

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

149. évfolyam

2016/3. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

TARTALOM

Vaskohászat

- 1 **Móger R. – Gönczi P. – Titz I. – Cseh F.:** A nagyvolvasztói fúvóformák élettartam növelése (ExTuL) projekt eredményeinek összefoglalása
- 3 **Pálinkás S. – Gindert-Kele Á. – Gajdán B.:** Kultivátor kapák gyártása, valamint a hőkezelésük és az élettartamuk vizsgálata
- 6 VIII. Őzdi ipari örökségvédelmi konferencia
- 9 Az acélok szabványosítása 2015-ben

Öntészet

- 9 **Mádi L. J. – Varga L. – Fegyverneki Gy.:** Műgyantás homokmagok szilárdsági tulajdonságainak változása hőterhelés hatására
- 13 **Mühl N.:** A Soproni Vasöntőde története
- 17 100 éve született Nagyzsádányi Endre, a Soproni Vasöntőde igazgatója
- 19 72. WFC Öntészeti Világkongresszus
- 20 A Magyar Öntészeti Szövetség 25. és 26. közgyűlése

Fémkohászat

- 21 **Horváth Á. – Gombkötő I. – Nagy S.:** Elektronikai hulladékok újrahasznosítása valamint a bennük lévő kritikus elemek dúsítása mechanikai eljárásokkal
- 26 **Mikó T. – Szabó G. – Krállics Gy.:** A hőmérséklet és az alakváltozási sebesség hatása az AlMn1 ötvözet alakváltozási tulajdonságaira

Anyagtudomány

- 30 **Katona B. – Orbulov I. N.:** Kerámiagömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabok kvázisztatikus és nagy alakváltozási sebességű nyomóvizsgálata
- 35 **Sepsi M. – Parti J. – Mertinger V.:** Öntött saválló acél keménységének korrelációja a szabványon belüli összetétel változásával A fémek mechanikai vizsgálataira vonatkozó szabványok
- 40 Fazola Fesztivál meghívó

Felsőoktatás

- 41 Interjú a 75 éves Károly Gyula professzorral, az OMBKE tiszteleti tagjával
- 47 Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei

Hírmondó

- 45 Beszámoló az MTA metallurgiai tudományos bizottságának üléséről
- 47 Tisztújítás a Fémszövetségben
- 48 Fémhulladékos szakmai nap a REGY Metalnál
- 49 Kassa és Rozsnyó környéki technikátörténeti tanulmányút
- 52 Köszöntések
- 53 Nekrológok

Tartalom

I–IV Tartalom és tárgymutató – 2015

Öntészet rovatunkat az 1950-ben indított és 1991-ben megszűnt önálló szaklap, a BKL Öntőde utódjának tekintjük.

FROM THE CONTENT

Mádi L. J. – Varga L. – Fegyverneki Gy.: **Strength properties variation of resin bonded core materials affected by thermal load 9**
The effect of thermal stress on casting cores is examined. The quality of castings is directly affected by the behavior of the cores. The definition of the appropriate binder system and the correct amount of the components (resin, catalytic agent) is an elemental consequence. The examination of the collapsibility characteristics can be done by bending strengths analysis on thermal loaded samples. At 400°C temperature there is an after hardening effect which does not occur at 450°C. The deformation of the cores was examined by computer controlled displacement sensor. Test specimens were prepared by a multi-cavity core blowing machine. The strength of the specimens depending on the position of the core in the die was also detected and the middle position had the highest strength. A new material testing process, the so called compressive-wedge test was also beta-tested. This analysis is able to detect the binding force along the longitudinal axis of the test specimen and by the help of this the binding-force alteration can be detected. The lower part of the test piece is rigid, while the upper part has plastic properties. To explore this effect control volume computer simulation was run and this also exhibited after hardening which can be the reason of the deviation of the values. It can be defined that the position and the length of the core-blowing has a provable effect on the strength of the cores.

Mühl N.: **The History of Sopron Iron Foundry There functioned an iron foundry in Sopron ... 13**
(West Hungary) from the early 20th century to its end. Our study informs on the history of the foundry, its development, activities playing important role in the history of our casting industry and its decay.

Horváth Á. – Gombkötő I. – Nagy S.: **Recycling of waste of electrical and electronic equipments and mechanical enrichment of critical elements 21**
Alongside mineral resource availability, recycling and substitution are also becoming key factors for securing raw material requirements for an economy or, in a broader view, for a society. Waste recycling initially started due to some environmental reasons in most countries as part of waste management approaches; in case of metals however, their market value turned recycling into part of the raw material strategy for most of the industrialised countries. As part of the raw material strategy, recyclable products and available material resources related strategies, policies, education and research are hard to separate as the way of this report does, cross cutting synergies are present in both every reference countries and in the EU. The WEEE Directive provides specific standards for WEEE recycling operations, including Best Available Technology (BAT) guidance. Many of the Critical Raw Materials (CRM) occur in the component parts of electronic and electrical goods, and in

large amounts in the case of materials such as steel and aluminium. Mechanical preparation of WEEE streams are important to enhance metallurgical treatment and recovery methods. Two case studies are also presented within the framework of this paper.

Mikó T. – Szabó G. – Krállics Gy.: **The effect of temperature and strain rate to the deformation property of AlMn1 26**
The deformation properties of metals are basically influenced by strain, strain rate and the temperature. The flow stress decreases with the temperature, while strain rate has opposite effect. The effect of these parameters can be defined by the materials flow curve, as a function of strain. In our study compression tests were performed on moulded AlMn1 grade between 296 K and 743 K by applying a constant strain rate of 0,01; 0,1 and 1 s⁻¹. The work hardening of the material as a function of temperature was examined, and between 623 K and 743 K the flow behaviour of material was described by a mathematical formula.

Katona B. – Orbulov I. N.: **Quasi-static and high strain rate response of aluminum matrix syntactic foams under compression 30**
Aluminum alloy matrix syntactic foams were produced by inert gas pressure infiltration. Four different alloys and ceramic hollow spheres were applied as matrix and filler material, respectively. The effects of the chemical composition of the matrix and the different heat-treatments are reported at different strain-rates and in compressive loadings. The higher strain rates were performed in a Split-Hopkinson pressure bar system. The results show that, the characteristic properties of the materials strongly depend on the chemical composition of the matrix and its heat-treatment condition. The compressive strength of the investigated foams showed a limited sensitivity to the strain rate, its effect was more pronounced in the case of the structural stiffness and fracture strain. The failure modes of the foams have explicit differences showing barreling and shearing in the case of quasi-static and high strain rate compression respectively.

Sepsi M. – Parti J. – Mertinger V.: **Correlation of hardness with composition variation within the standards tolerance in casted stainless steel 35**
Wedge-shaped, Cr-C-Si-W alloyed ferritic stainless steel used for casting of an exhaust system component was poured into sand crucible. The correlation between the cooling rate, the concentration variables inside the standard regulation, the microstructure feature, and the hardness were investigated. It was experimentally showed that the variables of concentration could be so strong that the annealing heat treatment is needful while the effect of investigated cooling rate was negligible. The increase in hardness was caused by the increase of austenite volume fraction which was resulted by the decrease of Cr_{eq}/Ni_{eq}.

Continued on page 8.

• **Szerkesztőség:** 1051 Budapest, Október 6. utca 7., III. em. • **Telefon:** 06-1-201-7337 •

• **E-mail:** bkl.kohaszat@gmail.com •

• **Felelős szerkesztő:** Balázs Tamás •

• **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Harcsik Béla, dr. Klug Ottó, dr. Kórodi István, Lengyelné Kiss Katalin, Schudich Anna, Szende György, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás •

• **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Nagy Lajos •

• **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670** •

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. • A közölt cikkek fordítása, utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. •

Internetcím: www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

- foam. Mater Sci Eng A 2014, 604, 127–134.
- [17] Taherishargh, M. – Belova, I. V. – Murch, G. E. – Fiedler, T.: On the mechanical properties of heat-treated expanded perlite–aluminium syntactic foam. Mater Des 2014, 63, 375–383.
- [18] Taherishargh, M. – Sulong, M. A. – Belova, I. V. – Murch, G. E. – Fiedler, T.: On the particle size effect in expanded perlite aluminium syntactic foam. Mater Des 2015, 66, 294–303.
- [19] Taherishargh, M. – Belova, I. V. – Murch, G. E. – Fiedler, T.: Pumice/aluminium syntactic foam. Mater Sci Eng A 2015, 635, 102–108.
- [20] Tao, X. F. – Zhao, Y. Y.: Compressive behavior of Al matrix syntactic foams toughened with Al particles. Scripta Mater 2009, 61(5), 461–464.
- [21] Orbulov, I. N. – Ginsztler, J.: Compressive behaviour of metal matrix syntactic foams. Acta Polytech Hungarica 2012, 9(2), 43–56.
- [22] Rohatgi, P. K. – Kim, J. K. – Gupta, N. – Alaraj, S. – Daoud, A.: Compressive characteristics of A356/fly ash cenosphere composites synthesized by pressure infiltration technique. Composites Part A 2006, 37(3), 430–437.
- [23] Luong, D. D. – Strbik III, O. M. – Hammond, V. H. – Gupta, N. – Cho, K.: Development of high performance lightweight aluminum alloy/SiC hollow sphere syntactic foams and compressive characterization at quasi-static and high strain rates. J Alloys Comp 2013, 550, 412–422.
- [24] Santa Maria, J. A. – Schultz, B. F. – Ferguson, J. B. – Gupta, N. – Rohatgi, P. K.: Effect of hollowsphere size and size distribution on the quasi-static and high strain rate compressive properties of Al-A380–Al₂O₃ syntactic foams. J Mater Sci 2014, 49, 1267–1278.
- [25] Daoud, A. – Abou El-khair, M. T. – Abdel-Aziz, M. – Rohatgi, P.: Fabrication, microstructure and compressive behavior of ZC63 Mg – microballoon foam composites. Compos Sci Technol 2007, 67(9), 1842–1853.
- [26] Kiser, M. – He, M. Y. – Zok, F. W.: The mechanical response of ceramic microballoon reinforced aluminum matrix composites under compressive loading. Acta Mater 1999, 47(9), 2685–2694.
- [27] Rohatgi, P. – Gupta, N. – Schultz, B. – Luong, D.: The synthesis, compressive properties, and applications of metal matrix syntactic foams. JOM 2011, 63(2), 36–42.
- [28] Testing of metallic materials – Compression test of metallic cellular materials, DIN 50134 standard; October 2008.
- [29] Balch, D. K. – O'Dwyer, J. G. – Davis, G. R. – Cady, C. M. – Gray III, G. T. – Dunand, D. C.: Plasticity and damage in aluminum syntactic foams deformed under dynamic and quasi-static conditions. Mater Sci and Eng A 2005, 391(1–2), 408–417.
- [30] Luong, D. D. – Gupta, N. – Daoud, A. – Rohatgi, P. K.: High strain rate compressive characterization of aluminum alloy/fly ash cenosphere composites. JOM 2011, 63(2), 53–6.
- [31] Luong, D. D. – Gupta, N. – Rohatgi, P. K.: The high strain rate compressive response of Mg–Al alloy/fly Ash cenosphere composites. JOM 2011, 63(2), 48–52.
- [32] Cox, J. – Luong, D. D. – Shunmugasamy, V. C. – Gupta, N. – Strbik III, O. M. – Cho, K.: Dynamic and thermal properties of aluminum alloy A356/silicon carbide hollow particle syntactic foams. Metals 2014, 4, 530–548.
- [33] Anantharaman, H. – Shunmugasamy, V. C. – Strbik III, O. M. – Gupta, N. – Cho, K.: Dynamic properties of silicon carbide hollow particle filled magnesium alloy (AZ91D) matrix syntactic foams. Int J Impact Eng 2015, 82, 14–24.

SEPSI MÁTÉ – PARTI JÓZSEF – MERTINGER VALÉRIA

Öntött saválló acél keménységének korrelációja a szabványon belüli összetétel változásával

Kipufogórendszerek alapanyagaként előszeretettel alkalmazott Cr-C-Si-W ötvöztetésű ferrites saválló acélból ék alakú próbákat öntöttünk. Vizsgáltuk a hűlési sebesség, a szabványon belüli összetételváltozás hatását a kialakult mikroszerkezetre és keménységre. Megállapítottuk, hogy a vizsgált tartományon belül a hűlési sebességnek nincs számottevő hatása, viszont a szabványon belüli összetétel-eltérés okozhat olyan mértékű változást a szöveti jellemzőkben, hogy az ötvöztetést hőkezelni kell. A keménységnövekedés a Cr_{ekv}/Ni_{ekv} csökkenéséből adódik, minek köszönhetően jelentősen megnő az ausztenit térfogathányada és az öntvény keménysége is.

Bevezetés

Az egyre szigorodó károsanyag-kibocsátási normák, a csökkenő üzemanyag-fogyasztási elvárások újfajta tervezési megközelítést követelnek az autógyártóktól. A beépített alkatrészek súlyának csökkentése, a gépjármű motorok hatásfokának növelése új ötvöztetések megjelenését eredményezte a kipufogórendszer alkatrészeit ille-

Sepsi Máté a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának 4. féléves hőkezelő-képlékenyalakító szakirányos anyagmérnök BSc-hallgatója. 2015. évi őszi intézményi TDK-n az Anyagtudomány I. szekcióban dolgozatával első helyezést ért el. Specializációja a röntgendiffrakciós finomszerkezet vizsgálati módszer.

Parti József a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán hőkezelő szakirányos MSc anyagmérnök oklevelet szerzett 2012-ben. 11 éves öntödei múlttal, vas- és acélöntészeti tapasztalatokkal rendelkezik. Jelenleg a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola hallgatója.

Dr. Mertinger Valéria 1990-ben a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán fémalakító szakon, fémtani ágazaton, 1994-ben pedig a Kossuth Lajos Tudományegyetemen mérnök-fizikus szakon szerzett oklevelet. PhD-fokozatát 1994-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. A Műszaki Anyagtudományi Kar egyetemi tanára, a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola törzstagja. Témavezetésével eddig négy hallgató szerzett PhD-fokozatot. Jelenleg öt fő, köztük Parti József témavezetője.

1. táblázat. Az 1.4740W jelű ötvözet szabványos összetétele és a vizsgált minták összetétele, %

	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Fe	Cr _{ekv}	Ni _{ekv}	Cr _{ekv} /Ni _{ekv}
min.	0,3	1,0	-	17	-	1,5	rest	-	-	-
max.	0,45	1,7	0,8	20	0,9	2	rest	-	-	-
H7	0,343	1,513	0,452	18,6	0,596	1,83	76,33	23	11,1	2,072
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

tően is. A konvencionális öntöttvas és acél alkatrészeket felváltották a kisebb falvastagságú, hőálló ötvözetek, mint öntött saválló acélok, Ni-bázisú szuperötvözetek. A ferrites saválló acélok alkalmazása különösen előtérbe került, köszönhetően a kedvező kis hőtágulási együtthatónak, kielégítő nagy hőmérsékletű szilárdságnak és a kiváló korrózió-ellenálló képességnek [1, 2]. A kiváló korrózióállóságot a nagy Cr-, Ni- és Mo-tartalom biztosítja. Ha erős karbidképzővel is ötvözik az

acélt, mint például Mo, Ti, V és Nb, akkor a lágy ferrites mátrixban kemény MC-karbidok és intermetallikus fázisok is megjelenhetnek [3, 4]. Amennyiben a Fe-Cr-Ni ötvözetek Cr_{ekvivalens}/Ni_{ekvivalens} értéke nem haladja meg az 1,8 értéket, akkor szobahőmérsékleten a ferrit mellett az ausztenit is megjelenhet. Az ausztenit megjelenése kedvezően növeli a fajlagos ütőmunkát és csökkenti az átmeneti hőmérsékletet, visszatartja a ferritképződést, ezáltal egy változatos mikro-szerkezetet, és ami ebből következik, egy változatos mechanikai tulajdonságú alkatrészt is eredményezhet. A kialakuló tulajdonságok, mint például a keménység lehet előnyös felhasználáskor, de az ötvény további forgácsoló megmunkálásánál problémát okozhat, ami lágyítást tesz szükségessé. A hőkezelés természetesen növeli az előállítási költségeket és időt, ezért kerülendő.

Jelen munkánkban a mikroszerkezeti és keménységi változókat vizsgáltuk ferritképző (Si), ausztenitképző (C, Mn, Ni) és stabil karbidképző (Cr, W) ötvözőket tartalmazó ferrites saválló acél-ötvényben. Fény-, elektronmikroszkópos, röntgendiffrakciós szerkezetvizsgáló módszereket és makro- és mikrokeménység vizsgálatot alkalmaztunk.

Kísérleti leírás

A vizsgált ötvözet 1.4740W szabványos összetételű ferrites saválló acél volt. Az acélt üzemi körülmények között indukciós kemencében olvasztották. A szabványos összetételt (min, max), illetve a kísérleti ötvözetek (H7, H8,

H12) összetételeit az (1), (2) egyenlet alapján számolt Cr, illetve Ni ekvivalens értékekre az 1. táblázat mutatja.

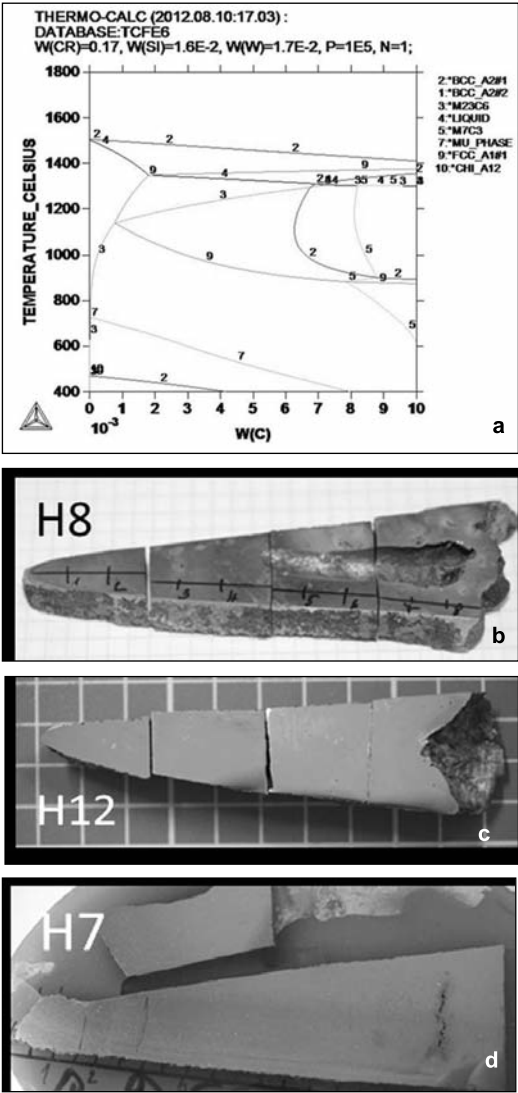
$$Cr_{eq} = Cr + 2Si + 1,5Mo + 0,75W \quad (1)$$

$$Ni_{eq} = Ni + 0,5Mn + 30C \quad (2)$$

Látható, hogy mindhárom kísérleti ötvény összetétele a szabványos tűrésen belüli, a Cr_{ekv}/Ni_{ekv} értékek a 1,835 és 2,198 közé esnek. A kísérletek során az acélt ék alakú homokfor-



1. ábra. Az ék alakú ötvény öntése, a homokforma termoelemekkel és a kész ötvény



2. ábra. A vizsgált ötvözet számított (Thermo-Calc) egyensúlyi fázisdiagramja a Fe, C, Cr, Si és W ötvözők figyelembevételével. Az ék alakú ötvényminták metallográfiai vizsgálatra előkészítve

mába öntöttük, a hűlési sebességet a forma 5 mm-es és 15 mm-es vastagságú részénél, S típusú termoelemmel és NI9213 adatgyűjtő segítségével rögzítettük. Az ék alakú öntvény 200 mm hosszú és a legszélesebb részén 40 mm széles lett (1. ábra).

Az így leöntött öntvényt hossz tengelye mentén kettévágtuk, metallográfiai csiszolatot készítettünk, higított királyvizes oldattal marattuk. Fény és elektronmikroszkópos (Zeiss Axioimager és Zeiss EVOMA10 EDAX szondával) vizsgálatot végeztünk mikroszondás elemanalízissel és Vickers, valamint

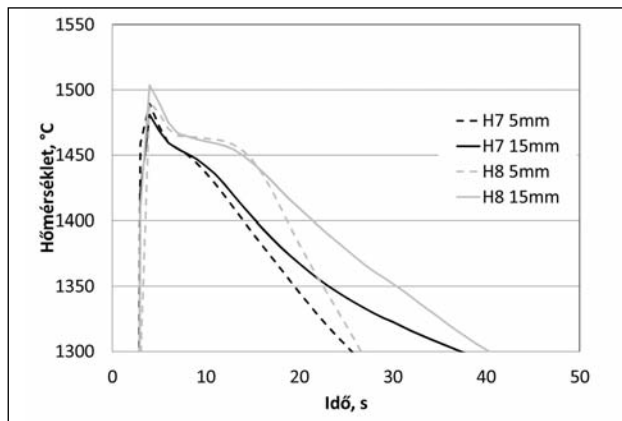
microVickers (Tukon 2100B) keménységet mértünk 100 N és 0,1 N terheléssel. A jelenlévő fázisok azonosítá-

sára Co-sugárzással röntgendiffrakciós vizsgálatot (Bruker D8 Advance) végeztünk. A fázisok mennyiségét a Stresstech G3R Cr-csővel működő, maradó feszültség vizsgálatára kifejlesztett, röntgen diffraktométerének maradék ausztenit moduljával mértük.

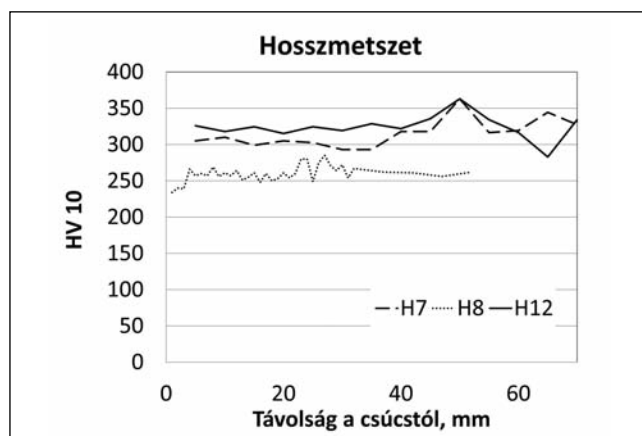
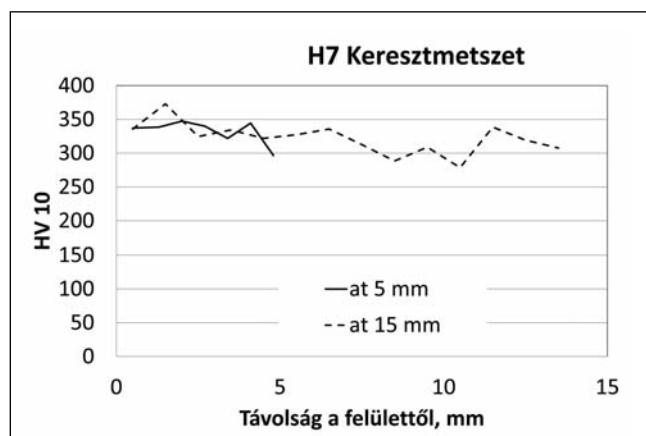
Eredmények

A 2. ábra mutatja a kísérleti ötvözet, Fe, Cr, C, Si és W ötvözőkre számított egyensúlyi fázisdiagramját, és a fél

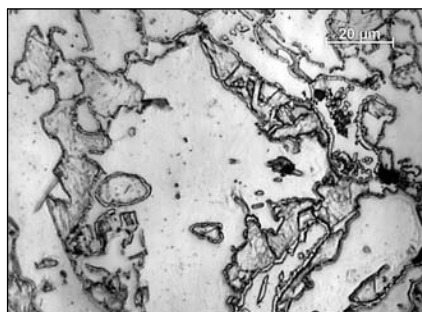
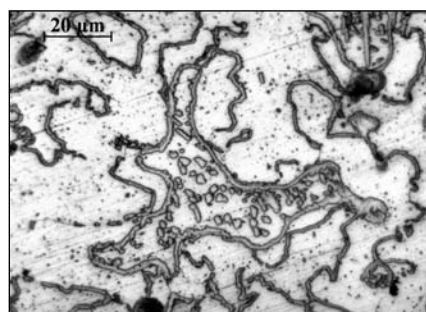
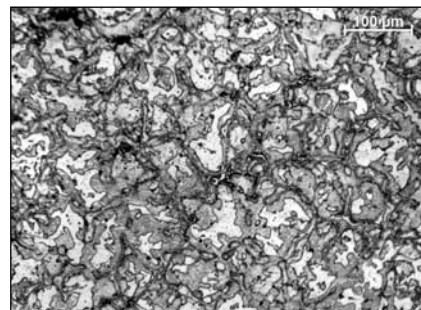
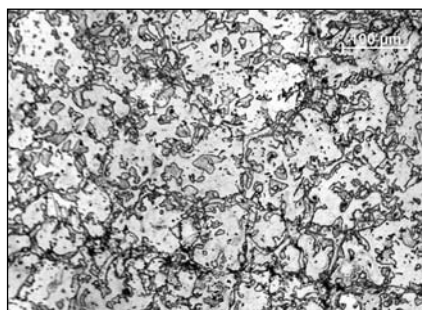
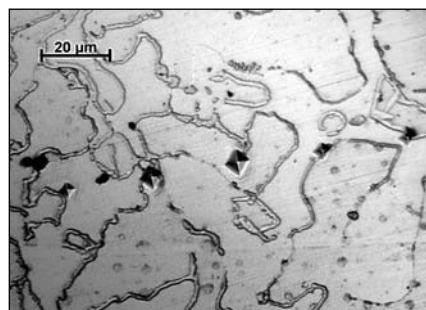
ékpórbákat metallográfiai vizsgálatra történő előkészítés után. A diagram alapján látható, hogy a mikroszerke-



■ 3. ábra. A H7 és H8 jelű minták 5 és 10 mm-es vastagságánál rögzített lehűlési görbék



■ 4. ábra. Keménységvizsgálat eredménye



H7

H8

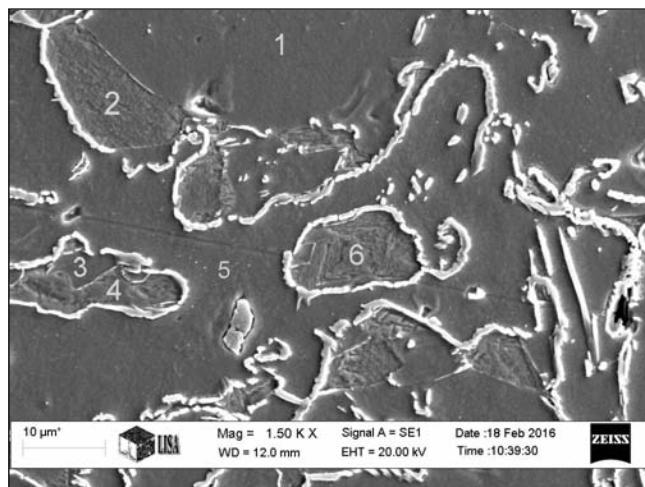
H12

■ 5. ábra. Fénymikroszkópos szövetképek

zet nagyon bonyolult is lehet, akár egyensúlyi körülmények között is. Amennyiben a különböző hűlési sebességek és mikrodúsulási effektusok hatását is figyelembe vesszük, ez a komplexitás méginkább erősödik. Az 5 és 10 mm-es vastagságnál rögzített hűlési görbék a H7 és H8 mintákra a 3. ábra mutatja. Látható, hogy a kis koncentrációkülönbség 10 °C eltérést eredményez a likvidusz-hőmérsékletben, míg a szolidusz változatlan. A helyi megszilárdulási idő majd duplája a H8 jelű mintának, viszont a mintákon belül a kristályosodás szakaszában nincs érdemi különbség a lehűlési görbék a különböző vastagságú részekben.

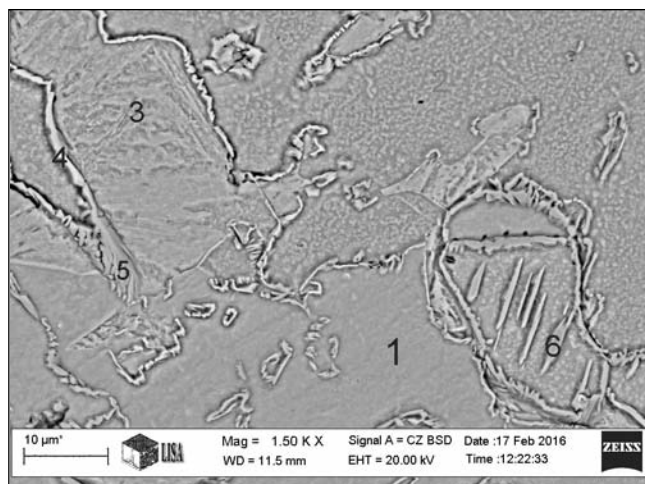
A 4. ábra mutatja a keménységvizsgálat eredményét. Adott minta különböző vastagságú részének keresztmetszeti eloszlásában nem tapasztaltunk eltérést, ami várható volt a hasonló hűlési sebességből következően. Ennek megfelelően, adott minta hosszirányú értékei is nagyon hasonlóak. Az egyes minták között viszont jelentős eltérést tapasztaltunk a hossztengety menti vizsgálatok eredményében. A H12-es legkeményebb és a H8 leglágyabb között azonos vastagságnál akár 80 HV különbség is lehet.

Az 5. ábra mutatja a fénymikroszkópos vizsgálat eredményeit. Az előzetes elvárásoknak megfelelően komplex szerkezetet látunk, egy világosabb és egy sötétebb szövetelem és finom, főleg szemcse-határmenti kiválások van-



Elem, m/m%							
Terület	C	Si	Cr	Mn	Fe	Ni	W
1.	0,72	2,56	18,56	0,56	74,11	0,76	2,72
2.	0,93	1,93	18,59	1,01	72,74	1,21	3,58
3.	0,66	2,04	18,75	1	73,19	0,61	3,76
4.	0,74	2,37	19,29	0,68	72,82	0,76	3,34
5.	1,94	2,31	18,44	0,67	71,85	1,06	3,72
6.	1,38	2,12	18,98	0,77	73,88	0,76	2,1

■ 6. ábra. Összehasonlító SEM- és EDX-elemzés a sötét (2, 4, 6 jelű területek) és a világos (1, 3, 5 jelű területek) fénymikroszkópos szövetelemek között



Elem, m/m%							
Terület	C	Si	Cr	Mn	Fe	Ni	W
1.	1,81	1,41	18,76	0,79	72,93	0,73	3,56
2.	1,25	1,58	19,39	0,61	73,21	0,65	3,31
3.	0,44	1,98	18,49	0,53	74,88	0,84	2,85
4.	4,63	1,16	40,91	0,35	45,44	0,86	6,65
5.	3,46	1,18	34,53	0,54	55,12	0,57	4,6
6.	3,79	0,59	65,82	0	26,18	0,64	2,98

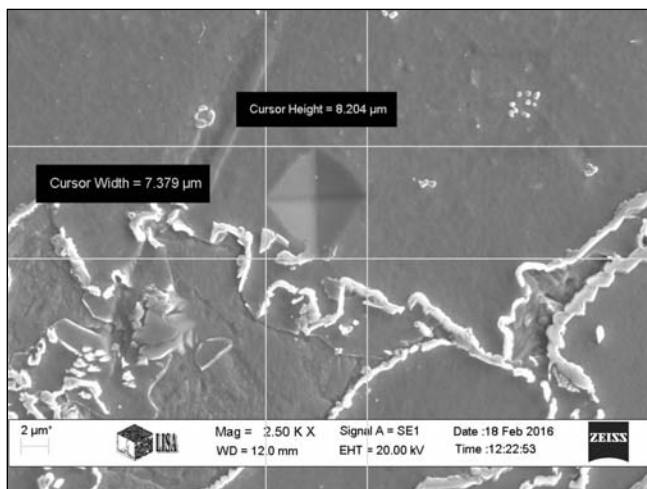
■ 7. ábra. Összehasonlító SEM- és EDX-elemzés

nak. A sötétebb szövetelem aránya a H12-es mintában nagyobb. Mivel ebben a szövetben helyenként ikerha-

történi fázismennyiség meghatározása nagyon problémás, ezért a kritikus szövetek intenzitás arányainak figye-

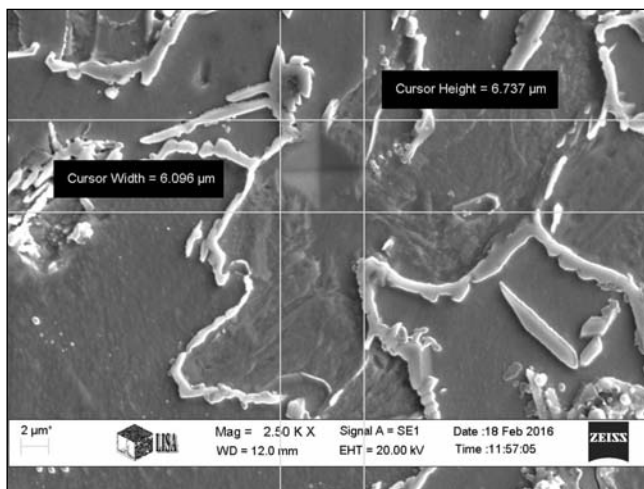
tárok is megfigyelhetők voltak, valószínűsíthető, hogy ez az austenitfázis. A különböző szövetelemek részletesebb, az összetételi eltéréseket is kimutató SEM-vizsgálat eredménye a 6. ábra és a 7. ábra képein látható. A fénymikroszkópon különböző világos-sötét szövetelemek összetétele szignifikánsan nem tér el egymástól (6. ábra, 1, 2, 3 területek). A nagyon finom szemcsehatár menti kiválás W-Cr-Fe komplex karbid (7. ábra, 4, 5 jelű területek), míg a finom lemezes szemcsén belüli valószínűleg tisztán Cr-karbid. A világos-sötét szövetek összehasonlító mikrokeménység-vizsgálatának eredményét mutatja a 8.

ábra. A sötét szövetelem egyértelműen nagyobb keménységértéket mutat. A fázisok azonosításának eredményét a teljes diffraktogram alapján a 9. ábra mutatja. E szerint ferrit, ausztenit, Cr7C3 és Cr23C6 típusú karbidok képződtek. A fénymikroszkópos képen a ferrit/ausztenit hányadban van jelentős eltérés, ezért ennek a két szövetnek az egymáshoz képesti viszonyát határoztuk meg a ferrit és (200), (211) és az ausztenit (200) és (220) síksorozatok interferenciafüggvényének intenzitás aránya (görbe alatti terület) alapján. Itt kell megjegyezni, hogy a kompakt (nem por), erősen orientált minta teljes profil illesztésével



$d_1 = 7,379 \mu\text{m}$, $d_2 = 8,204 \mu\text{m}$

a



$d_1 = 6,096 \mu\text{m}$, $d_2 = 6,737 \mu\text{m}$

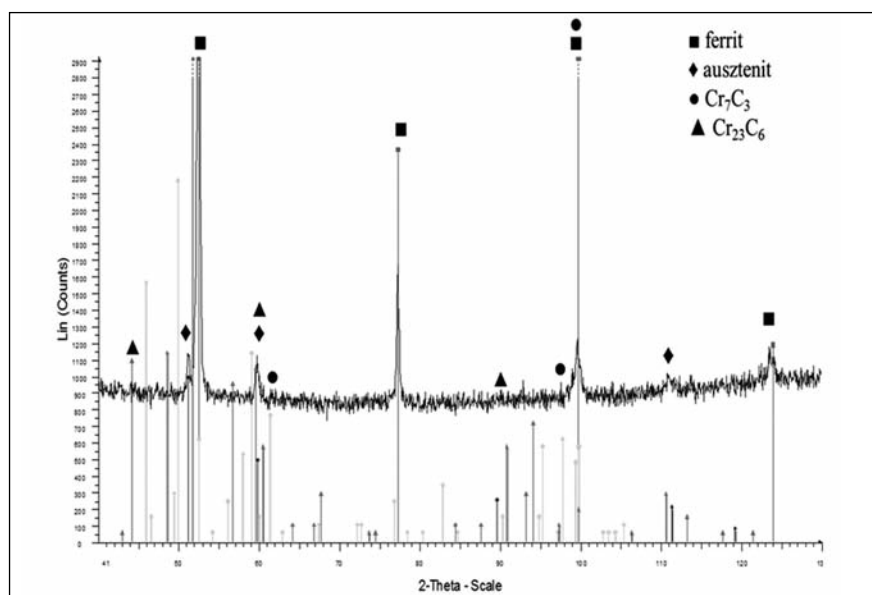
b

■ 8. ábra. A fénymikroszkópos sötét és világos fázisok összehasonlító mikrokeménység vizsgálata

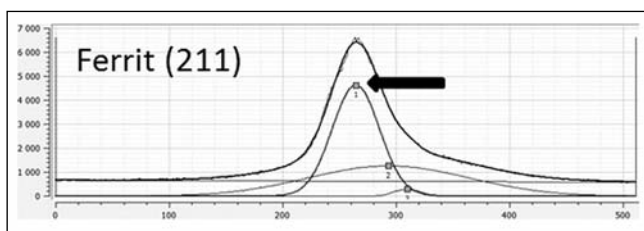
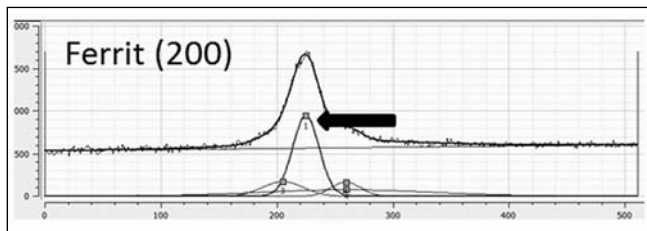
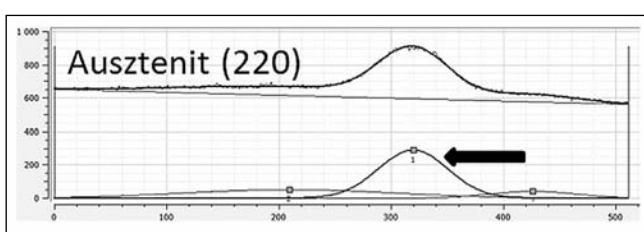
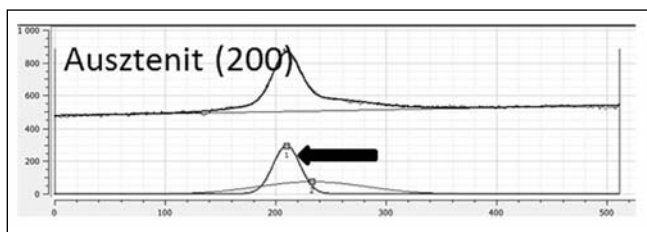
lembevételével történő vizsgálat leg-
alább olyan jó eredményt ad. Az álta-
lunk alkalmazott módszer esetében
lehetőség van az interferencia-függvé-
nyek illesztésére, és az átlapolódó ref-
lexiók szétválasztására. Példaként a
H13-3 minta számításhoz használt
interferencia-függvényeit, valamint a
profilszétválasztás eredményét mutat-
ja a 10. ábra. A mérést a hossztenge-
ly mentén 6-8 ponton végeztük el, az
átlageredményeket a 2. táblázat
mutatja. A számítás szerint a H12 jelű
minta több mint 21% ausztenitet tartal-
maz.

Összegzés

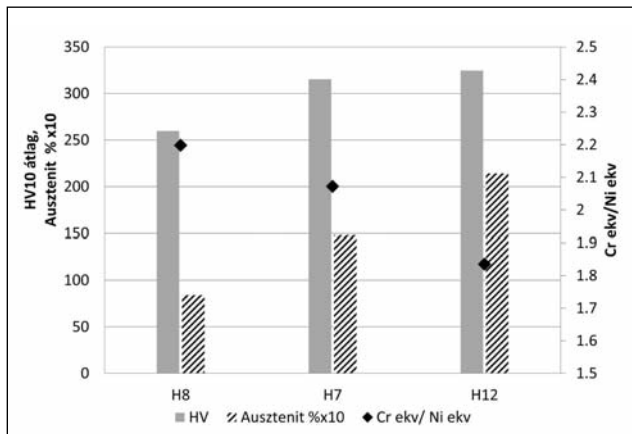
Cr, C, Si és W ötvözésű, ék alakú, sav-
álló acélt homokformába öntöttünk a
különböző hűlési viszonyok létrehozá-



■ 9. ábra. A H12 - 2a jelű minta teljes röntgendiffraktogramja



■ 10. ábra. A H12 - 3 jelű minta szelektív röntgendiffraktogramja helyzetérzékeny detektorral. Példaként a profilillesztéses kiértékelés, felül mindig a mért és az eredő profil a háttérleválasztással, alul pedig az felbontott profil, nyíl jelzi a számoláshoz kiválasztott és használt csúcsot



■ 11. ábra. A vizsgált paraméterek összegzése

2. táblázat. Az ötvények átlagos auszténittartalma a szórással röntgendiffrakciós módszerrel meghatározva

Minta	Auszténittartalom %
H7	14,8 ± 5
H8	8,4 ± 4
H12	21,4 ± 3

sa érdekében. Az ötvözet az egyik új generációs ferrites saválló acél, melyet kipufogórendszerek alapanyagának használnak. Különböző, a szabványon belüli összetételű mintákat öntöttünk, melyeknek a Cr_{ekv}/Ni_{ekv} értéke 1,8 és 2,1 közé esett. A vizsgált paramétereket a 11. ábra foglalja össze (az

megengedett mértéket, mely az előírás szerint maximum HV 295 lehet, ezért a terméket hőkezelni kell. Szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy ez a hatás úgy alakult ki, hogy mindhárom ötvözet összetétele beleesett a szabványos tűrésbe. Ezért az a javaslatunk, hogy a hőkezelés elkerülése érdekében az ötvözet összetételének határait szűkebbre kell venni, mint amit a szabvány megenged.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Alkalmazott Anyagtudomány és Nano-

technológia Kiválósági Központ keretében valósult meg. A szerzők köszönetet mondanak Kovács Árpádnak a SEM-, és dr. Nagy Erzsébetnek az XRD-vizsgálatokban nyújtott segítségükért.

Irodalom

- [1] Bülbül, S. — Sun, Y.: Corrosion behaviors of high Cr–Ni cast steels in the HCl solution, *Journal of Alloys and Compounds* 498 (2010) 143–147.
- [2] Koa, S. J. — Kimb, Y.: High temperature fatigue behaviors of a cast ferritic stainless steel, *Materials Science and Engineering A* 534 (2012) 7–12.
- [3] Lo, K. H. — Shek, C. H. — Lai, J. K. L.: Recent developments in stainless steels. *Materials Science and Engineering R* 65, (2009) 39–104.
- [4] Pryds, N. H. — Huang, X.: The Effect of Cooling Rate on the Microstructures Formed during Solidification of Ferritic Steel. *Metallurgical and Materials Transactions, Volume 31A.* (2000) 3155–3166.
- [5] Qu, H. P. — Lang, Y. P. — Chen, H. T. — Rong, F. — Kang, X. F. — Yang, C. Q. — Qin, H. B.: The effect of precipitation on microstructure, mechanic properties and corrosion resistance of two UNS S44660 ferritic stainless steels, *Materials Science and Engineering A* 534 (2012) 436–445.

MEGHÍVÓ

a 2016. szeptember 16–17-i X. Fazola Fesztiválra

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és helyi szervezetei, az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány, a Miskolci Egyetem Műszaki Anyag- és Földtudományi, illetve Bölcsészettudományi Karai, az MTA Miskolci Területi Bizottsága, a B. A. Z. Megyei Mérnöki Kamara, az MMKM Kohászati Múzeuma, a Rotary Club Miskolc, az ÉSZAKERDŐ Zrt. tisztelettel várja egyesületünk kedves bányász, kohász tagtársait, hozzátartozóit, barátait a már hagyományossá vált rendezvényükre.

A rendezvény előzetes programja

Szeptember 16 (péntek)

- 10:00 Tudományos konferencia „Hulladékból alapanyag” témakörben az MTA Miskolci területi Bizottság székében, Erzsébet tér 3.
- 10:00–13:00 A Miskolci Egyetem hallgatóinak, oktatóinak játékos szakmai bemutatói a Széchenyi utcán
- 19:00 Kohász, bányász, erdész hagyományőrző szakestély a Bartók Béla Művelődési Házban, Andrassy u.15.

Szeptember 17. (szombat)

- 9:00 Zenés kisvonatozás Újmassára a Fazola műemlékkohóhoz
- 10:00 Ünnepi megnyitó
- 10:30–16:00 Interaktív szakmai bemutatók

Szívesen felajánljuk lehetőségeinket a műemlékkohó térségében reklámcélú táblák, eszközök megjelenítésére. A segítő támogatásokat előre is köszönjük.

Jó szerencsét!

Dr. Nyitrai Dániel OMBKE helyi vezető

Sipos István, az alapítvány elnöke

Címünk: Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány 3535 Miskolc, Bartók Béla u. 1.

Tel.: 30/904-1776 e-mail: postmaster@ekmita.t-online.hu