jelzi a számoláshoz kiválasztott és használt csúcsot.

Felhasznált irodalom:

1. Roós A. *Fémten I.*, Miskolci Egyetem, 2011. p.192.
2. W. F. Hosford: *Iron and steel*, Cambridge University Press, 2012. p. 126.
3. H. K. D. H. Bhadeshia: *Steels Microstructure and properties*, Elsevier, 2006. p.220
4. M. Seps, J. Parti, V. Mertinger: Microstructure characterisation of casted 17% Cr stainless steel, MicroCad konferencia kiadványa, 2016. Miskolc
5. P.Marshall: Austenitic stainless steels, Microstructure and properties, Elsevier Applied Science Publishers, 1984, p. 31.
6. J. R. Davis, *ASM Metals Handbook, Vol. 4 Heat treating*, ASM International, 1991. p.160.
7. J. R. Davis, *ASM Specialty Handbook, Copper and Copper Alloys*, ASM International, 2001. p. 54.
8. Nagy Erzsébet: *Alakváltozás indukálta martenzites átalakulás ausztenites Cr-Ni acélokban*, PhD értekezés, Miskolci Egyetem, 2007
9. G.F. Vander Voort, *ASM Handbook, Volume 9: Metallography and Microstructures*, p.493–512
10. Gácsi Z. Sztereológia és képelemzés, Egyetemi Tankönyv, Well-Press Kiadó, 2001
11. Bárczy P., Fuchs E., *Metallográfia I.* Tankönyvkiadó, 1981, p.108.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom Parti Józsefnek az acélöntvények előállításáért, Kovács Árpádnak az elektronmikroszkópos vizsgálatokban, Márkus Zoltánnénak a metallográfiai előkészítésben, Dr. Nagy Erzsébetnek az APX szoftver használatában nyújtott segítségével és a kéziratom lektorálásáért.

Lektorálta:

Dr. Nagy Erzsébet

tudományos főmunkatárs