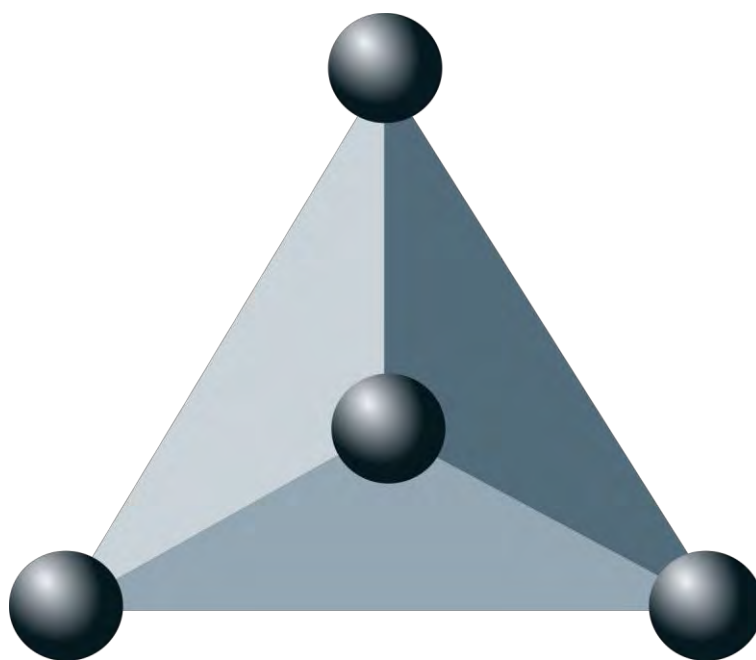


XI. Országos Anyagtudományi Konferencia



Absztraktkötet

2017. október 15-17.

Telekom Hotel, Balatonkenese

ISBN 978-615-5270-40-6

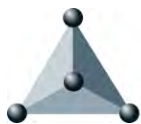


Tartalomjegyzék

A TWIP/TRIP effektusról 30 percben	11
Benke Márton, Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Hlavács Adrienn	
Szemcsehatár diffúzió indukálta homogenizáció nanoszerkezetekben	12
László S. Tóth	
Nano-Calphad = a Calphad módszer kiterjesztése nano-rendszerek egyensúlyi számítására	14
Dezső András, Korózs József, Mende Tamás, Kaptay György	
Szén nanoszerkezetek kiralitása	15
László István	
Mikrooszlop deformációja során kialakuló feszültségek vizsgálata HR-EBSD segítségével.....	16
Kalácska Szilvia, Dankházi Zoltán, Ugi Dávid, Ispánovity Péter Dusan, Groma István	
A kezelési paraméterek hatása a kaolinit nanocsövek előállítására.....	17
Kovács András, Makó Éva	
Auszténites csővezeték lokális korróziós károsodásának komplex elemzése	18
Trampus Péter, Dobránszky János, Kerner Zsolt, Knisz Judit, Oszvald Ferenc, Palotás Béla, Péter László, Réger Mihály, Verő Balázs	
Lézersugaras mélyvarratos hegesztés és a plazma	19
Berczeli Miklós, Buza Gábor	
Nagyszilárdságú acélok és hegesztett kötéseik fáradásos repedésterjedéssel szembeni ellenállásának vizsgálata.....	20
Dobosy Ádám, Lukács János	
Korszerű ötvözetek mikroszerkezete és mechanikai tulajdonságai.....	21
Heczeli Anita, Gubicza Jenő	
Alumínium megleghengerműi előmelegítő kemencében lezajló fémtani folyamatok modellezése és vizsgálata	22
Fehér Jánosné, Kőszegi Szilvia, Bereczki Péter, Mikó Tamás, Pázmán Judit	
Ötvözők hatása az AlMn1 ötvözet melegalakíthatóságára	23
Hegyes Tibor, Bereczki Péter, Fehér Jánosné, Barkóczy Péter	
New JEOL developments for high resolution studies using scanning & transmission electron microscopes	24
Pavel Olowek, Guillaume Brunetti	
3D vizsgálati technikák esettanulmányai természettudományos területeken	25
Kozma István, Hargitai Hajnalka	
Diszlokációsűrűség meghatározása röntgendiffrakciós vonalprofil analízissel és automatizált EBSD vizsgálattal polikristályos nikkelen	26
Berecz Tibor, Jóni Bertalan, Csóré András, Szabó Péter János	
Roncsolásmentes röntgendiffrakciós textúra vizsgálat és anyagtudományi alkalmazása	27
Sepsi Máté, Benke Márton, Mertinger Valéria	
Építőipari perlit/A356 alumínium szintaktikus fémhab kifáradási tulajdonságai.....	28
Szilencsik Attila, Katona Bálint, Orbulov Imre Norbert	
Nem-lokális anyagok mechanikai modellezése.....	29
Béda Péter	
Időbeli korrelációk vizsgálata Ni₂MnGa A/M transzformációja során végzett termikus, akusztikus és mágneses zajmérések alapján	30
Tóth László Z., Daróczi Lajos, Beke Dezső L.	



Nagyszilárdságú alumínium ötvözetek melegalakításának numerikus modellezése	31
Lukács Zsolt, Tisza Miklós	
Inverz hőátadási probléma megoldása bio-inspirált algoritmus alkalmazásával	32
Fried Zoltán, Szénási Sándor, Felde Imre	
Gravitáció hatása a nedvesíthetőségre, a határfelületi jelenségek erő és energia koncepciójának egyenértékűvé tétele	33
Korózs József, Csóka Levente, Kaptay György	
Kétdimenziós anyagok	34
Tapasztó Levente	
Járműipari karosszéria lemezek kötéstechológiájának összehasonlító vizsgálata	35
Weltsch Zoltán	
Duplex acél mikroszerkezeti és mágneses vizsgálatai	36
Mészáros István, Bögre Bálint	
3003 típusú alumínium ötvözet lemezek fülesedése és textúrakomponensei közötti kapcsolat	37
Pethő Dániel, Hlavács Adrienn, Angel Dávid Ádám, Mertinger Valéria, Benke Márton	
Al 6082 nagyszilárdságú alumínium ötvözetek klincs kötése	38
Kovács Péter Zoltán, Tisza Miklós	
Hőszigetelő tulajdonságú új kötőanyagrendszerek	39
Balczár Ida, Korim Tamás, Boros Adrienn, Hullár Hanna	
Elméleti és gyakorlati módszerekkel meghatározott alakítási határdiagramok összehasonlító elemzése	40
Béres Gábor, Weltsch Zoltán, Tisza Miklós	
Süllyesztékes kovácsolásnál használatos kenőanyag grafittartalmának elméleti rétegvastagsága és a Kudó-féle súrlódási szám közötti kapcsolat vizsgálata	41
Tancsics Ferenc, Ibriksz Tamás	
A fülesedés és textúra-komponensek közötti kapcsolat 3003 típusú alumínium ötvözet lemezekben	42
Benke Márton, Hlavács Adrienn, Pethő Dániel, Angel Dávid Ádám, Sepsi Máté, Nagy Erzsébet, Mertinger Valéria	
A Mn-tartalom hatása alumínium ötvözetek textúrájára hidegen hengerelt, illetve lágyított állapotban	43
Hlavács Adrienn, Pethő Dániel, Angel Dávid Ádám, Nagy Erzsébet, Mertinger Valéria, Benke Márton	
Oldódási és kiválási folyamatok vizsgálata elektromos transzport tulajdonságok mérésével alakítható Al ötvözetekben	44
Filep Ádám, Sepsi Máté, Tranta Ferenc	
Melegen hengerelt többrétegű alumínium lemezek kötésének vizsgálata	45
Szabó Gábor, Szűcs Máté, Krállics György	
Alumíniumötvözet alakítási szilárdságának, mikroszerkezetének kísérleti és elméleti meghatározása	46
Bézi Zoltán, Bereczki Péter, Krállics György	
Termomechanikus kezelés hatására végbemenő fázisátalakulások TWIP acélokban	47
Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Benke Márton, Sepsi Máté, Kumar Talgotra Arjun	
Vékony alumínium lemezek alakíthatósági jellemzői	48
Czinege Imre, Csizmazia Ferencné, Szalai Szabolcs	



Mangán tartalmú alumínium ötvözetek homogenizáló hőkezelése során végbemenő fémtani folyamatok követése korrelatív mikroszkópiai módszerrel	49
Nagy Erzsébet, Kovács Árpád, Schweitzer Bence, Gácsi Zoltán, Mertinger Valéria	
Alakítható alumínium ötvözetek homogenizálási folyamatai és alakíthatósága közötti kapcsolat ...	50
Sályi Zsolt, Hatalák Bence, Kárpáti Viktor, Benke Márton, Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Barkóczy Péter, Gácsi Zoltán	
Modern acél alapú kompozitok mikroszerkezete és mechanikai tulajdonságai	51
Jenei Péter, Balázsi Csaba, Horváth Ákos, Balázsi Katalin, Gubicza Jenő	
Hulladék polietilén minőségjavítása etilén-vinil-acetát hozzáadásával.....	52
Simon-Stóger Lilla, Varga Csilla	
Szilícium-nitrid kerámia tribológiai tulajdonságainak javítása néhány rétegű grafén adalékolásával	53
Tapasztó Orsolya, Balko Jan, Puchy Viktor, Kun Péter, Dobrik Gergely, Fogarassy Zsolt, Balázsi Katalin, Balázsi Csaba, Dusza Jan, Tapasztó Levente	
A 960 MPa folyáshatárú nagyszilárdságú acélok hőhatásövezeti tulajdonságainak fizikai szimulációra alapozott elemzése.....	54
Gáspár Marcell, Raghawendra Pratap Singh Sisodia	
Égégátolt epoxi kompozitok fejlesztése mérnöki alkalmazásokhoz.....	55
Pomázi Ákos, Toldy Andrea	
Politejsav alapú habok fejlesztése és tulajdonságaik elemzése	56
Lítauszki Katalin, Kmetty Ákos	
Fémporok 3D nyomtatásának alkalmazása eltérő anyagpárú szerszámbetétek gyártásában	57
Hatos István, Hargitai Hajnalka	
Kaucsukkal szívósított polipropilén tulajdonságainak vizsgálata	58
Lendvai László, Karger-Kocsis József	
SO-01	
A properzi technológiával készült félkész termék szemcseszerkezetének és kristálytani textúrájának jellemzése a teljes gyártástechnológia során	60
Angel Dávid Ádám, Hlavács Adrienn, Pethő Dániel, Mertinger Valéria, Barkóczy Péter, Benke Márton	
SO-02	
Tervezett porozitású alkáli aktivált szervesetlen polimerek előállítása	61
Boros Adrienn, Korim Tamás, Balczár Ida	
SO-03	
Mikrohullámú plazmával előállított nanogyémánt optikai állandóinak változása a látható és ultraibolya tartományban	62
Tóth Sára, Veres Miklós, Koós Margit	
SO-04	
Újra kristályosodási textúra kialakulásának szimulációja csíráképződési valószínűségi függvény alapján	63
Bubonyi Tamás, Barkóczy Péter	
SO-05	
Indentációs nyom környezetében kialakult szerkezeti változások vizsgálata HR-EBSD-vel	64
Kalácska Szilvia, Dankházi Zoltán, Ispánovity Péter Dusán, Groma István	
SO-06	
Újra kristályosodás kinetikájának vizsgálata DMTA mérésel	65
Dugár Zsolt, Barkóczy Péter	



SO-07

Egy acél tengely alkatrész indukciós felületi edzésének kockázati tényezői 66
Koncsik Zsuzsanna, Orosz Tamás, **Gáspár Marcell**, Lukács János

SO-08

Energy-based evaluation of hardness testing with discrete element method 67
Zoltán Gyurkó, Rita Nemes

SO-09

Üvegszálás érzékelő fejlesztése polimertechnikai alkalmazásokhoz 68
Hegedűs Gergely, Czigány Tibor

SO-10

Nyomóvizsgálatok alkalmazása homogenizálás során bekövetkező folyamatok hatásának kimutatása alumínium ötvözetekben 69
Kárpáti Viktor, Mikó Tamás, Barkóczy Péter, Angel Dávid, Gácsi Zoltán

SO-11

A gázáteresztőképesség hatása a műgyantakötésű magokból képződő gázok nyomására 70
Mádi Laura, Varga László

SO-12

Development of testing methods for static, dynamic and cyclic interfacial characterization of mass produced composites 71
Szebényi Gábor, Magyar Balázs

SO-13

A titán szemcsefinomító hatásának vizsgálata AlSi7MgCu0,5 ötvözet esetén 72
Tokár Mónika, Fegyverneki György, Alexa Márk, Mende Tamás

SO-14

Appearance of strain induced martensite in austenitic and lean-duplex stainless steels – a comparison 73
Mészáros István, Bögre Bálint

SO-15

Ti₅₀Cu_{27,5}Ni₁₀Zr₁₀Co_{2,5} mesterötvözet őrlési tulajdonságai különböző őrlőközeg alkalmazása esetén 74
Mikó Tamás

SO-16

Ultrahang alapú pásztázó roncsolásmentes hibadetektálás 75
Kocsó Endre, Molnár János, Páger Béla, **Pór Gábor**

SO-17

Fém-polimer anyagok közötti hibrid T-kötés létrehozása transzmissziós lézersugaras hegesztéssel .. 76
Temesi Tamás, Kiss Zoltán

SO-18

Természetes alapanyagok és adalékanyagok hatásának kutatása polimerekben a Miskolci Egyetem Kerámia és Polimermérnöki Intézetében 77
Zsoldos Gabriella, Tamási Kinga, Román Krisztina, Pálfalusi Viktor, Szóda Kornél, Mahitha Udayakumar, Horváth Tibor, Piros Tamara, Csontos Zsófia, Szabóné Kollár Mariann

SO-19

The effect of different soot compositions on the mechanical properties of rapeseed oil-treated rubber mixtures 78
Kinga Tamási, Gabriella Zsoldos

SO-20

Különböző adalékokkal habosított PVC habszerkezetének összehasonlítása SEM mikroszkópos vizsgálattal 79
Román Krisztina, Zsoldos Gabriella



P-01	
Széntek korróziós tulajdonságainak vizsgálata	81
Asztalos Lilla, Fazakas Éva, Károly Dóra, Dobránszky János	
P-02	
Különböző típusú acélok mikroforgácsolása	82
Balázs Barnabás Zoltán, Takács Márton	
P-03	
Bőhmít alkalmazhatóságának vizsgálata természetes kaucsuk latex alapú gumikban	83
Berki Péter, Khang Quang Do, Minh Quang Do, Hai Nhu Luong, Tung Trinh Ngo, Karger-Kocsis József	
P-04	
A poliuretán gyártás egyik legfontosabb alapanyagának vizsgálata elméleti kémiai úton	84
Boros Renáta Zsanett, Szőri Milán, Wafaa Cheikh, Farkas László, Viskolcz Béla	
P-05	
Anyagtechnológiai kutatások a Debreceni Egyetem Műszaki Karán – fémemulziók anyag és gyártástechnológiája, fémhabstruktúrák modellezése	85
Budai István, Varga Tamás Antal, Mankovits Tamás	
P-06	
A pH érték változtatásának hatása a kémiai redukciós Ni-P bevonatok tulajdonságaira	86
Czagány Máté, Baumli Péter	
P-07	
Kobalt tartalmú PET palackok újrahasznosíthatósága	87
Czél György, Hámos Ferenc	
P-08	
Ipari CT mérési bizonytalanságának vizsgálata hosszmerések esetén	88
Drégelyi-Kiss Ágota, Marczis Attila	
P-09	
Lécesmartenzites szerkezetű acél viselkedése hőkezelés hatására	89
Fábián Enikő Réka, Kótai Áron	
P-10	
Development of SAC305 based composite solder	90
Gyökér Zoltán Dávid, Gergely Gréta, Koncz-Horváth Dániel, Gácsi Zoltán	
P-11	
Új módszer szén nanocsövek elasztomer mátrixban történő eloszlására	91
Halász István Zoltán, Bárany Tamás	
P-12	
Alumíniumgyártási melléktermék felhasználása a kerámiaiparban	92
Kocserha István, Hamza Alexandra	
P-13	
Ipari hőkezelések fizikai szimulációja labori körülmények között.....	93
Hatalák Bence, Bubonyi Tamás, Barkóczy Péter	
P-14	
Feldolgozási módszer hatásának vizsgálata polietilén/ akril-nitril-butadién-sztirol blendben	94
Heller Balázs, Varga Csilla, Bartha László	
P-15	
Fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozitok forgácsolhatósági vizsgálatai	95
Horváth Richárd, Nagyné Halász Erzsébet, Oláh Ferenc	



P-16

A polietilén-tereftalát (PET), és a politejsav változatok (PDLLA és PLLA) mechanikai tulajdonságai, az anyagszerkezet hatása az alakíthatóságra 96
 Horváth Tibor, Marossy Kálmán, Szabó Tamás, Zsoldos Gabriella, Kollár Mariann

P-17

Welded steel microstructure determination by experiments 97
 Hassanen Jaber, Tünde Kovács

P-18

Méretkontrollált nanorészecskék alkalmazása heterogén katalitikus folyamatokban..... 98
 Juhász Koppány Levente, Dobó Dorina, Sipos Dániel, Sági András, Kukovecz Ákos,
 Kónya Zoltán

P-19

Nagyszilárdságú Cr-Mn ausztenites acélok TIG és MIG hegesztése..... 99
 Kalácska Eszter, Májlinger Kornél, Varbai Balázs

P-20

New trends in mechanisms for high productivity of creative materials on basis of mineral 100
 Kanev Slava, T. Beznosova, László A. Gömze

P-21

Fém alapanyagból additívan gyártott anyagok korróziós tulajdonságai..... 101
 Károly Dóra, Kemény Dávid M., Keresztes Zoltán, Pammer Dávid

P-22

Nyíró-szakító vizsgálati módszer kifejlesztése fémszórasi technológiák ellenőrzésére 102
 Katona Bálint, Bödök Károly

P-23

Additív technológiával gyártott Ti-6Al-4V próbatest EBSD vizsgálata 103
 Keresztes Zoltán, Pammer Dávid, Károly Dóra, Szabó Péter János

P-24

Plazmanitridálás során használt bias feszültség hatásai 104
 Kovács Dorina, Kemény Alexandra, Dobránszky János

P-25

Az összetétel és a hőkezelés hatása kaolinból és IG-017-es adalékból készített műszaki kerámiák porozítására és mikroszerkezetére..... 105
 Kurovics Emese, Gömze A. László, Gömze Ludmilla

P-26

Fáradásos repedésterjedésre érvényes tervezési görbék származtatási lehetőségei nagyszilárdságú acélok és hegesztett kötéseik példáján 106
 Lukács János

P-27

A kaolin mechanokémiai aktiválása és cement kiegészítőanyagként való alkalmazása 107
 Makó Éva

P-28

Effect of hot rolling conditions on the nitride precipitation process in low carbon steel strips 108
 András Mucsi

P-29

Technológiai vizek hipoklorit-ion koncentrációjának csökkentése katalitikus úton 109
 Nácsa Alexandra, Varga Krisztina, Mihalkó Andrea, Fan Shaowen, Zhou Bo, Farkas László

P-30

3D nyomtatott fém próbatestek mechanikai anyagvizsgálata 110
 Pammer Dávid, Keresztes Zoltán, Károly Dóra



P-31	
Processing defects in the production of multilayer tubes, focusing on surrounding of the Al 8006 sublayer	111
Szabó Attila, Pázmán Judit, Pergel Dóra, Verő Balázs	
P-32	
Effects of technology parameters in the laser welded joints	112
Tünde Kovács, Péter Pinke	
P-33	
A Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov (JMAK) kinetika függvény általánosításának lehetőségeiről	113
Réti Tamás, Felde Imre, Augusto M. Deus, Réger Mihály, Fried Zoltán	
P-34	
Influence of particle characteristics, mineral and elemental impurities of the hardrock gold on mineral processing technology and on the final product quality (Drazhnoe deposit, Russia)	114
Sergei Sitkevich, T. Mayorova, László A. Gömze	
P-35	
A Zn-Cu ötvözet nedvesítési tulajdonságainak vizsgálata Cu szubsztráton	115
Somlyai-Sipos László, Baumli Péter	
P-36	
The influence of traditional (isotherm), impulse and stress annealing methods on the soft magnetic and mechanical properties of FINEMET-type precursor alloy	116
Attila Szabó, L. Novák, A. Lovas	
P-37	
Zártcellás hab szerkezete és tulajdonságai rPET-ből	117
Szabó Veronika Anna, Dogossy Gábor	
P-38	
Innovatív technológiák alkalmazása az ITER fúziós erőmű diagnosztikai kábelezésének konstrukciós kialakításában	118
Szalai Judit	
P-39	
Mérethatás mikroméretű forgácsleválasztás esetén.....	119
Takács Márton, Balázs Barnabás Zoltán	
P-40	
Ultrasound separation in acidic solutions of the cathode active paste from the aluminum cathode in the recycling process of spent Li-ion batteries.....	120
Cristina-Madalina Toma, János Novák, Valeriu-Gabriel Ghica, Tünde Anna Kovács, Gheorghe Iacob, Mihai Buzatu, Mircea-Ionut Petrescu, Eugenia Vasile	
P-41	
Investigation of droplet epitaxially grown inverted quantum dot.....	121
Antal Ürmös, Zoltán Farkas, Lajos Tóth, Ákos Nemcsics	
P-42	
Különböző gyökoldali gázvédelem hatása duplex korrózióálló acéllemezek hegesztett kötéseire	122
Varbai Balázs, Májlínger Kornél, Mészáros István, Luca Brazzalotto	
P-43	
Különböző állagú dezoxidációs alumínium használatának gazdaságossága az ISD Dunafer Zrt. Acélművében	123
Wizner Krisztián, Kővári Attila	



P-44

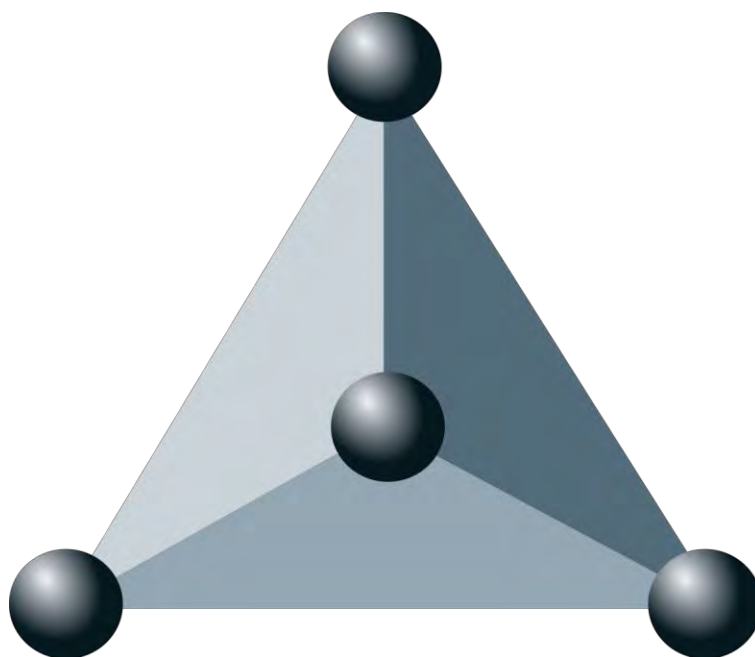
Titán ötvözetek szerkezeti és felülettopológiai analízise 124

Kulcsár Klaudia, Kónya János, Zsoldos Ibolya

P-45

Fullerén molekulák önszervező felépülése grafén alakzatokból..... 125

Zsoldos Ibolya, Fülep Dávid, László István



Szóbeli előadások

(a szakmai program sorrendjében)



A TWIP/TRIP effektusról 30 percben

Benke Márton, Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Hlavács Adrienn

Miskolci Egyetem, Fémtani Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

A TWIP (twinning induced plasticity) és TRIP (transformation induced plasticity) hatást mutató acélok a nagy szilárdság mellett nagy alakváltozó-képességgel rendelkeznek. Ennek a rendhagyó tulajdonság-kombinációnak köszönhetően az ilyen acélok energia-elnyelőképesége rendkívül nagy, ami az autóipari alkalmazásokban súlycsökkentést, és ezáltal kisebb károsanyag-kibocsátást eredményez. A TWIP/TRIP effektusok alapja a martenzites átalakulás. Az ilyen, diffúziómentes átalakulások már régóta ismert folyamatok, azonban az anyagvizsgálati technikák fejlődésével egyre több jellegzetességére és típusára derült fény. Részben ennek, részben pedig gyakorlati jelentőségének köszönhető, hogy a martenzites átalakulásokhoz köthető szakterületen a mai napig több neves, nemzetközi konferencia kerül megrendezésre. Az előadás ilyen konferenciákon korábban már bemutatott eredményeket foglal össze azzal a céllal, hogy átfogó és színes képet adjon a TWIP/TRIP hatást mutató acélok fázisátalakulásairól. Az előadás bemutatja a TWIP és TRIP hatás alapját képező fázisátalakulásokat, in-situ hevítőmikroszkópos vizsgálatok során rögzített videókon keresztül bemutatja a termoelasztikus és nem-termoelasztikus martenzites átalakulások közötti alapvető különbségeket, valamint ismerteti a kristálytani textúra szerepét a kristálytaniilag kötött martenzites átalakulásokban. Ezen túl az előadás betekintést ad az alkalmazott, esetenként egyedi anyagvizsgálati technikák részleteibe.

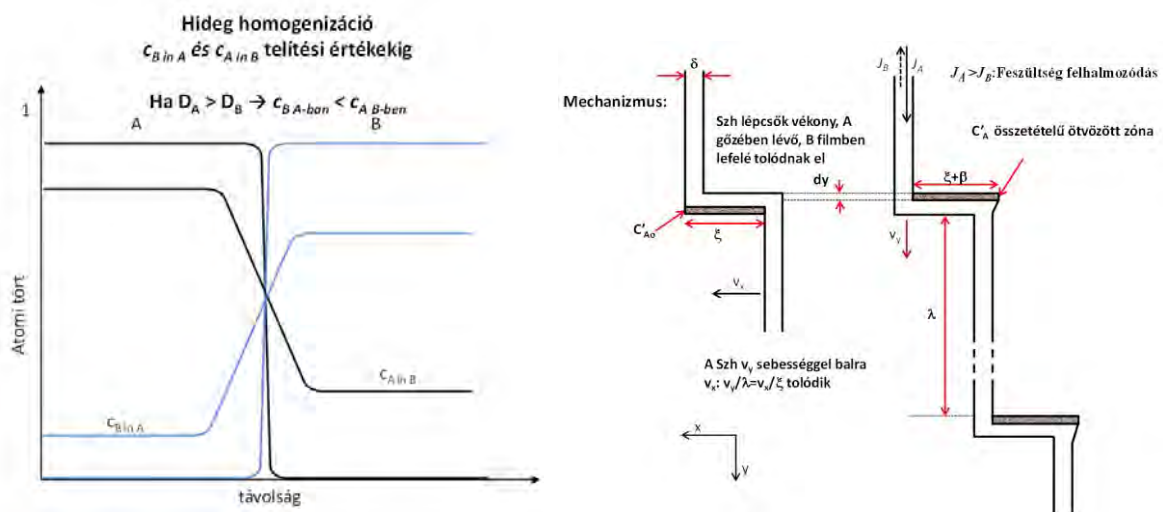


Szemcsehatár diffúzió indukálta homogenizáció nanoszerkezetekben

Beke Dezső L.

Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizika Tanszék, Debrecen

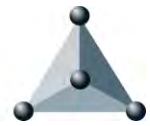
Nanoszerkezetű A/B vékony birétegekben – alacsony hőmérsékleteken, ahol a térfogati diffúzió teljesen elhanyagolható – a szemcsehatár (Szh) diffúziós áramok különbségének ($J_A - J_B > 0$, azaz ha $D_A > D_B$; D_A és D_B a Szh diffúziós együtthatók) divergenciájával arányos térfogat növekedés lép fel Szh-okban. Az ezzel együtt járó feszültségek relaxációja megvalósulhat a Szh-ok elmozdulásával [1], amely során a határ ötvözött tartományt hagy maga után: ez a DIGM (diffusion induced grain boundary motion) jelensége (1. ábra). Ha a Szh migrációs távolsága nagyobb, mint a szemcse-átmérő fele, akkor a film homogenizációja játszódik le. Minthogy az ötvözött tartomány koncentrációja a D_A/D_B hányadostól függ és az A illetve B oldalon eltér (B-ben, azaz a lassúbb oldalon, nagyobb) [1], az eredmény nem a teljes koncentráció kiegyenlítés, hanem egy „lépcső” alakul ki telítéskor (1. ábra). Továbbá, ha a diffúziós pár kétalkotós állapotábrája intermetallidokat is tartalmaz, akkor az ötvözött tartomány mindig megfelel valamelyik vegyület fázis összetételének (azaz a fenti szabály a koncentrációkra érthetően nem érvényes, bár a folyamat most is a lassúbb oldalon gyorsabb): a kiindulási rétegek arányától függően a végállapot az egyensúlyi állapotábra által diktált fázisegyensúlynak felel meg. Az előadásban saját eredmények alapján mutatjuk be az elméleti alapokat és a fenti jelenségeket Ag/Au, AuPd, CuAu, PdAu, Ni/Si vékonyfilm rendszerekben.



1. ábra

Referenciák:

- [1] D.L. Beke, submitted to *Acta mater*
- [2] G.Y. Molnar et al., *Beilstein J. Nanotechnol.* **2016**, *7*, 474–483.
- [3] A. Tynkova et al., *Beilstein J. Nanotechnol.* **2014**, *5*, 1491–1500.
- [4] S.S. Shenouda et al., *Mat.Lett.* **145**(2015)67–69
- [5] S.S. Shenouda et al., *Microelectronic Engineering* **134** (2015) 14–21
- [6] D.L. Beke et al., *Philos. Mag.* **93** (2013) 1960.



Geometrically necessary dislocations favor the Taylor uniform deformation mode in ultra-fine-grained polycrystals

Ultrafinom szemcseméret esetén a Taylor-féle homogén deformációs mód írja le helyesen a geometriailag szükséges diszlokációk szerepét

László S. Tóth

Laboratory of Excellence on Design of Alloy Metals for low-mAss Structures (DAMAS), Université de Lorraine, France

Laboratoire d'Etude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux (LEM3), UMR 7239, CNRS, Université de Lorraine, Metz, France

The density of geometrically necessary dislocations (GND) obtained from the lattice curvature was studied in commercially pure copper up to extreme large strains (von Mises strain of 63). Its evolution shows an increase to a maximum at a strain of about 2, then decreases until reaching the stationary limiting stage of grain refinement at a von Mises strain of about 14. At the same time, the total dislocation density is also decreasing. It is shown that the variation in the GND density correlates with the difference between the correlated (first neighbor grains) and the non-correlated (random neighbor) misorientation angle distributions. The low quantity of GND at extreme large strains is a consequence of the near Taylor-type homogeneous behavior of the polycrystalline ultrafine-grained structure.

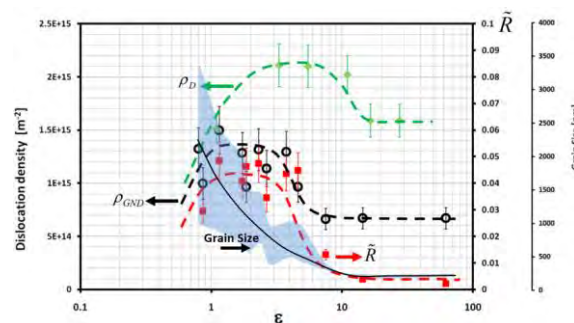
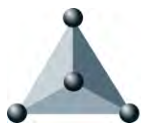


Fig. 1. The total dislocation density, the GND density, and $\tilde{R}$ as a function of the equivalent von Mises strain for large strains of commercially pure copper. The continuous line is the trend of the grain size with the blue zone showing the range of its variation.



Nano-Calphad = a Calphad módszer kiterjesztése nano-rendszerek egyensúlyi számítására

Dezső András¹, Korózs József¹, Mende Tamás¹, **Kaptay György**^{1,2,3,*}

¹ Miskolci Egyetem, Miskolc

² Bay Zoltan Kft., BAY-ENG, Miskolc

³ MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport, Miskolc

* kaptay@hotmail.com

+36 30 415 0002

A Calphad (= CALculation of PHase Diagrams) módszer és szoftverek célja a fázisegyensúlyok (fázisdiagramok) kiszámítása a kémiai termo-dinamika módszereivel. A klasszikus Calphad módszer azonban nem alkalmas nano-rendszerek számítására. Nano-rendszereknek azokat a rendszereket nevezzük, amelyekben legalább az egyik fázis legalább egyik dimenziója 100 nm-nél kisebb. A nano-rendszerekben ugyanis e fázis moláris Gibbs energiája e nano-dimenzió függvénye lesz, és ezen keresztül mind a fázisegyensúly, mind a nano-rendszer összes tulajdonsága méretfüggővé válik. A nano-Calphad módszer tehát nem más, mint a Calphad módszer kiterjesztése a nano-anyagok világába. Módszertanilag a feladat hasonló ahhoz, amikor Newton klasszikus mechanikáját Einstein kiterjesztette a fénysebességhez közeli sebességgel mozgó testek esetére. A világon az elmúlt 20 évben és jelenleg is több kutatócsoport dolgozik a nano-Calphad módszer kifejlesztésén és tökéletesítésén. Előadásunkban bemutatjuk azt, hogy a mi kutató-csoportunk éppen merre bolyong ebben az útvesztőben. Ma már nyilvánvaló ugyanis, hogy a megoldás nem egy egyenlet kiterjesztése, hanem ezen túl egy szövevényes új módszertan megteremtése. Néhány cikkünk a témában:

- G.Kaptay: Nano-Calphad: extension of the Calphad method to systems with nano-phases and complexions. *J Mater Sci*, 47 (2012) 8320-8335.
- A.Yakymovych, G.Kaptay, A.Roshanghias, H.Falndorfer, H.Ipser: *J. Phys. Chem. C*, 120 (2016) 1881-1890.
- G.Kaptay, J.Janczak-Rusch, L.P.H. Jeurgens. *J. Mater Eng Perform*, 25 (2016) 3275-3284.
- G. Kaptay: *J Mater. Sci.*, 51 (2016) 1738-1755.

Köszönetnyilvánítás: GINOP 2.3.2-15-2016-00027.



Szén nanoszerkezetek kiralitása

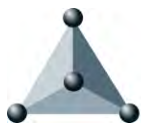
László István

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Elméleti Fizika Tanszék,
Budapest*

Ismert, hogy a szén nanocsöveket három csoportra oszthatjuk: cikk-cakk, karosszék és királis nanocsövek. Nem annyira közzismert, hogy a fulleréneknek is létezik egy felosztása királis és nem királis fullerénekre. A királis fulleréneket arról lehet megismerni, hogy nem létezik tükörsíkjuk. Ha veszünk egy királis fullerént és elkészítjük annak tükörképét, a két szerkezet nem hozható egymással fedésbe eltolásokkal és forgatásokkal. Molekuláknál fontos ennek a két enantiomernek a megkülönböztetése, mert kémiai, vagy élettani hatásuk teljesen különböző lehet. Előfordulhat, hogy az egyik enantiomer gyógyszer, a tükörképe pedig mérge. Fulleréneket általában a kiterített vázukkal, a Schlegel-diagramukkal adják meg, amelyben az atomok egy gráf csúcsai és a köztük lévő kötések a gráf élei. Ez a gráf önmagában még nem határozza meg, hogy melyik enantiomerről van szó. Meg kell még adni legalább három szomszédos csúcs sorszámát és még azt is, hogy az általuk meghatározott háromszög melyik oldala a belső és a külső oldal.

Azt a célt tűztük ki hogy a Schlegel-diagram ismeretében, az atomok megszámozása nélkül, csupán egy topológiai előjel $t(+)$ vagy $t(-)$ megadásával egyértelműen meghatározzuk, hogy melyik enantiomerről van szó.

A jelen előadásban bemutatjuk, hogy a topológiai koordináta módszer és az optikai forgatási erősség felhasználásával lehet definiálni a $t(+)$ és $t(-)$ topológiai előjeleket, amelyek a Schlegel-diagram megadásával egyértelműen meghatározzák, hogy melyik enantiomerről van szó.



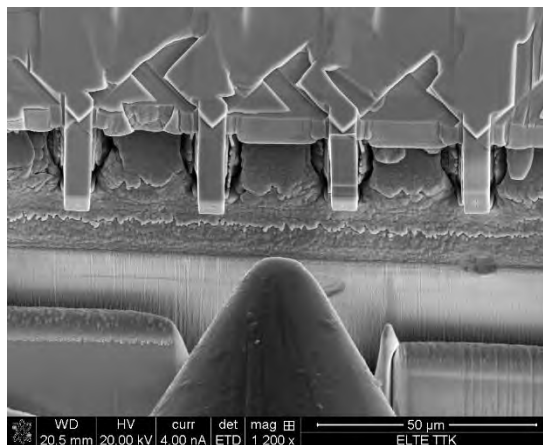
Mikrooszlop deformációja során kialakuló feszültségek vizsgálata HR-EBSD segítségével

Kalácska Szilvia, Dankházi Zoltán, Ugi Dávid, Ispánovity Péter, Dusán, Groma István
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Anyagfizikai Tanszék, Budapest

A kristályos anyagok képlékeny deformációjakor a mintában lejátszódó folyamatok megértése az anyagfizika egyik fontos kutatási területe. Az utóbbi évtized egyik nem várt eredménye, hogy az egykristályok képlékeny alakváltozása mikron vagy szubmikron skálájú mintaméret esetén drámaian eltér a tömbi anyagokon végzett kísérletek során megszokottól. Az ilyen viselkedés döntően befolyásolhatja a mai világ miniaturizálásra fókuszáló ipari ágazatait, hiszen már nem elhanyagolható a méretcsökkentés hatása. Ezt a különleges viselkedést vizsgáltuk alaposabban kis térfogatú minták (ún. mikrooszlopok) deformációja során.

A kutatás célja olyan fókuszált ionnyalábbal (FIB) történő faragási módszer tökéletesítése volt, amely nagyszámú, EBSD vizsgálatokra is alkalmas mikrooszlop előállítását tette lehetővé. A réz egykristály minta előkészítési fázisait követően a felszínen kialakított oszlopokat az ELTE Anyagfizikai Tanszékén fejlesztett nanoindentációs berendezés segítségével nyomtuk össze különböző mértékig, majd az oszlopokat FIB-bel kettévágtuk, és az így feltárt belső térfogatban nagyfelbontású visszaszórt elektrondiffrakciós (HR-EBSD) felvételeket készítettünk. A HR-EBSD technika alkalmas a deformáció hatására kialakult diszlokációk által keltett feszültségtér feltérképezésére, így az anyagban a deformáció során megjelenő és változó feszültség nagyságát és eloszlását tudtuk vizsgálni.

A FIB-es megmunkálások eredményeként létrejött mikrooszlopok (1. ábra) összenyomása és EBSD mérése sikeresen megtörtént. A nagyfelbontású EBSD térképek igen érdekes eloszlást mutatnak a feszültségtenzor különböző komponenseiben, melynek bemutatása a jelen előadás témája. A méréseket több különböző orientációjú mintán is elvégeztük. Az eredmények összevetése lehetőséget ad a mikrooszlopokban kialakult feszültségek 3 dimenziós feltérképezésére és rekonstruálására, amely igen újszerű megközelítése a mikrodeformációk kísérleti kutatásának.



1. ábra: Fókuszált ionnyalábbal faragott mikrooszlopok (4 egyforma, egyenként $6\ \mu\text{m} \times 6\ \mu\text{m} \times 18\ \mu\text{m}$ nagyságú) nanoindenterral történt összenyomásukat követően készített szekunder elektronkép.



A kezelési paraméterek hatása a kaolinit nanocsövek előállítására

Kovács András, Makó Éva

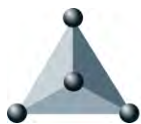
Anyagmérnöki Intézet, Pannon Egyetem, Veszprém

Napjainkban számos kutatásban vizsgálják a funkcionális nanokompozit és nanohibrid anyagrendszerekben alkalmazható kaolinit nanocsövek előállításának lehetőségeit. A nanocsövek lemezes kaolinitből történő előállítása többlépéses interkalációval valósítható meg, ahol lényeges az eljárások egyszerűsítése és hatékonyságának növelése az előállítási paraméterek célszerű megválasztásával.

Kutatásaink célja egy egyszerű, kis vegyszer- és időigényű többlépéses módszer kifejlesztése volt, mellyel nanocsöves szerkezetű kaolinit állítható elő nagy hatékonysággal.

Az alkalmazott nanocső-előállítási eljárás három lépésből állt: 1. a prekursor előállítása (dimetil-szulfoxid, vagy karbamid interkalálószerrel); 2. a prekursor metanollal történő szolvotermális kezelése (kaolinit-metanol komplex előállítása); 3. cetil-trimetil-ammónium-klorid (CTAC) interkalációja és deinterkalációja. Kísérleteink során az eljárás egyes lépéseinél a reakció paraméterek (interkalálószer, hőmérséklet, idő) nanocső-előállításra gyakorolt hatását vizsgáltuk röntgendiffrakciós, infravörös spektroszkópiai, elektronmikroszkópos és termoanalitikai módszerekkel. Az 1. lépésnél a legkedvezőbb a homogenizációs módszer alkalmazása 60 °C-os 24 órás pihentetéssel dimetil-szulfoxid, 80 °C-os 24 órás pihentetéssel karbamid interkalálószer használata esetén. A dimetil-szulfoxid interkalálószer felhasználásakor a 2. szolvotermális metanolos kezelési lépés legalkalmasabb paraméterei: 100 °C; 24 óra, ahol 6 óránként a metanolt cserélni kell. A karbamid interkalálószer esetén a 2. szolvotermális metanolos kezelési lépés legkedvezőbb paraméterei: 100 °C; 18 óra, ahol nem kell a metanolt cserélni. A 3. CTAC-vel végzett szolvotermális kezelési lépésnél a legelőnyösebb paraméterek: 100 °C; 24 óra kezelés.

Az elvégzett vizsgálatok alapján, az alkalmazott nanocső-előállítási eljárás (karbamidos prekursorral, 100 °C-os szolvotermális metanolos kezeléssel, végül 100 °C-os CTAC-vel végzett szolvotermális interkalációval és deinterkalációval) gyors és széles körben alkalmazható eljárás lehet a nanocső-bázisú funkcionális anyagok költséghatékony előállítására.



Auszténites csővezeték lokális korróziós károsodásának komplex elemzése

Trampus Péter¹, Dobránszky János², Kerner Zsolt³, Knisz Judit⁴, Oszvald Ferenc⁴, Palotás Béla⁵, Péter László⁶, Réger Mihály⁷, Verő Balázs⁵

¹ Trampus és Társa Kft., Budaörs

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

³ MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

⁴ VEIKI Energia+ Kft., Budapest

⁵ Dunaújvárosi Egyetem, Dunaújváros

⁶ MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest

⁷ Óbudai Egyetem, Budapest

Az előadás az atomerőmű kiégett fűtőelemeit pihentető medence auszténites acélból készült csővezeték rendszerében kialakult, zömében lyukkorrózió jellegű lokális korróziós károsodását elemzi. A károsodás jellegzetességei, valamint a korábban elvégzett vizsgálatok eredményei azt bizonyították, hogy a korrózió kialakulásában számos tényező együttes, komplex hatása játszik szerepet; a korróziós károsodás nem vezethető vissza egyetlen, jól definiált hatástényezőre. A korábbi vizsgálatok a mikrobiológiai korrózió (MIC) jelenlétét is valószínűsítették.

Célkitűzés: A kutatás második szakaszának fő célkitűzése a fémtani, technológiai és üzemviteli tényezők, valamint a vizsgálatok eredményeinek átfogó értelmezésén és elemzésén keresztül a károsodási mechanizmus meghatározása, illetve a korrózió mérséklését, elhárítását szolgáló javaslatok irányvonalának pontosítása volt.

Eredmények: A vizsgált csővezeték hálózat korróziós szempontból komplex és nyitott rendszernek tekinthető, vagyis korrózióra számítani kell, de a folyamat az üzemeltetési technológia kézbentartásával mérsékelhető, ellenőrzött szinten tartható. A rendszerben alkalmazott hűtőközeg jellemző, átlagos kloridion-koncentrációja, valamint bórsavtartalma sem önmagában, sem egyéb tényezőkkel együttesen nem okozhatja a csővezetékben tapasztalt korróziós folyamatokat. A tipikus bórsavtartalom mellett többféle mikroorganizmus is szaporodásra képes, illetve a rendszerben többféle mikrobiológiai korróziót okozó mikroorganizmus van jelen. A hűtőközegben lévő mikroorganizmusok szaporodásához az optimális hőmérséklet 15–40°C, ami megegyezik az üzemi hőmérséklet tartománnyal. A csőszakaszok helyszíni hegesztéseinek környezetében jelenlévő, a felületről el nem távolított termikus oxidréteg a közeg összetételétől és az üzemviteli körülményektől függően bizonyosan elősegíti a mikrobiológiai korróziót okozó baktériumok megtelepedését. E folyamat megvalósulását a csőágak szakaszos üzeme, vagyis a közeg időszakos pangó állapota elősegíti. A mikroorganizmusok megtelepedése és szaporodása az általuk lefedett terület oxigénellátottságának lokális csökkenését, azaz helyi elem kialakulását eredményezi. A biofilmen belüli reakciók az elektrokémiai folyamatokat befolyásolják, és végső soron ez vezethet a lokális korrózió kialakulásához. A kutatás részeként végzett fizikai modellkísérletek a komplex jelenség egyedi részfolyamatainak tisztázását segítették elő.



Lézersugaras mélyvarratos hegesztés és a plazma

Berczeli Miklós¹, Buza Gábor²

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

² Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., Budapest

A lézersugaras mélyvarratos hegesztés megvalósulásának egyik fontos velejárója a plazma képződése. A mélyvarrat annak következtében alakul ki, hogy a lézersugár nagy teljesítménysűrűsége miatt a hegesztendő anyag (pl.: acél, alumínium(ötvözet)) lokálisan túlhevül és intenzív gőzképződés zajlik. Az intenzív gőzképződés technikai értelemben is értékelhető nagyságú gőznyomást hoz létre, ami az olvadék felszínén „behorpadást” eredményez. Így alakul ki az a gőzcsatorna (key hole = kulcslyuk), aminek a határoló fala fémolvadék, ami részben reflektálja, részben elnyeli a lézersugár energiáját.

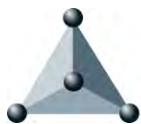
A gőzcsatornából kiáramló fémgőz is kölcsönhatásba lép a lézersugárral: azt eltéríti (törésmutató változás a levegőhöz képest), átereszti (ez az energia jut a gőzcsatornába) és elnyeli (ez túlhevíti a fémgőzt). A túlhevített fémgőz plazmaállapotba kerül. A gőzcsatorna fölött tehát egy plazmafelhő alakul ki. A plazmafelhő optikai tulajdonságai erősen függenek a plazma szabadelektron sűrűségétől, az elektronhőmérséklettől (elektronok mozgékonyaságától) és a lézersugár hullámhosszúságától.

A hegesztés során (a hagyományos esetekben is) az olvadék felszínét védeni kell az oxidációval szemben. Ez így van a lézersugaras mélyvarratos hegesztés során is. Itt munkagázok szolgálnak a védelemre, melyek keverednek a plazmafelhő anyagával, aminek következtében azok is túlhevülnek, ionizálódnak, plazmaállapotba jutnak. A turbulens gőz-gáz-plazma áramlások következtében ez az anyag bejut a gőzcsatornába is, vagyis a kulcslyuk nem csak fémgőzt, de plazmát is tartalmaz.

A kulcslyuk mélysége tehát a fémgőz és a plazma együttes nyomásának nagyságától függ. Ennek nagysága a lézersugaras hegesztés paramétereitől (lézersugár teljesítménye, teljesítménysűrűsége, fókuszhelyzete, előtolás sebessége stb.) és a munkagáz anyagától függ. Kísérleteink szerint a munkagáz ionizálhatósága, ill. plazmanyomása játszik fontos szerepet a kulcslyuk jellemzőinek alakulásában.

A kulcslyuk és a fölötté lévő plazmafelhő alapvetően befolyásolják a kialakuló hegesztési varrat geometriáját. A lézersugárral hegesztendő alkatrészek tervezőit a varrat várható geometriája (mélység, szélesség stb.) valamint az alkatrész hegesztéskor elszenvedett hőterhelése, annak időbeni lefutása érdekli, a várható termikus eredetű belső feszültségek nagyságának, a vetemedés veszélyének becslése okán.

Az előadás a lézersugaras mélyvarratos hegesztés munkagázának összetétele és a kialakuló varratgeometria közötti kapcsolatra világít rá, két szokásos lézersugár hullámhosszúság (távoli infravörös: CO₂ és közeli infravörös: szilárdtest) estén.



Nagyszilárdságú acélok és hegesztett kötéseik fáradásos repedésterjedéssel szembeni ellenállásának vizsgálata

Dobosy Ádám, Lukács János

Miskolci Egyetem, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, Miskolc

A nagyszilárdságú acélok napjaink szerkezeti alkalmazásaiban meghatározó szerepet töltenek be. Az anyagfejlesztések, reagálva az alkalmazások támasztotta igényekre, olyan tulajdonság-kombinációk létrejöttét eredményezték, amelyekben a fokozott szilárdsági követelmények elfogadható alakváltozó képességgel párosulnak. Az ilyen anyagokból készülő mérnöki szerkezetek igénybevétele gyakran ismétlődő, jellegzetes tönkremenetelük pedig a fáradás. Az ismétlődő igénybevételeket figyelembe vevő tervezési határgörbék meghatározása ma még nem tud lépést tartani az acélok fejlesztésének ütemével, így gyakran a legújabb acéltípusok fáradási jellemzőit nem ismerjük kielégítő részletességgel. A szerkezetek gyártástechnológiái között meghatározó szerepe van a hegesztésnek, amely – a hőbevitel okán – anyagszerkezet-tani változásokat okoz a felhasznált alapanyagokban. Ez kiemelt feladatokat állít a hegesztő szakemberek elé; pontosan definiált és betartott hegesztési előírásokra van szükség. További nehézséget jelent a megfelelő hegesztő hozaganyag megválasztása, mind a szilárdsági, mind pedig az egyéb jellemzők tekintetében. A nagyszilárdságú acélok alkalmazásának számos előnye van, elsődlegesen az alkalmazott szelvényméretek csökkenthetőek, így csökken a teljes szerkezet saját tömege, továbbá a felhasznált hegesztőanyagok mennyisége is. Ezek mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból előnyösek. Ugyanakkor ezen acélok ára jóval magasabb, mint a hagyományosan alkalmazott acéloké, továbbá a hegesztő anyagok is jellemzően drágábbak, amit mindenképpen kívánatos szem előtt tartani.

A kutató munka célkitűzése – mindezek alapján – olyan tervezési határgörbék kidolgozása, illetve meghatározása, amelyek alkalmasak a korszerű, nagyszilárdságú acélok ismétlődő igénybevétellel szembeni ellenállásának számszerűsítésére. A kutató munka, így a határgörbék kiterjednek a kisciklusú fáradás (LCF), a nagyciklusú fáradás (HCF) tartományaira, valamint a fáradásos repedésterjedés (FCG) körülményeire, és figyelembe veszik a meghatározó gyártástechnológiát, a hegesztést, különös tekintettel a hozaganyag megválasztásának problémakörére. További, ugyancsak általános célja a kutató munkának a tervezési görbéket leíró paraméterek közötti kapcsolatok feltárása.

Jelen közleményben tervezési határgörbéket mutatunk be a fáradásos repedésterjedés körülményeire, S690QL (SSAB WELDOX 700E) nemesített, valamint S960M (VOESTALPINE ALFORM 960M) termomechanikusan kezelt nagyszilárdságú acélkategóriákon (acél minőségeken). Vizsgálataink kiterjednek mind az alapanyagokra, mind pedig azok védőgázos fogyóelektródás ívhegesztéssel készített hegesztett kötéseire. A kutató munka során, a hegesztett kötések esetében, kiemelten foglalkozunk a különböző hozaganyagok – és azon belül a folyáshatár illesztés (matching, overmatching, illetve undermatching) – kérdéskörével. Ismertetjük az elvégzett fáradásos repedésterjedési sebesség vizsgálatokat (FCG), amelyeket azzal a filozófiával terveztünk és végeztünk, hogy az eredmények statisztikusan reprezentálják az alapanyagokat és a hegesztett kötések, továbbá bemutatjuk a vizsgálatok kiértékelési módszerét és eredményeit. Mind a saját vizsgálatainkat, mind pedig azok eredményeit összevetjük az irodalomból származó adatokkal is.



Korszerű ötvözetek mikroszerkezete és mechanikai tulajdonságai

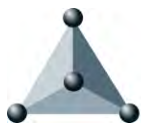
Heczel Anita, **Gubicza Jenő**

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Anyagfizikai Tanszék, Budapest

A nagy mechanikai szilárdság és a jó alakíthatóság elérése érdekében az utóbbi időben számos új ötvözetet fejlesztettek ki. Ilyenek például a nagy entrópiájú ötvözetek (angolul: High Entropy Alloys – HEAs), amelyek közel ekvimoláris összetételben tartalmaznak legalább öt kémiai elemet. Ezek a rendezetlen szilárdoldatok kiváló szerkezeti anyagok, mert még magas hőmérsékleten is nagy mechanikai szilárdsággal rendelkeznek. Az ötvözetek folyáshatára tovább növelhető a szemcseméret finomításával. Erre a célra nagyon hatékonyan alkalmazhatók a nagymértékű képlékeny deformációs (angolul: Severe Plastic deformation – SPD) módszerek [1]. Fontos kérdés, hogy az SPD eljárások milyen hatással vannak a HEA anyagok kémiai homogenítására, mikroszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira. Jelen előadásban azokat az eredményeket foglaljuk össze, amelyeket SPD eljárásokkal alakított korszerű ötvözeteken kaptunk. Megmutatjuk, hogy az SPD alakítás hogyan befolyásolja ezen anyagok fázisösszetételét és rácshiba szerkezetét (pl. a diszlokációk és az ikerhatárok sűrűségét) és ezen keresztül milyen hatással van a mechanikai tulajdonságokra. A rácshibaszerkezetet elsősorban röntgen diffrakciós vonalprofil analízissel vizsgáltuk, amely jó statisztikával határozza meg a diszlokáció sűrűséget és az ikerhatárok mennyiségét [2]. Megmutatjuk, hogy az új ötvözetek rácshiba szerkezete mennyiben tér el a hagyományos anyagokban tapasztaltakéhoz képest. Végül megvizsgáljuk a mikroszerkezet és a mechanikai tulajdonságok közötti kapcsolatot.

Referenciák:

- [1] J. Gubicza: *Defect structure and properties of nanomaterials*, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK (2017)
- [2] J. Gubicza: *X-ray line profile analysis in Materials Science*, IGI-Global, Hershey, USA, (2014)



Alumínium meleghengerműi előmelegítő kemencében lezajló fémtani folyamatok modellezése és vizsgálata

Fehér Jánosné¹, Kőszegi Szilvia¹, Bereczki Péter¹, Mikó Tamás², Pázmán Judit³

¹ Arconic-Köfém Kft., Székesfehérvár

² Miskolci Egyetem, Miskolc

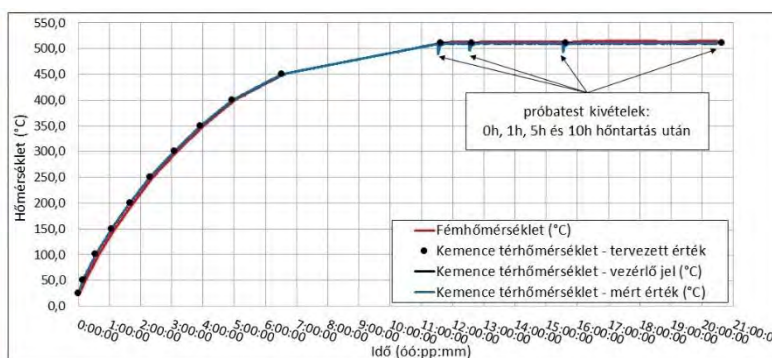
³ Dunaújvárosi Egyetem, Dunaújváros

Az 5xxx családba tartozó alumínium ötvözeteket a nagy szilárdság mellett a jó alakíthatóság és a kiváló korróziós tulajdonságok jellemzik. Ezek teszik lehetővé a nagy mechanikai igénybevételű járműipari elemként történő alkalmazásukat, és a tengeri atmoszférával szemben ellenálló szerkezetekben való felhasználásukat. Amennyiben a végterméket hengerelt alumínium alapanyagból gyártják, a lemez előtermék jó alakíthatósága és az izotróp mechanikai tulajdonságai a hengerlési és hőkezelési technológiai lépések megfelelő tervezésével biztosíthatók. Számos tanulmányban kimutatták, hogy az öntött tuskók meleghengerlési hőmérsékletre történő előmelegítése, illetve homogenizálása – mint a technológia egyik első lépése – jelentős hatást gyakorol a meleghengerlés egyes szúrásai között lezajló statikus, és a kész tekercs hűlése során végbemenő ún. „down-stream” újrakristályosodásra.

Jelen kutatómunka célja, hogy az Arconic-Köfém Kft.-nél alkalmazott tuskó előmelegítési, illetve homogenizálási programokat modellezve, laboratóriumi kemencében hőkezelt próbatesteken szimuláljuk az előmelegítő kemencében végbemenő fémtani folyamatokat. A kísérletekhez EN AW 5005 és EN AW 5052 ötvözeteket használtunk fel. A különböző hőkezelési programok meghatározott szakaszaiból vett, majd vízben hűtött minták vizsgálatával követtük nyomon a szövetszerkezeti és a mikrokeményiségbeli változásokat. Az egyes fázisok szerkezeti és morfológiai változásait fénymikroszkópos vizsgálatokkal határoztuk meg, míg a fázisok pontos összetételét energiadiszipperzív röntgen detektorral felszerelt pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk meg. A hőkezelt mintákból kimunkált hengeres próbatesteken végrehajtott növelt hőmérsékletű zömítővizsgálatokkal pedig a különböző előmelegítő és homogenizáló hőkezelések újrakristályosodási tulajdonságokra gyakorolt hatásait elemeztük.



(a)



(b)

1. ábra: (a) A hengerlési tuskók előmelegítésének, illetve homogenizálásának fizikai szimulációjához használt próbatestek és a bemérő minta a kemencetérben. (b) Egy hőkezelési szimuláció tervezett és mért hőmérsékleti profiljai.



Ötvözők hatása az AlMn1 ötvözet melegalakíthatóságára

Hegyes Tibor¹, Bereczki Péter¹, Fehér Jánosné¹, Barkóczy Péter²

¹ Arconic Kőfém Kft., Székesfehérvár

² Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, FUX Zrt. Miskolc

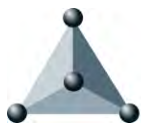
Az alumínium ötvözetek között a mangán ötvözésűek felhasználása rendkívül széles körű. Ennek oka kedvező mechanikai tulajdonságai, korróziós viselkedése és ára. A nagy gyártási volumen miatt a gyártástechnológia optimalizálása elsődleges feladat a minden szempontból gazdaságosabb gyártás megteremtése miatt. Tanulmányunk a lemezgyártás egyik fontos lépésére, a melegghengerlésre koncentrált.

Melegalakítás során alakítási keményedés és a kristály regenerációs folyamatainak viszonya, határozza meg az ötvözet mikroszerkezeti tulajdonságait, amit a technológia tervezése fejlesztése során figyelembe kell vennünk. Alumínium ötvözetek esetében a dinamikus lágyulás során a dinamikus megújulás és a dinamikus újrakristályosodás egy nagyságrendbe eső sebességgel megy végbe. A két folyamat együttes hatása határozza meg a melegen alakított szemcseszerkezet jellegét. További feldolgozás során a hideghengerléssel és hőkezeléssel megváltozik a melegalakításkor kapott szemcseszerkezet, de a végtermék mikroszerkezetére vonatkozóan így is jelentős hatással bír a melegalakítás után kialakult mikroszerkezet. Csak meghatározott melegen alakított szemcseszerkezettel érhető el a végtermék megfelelő mikroszerkezete.

Ebben a munkában komplex jelleget jelent, hogy szilárdsági előírások mellett a végtermék korszerű feldolgozhatósági követelményeknek is meg kell felelni, amelyre a melegalakítás hatással bír. Ennek a komplex feladatnak egyik megoldása az ötvözet melegalakíthatóságának vizsgálata különböző paraméterek mellett. Ezek a paraméterek természetesen az alakítás hőmérséklete, mértéke és az alakítás sebessége.

Tanulmányunkban öntött szerkezetű AlMn1 ötvözet és annak ötvözéssel módosított változatait vizsgáltuk. Az emelt réz és magnézium tartalom hatását is tanulmányoztuk. A vizsgálathoz öntött, illetve öntött majd homogenizált alapanyagból kimunkált próbatesteken emelt hőmérsékletű zömítővizsgálatokat hajtottunk végre a gyakorlati melegghengerlés hőmérséklet és alakítási sebesség tartományában. A mérési eredmények kiértékeléséből meghatároztuk a vizsgálati paraméterek függvényében az egyes folyamatok hatását, és a vizsgált minták mikroszerkezetének tanulmányozásából származó adatokkal kiegészítettük a kapott eredményeket.

Előadásunkban a kapott eredményinket mutatjuk be. A mérési eredmények és kiértékelésük alapján elemezzük az egyes paraméterek hatását a melegalakíthatóságra és a melegalakítás után kialakuló szemcseszerkezetre.



New JEOL developments for high resolution studies using scanning & transmission electron microscopes

Pavel Olowek, Guillaume Brunetti

JEOL (EUROPE) SAS, Croissy-sur-Seine, France

+33 130153737

brunetti@jeol.fr

Since 1949, JEOL's legacy has been one of the most remarkable innovations in the development of instruments used to advance scientific research and technology. JEOL has 60 years of expertise in the field of electron microscopy, more than 50 years in mass spectrometry and NMR spectrometry, and more than 40 years of e-beam lithography leadership.

This presentation is focused on the new JEOL developments of high resolution instruments. The first part will be devoted to the Scanning Electron Microscopes (SEM) with the introduction of the latest instruments developed by JEOL and of a new kind of spectrometer for chemical state analysis called SXES (Soft X-Ray Emission Spectrometer). The second part will deal with the Transmission Electron Microscopes equipped with Cold FEG and their capabilities for high resolution analysis (TEM, STEM, EDS ...) and routine work.

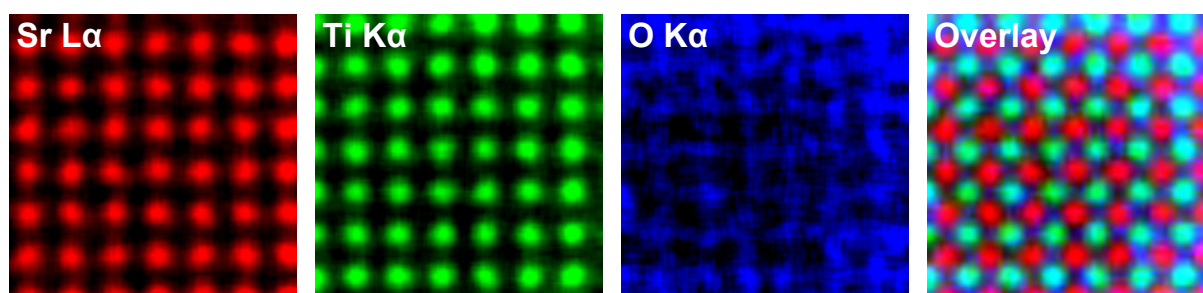


Figure 1: Atomic resolution EDS mapping on SrTiO_3 sample.

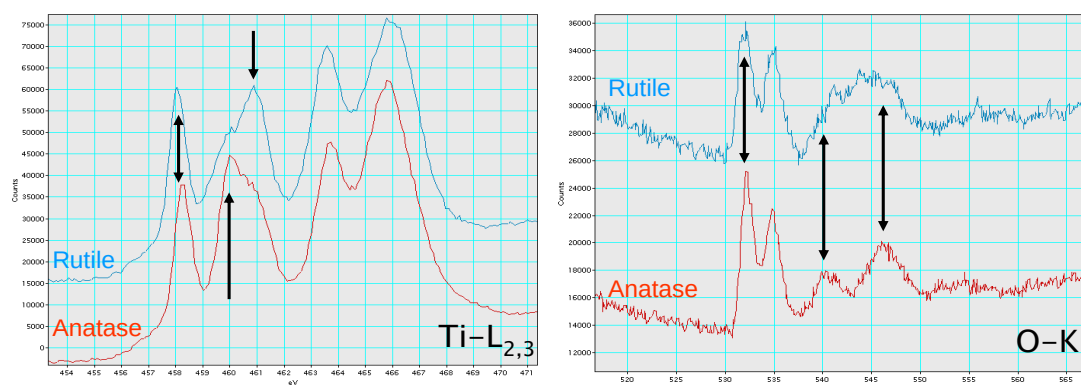


Figure 2: EELS spectra of rutile and anatase type crystal, which show ELNES obtained from the O-K edge and the Ti-L edge, reveal clear differences in chemical bonding states (indicated by arrows). The higher energy resolution of a Cold-FEG enables clear observation of these differences.



3D vizsgálati technikák esettanulmányai természettudományos területeken

Kozma István, Hargitai Hajnalka

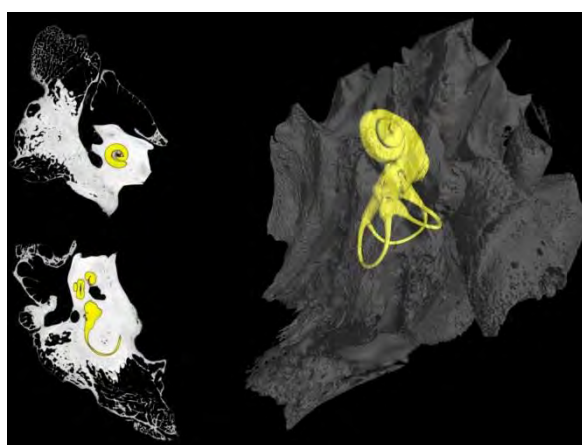
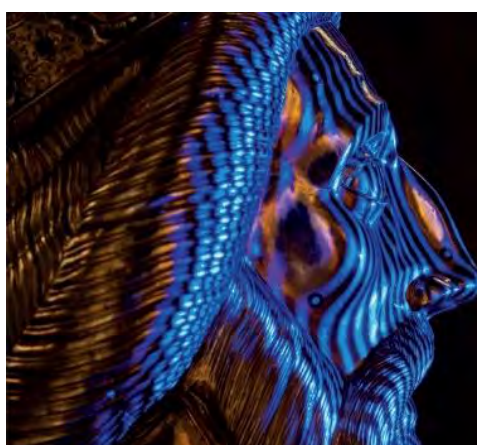
Széchenyi István Egyetem AHJK - ATT, Győr

A mai műszaki vizsgálatok és kutatások gyakran alkalmazott módszere a digitális felületrekonstrukció. A technika eszközei az optikai mérőrendszerek, szkennerek, mikroszkópok, valamint a térfogati mintavételezésre is alkalmas digitális radiográfia, CT-röntgen. Természettudományos területek hasonló technikájú eszközei csak korlátozottan alkalmazhatók vagy a vizsgálati minták sajátos tulajdonságai, vagy a műszerek célorientált felépítése (orvosi CT – kötött felbontás) miatt. A műszaki vizsgálatoknál használt képalkotás jelentős információ többlettel, mélyebb elemzési lehetőségekkel bír a természettudományos kutatási eredmények feldolgozásánál.

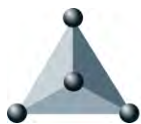
2017 Szent László Emlékév. Előadásunkkal elsősorban a Lovagkirály 2011-es multidiszciplináris kutatását mutatjuk be, különös tekintettel a herma valamint a koponyaereklye optikai mérőrendszeres valamint radiológiai vizsgálataira.

The most commonly used method of today's technical studies and research is the digital surface reconstruction. The tools of the measuring technique are optical measuring systems, scanners, microscopes and for volume sampling the digital radiography and X-ray computed tomography. Similar devices applied in the field of natural sciences can only be used limited or due to the specific properties of the test specimens or the target-oriented construction of the instruments (medical CT-bound resolution). The imaging used in the technical studies provides far more information and it has deeper analytical capabilities in the processing of scientific research results.

2017 Saint László Memorial Year. Our lecture gives a survey about the multidisciplinary research of the Knights of the King from 2011, with special emphasis on the optical measuring system and radiological examination of the herma and skull relics.



1. ábra: Szent László digitalizálás (GOM) közben (bal), Halántékcsonthoz elhelyezkedő csiga feltérképezése emberi faszülő herma felületeoptikai és CT vizsgálattal (jobb).



Diszlokációsűrűség meghatározása röntgendiffrakciós vonalprofil analízissel és automatizált EBSD vizsgálattal polikristályos nikkelen

Berecz Tibor¹, Jóni Bertalan², Csóré András³, Szabó Péter János¹

¹ Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

² Anyagfizika Tanszék, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

³ Atomfizika Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

A fémek anyagok mikroszerkezetének két elterjedt vizsgálati eljárása az automatizált EBSD és a röntgendiffrakciós vonalprofil analízis (XLPA). Mindkét eljárás alkalmas arra, hogy meghatározzuk a fémek anyagokban előforduló kristályhibák mennyiségét és minőségét. Azonban az előbbivel a geometriailag szükséges diszlokációk sűrűsége, míg az utóbbival a teljes diszlokációsűrűség határozható meg.

A geometriailag szükséges diszlokációk sűrűségének automatizált EBSD-vizsgálattal történő meghatározásához egy szoftvert fejlesztettünk, amely lokális diszlokációsűrűséget számol a szomszédos képpontok (pixelek) közötti orientációkülönbségekből, amelyeket a diszlokációk okozta rácstorzulások eredményeznek. Az EBSD-vizsgálat tehát ilyen szempontból lokális, míg a röntgendiffrakciós vonalprofil analízis nemlokális eljárásnak tekinthető.

Azonban a számolt diszlokációsűrűség függ az EBSD-mérés során alkalmazott lépésköz nagyságától: mégpedig úgy, hogy a lépésköz csökkentésével nő a számolt diszlokációsűrűség. Ez felveti azt a problémát, hogy adott anyag esetén mekkora lépésközzel végzett EBSD-mérés ad jó közelítést a tényleges diszlokációsűrűségre.

A lépésköz hatásának tanulmányozására polikristályos nikkelen mintán végeztünk EBSD-méréseket különböző lépésközökkel és ezekből számoltuk a geometriailag szükséges diszlokációk sűrűségeit, amely értékeket összevetettünk a röntgen vonalprofil analízis révén kapott teljes diszlokációsűrűséggel.

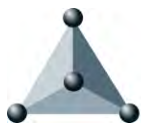


Roncsolásmentes röntgendiffrakciós textúra vizsgálat és anyagtudományi alkalmazása

Sepsi Máté, Benke Márton, Mertinger Valéria

Miskolci Egyetem - Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

Az előadás keretében új, általunk kidolgozott vizsgálati módszert mutatunk be, melynek segítségével kristálytani anizotrópia roncsolásmentesen is meghatározható fémes szerkezetekben. A kristálytani anizotrópia jellemzése pólusábrák szerkesztésével is megvalósítható. Az új módszert központ nélküli röntgendiffraktométerre fejlesztettük ki. A módszer rendkívüli nagy előnye, hogy minta kivágás és előkészítést nem igényel, sőt a központ nélküli röntgendiffraktométer mobil volta miatt a vizsgálat akár üzemi vagy terepi körülmények között is elvégezhető. Az előadás keretében validáló méréseket mutatunk be az új, és a konvencionális módszer összehasonlításával és termomechanikusan kezelt TWIP acélok gyakorlati példáján keresztül bemutatjuk a kristálytani anizotrópia szerepét, jelentőségét.



Építőipari perlit/A356 alumínium szintaktikus fémhab kifáradási tulajdonságai

Szlancsik Attila¹, Katona Bálint¹, Orbulov Imre Norbert^{1,2}

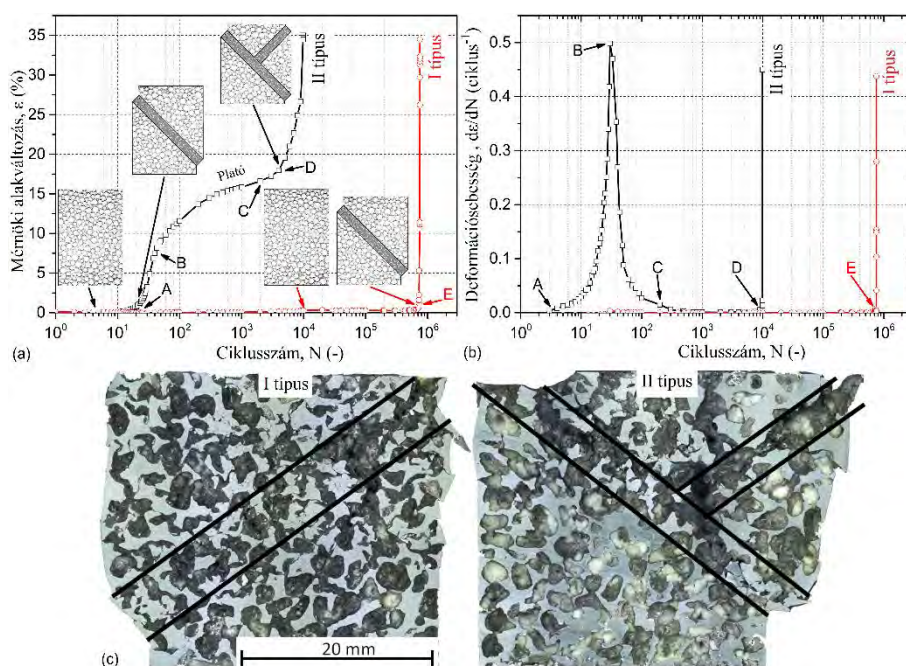
¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest

² MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Budapest

A szintaktikus fémhabok porózus felépítésű szerkezeti anyagok. Az általunk vizsgált fémhabokban az erősítő anyag az építőiparban elterjedten alkalmazott perlit volt, köszönhetően alacsony árának, illetve kis sűrűségének ($\sim 0,18 \text{ gcm}^{-3}$). A zömítővizsgálatból meghatározható paramétereket, mint például a nyomószilárdság, a platófeszültség illetve az elnyelt energia, már részletesen vizsgálták a különböző típusú szintaktikus fémhabok esetében. Ezzel ellentétben a kifáradási tulajdonságaival alig pár munka foglalkozik a szakirodalomban.

Célunk az építőipari perlit/A356 alumínium összetételű szintaktikus fémhabok Wöhler-görbéjének meghatározása volt. Ezen kívül a tönkremeneteli módokat is megfigyeltük, értelmeztük és rendszereztük. A méréseinkhez 27,4 mm átmérőjű, 42 mm magas hengeres próbatesteket használtunk, amelyeket az ausztráliai Newcastle Egyetemen állítottak elő. A mérést egy MTS 810 típusú univerzális szakítógépen végeztük 10 Hz frekvenciával, erővezérelt módon különböző, a nyomószilárdsághoz viszonyított terhelési szinteken, 0,1-es terhelési aszimmetria tényezővel.

A mérési sorozatokból sikeresen meghatároztuk az építőipari perlit/A356 alumínium típusú szintaktikus fémhabok kifáradási határát. A tönkremeneteli módokból pedig kettőt különítettünk el, amelyek nagymértékben befolyásolják a tönkremenetel lefutását és a fémhabok alkalmazhatósági körülményeit.



1. ábra: (a) Tipikus mérnöki alakváltozás – ciklusszám diagramja a két típusú tönkremenetelnek, (b) tipikus alakváltozási sebesség – ciklusszám diagramja a különböző tönkremeneteli módoknak, (c) az I illetve a II típusú tönkremeneteli módok keresztcsiszolati képeken.



Nem-lokális anyagok mechanikai modellezése

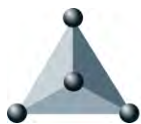
Béda Péter

BME Járműelemek és Járműszerkezet-analízis Tanszék, Budapest

A műszaki gyakorlatban növekvő szerepben jelentkezők olyan anyagok, amelyeknek egy adott pontban érzékelhető egyes mechanikai tulajdonságait a pont környezete erősen befolyásolja. Például az egy pontban ébredő feszültségét a pont és kis környezetének az alakváltozási állapota határozza meg. Az ilyen anyagot szokás nem-lokálisnak nevezni. A klasszikus anyagmodellek, például a lineárisan rugalmas anyagokra használt Hooke törvény, az adott pont feszültsége és ugyanazon pont fajlagos nyúlása között adnak kapcsolatot. Így egy nem-lokális anyag esetén ezek nem használhatóak.

A múlt század hatvanas éveiben a kontinuum mechanika felépítése során már többen foglalkoztak ezzel a kérdéssel, az egyik, és azóta is általánosan alkalmazott modell a gradiens anyag. Az előadásban ennek általános megfogalmazásával, illetve az abból adódó továbbfejlesztési lehetőségeivel foglalkozunk. Kitérünk a hagyományos térbeli nem-lokalitás mellett az időben nem-lokális anyagi tulajdonságokra, illetve annak az anyagszállítással való kapcsolatára is. Ez utóbbi a dinamikus terhelési esetek, illetve anyagvizsgálatok esetén játszik fontos szerepet.

Célunk: a nem-lokális anyagok mechanikai modellezésének áttekintése, és annak a legáltalánosabb kiterjesztését megfogalmazni. Ezzel szeretnénk a gyakorlati anyagvizsgálat számára szempontokat adni: milyen változók vizsgálatára célszerű koncentrálni, melyek azok a terhelési esetek, amelyeket a vizsgálatok során érdemes megvalósítani. Javaslatot teszünk arra, hogy milyen fizikai jelenségekre kellene a kísérletek során figyelni az ilyen anyagok modellezése, a modell anyagjellemzőinek meghatározása céljából.



Időbeli korrelációk vizsgálata Ni_2MnGa A/M transzformációja során végzett termikus, akusztikus és mágneses zajmérések alapján

Tóth László Z., Daróczy Lajos, Beke Dezső L.

Debreceni Egyetem, Szilárdtest Fizikai Tanszék, Debrecen

Szimultán végzett termikus, akusztikus és mágneses emissziós méréseket hajtottunk végre egykristály Ni_2MnGa ferromágneses alakemlékező ötvözet fázisátalakulása közben. A zajaktivitások egyidejűsége alapján várható, hogy az egyedi jelek között érdemes részletesebben is vizsgálni az időbeli korrelációkat.

Az egymást egy adott várakozási időnél sűrűbben követő eseményeket tartalmazó zajcsomagok eseményszámainak valószínűségi sűrűségfüggvénye eltér a független eseményekre elméleti úton meghatározott eloszlástól. Ebből arra lehet következtetni, hogy az események nem függetlenek egymástól. Továbbá, megfelelő normálás után az akusztikus és mágneses emisszióra kapott eloszlások megegyeznek egymással, bizonyítva a jelenség univerzális jellegét.

Továbbá a szimultán végzett akusztikus és mágneses emissziós mérések felhasználásával tanulmányozhatjuk a kétféle zajjelenség egymáshoz képesti viszonyát. Összetartozó akusztikus és mágneses jelek egymáshoz képesti kismértékű időkései vizsgálva arra a következtetésre juthatunk, hogy egy bizonyos késleltetési idő tartományban sokkal valószínűbb, hogy az akusztikus eseményt követi a mágneses jel, mint fordítva. Ez a megfigyelés összhangban van a várakozásainkkal, miszerint a strukturális átrendeződéshez tartozó akusztikus jel az elsődleges effektus, a mágneses doménszerkezet átalakulása pedig ennek a következménye.



Nagyszilárdságú alumínium ötvözetek melegalakításának numerikus modellezése

Lukács Zsolt, Tisza Miklós

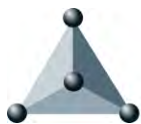
Miskolci Egyetem Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, Miskolc

Napjainkban az autóiipari lemezalkatrészek technológiai- és szerszámtervezése elképzelhetetlen az erre a célterületre fókuszált, numerikus vizsgálatokra lehetőséget biztosító technológiai folyamatmodellező szoftverek nélkül. Az egyes szerszámkonceptiókat a viszonylag rövid határidők és az előállítási költségek minimalizálása miatt még a legyártásuk előtt virtuális térben kipróbálják, így biztosítva, hogy az átvételi feltételeket maximálisan kielégítő technológiai- és szerszám változatok kerüljenek fizikai megvalósításra.

Az autóiipar szereplői az egyre szigorodó környezetvédelmi és biztonságtechnikai előírások teljesítési kényszere miatt, mind a felhasznált alapanyagok, mind a megmunkáló technológiák tekintetében folyamatos fejlesztési versenyben vannak. Ennek következményeként az utóbbi néhány évtizedben az autóiipar által felhasznált alapanyagok spektruma jelentősen kibővült. Az új tulajdonságú alapanyagokra a képlékeny lemezalakítás klasszikus technológiai műveletei nem adaptálhatók közvetlenül a technológiai paraméterek változtatása nélkül. Így született meg a nagyszilárdságú alumínium lemezanyagok melegen történő sajtolásának egy lehetséges technológiai változata a HFQ[®] (*Hot Forming and Quenching*) technológia, aminek numerikus modellezésével kívánunk foglalkozni.

Célkitűzéseink: Dolgozatunkban áttekintést kívánunk nyújtani az autóiipari nagyszilárdságú lemezanyagok melegalakítási technológiájának (HFQ[®]), numerikus modellezési nehézségeiről. Bemutatva, hogy milyen alapvető bemeneti anyagparaméterek szükségesek egy ilyen típusú modellezés elkészítéséhez. Vizsgálatainkat az autóiipar, technológiai- és szerszámtervezési folyamatainak tervezésére alkalmas egyik piacvezető rendszerében az *AutoForm*-ban végeztük el. Az *AutoForm* alapanyag adatbázisa jelenleg csak korlátozott számban tartalmaz nagyszilárdságú alumínium ötvözeteket. Ezért az általunk vizsgált ötvözetek anyagparamétereit meg kell határozni és a modellezés felhasználásához megfelelő formátumban a szoftverbe kell illeszteni.

Eredményeink: Célszerűen választott paraméterek mentén összehasonlítjuk egy konkrét ipari lemezalkatrész HFQ[®] eljárással történő alakítási eredményeit az *AutoForm* programrendszer által származtatott eredményekkel. Ezzel kapcsolatban megismertetjük a melegen történő lemezalakítás modellezéséhez szükséges, a pontosság szempontjából legrelevánsabb bemeneti paramétereit. Eredményeinkkel bizonyítva, hogy a célorientált numerikus modellező rendszerek az alakítási folyamat megítélése tekintetében hasznos és megkérdőjelezhetetlen előnyöket biztosítanak a technológus mérnökök számára napjaink mérnöki gyakorlatában.



Inverz hőátadási probléma megoldása bio-inspirált algoritmus alkalmazásával

Fried Zoltán, Szénási Sándor, Felde Imre

Óbudai Egyetem, Budapest

A gyors hevítési és hűtési technológiákra jellemző tranziens hőátadási folyamatok során az alkatrészek felületén időben és térben változó hőátadási együttható alakul ki, mely döntően befolyásolja mind a belső feszültség viszonyait, mind pedig szövetszerkezeti tulajdonságait. A komplex hőátadási együttható számszerű vizsgálatát inverz hőátadási módszerek segítségével célszerű végezni, melyek azonban meglehetősen nagy számítási kapacitást feltételeznek. Az összetett termikus peremfeltétel becslésére egy bio-inspirált optimalizálási módszerre épülő algoritmus kidolgozására került sor, melynek segítségével az inverz hőtani számításokhoz szükséges számítási idő jelentősen csökkenthető. A módszer a Particle Swarm Optimization (PSO) és a Levenberg-Marquardt Method (LMM) algoritmus szekvenciális alkalmazásán alapul. A numerikus vizsgálatokhoz az erre a célra kialakított próbatest különböző pontjaiban mért hőmérsékleti görbéket használtuk fel és ezek alapján származtattuk az idő és hely szerint változó hőátadási együttható függvényt. A módszer alkalmazását hőkezelési kísérleti adatokon demonstráljuk.



Gravitáció hatása a nedvesíthetőségre, a határfelületi jelenségek erő és energia koncepciójának egyenértékűvé tétele

Korózs József^{1,3,*}, Csóka Levente², Kaptay György^{1,3}

¹ ME-MAK Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

² SOE-SKK Faalapú Termékek és Technológiák Intézet, Sopron

³ Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.,
Mérnöki divízió, Budapest

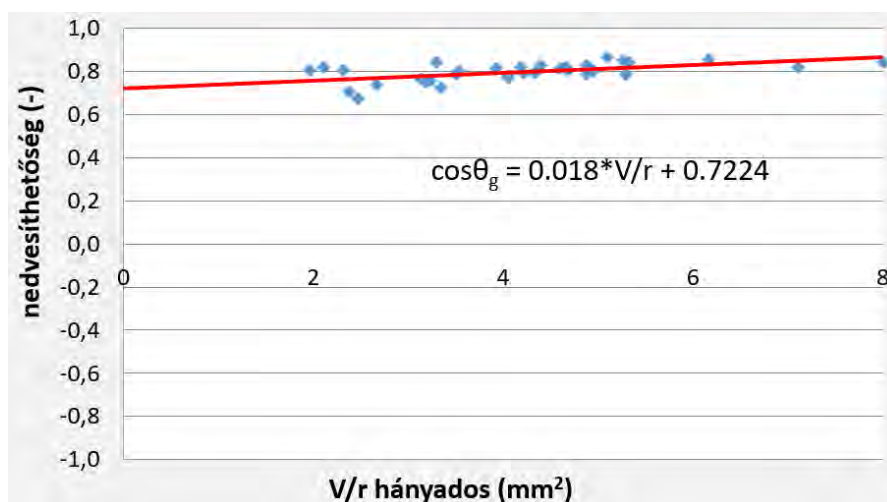
* korozsjozsef092@freemail.hu

Egy sík szilárd lappal kontaktusban lévő folyadékcsepp nedvesíthetőségét leíró vektorábrán régóta felmerülő probléma, hogy a függőleges vektorkomponensek egyensúlya nem biztosított. Ezt sokan sokféle módon próbálták már magyarázni, ám egyik elgondolás sem túlságosan meggyőző. Az erő és energia koncepciónak egyenértékűnek kellene lennie, gondolok itt a Young-Laplace elméletre és a Gibbs elméletre, de tapasztalhatjuk, hogy sok esetben csak a Gibbs elmélettel jutunk olyan megoldásra, amit a gyakorlat is igazol.

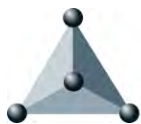
Ezt a koncepcióbeli különbséget sikerült feloldanom kutatásaim során. Ehhez szükséges volt a felületi feszültséget, mint fajlagosvektor-jellegű mennyiséget újraértelmezni, amivel a felületi feszültség és ezzel a vektorábra problémája megoldódott. Továbbá erre épülve a peremszög értelmezését is sikerült kiterjesztenem, amellyel az erő és energia koncepció egyenértékűvé vált.

Célok: Elméleteim igazolása a megfelelő matematikai és fizikai eszközökkel, majd azok összevetése és igazolása a mérési eredményekkel.

Eredmények: Sikerült a határfelületi jelenségek témakörében az erő és energia koncepciót egyenértékűvé tennem, konkrétan erők esetén meghatároztam a helyes vektor irány és jellemző szög felvételének módját. Ezzel a nedvesíthetőségre olyan összefüggést sikerült levezetnem, amely figyelembe veszi a csepp méretét is, a különböző paraméterek pedig csupán anyagtulajdonságok és fizikai jellemzők. Majd ezt az összefüggést sikerült igazolnom mérési eredményekkel is.



1. ábra: A nedvesíthetőség méretfüggése.



Kétdimenziós anyagok

Tapasztó Levente

MTA-EK-MFA 2D Anyagok ERC és Lendület Kutatócsoport

A kétdimenziós (2D) anyagok családja, jelenleg a modern anyag- és nano- tudományok egyik legintenzívebben kutatott területe. Újkori történetük 2004-ben kezdődik, amikor nemcsak izolálni sikerült a grafít egyetlen rétegét (kristálysíkját), a Grafént, hanem mód nyílt tulajdonságainak szisztematikus feltárására is. A 2D anyagok, már pusztán szerkezeti sajátosságaikból adódóan is számos tekintetben különlegesek. Egyetlen atom vastag kristály minden atomja felületi, így ezen anyagoknak nincs térfogatuk, csak felületük. Ennek következtében az anyagban végbemenő folyamatok nem a tömb mélyén elrejtve, hanem a „szemünk előtt” játszódhatnak le, a felületek leképezésére alkalmas vizsgálati módszerekkel jól követhetően. Az egyetlen atom vagy molekula vastagság direkt módon határozza meg a mechanikai (hajlékonyság) és optikai (átlátszóság) tulajdonságokat. Ezen túlmenően a 2D geometria, azt is jelenti, hogy anyagban található elektronok egyik térbeli dimenzióban erősen korlátozva vannak (kvantummechanikai bezártság), amely következtében sávszerkezetük és ezáltal tulajdonságaik alapvetően módosulnak a tömbi (3D) anyakristályhoz képest. Ez a folyamat új tulajdonságok és jelenségek megfigyeléséhez vezetett, amelyre, a grafén az egyik legjobb iskolapélda. A grafén kutatása a mai napig nagy intenzitással folyik, ugyanakkor nyilvánvalóvá vált, hogy a grafén pusztán az első a nagyszámú, hasonlóan izgalmas anyag között, amelyek izolálhatók kétdimenziós kristály formájában. Számos ilyen anyag kerül ki az átmenetifém kalkogenidek családjából. Az anyagcsalád tagjai már tömbi formában is érdekes és változatos tulajdonságokat mutatnak: a MoS_2 félvezető, a WTe_2 topologikus szigetelő, a NbSe_2 , pedig alacsony hőmérsékleten szupravezető tulajdonságokkal rendelkezik. Azonban egyetlen rétegük különválasztásával ezek a tulajdonságok tovább módosulnak, gazdagodnak. A MoS_2 esetében például már ismert, hogy míg tömbi formában 1.3 eV széles indirekt tiltott sávval rendelkezik, addig egyetlen rétege 1.9 eV széles, direkt tiltott sávú félvezetővé válik.

Előadásomban, főként a saját eredményeinkre alapozva, áttekintem a grafén és egyéb 2D anyagok előállítását, atomi szerkezetük feltárását, különös tekintettel a szerkezeti hibákra, valamint a 2D kristályok szerkezetének kontrollált, nanométeres pontosságú módosítását (nanomegmunkálását) és az ebben rejlő lehetőségeket.



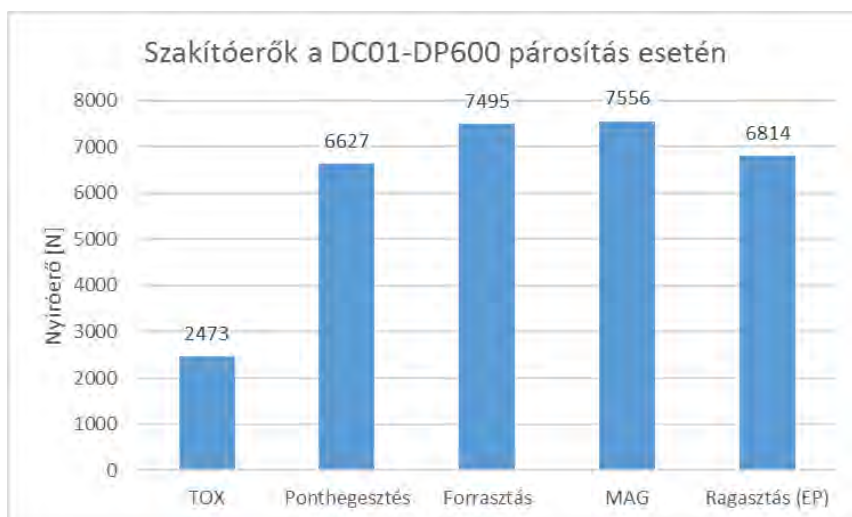
Járműipari karosszéria lemezek kötéstechológiájának összehasonlító vizsgálata

Weltsch Zoltán

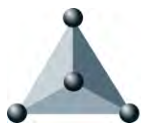
Pallasz Athéné Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Anyagtechnológia Tanszék, Kecskemét

A járműipar hazánk egyik húzóágazata, ezért a hozzá kapcsolódó anyagok és technológiák kutatása fejlesztése kiemelt fontosságú. A járműiparban egyre elterjedtebben használják az emelt szilárdságú acélokat kedvező szilárdsági tulajdonságai miatt, ugyanakkor az emelt szilárdságú acélok magasabb ára korlátot szab ennek. A járműgyártók tehát csak ott szeretnék használni az emelt szilárdságú acélokat, ahol valóban kihasználjuk előnyös tulajdonságait. Ebből következően szükség van a különböző anyagminőségű acéllemezek összekapcsolására (hibrid kötésekre) annak érdekében, hogy kombinálni lehessen a kedvező szilárdsági tulajdonságot a megfelelő árral. A járműgyártás területén számos kötéstípus áll rendelkezésre, melyekkel megfelelően össze lehet kapcsolni azonos anyagokat, ugyanakkor jóval kevesebb információ áll rendelkezésre különböző anyagminőségek összekötése esetére.

A kutatás fő célja hogy a különböző hegesztett, forrasztott, ragasztott és képlékenyalakított kötések hibrid anyagpárosítások esetén összehasonlításra kerüljenek (1. ábra). Hegesztett és forrasztott kötések esetén kiemelt jelentősége van a kötés kialakításában a határfelületi viszonyoknak. A kialakított termikus kötés környezetében az emelt szilárdságú acélok hajlamosak szerkezeti átalakuláshoz, mely adott esetben a kialakított kötés elhidegedéséhez vezet. Határfelületek megfelelő előkezelésével a határfelületen kialakult nedvesedési viszonyok számunkra kedvező módon befolyásolható, így javíthatók a kötési tulajdonságok. Korábbi kísérletek alapján bebizonyosodott, hogy a lézeres felületkezelés egy lehetséges megoldás a határfelületi viszonyok javítására, így fogalmazódott meg a további cél, hogy ezeket a vizsgálatokat kiterjesszük járműipari karosszéria lemezekre is. A kísérleti eredmények hozzájárulhatnak a szélesebb körű hibrid kötések elterjedéséhez a járműiparban.



1. ábra: Szakítóerők változása hibrid anyagpárosítás különböző kötéstípusai esetén.



Duplex acél mikroszerkezeti és mágneses vizsgálatai

Mészáros István, Bögre Bálint

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

Munkánk során célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk, a képlékeny hidegalakítás hogyan befolyásolja 2507 típusú szuperduplex (SDSS) korrózióálló acél esetében az eutektoidos bomlást a későbbi hőkezelés során.

Az SDSS korrózióálló acélok kettős fázisúak, ausztenitet és ferritet tartalmaznak hozzávetőlegesen 50-50%-ban. A kettős fázis célja, hogy az ausztenites és ferrites szövetszerkezet kedvező tulajdonságait kombinálja. A duplex acélok nagyobb szívóssággal rendelkeznek, mint a legtöbb ferrites acél, feszültségkorróziós ellenállásuk jobb, mint az ausztenites acéloké és magasabb szilárdsággal rendelkeznek mind a ferrites, mind pedig az ausztenites acéloknál.

A duplex acélok az ötvözők mennyiségének növekedésével egyre inkább hajlamossá válnak a kiválásokra hőkezelés során 300 és 1000 °C között. A ferrit bomlása számos másodlagos fázis kialakulásához vezet. Duplex acélok legfontosabb fázisátalakulása a δ -ferrit eutektoidos bomlása σ -fázissá és szekunder ausztenitté.

A vizsgálatok során a δ -ferrit eutektoidos bomlását tanulmányoztuk, annak megállapítása céljából, hogy az előzetes képlékeny hideg hengerlés miként befolyásolja a ferrit bomlási folyamatának sebességét.

A kísérleti munka során 35 darabból álló 2507 típusú SDSS mintasorozatot készítettünk. A mintákat eltérő mértékben hengereltük, a hengerlési fogyás mértéke 0,10,20,30,40,50 és 60% volt. Minden hengerlési fogyás esetében 5-5 mintát hengereltünk, melyeket 20, 700, 750, 800 és 850 °C hőmérsékleten hőkezeltünk 30 percen keresztül. A darabokat keménységmérő eljárással, AC magnetométeres és termofeszültség méréssel, valamint Forster-típusú (DC) magnetométerrel vizsgáltuk meg. Ezen eredményeket a X. Országos Anyagtudományi Konferencián ismertettük és publikáltuk.

A vizsgálatok folytatásaként metallográfiai, EBSD, termofeszültség és sűrűségmérést végeztünk. A minták ferrittartalmát az AC magnetométeres mérés mellett DC magnetométeres, Fischer Feritscope-os és örvényáramos méréssel is meghatároztuk. A különböző ferrittartalom mérési módszerek által kapott ferrittartalmakat összehasonlítottuk, majd az eredményeket felhasználva kiszámítottuk az eutektoidos bomlás aktiválási energiáját. Az AC magnetométeres mérés során kapott mérési pontsört a kétfázisú hiperbolikus modell felhasználásával extrapoláltuk, majd az extrapoláció során kapott telítési polarizáció értékeket összehasonlítottuk a DC magnetométeres mérés eredményével.

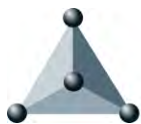


3003 típusú alumínium ötvözet lemezek fülesedése és textúrakomponensei közötti kapcsolat

Pethő Dániel, Hlavács Adrienn, Angel Dávid Ádám, Mertinger Valéria, Benke Márton

Miskolci Egyetem, Fémtani Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

Az alumínium ötvözetek hengerlése során az anyagban anizotróp szerkezet, másnéven kristálytani textúra alakul ki. A textúrára - a hengerlésen túl - hatással van a lágyító hőkezelés is. A lágyításkor kialakuló kristálytani textúrát meghatározza továbbá a kémiai összetétel, a mikroszerkezet jellege és a jelen lévő kiválások. A lemezek mélyhúzás közbeni viselkedését erősen befolyásolja a textúra, ezért annak ismerete alapvető fontosságú. A textúrát kvalitatív módon leírni az ODF függvény segítségével lehet. A számolt ODF függvény alapján meghatározhatók a nevezetes textúra-komponensek térfogatszázalékai, melyeknek segítségével átfogó képet leírást kapunk az anyag kristálytani textúrájáról. Kutatásaink során a mélyhúzható, 3103-as típusú alumínium ötvözetet hidegen hengereltünk 7 mm-ről 1 mm-es vastagságra, majd ezután különböző hőmérsékleteken lágyítottuk különböző időintervallumokig. A lemezeket ezt követően optikai mikroszkópos, csészehúzó és röntgendiffrakciós textúravizsgálatokat végeztünk. Vizsgálataink célja a textúra-komponens térfogatszázalékok változásának leírása a lágyítási hőmérséklet és idő függvényében.



Al 6082 nagyszilárdságú alumínium ötvözetek klincs kötése

Kovács Péter Zoltán, Tisza Miklós

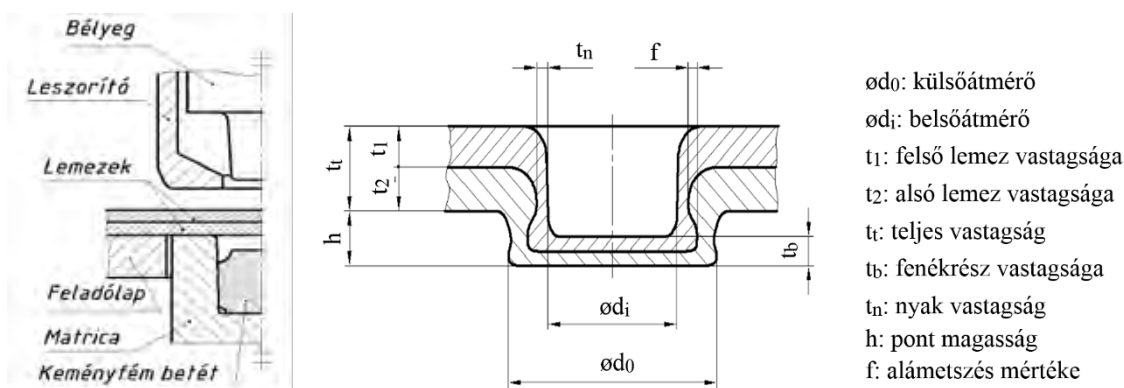
Miskolci Egyetem, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, Miskolc

A klincselés napjainkban egyre elterjedtebben alkalmazott sajtoló kötési eljárás lemezalkatrészek kötésére. Lényege, hogy két lemezt egy speciális erre a célra kialakított bélyeg – matrica párral egymásba préselünk.

Bár a klincs kötés mára az iparban is széles körben elterjedt, azonban még mindig sok kérdés merül fel egy-egy új anyagminőség, eltérő lemezvastagság alkalmazása esetén. A technológusok célja, az alapanyagok között a legmegfelelőbb kötés létrehozása, de az ehhez szükséges megfelelő technológiai paraméterek számos esetben további vizsgálatokat, elemzéseket igényelnek, ezért egy új szerkezet gyártásának kezdetéig, sok kísérleti erőfeszítés, és ezzel plusz költségek jelentkezhettek.

Az elkészült kötések szilárdsági tulajdonságait roncsolásos vizsgálatokkal tudjuk megállapítani, azonban a végeselemes módszer segíthet abban, hogy ezeket a tulajdonságokat ne időigényes és költséges vizsgálatokkal, hanem számítógépes szoftverek segítségével, numerikus módon – a virtuális térben – szimuláljuk, és elemezzük a különféle paramétereknek a kötések minőségére gyakorolt hatását. A végeselemes modellezés lehetővé teszi, hogy költséghatékonyabban és egyszerűbben választhassunk a folyamatunknak legmegfelelőbb szerszámot, esetleg alapanyagot, és ha szükséges, optimalizálhassuk a szerszámgeometriát az adott felhasználásra.

A létrehozott kötések mechanikai viselkedését nagymértékben befolyásolják a kötési műveletek során megvalósuló anyagáramlások. Az erősebb kötések elérése érdekében általában az alakító szerszámok geometriája is változik. A tanulmány célja annak vizsgálata, hogy az anyagáramlás hogyan szabályozható a hőmérséklet és az eszköz geometriai módosítása révén. Ebből a célból az Al6082-T6 hőkezelhető alumíniumötvözetből készült vékony lemezeket mechanikus kötésekkel egyesítettük. Megvizsgáltuk a folyamat körülményeinek az anyagáramlásra gyakorolt hatását és az összekapcsolt kötések mechanikai viselkedését. Elemzést végeztünk arra vonatkozóan, hogy a hőkezelésnek milyen hatása van a kialakított kötésekre. Az elért eredmények szerint a hőkezelés alkalmazása lehetővé teszi a törések elkerülését, javítja az anyagáramlást és következésképpen javítja a kötések mechanikai viselkedését.



1. ábra: A klincselő szerszám és a klincs kötés fontos technológiai és minőségi paraméterei.



Hőszigetelő tulajdonságú új kötőanyagrendszerek

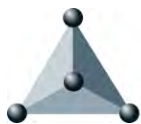
Balczár Ida, Korim Tamás, Boros Adrienn, Hullár Hanna

Pannon Egyetem, Anyagmérnöki Intézet, Veszprém

Számos jelét tapasztaljuk, hogy az építkezés a 21. század elején jelentős változásokon megy keresztül. Ennek legfőbb oka, hogy az egyre növekvő energiaigény mellett az emberiségnek tudomásul kellett vennie, hogy a fosszilis energiahordozó-készleteink (kőolaj, földgáz, szén) fogytán vannak. Ráadásul az áruk az elmúlt évtizedben – az 1970-es évek energiaválságához hasonlóan – ismét robbanásszerűen megnőtt. Fenntarthatóság és gazdaságosság szempontjából is tehát kívánatos az energiafelhasználás csökkentése, amelynek egyik módja – a megújuló energiaforrások és a természetes építőanyagok (bioépítőanyagok) használata mellett – az épületek megfelelő és szakszerű hőszigetelése.

A gázbetonokat vagy pórusbetonokat széles körben alkalmazzák, mint jó hőszigetelő tulajdonságú, de emellett teherbíró szerkezeti elemeket, viszont az alapanyagként szolgáló portlandcement előállítása meglehetősen környezetterhelő, ezért a kutatások elsődleges célja olyan kötőanyagot találni, amellyel a gázbetonokhoz hasonló szerkezetű és fizikai tulajdonságokkal rendelkező hőszigetelő tulajdonságú anyagok állíthatók elő.

Az alkáli aktivált cementek megfelelő alternatívái lehetnek a portlandcementeknek. Csak ipari hulladékanyagok felhasználásával is előállíthatók, illetve hasonlóképpen habosíthatók, mint a klasszikus cementek. Intézetünkben négy különböző lehetséges alapanyagot (metakaolinit, granulált kohósalak, perlit, gázbeton por) is vizsgáltunk, mint a hőszigetelő tulajdonságú alkáli aktivált cementek lehetséges alapanyagait. Habosítószerként H_2O_2 -ot használtunk, illetve a perlit esetén maga az alapanyag morfológiája adta a pórusos-szerkezetet. A termékeknek meghatároztuk a pórusszerkezetét, testsűrűségét, nyomószilárdságát és hővezetőképességét is. A kapott eredmények alapján az adott igények függvényében a hőszigetelő tulajdonságú anyagok széles palettáját lehet kialakítani.



Elméleti és gyakorlati módszerekkel meghatározott alakítási határdiagramok összehasonlító elemzése

Béres Gábor¹, Weltsch Zoltán¹, Tisza Miklós²

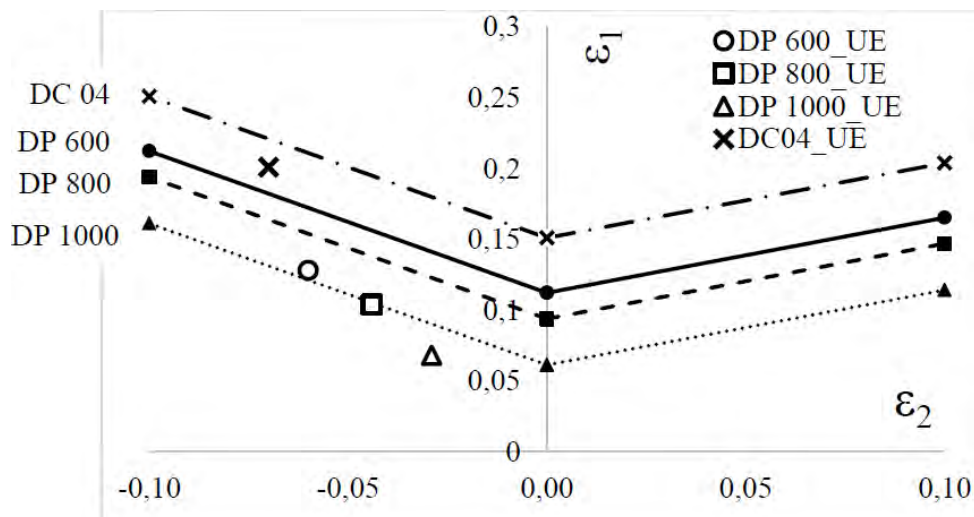
¹ Pallasz Athéné Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Anyagtechnológia Tanszék, Kecskemét

² Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagtudomány és Technológia Intézet, Mechanikai Technológia Tanszék, Miskolc

Az alakítási határdiagramok (FLD-k) elterjedten használatosak a lemezanyagok alakítási határának megállapítása céljából. Bár a diagramok hasznos információval bírnak a nagy szériában gyártott lemezzalkatrészek tervezésére vonatkozóan, mégis azok rendelkezésre állása korlátozott. Egyrészt ugyanis a gyakorlatban öt, vagy annál több próbatest alkalmazása szükséges a különböző alakváltozási utak megfelelően pontos lefedéséhez, a tiszta nyírástól ($\epsilon_1 = -2\epsilon_2$) a kéttengelyű húzás ($\epsilon_1 = \epsilon_2$) állapotáig. Másrészt az FLD-k kísérleti úton történő felvétele bár hosszadalmas folyamat, a határ alakváltozások megállapításának igazi gátját mégsem ez, inkább a képlékeny instabilitás megjelenésének helyes érzékelése, így az akkor fennálló, a tulajdonképpen alakítási határt jelentő alakváltozási értékek definiálása jelenti.

Ezek a szempontok hívták életre az alakítási határdiagramok elméleti meghatározási módszereinek kidolgozását. Az analitikus és numerikus közelítéseket két fő csoportra tagolja a műszaki irodalom, az alakváltozás- és a feszültség alapú alakítási határdiagramokra. Az alakváltozás alapú, alakítási határ becslési eljárásokat olyan kutatók neveivel azonosítják, mint pl. Swift, Keeler, vagy Hill, míg a feszültség alapú határdiagramok történelmileg Stoughton nevéhez köthetők.

A cikk az alakítási határdiagramok elméleti és gyakorlati technikákkal előállított értékei közötti párhuzamra összpontosít, járműipari, nagyszilárdságú (DP-s) és lágyacél lemezanyagok vizsgálata kapcsán. Rávilágít pl., hogy a Levy és Tyne által kidolgozott szisztémával kapott elméleti határdiagram jól közelíti ugyan, de túlbecsüli a kontrakció megindulásához tartozó, egytengelyű húzó kísérlet során mért határ alakváltozásokat („UE” jelölések az 1. ábrán).



1. ábra: Elméleti úton meghatározott alakítási határdiagramok, a mért főalakváltozás értékekkel.



Süllyesztékes kovácsolásnál használatos kenőanyag grafittartalmának elméleti rétegvastagsága és a Kudó-féle súrlódási szám közötti kapcsolat vizsgálata

Tancsics Ferenc, Ibriksz Tamás

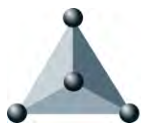
Széchenyi István Egyetem, AHJK - ATT, Győr

Kovácsolt alkatrészek numerikus analíziseinél fontos szempont az adott kovácsolási technológia kenési viszonyaira jellemző súrlódási együttható megadása. Cikkünkben egy ismert SU (Simple Upsetting) deformációs módszer és EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) kapcsolt alkalmazásával a Kudó-féle súrlódási szám és a süllyeszték üreget lefedő grafitfilm elméleti rétegvastagsága közötti kapcsolat meghatározására mutatunk be egy lehetséges módszert. A vizsgálatok során különböző mértékben hígított nem szintetikus előállított kenőanyag koncentrátum szilárdanyag tartalmát használtuk fel az összefüggések kimutatására. Az összetétel vizsgálatokhoz szükséges mintákat közvetlenül kovácsolás után vettük le a szerszámokról, így közelítve a valós működési körülményeket.

A süllyeszték üreget lefedő grafitfilm elméleti rétegvastagságának és összetételének ismerete lehetővé teszi a Kudó – féle súrlódási szám meghatározását és az agresszív szerszámkopást kiváltó vegyületek beazonosítását.

Célkitűzés: A valós kovácsolási folyamatok numerikus analízisekhez megfelelő pontossággal használható Kudó – féle súrlódási szám meghatározása a kenőanyag grafittartalom függvényében.

Eredmények: Alkalmazhatósági görbe felvétele.



A fülesedés és textúra-komponensek közötti kapcsolat 3003 típusú alumínium ötvözet lemezekben

Benke Márton, Hlavács Adrienn, Pethő Dániel, Angel Dávid Ádám, Sepsi Máté,
Nagy Erzsébet, Mertinger Valéria

Miskolci Egyetem, Miskolc

A vizsgált 3003-as alumínium ötvözet jellemző felhasználási területe a mélyhúzás, amellyel kupakokat, dobozokat állítanak elő. Az ötvözzel szemben támasztott követelmény, hogy mélyhúzás során a lemez alakváltozóképesége minden irányban egyenletes legyen. A gyártó által rendelkezésünkre bocsájtott lemezek alakváltozóképeségének irányfüggő homogenitását a csészehúzóvizsgálat során kapott mérőszámmal, a fülesedés mérőszámmal jellemeztük. A lemezek alakváltozóképesége a hengerlés és lágyítás hatására kialakuló kristálytani textúra jellegétől és erősségétől függ. A vizsgált lemezekben kialakult textúrát az orientációs sűrűségfüggvényből (ODF), nyerhető nevezetes textúra-komponensek térfogathányadainak számításával jellemeztük. Cikkünkben olyan kapcsolatot kerestünk a jellemző textúra-komponens térfogathányadok és a fülesedés mérőszám között, amellyel a két módszerrel kapott eredmény összevethető.

Kulcsszavak: 3003 alumínium, fülesedés, textúra, textúra-komponens.



A Mn-tartalom hatása alumínium ötvözetek textúrájára hidegen hengerelt, illetve lágyított állapotban

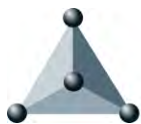
Hlavács Adrienn¹, Pethő Dániel¹, Angel Dávid Ádám¹, Nagy Erzsébet², Mertinger Valéria¹, Benke Márton¹

¹ Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

² Miskolc-Egyetemváros, MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport, Miskolc

Az alakított (hideg- vagy melegalakított) félkész termékek tulajdonságainál meghatározó szerepet játszik a kristálytani textúra. Mivel a félkész termékek további alakításokon (és hőkezeléseken) esnek át, mielőtt késztermékként elnyerik végső formájukat, a feldolgozhatóság szempontjából fontos ismernünk azok kristálytani textúráját. Kutatásunk során három különböző összetételű alumínium ötvözetet vizsgáltunk (3003, 3103, ötvözetlen Al lemez), változó Mn-tartalommal. Kezdeti állapotban melegen hengerelt lemezek álltak rendelkezésemre, melyeket tovább hengereltünk hidegen 1 mm-es lemezvastagságig közbelső lágyítás nélkül, illetve közbelső lágyítás alkalmazásával a 3 mm-es lemezvastagságnál. A lágyítást 300°C-on 3 órás hőntartással végeztük. A kialakult textúrát az orientációs sűrűségfüggvényből (ODF) meghatározható textúra-komponens térfogathányadok számításával adtuk meg. Meghatároztuk, hogy a különböző Mn-tartalom esetében mely textúra-komponensek dominánsak hidegen hengerelt, illetve lágyított állapotokban.

Kulcsszavak: *textúra, textúra-komponens, alumínium*



Oldódási és kiválási folyamatok vizsgálata elektromos transzport tulajdonságok mérésével alakítható Al ötvözetekben

Filep Ádám, Sepsi Máté, Tranta Ferenc

Miskolci Egyetem, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

Az alakítható alumínium ötvözeteken az egyes hengerlési lépések előtt általában homogenizáló hőkezelést végeznek, hogy lecsökkentsék az öntéskor kialakult összetételbeli inhomogenitásokat. Ennek során először a második fázis beoldódása történik, majd lehűtés során apró kiválások jönnek létre. A folyamatok előrehaladottsága erősen függ az alkalmazott hőmérséklettől és a hőkezelés időtartamától. Az előadásban a hőkezelés során végbemenő oldódási/kiválási folyamatok leírásával és a mérésre használt módszer bemutatásával foglalkozunk. A vizsgálatok során elektromos transzport folyamatok mérése történt, úgy mint villamos ellenállás és a termoerő. Ezek villamos feszültség mérésén keresztül kerültek meghatározásra, ami viszonylag gyorsan és nagy pontossággal elvégezhető. A meghatározott ellenállás és termoerő értékek segítségével az oldott ötvözők mennyisége számolható. Ezt a százalékos mennyiséget összevetettük a hőkezelési paraméterek függvényében.



Melegen hengerelt többrétegű alumínium lemezek kötésének vizsgálata

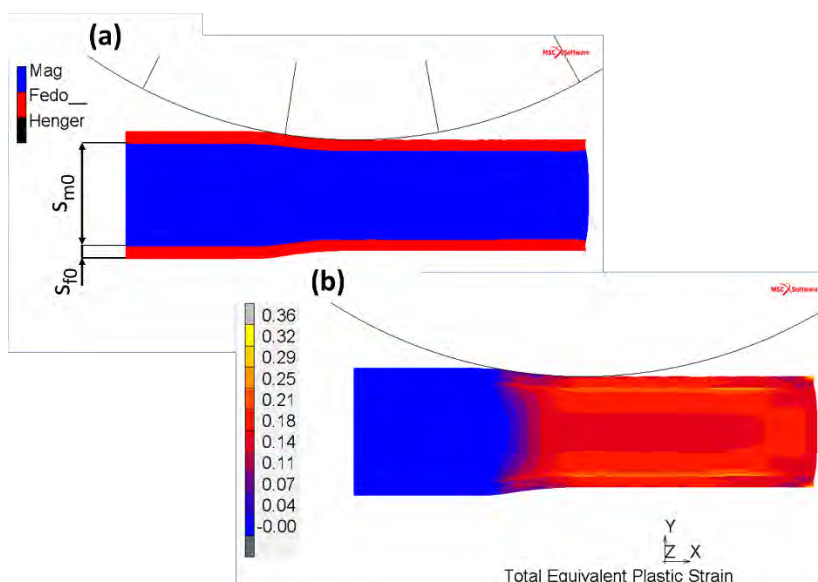
Szabó Gábor, **Szűcs Máté**, Krállics György

Miskolci Egyetem, FKNI, Miskolc

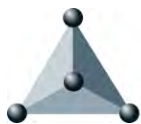
Előzmények: Különböző alumíniumötvözetből (pl. AlSi10, AlMnMg0,25Si0,8) készült lemezek feldolgozásának egyik módszere, a többrétegű plattírozott anyag készítése, amelyet az autó- és repülő ipar hasznosít tovább víz-, olaj- és klíma hűtőkben. A technológia hideg és melegalakítással is történik, esetünkben kísérleti meleghengerléssel hoztuk létre a különböző anyagok közötti kötést. A fémek kötés többféle technológiai és felületállapot jellemző paramétertől, a sikeres megvalósítása ezen paraméterek optimális megválasztásától függ. A témakör előzetes tapasztalatai, szakirodalmi ismeretei alapvetően kétrétegű lemezek kötőhengerléséről szólnak, amelyhez képest a vizsgált feladat eltérő geometriai viszonyokkal rendelkezik.

Feladat: Laboratóriumi hengerlési szűrősterv kidolgozása a Von Roll hengerállványra, figyelembe véve, hogy többlépéses folyamatról van szó, és a hengermű intenzív hőelvonása miatt nehéz biztosítani az alakítás közel állandó hőmérsékletét. Az alakításhoz használt pakettek méretei: 30x100x200 mm magméret és 2-3 mm vastagság között változó fedőlemezek. A hengerlést követő mikroszkópi és mechanikai vizsgálatok jelentették az elsődleges módszereket, amelyekkel a kötések értékeltek. Ehhez kapcsolódott a hengerlés végeselemes modellezése, amely a kontinuum-mechanikát és az anyagtudományt összekapcsolva az érintkező felületek állapotának változásával foglalkozott.

Eredmények: Vizsgálataink szerint, ha az első 2-5 szűrásban nem alakul ki a kötés az egyes rétegek között, akkor a további hengerlés során sem várható, hogy az egyes rétegek összehegedjenek. Ha kialakult a kötés a rétegek között, és a kialakulását követően a 3-4. szűrásban nem szakad fel, akkor továbbhengerléskor sem várható felszakadás. Ezért az 5-8. szűrás után az alakítás mértéke folyamatosan növelhető.



1. ábra: (a) A plattírozás folyamatának sémája, mag ötvözet (kék), fedő réteg (piros) ($s_{m0}=30\text{ mm}$, $s_{f0}=2\text{ mm}$)
(b) egyenértékű képlékeny alakváltozás eloszlása a többrétegű alumínium lemezben.



Alumíniumötvözet alakítási szilárdságának, mikroszerkezetének kísérleti és elméleti meghatározása

Bézi Zoltán¹, Bereczki Péter², Krállics György³

¹ Bay Zoltán Közhasznú Nonprofit Kft., BAY-ENG, Miskolc

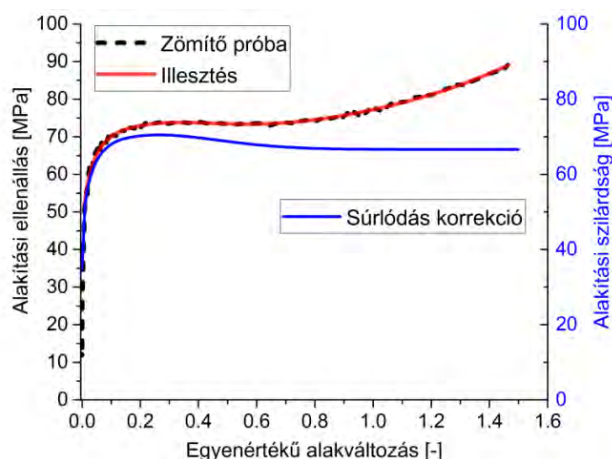
² Arconic-Köfém Kft., Székesfehérvár

³ Miskolci Egyetem, FKNI, Miskolc

Előzmények: Alumíniumötvözetek melegalakítási technológiájának tervezéséhez, az alakítási folyamat modellezéséhez szükség van az adott anyag anyagtörvényére és ehhez kapcsolódóan az alakítási szilárdság alakváltozási mértéktől, alakváltozási sebességtől és hőmérséklettől való függvényére. A melegalakítási folyamatoknál általában nagymértékű alakváltozás széles alakváltozási sebességtartományban történik, ezért az anyagjellemző pontos meghatározása kísérleti és elméleti kihívásokat jelent. Melegalakításkor az újrakristályosodás is befolyásolja az anyag tulajdonságát, ezért az alakítási szilárdsággal párhuzamosan elemeztük az újrakristályosodás folyamatát is.

Feladat: A fenti probléma kísérleti megoldására a Gleeble 3800 termo-mechanikai szimulátort alkalmaztuk, amely a folyamat paramétereit $T=300-500$ °C hőmérséklet, $\dot{\epsilon}=1-50$ 1/s alakváltozási sebesség és $\bar{\epsilon}=0-1.5$ alakváltozás tartományban változtatta. Megfelelő kenés, grafit spray, alkalmazásával az $\varnothing 16 \times 28$ mm méretű, EN AW 8006 anyagminőségű, homogenizált állapotú hengeres próbatestek zömítésekor minimális volt a hordósodás. Az erő és a próbatest magasságcsökkenésének regisztrálásából az alakítási ellenállás - alakváltozási mérték kapcsolatát lehetett meghatározni. Közvetlenül az alakítás befejezése után gyors hűtést hajtottunk végre a mikroszerkezet alakítás utáni állapotának megőrzése céljából, majd mikroszkópi csiszolatokat készítettünk a szemcseszerkezet vizsgálatához.

Eredmények: A kísérleti adatok kiértékelésére olyan mechanikai modellt használtunk, amelynél a súrlódási tényező az alakváltozás függvénye. Ezzel sikerült az alakítási ellenállás függvényéből az alakítási szilárdságot meghatározni, figyelembe véve az újrakristályosodás hatását is. A mellékelt ábra mutatja egy mérési esetben az alakítási ellenállást és a súrlódáskompensált alakítási szilárdságot. Az alakításvégi szemcsék mért és számított értékeinek összehasonlítása a modell megbízhatóságát mutatta.



1. ábra – Az alakítási ellenállás korrekciója ($T=300$ [°C], $\dot{\epsilon}=1$ [1/s]).



Termomechanikus kezelés hatására végbemenő fázisátalakulások TWIP acélokban

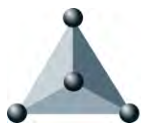
Mertinger Valéria¹, Nagy Erzsébet², Benke Márton¹, Sepsi Máté¹,
Kumar Talgotra Arjun¹

¹ Miskolci Egyetem, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet

² MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport

A Fe-Mn-C acélok nagy szilárdság mellett nagy szívósággal és alakíthatósággal is rendelkeznek az igénybevétel hatására fellépő fázisátalakulásnak köszönhetően. Ez az ún. TRIP vagy TWIP hatás. Az összetétel, az alakítás mértéke és a hőmérséklet függvényében az ausztenit fázis különböző martenzitekké alakulhat. A létrejött fázismennyiségek aránya határozza meg döntően a termék tulajdonságait.

A kutatómunka során különböző módon termomechanikusan kezelt Fe-Mn-Cr ötvözetekben végbemenő átalakulásokat vizsgáltuk. Szobahőmérséklet és 200°C között végeztünk különböző mértékű egytengelyű húzó vizsgálatokat. A kezelés hatását vizsgáltuk az átalakult martenzitek jellegére, fázismennyiségére, orientációjára és a jellemző mechanikai anyagvizsgálati mérőszámokra.



Vékony alumínium lemezek alakíthatósági jellemzői

Czinege Imre¹, Csizmazia Ferencné¹, Szalai Szabolcs²

¹ Széchenyi István Egyetem AHJK - ATT, Győr

² Széchenyi István Egyetem AHJK - JT, Győr

A vékony lemezek ($<0,3$ mm) alakíthatósága általában kisebb, mint a normál (1-2 mm) vastagságú lemezeké. Ezért az alakíthatóságra és az alakító technológiákra érvényes összefüggések csak korlátozottan érvényesek ezen lemezekre. Az előadás bemutatja a mért anyagjellemzőket és az anyagjellemzőkön alapuló újszerű technológiai ablakokat, melyek támogatják az alakító műveletek tervezését. Foglalkozik továbbá a mikroszerkezetnek az alakíthatóságra gyakorolt hatásával.

Formability of thin sheets (<0.3 mm) is lower in general than that of for normal sheets (1-2 mm). This is why the equations referring to formability and forming processes have limited validity for these sheets. The presentation introduces the measured characteristics and new process windows based on material properties, which support the design of forming processes. Furthermore it is dealing with the effect of microstructure on formability.



Mangán tartalmú alumínium ötvözetek homogenizáló hőkezelése során végbemenő fémtani folyamatok követése korrelatív mikroszkópiai módszerrel

Nagy Erzsébet¹, Kovács Árpád², Schweitzer Bence², Gácsi Zoltán²,
Mertinger Valéria²

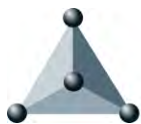
¹ MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport, Miskolc

² Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolci Egyetem,
Miskolc

Az öntött féltermékek homogenizálásakor bekövetkező szövetszerkezeti változások prognosztizálása nagyon fontos a felhasználás szempontjából. Az alakítható alumíniumötvözetek esetében a hengerlési technológia sorba beiktatott homogenizáló hőkezelés során kiválások keletkeznek az anyagban. Az 3003 alumínium ötvözet esetében az 1% körüli mangán tartalom oldott állapotban, illetve különböző kiválások formájában van jelen, amely az alakíthatóságot befolyásolja. A képződő kiválások jellege, összetétele, morfológiája, eloszlása széles tartományban változhat a homogenizálási idő és hőmérsékletek függvényében.

A kutatás célja: Különböző homogenizálási hőkezelések során a 3003 alumínium ötvözetben a második fázis kialakulásának nyomon követése egy újfajta anyagvizsgálati technikával, a korrelatív mikroszkópiai módszerrel. A korrelatív mikroszkópiában két különböző elven működő vizuális megjelenítést adta lehetőségeket ötvözzük. A módszer lehetővé teszi a megfelelő hardveres-szoftveres környezetben optikai illetve elektronmikroszkópos felvételeket készítését ugyanarról a vizsgálati területről egymást követően. Ez által biztosítva, hogy bizonyos szerkezetváltozásoknál a folyamatokat ugyanazon a területen nagy nagyítással, a lehető legkisebb felbontással nyomon követhessük.

Eredmények: A 3003 alumínium ötvözetek homogenizálását különböző paraméterekkel (hőmérséklet, hűtési sebesség, hőtartási idő) végeztük el. Az öntött állapotú kísérleti minták szövetszerkezetét minden hőkezelés megelőzően megvizsgáltuk, majd a vizsgálati koordinátákat rögzítettük ezzel biztosítva, hogy a hőkezelést követően megtaláljuk az előzőleg vizsgált területet. A homogenizált mintákba a mikro szerkezetet vizsgáltuk, illetve a kialakult második fázist azonosítottuk.



Alakítható alumínium ötvözetek homogenizálási folyamatai és alakíthatósága közötti kapcsolat

Sályi Zsolt¹, Hatalák Bence¹, Kárpáti Viktor¹, Benke Márton¹, Mertinger Valéria¹,
Nagy Erzsébet², Barkóczy Péter¹, Gácsi Zoltán¹

¹ Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Fémtani, Képlékenyalakítási és
Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

² Miskolci Egyetem MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport, Miskolc

Az alakítható alumínium ötvözeteket a hengerlési lépések előtt általában homogenizálási hőkezelésnek teszik ki, melynek célja az öntéskor kialakult összetételbeli inhomogenitások csökkentése. A homogenizáló hőkezelés során azonban olyan fémtani folyamatok is végbe mehetnek, melyek a kristályosodáskor kinetikai okok miatt nem tudtak befejeződni. Cikkünkben alakítható alumínium ötvözetekben homogenizáló hőkezelések során lejátszódó folyamatok leírásával foglalkozunk. Az alkalmazott laboratóriumi hőkezelésekkel az ipari hőkezeléseket modelleztük. A fémtani folyamatokat az öntött, illetve hőkezelt mintákon végzett mikroszerkezet-vizsgálatokkal követtük. Hideg, illetve meleg nyomóvizsgálatokat végeztünk a különböző módon hőkezelt ötvözetek alakíthatóságának jellemzésére.

Kulcsszavak: alumínium ötvözetek, alakíthatóság, homogenizálás



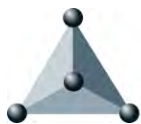
Modern acél alapú kompozitok mikroszerkezete és mechanikai tulajdonságai

Jenei Péter¹, Balázsi Csaba², Horváth Ákos², Balázsi Katalin², Gubicza Jenő¹

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest

² MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

Magas hőmérsékleten is használható, nagy szilárdságú szerkezeti anyagokra az elkövetkező évek technológiájában jelentős szükség lehet, például új generációs atomreaktorok és fúziós erőművekben. A követelményeknek megfelelő anyag az oxid- vagy nitridfázissal vagy szén nanocsövekkel (CNT) erősített acél (ODS acél). Mivel a nanoméretű (~10 nm) oxidrészecskék és a szén nanocsövek termikusan rendkívül stabilak, ezért még magas hőmérsékleten is akadályozni tudják a diszlokációk mozgását és a szemcsenövekedést. Így mind a megújulást, mind pedig az újrakristályosodást gátolják. Ebből kifolyólag az ODS acélokat magas hőmérsékleten és neutron besugárzás alatt is nagy szilárdság jellemzi azonban az alacsony alakíthatóság és törési szívósság nagy hátrányt jelent az alkalmazhatóságban. A kutatás során bór-nitrid (BN) és CNT diszperz fázissal előállított 316L acél mátrixú kompozitokat vizsgáltunk. Célunk volt annak kutatása, hogy a diszperz fázis típusától és mennyiségétől hogyan függ a kialakult mikroszerkezet és a mechanikai tulajdonságok. A mikroszerkezetet röntgen vonalprofil analízissel és elektronmikroszkópiával tanulmányoztuk. A mechanikai tulajdonságokat hárompontos hajlítással és mikrokeménység méréssel vizsgáltuk. A mintákat Spark Plasma Sintering (SPS) eljárással tömörítettük. A szinterelést megelőzően a diszperz fázis (0,5 és 2% BN, valamint 1 és 3% CNT) és az acél (Höganäs 316L) fázisok porait őrltük a homogén diszpergálás érdekében. Az őrlés során jelentős mennyiségű α -Fe keletkezett a mátrixot jelentő γ -Fe mellett, melynek mennyisége a tömörítés során csökkent. A CNT-vel adagolt mintákban jelentős mennyiségű Fe_3C fázis is kialakult. A szinterelés során bimodális szemcseszerkezet alakult ki. A nagyobb szemcsék (50 μm) közötti finomszemcsés tartomány kristallit-mérete 100 nm. A CNT adalékolás nem változtatja jelentősen a finomszemcsés tartomány kristallitméretét, azonban a diszlokációsűrűséget növelte. A magasabb diszlokációsűrűség és a megjelenő Fe_3C fázis következtében az acél-CNT kompozitok mikrokeménysége jelentősen növekedett. A 2% BN-et tartalmazó minta diszlokációsűrűsége ötszöröse a tiszta acél mintáénak, azonban mikrokeménységük hasonló, ami az eltérő fázisösszetétellel magyarázható. A minták hajlítószilárdsága az adalékolás hatására enyhén csökkent.



Hulladék polietilén minőségjavítása etilén-vinil-acetát hozzáadásával

Simon-Stóger Lilla, Varga Csilla

Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki és Folyamatmérnöki Intézet, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Veszprém

A műanyagok mechanikai újrahasznosításának egyre nagyobb szerep jut napjainkban a technológia egyszerűsége és irányíthatósága, illetve alacsony beruházási költsége miatt. A hőre lágyuló elasztomerek könnyen feldolgozhatók, elasztomerfázisuk révén gumikat helyettesíthetnek, azonban számos előnyük van azokkal szemben: nem kell bonyolult receptúra alapján keveréket készíteni, nem kell a sokféle adalékot beszerezni és kezelni, nincs szükség energiaigényes vulkanizálásra. A termoplasztikus elasztomerek társítása hulladék poliolefinekkel, esetünkben az etilén-vinil-acetát (EVA) hozzáadása nagysűrűségű polietilénhez (w-HDPE) értéknövelő újrahasznosítási folyamatként (upcycling) értelmezhető, amely során a két komponens kiemelkedő komplementer jellemzői ötvözhetők egymással. A w-HDPE/EVA blendek mechanikai jellemzői azonban leromlanak a komponensek közötti gyenge határfelületi adhézió eredményeképpen. Ezért az összeférhetőség javítása érdekében a megfelelő szerkezetű adalék hozzáadása növeli a komponensek közti adhéziót, amely a blend mechanikai tulajdonságainak javulásában nyilvánul meg. Kutatómunkánk során a w-HDPE/EVA blendek mechanikai jellemzőit az EVA koncentráció növelésének, valamint több kísérleti (olefin-maleinsav-anhidrid kopolimer alapú) és egy kereskedelmi adalék (maleinsav-anhidriddel ojtott nagysűrűségű polietilén) hozzáadásának hatására vizsgáltuk. Az egyes adalékok jó működését SEM felvételek is igazolják. Kitűzött célunk a w-HDPE koncentráció maximálása a blendekben, a mechanikai jellemzők megtartása és javítása mellett, ezáltal a keletkező w-HDPE mennyiségének csökkentése.



Szilícium-nitrid kerámiák tribológiai tulajdonságainak javítása néhány rétegű grafén adalékolásával

Tapasztó Orsolya¹, Balko Jan², Puchy Viktor², Kun Péter¹, Dobrik Gergely¹, Fogarassy Zsolt¹, Balácsi Katalin¹, Balácsi Csaba¹, Dusza Jan², Tapasztó Levente¹

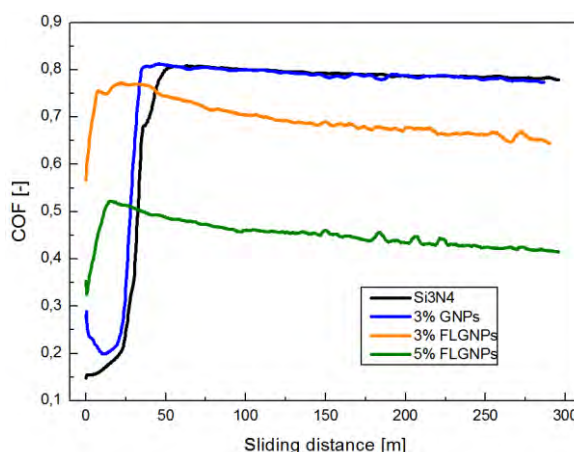
¹ Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet, Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

² Anyagtudományi Intézet, Szlovák Tudományos Akadémia, Kassa, Szlovákia

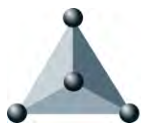
Annak ellenére, hogy a grafit nagyon jó száraz kenőanyag, a kerámia kompozitok tribológiai tulajdonságainak javítására történő alkalmazása eddig nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket. Ennek fő oka egy olyan tribo-film kialakulásának hiánya, mely a kerámia mátrix felületén kenőanyagként viselkedhetne, javítva a kompozit tribológiai tulajdonságait. Erre jelenthet megoldást, ha minél vékonyabb grafit pikkelyeket alkalmazunk.

Kimutattuk, hogy a grafit őrlésének fázisában, melamin hozzáadásával jelentősen javítható a grafit pikkelyek exfoliációjának hatékonysága. Az így kapott pikkelyek vastagsága az 1-10 réteg tartományba csökkenthető, ezáltal adott mennyiségű grafit sokkal egyenletesebben osztható el a kerámia mátrix térfogatában. Kimutattuk, hogy az ultra-vékony grafit pikkelyekkel adalékolt Si_3N_4 kompozitok mechanikai tulajdonságai meghaladják (30%-50%) a hagyományos őrléssel előállított grafit pikkelyekkel készült kompozitok esetében mért értékeket.

Az igazi javulást a Si_3N_4 kompozitok tribológiai tulajdonságaiban értük el. Az 5% ultra-vékony grafit pikkelyekkel adalékolt kompozitok súrlódási együtthatóját közel a felére sikerült csökkenteni, míg a kopásállóságát a hússzorosára növeltük, Konfokális Raman mikroszkópiás térképezéssel pedig kimutattuk, hogy a kompozit felületén egy folyamatos néhányrétegű grafén film alakul ki, egy olyan folytonos tribo-filmet képezve, amely magyarázza a súrlódási tulajdonságokban észlelt drasztikus javulást.



1. ábra: Si_3N_4 kerámia súrlódási együtthatója, 0, 3, 5 wt % néhány rétegű grafén adalékolása esetében.



A 960 MPa folyáshatárú nagyszilárdságú acélok hőhatásövezeti tulajdonságainak fizikai szimulációra alapozott elemzése

Gáspár Marcell, Raghawendra Pratap Singh Sisodia

Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, Miskolci Egyetem, Miskolc

A nagyszilárdságú acélok felhasználásával elérhető kisebb szelvényméreteknek köszönhetően a jármű fogyasztása csökken, ezáltal kevesebb üzemanyagra van szükség, ami kisebb károsanyag-kibocsátást és kedvezőbb üzemeltetési költségeket eredményez. További előnyként jelentkezik, hogy a kisebb szelvényméreteknek köszönhetően kevesebb alapanyagra, hegesztési szempontból pedig kevesebb hozaganyagra van szükség. A járműiparban a fogyasztáscsökkenés mellett a nagyszilárdságú acélok alkalmazása előnyt jelenthet mobil autódaruk esetén a nagyobb emelési magasság elérésében, illetve mezőgazdasági gépek esetén a kisebb saját tömegnek köszönhető csökkent talajterhelés (roncsolódás) esetén is. A nagyszilárdságú szerkezeti acélok hegesztésekor az alapvető probléma abból adódik, hogy az acélgyártók által gondosan előállított mikroszerkezetet a hegesztés hőciklusa irreverzibilisen megváltoztatja, amelyet a hegesztést követően egyáltalán nem, vagy csak korlátozottan lehet visszaállítani. Ennek eredményeként a varratban és a hőhatásövezetben repedések jelenhetnek meg, valamint a hegesztésből származó hőbevitel következményeként a hegesztett kötésben az alapanyag mechanikai tulajdonságaihoz képest jelentős mértékű szívósság- és szilárdságcsökkenés alakulhat ki. Ezért a korszerű (nemesített, termomechanikus) nagyszilárdságú acélok hegesztéséhez olyan hegesztéstechnológiát kell kidolgozni, amely a mikroszerkezetben a lehető legkisebb mértékű kedvezőtlen változást okozza. A hőhatásövezetben létrejövő sávok a valós hegesztett kötésben, csekély kiterjedésük miatt, csak korlátozottan vizsgálhatók. A fizikai szimuláció segítségével viszont az alapanyagból kimunkált próbatesteken a hőhatásövezet különböző részei, a későbbi anyagvizsgálatoknak kedvező mérettartományban, precízen előállíthatók. A fizikai szimuláció a hagyományos módszerekhez képest lehetővé teszi a hegesztési paraméterablaknak a hőhatásövezet tulajdonságain alapuló, a helyi szintű szilárdság- és szívósságcsökkenést kompenzáló tudatos tervezését.

A kutatómunka célja, a Gleeble 3500 fizikai szimulátor segítségével az 1000 MPa körüli folyáshatárral rendelkező különböző típusú (S960QL, S960M) szerkezeti acélok kritikus hőhatásövezeti sávjainak előállítása és az ömlesztő hegesztés paraméterablak elemzése, a hőhatásövezetben bekövetkező mikroszerkezeti változások és a még elfogadható mértékű szívósságcsökkenés figyelembevételével.

A kísérleti munka során a Rykalin-3D modell felhasználásával előállított durvaszemcsés, interkritikus és a többrétegű varratokban kialakuló interkritikusan megeresztett durvaszemcsés sáv tulajdonságait optikai- és elektronmikroszkópos vizsgálattal, makro- és mikrokeménység vizsgálattal, illetve műszerezett ütővizsgálattal elemeztük. A hagyományos ütővizsgálathoz képest, amelynél a törésre fordított energiát, az ütőmunkát határozzák meg, a műszerezett ütővizsgálattal lehetőségünk van arra, hogy az anyagok viselkedéséről és a törési folyamatról további információkat szerezhessünk. A vizsgálat alapján meghatározott erő-behajlás diagram alapján a repedésindulásra és a repedésterjesztésre fordított energiák szétválaszthatók, amelynek segítségével pontosabb képet kaphatunk a hőhatásövezet szívósságáról.



Égégátolt epoxi kompozitok fejlesztése mérnöki alkalmazásokhoz

Pomázi Ákos, Toldy Andrea

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar,
Polimertechnika Tanszék, Budapest

Napjainkban erőteljesen nő a kémiai térhálós mátrixú polimer kompozitok jelentősége. Ezek a rendszerek kitűnő mechanikai tulajdonságaik miatt nagyfokú terhelésnek kitett alkatrészek előállítására alkalmazhatók, ezáltal fémek helyettesítésére is alkalmasak. Mérnöki alkalmazásokhoz az egyik leggyakrabban alkalmazott rendszerek a szénszállal erősített epoxigyanta kompozitok.

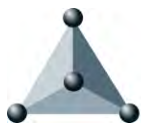
Az epoxigyanták alkalmazásának legnagyobb hátulütője a gyanta gyúlékonysága. Az egyre szigorodó biztonsági követelmények miatt felmerült az igény olyan égégátolt epoxigyanta alapú kompozitok előállítására, amelyek a mérnöki alkalmazások (autó-, repülőgépipar, űrhajózás stb.) mechanikai és égégátlási követelményeit egyaránt kielégítik.

Ezen okokból kifolyóan a kutatás célja olyan égégátolt, szénszál-erősítéssel ellátott epoxigyanta alapú rendszerek létrehozása, amelyek teljesítik az elektronikai és elektromos iparra, valamint a jármű- és gépiparra vonatkozó szigorú égégátlási szabványokat az elvárt mechanikai tulajdonságok megtartása, illetve javítása mellett. A mechanikai tulajdonságok javítását szálerősítésű epoxigyanta kompozitok készítésével kívánjuk elérni. Ezeknek az égégátolt kompozitoknak elsősorban járműipari és/vagy repülőgépipari alkalmazásokban lehet létjogosultságuk. Kémiai összetételüket tekintve, epoxigyanták esetén leginkább halogén-, vagy foszfor-tartalmú égégátlókat alkalmaznak. Utóbbiak egyre népszerűbbek: hatékonyságuk mellett az egészségre és a környezetre gyakorolt kevésbé káros hatásuk miatt.

Az alkalmazott égégátlók többségében szilárd halmazállapotú anyagok. Az iparban használatos gyártástechnológiáknál (például gyanta injektálás [Resin Transfer Molding, RTM]) jelenleg problémát jelent ezeknek a szilárd szemcséknek az egyenletes eloszlása a kompozitban. A kutatás további célja ezért ennek a jelenségnek a vizsgálata: az eloszlást befolyásoló paraméterek meghatározása részecske-eloszlás vizsgálatára alkalmas módszerek alkalmazásával.

A kutatás során két additív foszfortartalmú égégátló adalékot, valamint ezek kombinációját alkalmaztuk és vizsgáltuk az adalékok tulajdonságokra gyakorolt hatását mind a gyantánál, mind a kompozitok esetén. A minták térhálósodási entalpiáját és üvegesedési átmeneti hőmérsékletét differenciális pásztázó kalorimetriával (DSC), viszkozitását rotációs viszkozimetriával határoztuk meg, a termikus stabilitását pedig termogravimetriai (TGA) vizsgálattal jellemeztük. Az éghetőség jellemzésére oxigénindex (LOI), UL-94 és tömegcsökkenésen alapuló kalorimetriai vizsgálatokat alkalmaztunk. A kompozitokat emellett mechanikai és dinamikus mechanikai (DMA) vizsgálatoknak is alávetettük. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az égégátlók csökkentették a térhálósodási entalpiát és az üvegesedési átmeneti hőmérsékletet, a viszkozitás viszont az égégátolt minták esetén is megfelelő maradt az injektálásos technológiákhoz. Az égégátlás és termikus stabilitás szempontjából a két additív égégátló kombinációját tartalmazó összetétel volt a legelőnyösebb, ebben az esetben UL-94 szerinti V-0, önkioltó fokozatot sikerült elérni.

A kutatás a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap finanszírozásával valósult meg (OTKA K120592, NVKP_16-1-2016-0046).



Politejsav alapú habok fejlesztése és tulajdonságaik elemzése

Litauszki Katalin¹, Kmetty Ákos^{1,2}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Polimertechnika Tanszék, Budapest

² MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Budapest

Napjainkban az emberiség a fejlődésének azon szakaszába ért, ahol a népességnövekedése és relatív jóléte drasztikus mértékű fogyasztási növekedést indukált. Ez a fogyasztás első körben a legalapvetőbb igények (élelem, ivóvíz) kielégítésével kezdődik, ezt követően továbbgyűrűzik a ruházat és a tartós fogyasztási cikkek birtoklásának szintjére is. Az említett két fő fogyasztási szegmens – élelmiszeripar, tartós fogyasztási cikkek - igen erősen kötődnek a csomagolóanyagok különféle felhasználásához, amelyek közös jellemzője a nagy mennyiségben felhasznált egyutas (egyszer használatos) csomagolóanyagok alkalmazása. A világ műanyagipari összetermelése 2015. évi adatok alapján 322 millió tonna volt, az Európai Unió esetében pedig 58 millió tonna, amelynek kiemelkedő része - 39,9%-a -csomagolótechnikai termék. Jelenleg ezek a termékek kőolaj alapú polimerekből készülnek, jellemzően polipropilén, polietilén, polisztirol, stb. felhasználásával. Életciklusuk végén kezelésük problémát jelent, biológiai úton való nem lebonthatóságuk okán.

A fejlesztőmunka során célul tűztük ki olyan habosított polimer rendszerek létrehozását, amelyek megújuló erőforráson alapuló és egyben biológiai úton lebontható polimer alapúak. Kísérleteink során politejsav alapanyagot használtam fel több típusú kémiai habképző szer felhasználásával (kémiai (endoterm, exoterm)). Az alap politejsav mátrix anyago(ka)t és az kémiai habképző szereket különböző vizsgálatokkal (morfológiai, termikus) minősítettük, majd felhasználásukkal extrúziós technológiával sikeresen habmintákat gyártottunk. Az egyes habmintákat széleskörű vizsgálatokkal (cellastruktúra meghatározása, porozitás, nyomószilárdság, stb.) minősítettük és elemeztük.



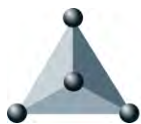
Fémporok 3D nyomtatásának alkalmazása eltérő anyagpárú szerszámbetétek gyártásában

Hatos István, Hargitai Hajnalka

Széchenyi István Egyetem AHJK - ATT, Győr

A porágyas 3D nyomtató technológiákkal közel tetszőleges geometriájú darabokat lehet gyártani, de a technológia egyelőre nem alkalmas arra, hogy a felépítés során szabadon változtassuk a termék alapanyagát. Sok alkalmazás igényelné alapanyag oldalról is additív gyártások során megszokott szabadságot. Előadásunkban felvázoljuk, hogy eltérő alapanyagú szerszámbetétek alkalmazása milyen technológiai és gazdasági előnyökkel jár. Megvalósítási lehetőségek ismertetése során bemutatjuk, hogy a nem konvencionális gyártástechnológia milyen lehetőségeket nyújt hibrid szerszámok létrehozásához.

3D printing technologies can produce almost any geometry of pieces, but the technology is currently not capable of freely changing the product base during the construction. In many applications, there is a need for freedom also from the side of raw material which is usual of additive manufacturing. We would like to present the technological and economic benefits of the use of molds with different materials. In our presentation, we present the technological and economic benefits of the use of molds with different materials.



Kaucsukkal szívósított polipropilén tulajdonságainak vizsgálata

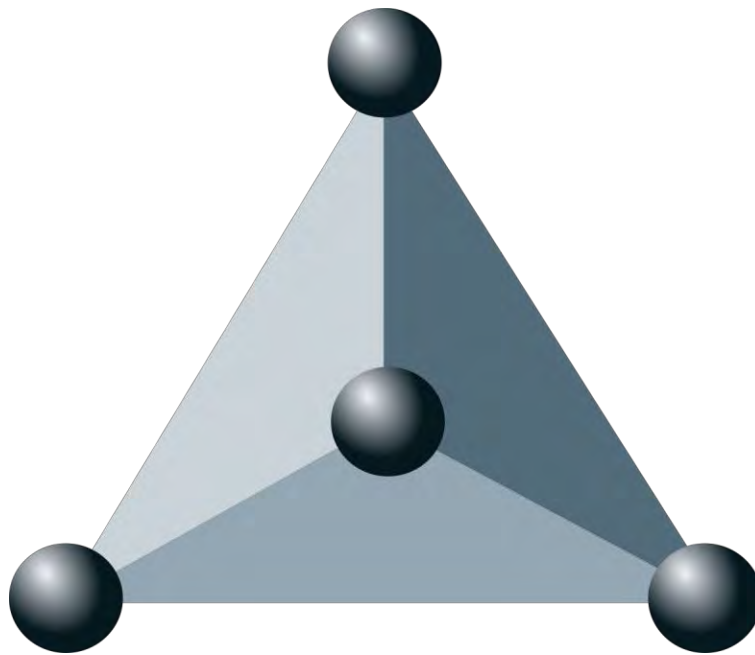
Lendvai László, Karger-Kocsis József

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Polimertechnika Tanszék,
Budapest*

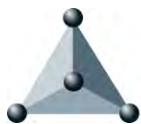
A polimerek mechanikai tulajdonságainak javításának legelterjedtebb módja különböző erősítőanyagok beágyazása a mátrixanyagba. Míg korábban a polimer kompozitok esetén szinte kizárólag szálerősítésű szerkezetekről beszélhettünk, addig manapság egyre elterjedtebbé válnak a hagyományos üveg- és szénszálnál kisebb mérettartományba eső szemcsékkel társított ún. nanokompozitok. Az ilyen erősítő részecskék adalékolásával létrehozott szerkezetek kifejezetten előnyös mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, ami alól csupán a szívósság kivétel. A merevség és a szilárdság növekedésével párhuzamosan a ridegtörésre való hajlam fokozottan növekszik, ami mérnöki szempontból a legtöbb esetben kerülendő. Ebből adódóan sok esetben szükségessé válhat a szívósság növelése.

Az elridegedés kompenzálásának egy kézenfekvő módja olyan szívósságnövelő adalékok bejuttatása a rendszerbe, amelyek az ütésállóságot kellő mértékben megnövelik. Amennyiben az adott alapanyaghoz sikerül egy megfelelő szívósító adalékot találni, akkor az erősítőanyaggal való párhuzamos alkalmazásával lehetségessé válhat olyan háromalkotós rendszerek fejlesztése, amelyek egyidejűleg növelt merevséggel, szilárdsággal és szívóssággal rendelkeznek.

Munkánk során a polipropilén szívósságának növelése céljából különböző mennyiségű és típusú kaucsukkal társítottuk azt. Megvizsgáltuk, hogy a kaucsuk hozzáadása milyen módon változtatja az alapanyag mechanikai, morfológiai és termikus tulajdonságait. Feltártuk a létrejött kétalkotós rendszerek szerkezet-tulajdonság összefüggéseit. A kísérlethez a környezetvédelmi „zöld” szempontok figyelembe vételével nem csupán a szintetikus úton előállított akrilnitril-butadién kaucsukot alkalmaztuk, hanem természetes kaucsukot egyaránt. Célunk volt annak feltárása, hogy a megújuló erőforrásból származó szívósító adalék versenyre kelhet-e a mesterséges típussal. Külön hangsúlyt fektettünk a feldolgozás technológiájára is. A hagyományos, száraz szemcséként történő adagolás mellett a kevésbé elterjedt, de ígéretesnek mutató szuszpenziós (latex állagban történő) adalékolásra is kísérletet tettünk.



**“Short oral”
előadások poszterrel**



SO-01

A properzi technológiával készült félkész termék szemcseszerkezetének és kristálytani textúrájának jellemzése a teljes gyártástechnológia során

Angel Dávid Ádám, Hlavács Adrienn, Pethő Dániel, Mertinger Valéria,
Barkóczy Péter, Benke Márton

Miskolci Egyetem, Fémtani Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

A Properzi technológia első lépése az öntőkeréken történő kristályosodás, melyet követ a hengerlési szakasz 11 lépésben. A technológia egyedisége a három irányból történő hengerlés, amely hatására teljesen egyedi és a klasszikus hengerléstől eltérő textúra alakul ki a termékben. Ezzel a technológiával készült pászmaa drót vagy huzalhúzás alapterméke. A pászma jellemzői nagymértékben befolyásolják a huzalhúzás sikeres megvalósítását, ezért fontos ismernünk, hogyan változik az alakíthatóságot nagymértékben meghatározó kristálytani textúraa félkész termék gyártása során. Ezen tanulmány a Properzi technológiával készült félkész termék szemcseszerkezeti és kristályorientációs változásait jellemzi a teljes gyártás során. A vizsgálatunk tárgya egy olyan pászma, amely tartalmazza a teljes technológia nyomát, mind a kristályosodási- mind a 11 hengerlési lépést. Ilyen pászmaszakasz kivétele csak egyedi esetekben történhet, mivel a Properzi technológia egy folyamatos, zárt rendszer, ezért a kivételhez a teljes gyártás megállítása szükséges. A félkész termék jellemzésére keresztmetszeti és hosszmetseti mintasorozatot munkáltunk ki, amelyeken szemcseszerkezeti vizsgálatokat (makro maratás és Barker színes maratás), valamint röntgendiffrakciós textúra vizsgálatokat (jellemző elemi cella elfordulások meghatározása) végeztünk. Kimutattuk, hogy a technológia során, az alkalmazott beoltás ellenére is oszlopos szemcseszerkezet kristályosodik, amely hatására egy erős $\langle 100 \rangle$ textúra alakul ki. Az alakítás hatására $\langle 111 \rangle$ száltextúra alakul ki, amely a technológia során erősödik. Az technológia végén a kialakult $\langle 111 \rangle$ száltextúra mellett jelen van a kristályosodáskor kialakult $\langle 100 \rangle$ száltextúra is. Következtetésként elmondható, hogy a kristályosodáskor adott kezdeti feltételek nagymértékben meghatározzák a félkész termékben kialakuló textúráképet.

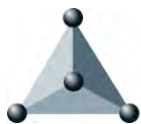


SO-02

Tervezett porozitású alkáli aktivált szervesetlen polimerek előállítása**Boros Adrienn**, Korim Tamás, Balczár Ida*Pannon Egyetem, Anyagmérnöki Intézet, Veszprém*

Az elmúlt évtizedekben az alkáli aktivált szervesetlen polimer (AASP) habok kedvező mechanikai és kémiai stabilitásuk, habzás utáni kismértékű zsugorodásuk, valamint nagy hőmérsékleti ellenállásuk miatt kerültek a környezetbarát porózus anyagok előállítását célzó kutatások középpontjába. Ezen anyagok alkalmazhatók többek között fotokatalitikus bomlási eljárásoknál vagy membrán-, illetve katalizátorhordozóként, nehézfém adszorbensként. Az AASP habok előállításához leggyakrabban alumíniumot, szilíciumot és H_2O_2 -ot alkalmaznak habosítószerként, azonban ezzel a habosítási eljárással jellemzően zárt pórusok hozhatók létre, ami korlátozza a habok alkalmazási lehetőségeit. Mezopórusos mátrixú és egyirányú lemezes makroporozitással rendelkező AASP termékek főként kombinált eljárásokkal (gélesítés/elszappanosítás/peroxidos-bomlás) állíthatók elő. Ezzel a technikával akár 85 %-os pórustartalmú (~70 % nyílt porozitású) szerkezeti anyagok is gyárthatók, bár kis nyomószilárdságuk (~0,45 MPa) korlátozza az alkalmazási lehetőségeiket. Céлом volt olyan AASP hab előállítása, amely kellően nagy nyílt porozitása mellett megfelelő (~2-3 MPa) nyomószilárdsággal rendelkezik.

Munkám során metakaolinit bázisú AASP habokat állítottam elő gélesítés/elszappanosítás/peroxidos-bomlás kombinált eljárással. Kísérleteimben aktiváló komponensként NaOH és vízüveg elegyét használtam, az elszappanosítási reakció és a habosítás lejátszatása érdekében különböző növényi olajakat, valamint hidrogén-peroxidot alkalmaztam. Az együttes habosítási eljárás összefüggő, átmenő pórusok kialakulásához vezetett: az elszappanosítási reakció során in situ képződő szappanmolekulák makroporozitás létrejöttét eredményezték. Ez a kombinált út lehetővé tette tervezett porozitású AASP habok előállítását. Munkám során a próbatestek porozitását, pórusméret-eloszlását és nyomószilárdságát vizsgáltam. Az eredmények azt mutatják, hogy a pórusok mérete és mennyisége az olaj és a peroxid adagolással szabályozható.



SO-03

Mikrohullámú plazmával előállított nanogyémánt optikai állandóinak változása a látható és ultraibolya tartományban

Tóth Sára¹, Veres Miklós¹, Koós Margit¹

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet, Budapest

A mikrohullámú plazmával előállított nanogyémánt vékonyrétegek különleges optikai tulajdonságai (optikai áteresztőképesség, nagy törésmutató) ígéretes alkalmazási lehetőségeket jelentenek. A nanogyémánt vékonyrétegek mikrohullámú technológiával történő előállítása lehetőséget ad arra, hogy a vékonyréteg tulajdonságait (morfológia, szemcseméret) ellenőrzöttén változtassuk és így hangoljuk az előállított film fizikai jellemzőit. Ennek eredményeképpen jelenleg is sok helyen alkalmazzák a nanogyémánt vékonyrétegeket többek között optikai védőréteggént, biokompatibilis fedőréteggént, illetve az elektronikai iparban. A tulajdonságok kiszélesítése további potenciált hordoz magában a kvantuminformatika és az orvosbiológiai képalkotás területén.

Kutatásainknak célkitűzése az volt, hogy a nanogyémánt vékonyréteg képzésében döntő szerepet játszó plazma tulajdonságainak (Ar-tartalom, előfeszítés) szisztematikus változtatásával adott hordozóhőmérséklet mellett változtassuk a nanogyémánt vékonyréteg textúráját a néhány 100 nm-es gyémántkristályoktól kiindulva a néhány 10 nm-es szemcséig és kísérletileg tanulmányozzuk a réteg optikai jellemzőinek (törésmutató, abszorpció) változását a textúra módosításával összefüggésben. A szerkezet és a textúra változását Raman spektroszkópiai és SEM vizsgálatokkal monitoroztuk, míg az optikai állandókat spektrál ellipszométerrel határoztuk meg.

A vékonyréteg textúrájának változása a nanokristályos szerkezetről az ultrananokristályos irányba a törésmutató értékének a csökkenését eredményezi, habár a diszperzió jellege lényegesen nem változik. Az extinkciós koefficiens fotonenergia függésének jellege a film szerkezetével módosul, nevezetesen az ultrananokristályos szemcséket tartalmazó rétegben már 3,5 eV-nál elkezd jelentősen növekedni a koefficiens értéke. Ez utóbbi viselkedés extra abszorpció megjelenésére utal, ami a tilossávban lévő lokalizált állapotsűrűséggel lehet kapcsolatos. Az optikai tulajdonságok kísérletileg tapasztalt változását a textúra függvényében kapcsolatba hozzuk a Raman mérésekkel feltérképezett kötősszerkezeti struktúra változásával.

Köszönetnyilvánítás: A kutatást az NKFIH K 115805 azonosító számú pályázata és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta.



SO-04

Újrakristályosodási textúra kialakulásának szimulációja csíráképződési valószínűségi függvény alapján**Bubonyi Tamás¹**, Barkóczy Péter^{1,2}¹ Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar, Miskolc² FUX Zrt., Miskolc

Alumínium ötvözetekben a csíráképződésnek több mechanizmusát is sikerült azonosítani újrakristályosodás kinetikájának tanulmányozása során. Mindegyik mechanizmusra jellemző, hogy egy preferált orientációs kapcsolat alakul ki az alakított szemcse és a keletkező csíra között. Alumínium ötvözetekben, főleg kis mértékben ötvözöttekben, a lemezhengerlés során kialakuló alakítási textúra erőssé válhat. Az említett orientációs kapcsolat emiatt erős újrakristályosodási textúrát hozhat létre.

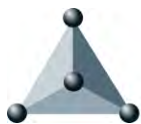
Mindegyik azonosított csíráképződési folyamat termikusan aktivált folyamat. Mivel a csíráképződési folyamatok eltérő mechanizmust jelentenek, így azonos hőmérsékleten eltérő sebességgel mennek végbe és a hőmérsékletváltozás hatására máshogy változik meg a sebességük. Ennek mérési módszerekkel történő tanulmányozása nagyon lassú és költséges folyamat, bár a szakirodalom sok publikációban foglalkozik a területtel.

Sokkal célravezetőbb módszer a szimulációs vizsgálat. Ennek problémája, hogy a megfigyelési, mérési adatbázis még nem elegendően nagy ahhoz, hogy az újrakristályosodási folyamat ilyen szimulációja valósághűen elkészíthető legyen. Emiatt főleg partikuláris megoldásokat találunk a szakirodalomban.

Munkánk során feltételeztünk az azonosított csíráképződési folyamatoknak egy-egy valószínűségi eloszlás függvényt, ami a csíráképződési folyamat hőmérséklet és időfüggését megadja, ha egy sejt automata szimulációba beépítjük. A Karunkon fejlesztett sejt automata szimuláció már képes az újrakristályosodási folyamat mikroszerkezeti szimulációjára. Kezeli a kristálytani orientációs relációkat, így az orientáció különbségtől függő szemcsehatár mozgást. Figyelembe veszi a megújulás hatását az újrakristályosodás kinetikájára, ami fontos az alumínium ötvözetek tanulmányozása során.

Kidolgoztunk egy Monte-Carlo eljárásen alapuló módszert, amivel hidegen hengerelt lemez pólusábráiból felépítjük a szimulált szemcseszerkezetben az alakítási textúrát. A csíráképződési mechanizmusok valószínűségi eloszlásfüggvényeit módosítva tanulmányoztuk hatásukat az újrakristályosodási textúrára. A számítások értékeléséhez lágyított lemezekon mért pólusábrákat használtunk. Emellett természetesen megfigyeltük azt is, hogy az egyes valószínűségi eloszlások változása hogyan hat az újrakristályosodás kinetikájára, előkészítve ezzel a számítást a szimuláció skálázásához.

Előadásunkban a fent vázolt munka alapjait és eredményeit mutatjuk be a számítások értékeléséhez használt mérési eredményekkel együtt.



SO-05

Indentációs nyom környezetében kialakult szerkezeti változások vizsgálata HR-EBSD-vel

Kalácska Szilvia, **Dankházi Zoltán**, Ispánovity Péter Dusán, Groma István

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Anyagfizikai Tanszék, Budapest

A kristályos anyagokban a külső deformáció hatásainak mélyebb megértése elengedhetetlen új anyagok kifejlesztéséhez. A mechanikai tulajdonságokat főként a rácshibák (diszlokációk) és ezek dinamikája határozza meg, mivel általában a diszlokációk mozgása felelős a plasztikus deformációért. A kutatás elsődleges célja, hogy újabb kísérleti eredményeket adjon a külső deformáció hatására kialakuló diszlokációkról fémes kristályszerkezetben.

A mérések során az indentációs fejet néhány mikrométer mélységig benyomjuk a mintába, majd az indenter eltávolítása után nagy felbontású elektron-visszaszórt diffrakciós (HR-EBSD) méréseket végzünk az indentációs nyom környezetében, amitől az egész deformációs folyamat jobb megértését várjuk. Fontos meghatározni a feszültségek térfogati eloszlását is, azért az anyag vékony rétegeit fókuszált ionsugár (FIB) használatával eltávolítjuk az indentációs nyom keresztmetszetén, és minden újonnan kialakított felületen HR-EBSD mérést végzünk. Ezzel lehetőség adódik arra, hogy az egyes szeleteken kapott eredményekből 3 dimenziós térképet állítsuk össze. Ez a HR-EBSD mérések új megközelítése az úgynevezett “slice and view” technikák között, mely módszert a prezentáció szintén bemutat.



SO-06

Újrakristályosodás kinetikájának vizsgálata DMTA méréssel

Dugár Zsolt¹, Barkóczy Péter²¹ Pallas Athéné Egyetem, Kecskemét² Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar, FUX Zrt., Miskolc

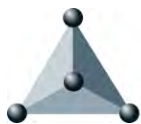
A DMTA mérést és mérő berendezést előszeretettel alkalmazzák polimerekben, műanyagokban végbemenő átalakulások vizsgálatára. A módszerben, mint a többi termikus analízis módszerhez hasonlóan, a mintát folyamatosan, állandó sebességgel hevítjük. Eközben kis amplitúdójú, kis frekvenciás mechanikai terhelést adunk a mintára és regisztráljuk az alakváltozást a terhelés függvényében. A terhelés történhet húzó és hajlító igénybevétellel, és az alkalmazott feszültség a rugalmas tartományban terheli az anyagot. Az átalakulások okozta változást az u.n. veszteségi tényezőben érzékeljük, ami az alakváltozás késését jelenti a mechanikai gerjesztéshez képest.

Fémek vizsgálatánál két problémába ütközünk. Az egyik, hogy nem csak az átalakulások kezdete és vége érdekes, hanem a teljes átalakulási kinetika. A karakterisztikus hőmérsékletek észlelése, mérése ugyanúgy elvégezhető DMTA méréssel, mint más termikus analízissel. Azonban a teljes kinetika leírása a fentiek miatt nem triviális feladat. A másik jelentős probléma, hogy a fémek rugalmassági modulusa az elasztikus csillapításukhoz képest nagyságrendekkel nagyobb, így ideálisan lineáris rugalmas viselkedésűnek tekintjük, ami a számításokban, terhelés szimulációkban nagyon jó közelítést jelent. Emiatt a DMTA mérés paraméterezését hozzá kell hangolni a fémek méréséhez, hogy a kapott eredmény alkalmas legyen a fémekben és ötvözetekben végbemenő átalakulások vizsgálatára.

Korábbi tanulmányainkban bemutattuk, hogy megfelelően paraméterezett méréssel az újrakristályosodás kinetikája mind réz, mind alumínium alapú ötvözetekben vizsgálható, és a megállapított karakterisztikus hőmérsékletek egybe esnek más mérési eljárásokkal szerzett tapasztalatainkkal. Arra is rámutattunk, hogy a DMTA mérés eredményeinek kiértékelésével nagy érzékenységgel tudjuk vizsgálni az újrakristályosodást, és ugyanolyan mechanikai paraméterekkel rendelkező alumínium lemezekben a technológiai előéletben lévő különbségek kimutathatók.

Természetesen ezek a változások azért hagynak nyomot a mérési eredményekben, mert módosítják az újrakristályosodás kinetikáját. Ez alapján szükségessé vált a mérési eredmények és a kinetikai adatok összehangolása, hogy a DMTA mérési eredmények alapján is elemezhető legyen az átalakulás időbeli lefolyása. Ehhez egy modellt dolgoztunk ki, amiben a fém mint egy Kelvin-Voight anyagot vettük figyelembe. Ezt rezgésdiagnosztikai számításokkal tettük ki a berendezésben beállított terhelésnek. Feltételeztük a számításban, hogy az újrakristályosodás csak a rugalmas tagra hat, az elasztikus csillapításban bekövetkező változást annak kis mértéke miatt elhanyagoltuk. A rugalmassági modulus hőmérsékletfüggését szakirodalmi forrás alapján számítottuk.

Előadásunkban a modell felépítését és a modell mérési eredményekkel történő összevetését mutatjuk be. A számítások alapján rámutatunk, hogy a DMTA berendezéssel kapott eredmények hogyan értékelhetők ki a kinetikai vizsgálatok szempontjából. Emellett megmutatjuk, hogy a klasszikus termikus analízisben alkalmazott számítások hogyan alkalmazhatók DMTA mérések esetén.



SO-07

Egy acél tengely alkatrész indukciós felületi edzésének kockázati tényezői

Koncsik Zsuzsanna¹, Orosz Tamás², **Gáspár Marcell**¹, Lukács János¹

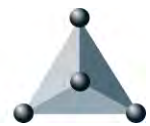
¹ Miskolci Egyetem, Miskolc

² Robert Bosch Automotive Steering Kft., Maklár

Napjainkban, a technológiai fejlődés, és a növekvő termelési igények következtében az egyre nagyobb darabszámban előállított alkatrészek miatt, fontos feladat a technológiai ütemidő csökkentése. További jelentős kihívást jelent az alkatrészek különböző igénybevételi helyein más-más terheléseknek megfelelő anyagszerkezet biztosítása. Gyakori elvárás, hogy a munkadarab magja szívós, míg a felület kemény kopásálló kell, hogy legyen. Acéloknál a nagy szívósság általában alacsony szilárdsággal, míg a nagy szilárdság ridegséggel, tehát kis szívóssággal párosul. Tehát egy alkatrészen belül különböző mechanikai tulajdonságokat kell biztosítani az igénybevételeknek megfelelően. Ezen különböző mechanikai tulajdonságok biztosításához különböző szövetszerkezet kialakítása szükséges az acél alkatrészben, amely legegyszerűbb módon hőkezeléssel lehetséges. A hőkezelési folyamat órákról, percekre csökkent az indukciós hőkezelési folyamat bevezetése óta.

Az indukciós edzési folyamat során számos tényező módosítható, befolyásolható, illetve kontrolljával megelőzhetők az edzési folyamat alatt, és a későbbiekben kialakuló problémák. Jelen kutatómunka célja különböző irodalmi adatok feltárásával azon faktorok összegyűjtése, amelyek az indukciós felületi edzés sikerességéhez hozzájárulnak, illetve ezen tényezők olyan tartományainak feltárása, amelyek az indukciós edzési folyamat során kockázati tényezőt jelentenek.

A kutatómunka során kitérünk az anyagszerkezet, a megelőző megmunkálások, az indukciós edzési folyamat technológiai paramétereinek sajátosságaira, illetve az edzési-megeresztési folyamat sajátosságaira, valamint a komplex hőkezelési folyamat során bekövetkező változásokra és irodalmi adatok elemzésével meg kívánjuk határozni az indukciós edzési folyamat kockázati tényezőit egy acél tengelyalkatrész felületi edzése során.



SO-08

Energy-based evaluation of hardness testing with discrete element method

Zoltán Gyurkó, Rita Nemes

Department of Construction Materials and Technologies, Budapest University of Technology and Economics, Budapest

gyurko.zoltan@epito.bme.hu, nemes.rita@epito.bme.hu

Present paper focuses on the static hardness testing of porous construction materials. A series of experiments were conducted by the authors, during which the main strength properties of twelve different construction materials (normal and high strength concrete, concrete with supplementary cementing materials (SCM), limestones, ceramics, polymer concrete, etc.) were tested. Compressive strength, Young's modulus and Brinell hardness of every material was measured and based on an energy-based approach a relationship between the variables was defined. Brinell hardness test is a commonly used method for estimation of strength of solid materials (e.g. metals), however in case of porous materials contradictory results can be found in the literature.

Present research is aiming to find a general formula for porous materials with as less restrictions as possible. The Brinell hardness of the materials was determined with DSI (Depth Sensing Indentation) method, which is an updated form of the classical Brinell hardness test. The output of DSI test are the loading-unloading curves belonging to a predefined maximal loading force. Based on these figures the elastic, dissipated and total strain energy can be determined and a formula can be given to estimate strength parameters based on them.

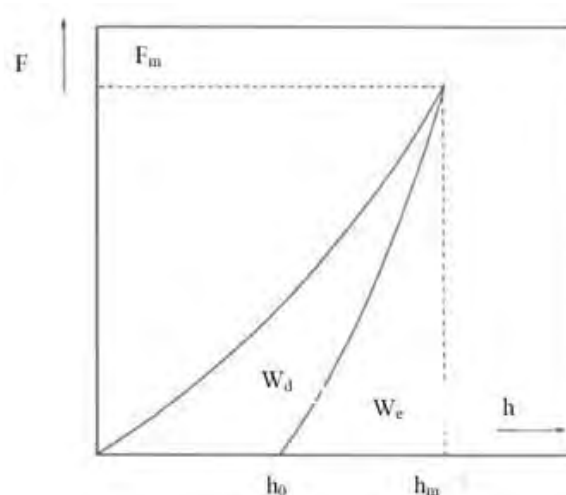
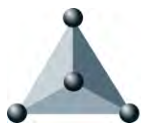


Figure 1: Theoretical loading-unloading curve.

The results were validated by using DEM (Discrete Element Method), mainly focusing on concrete and the effect of SCMs. DEM is a powerful tool for testing the macro-behavior of porous materials and with its application the processes inside the material can be visualized, which can lead us to the better understanding of the phenomena. A model was set up based on the experimental data and DSI test was performed with the model as well. The results of the model were compared to the laboratory measurement results.

Keywords: Discrete Element Method, energy, SCM, porous materials, hardness testing, PFC



SO-09

Üvegszálás érzékelő fejlesztése polimertechikai alkalmazásokhoz

Hegedűs Gergely¹, Czigány Tibor^{1,2}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Polimertechika Tanszék, Budapest

² MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Budapest

A híradástechnika rohamos fejlődésének köszönhetően napjainkban az információ továbbítására az optikai szálakat széles körben alkalmazzák. Az előnyös tulajdonságaik (kis tömeg, kis méret, nagy flexibilitás, hő- és korrózióállóság stb.) miatt ezen szálak könnyen beépíthetőek polimer mátrixú kompozitokba. Külső deformáció hatására a beépített optikai szállal közvetített fény valamely jellemzője megváltozik, ami a szálra csatlakoztatott optikai mérőrendszerrel mérhető, és így a szerkezetre ható terhelés azonosítható [1-5]. Ezen optikai mérőrendszerek jóval bonyolultabbak és költségesebbek, mint maga az optikai szál, és az optikai hálózatok minőségének jellemzésére használt, a távközlésben elterjedt beiktatásos csillapításmérő berendezés.

Munkánkban célunk a távközlésben elterjedt beiktatásos csillapításmérő berendezés, és általános optikai szál segítségével polimer mátrixú kompozit deformációját azonosítani. A polimerbe épített optikai szállal átvitt fény intenzitása megváltozik a szerkezetet ért deformáció hatására, ami egy csillapításmérő berendezéssel mérhető. Célunk a megváltozott csillapításérték segítségével a szerkezet deformációs állapotára következtetni.

Kísérleti részeredményeink újszerű, költséghatékony polimer anyagvizsgálati módszer kidolgozásának lehetőségét, és akár az iparban is alkalmazható eljárás kifejlesztését rejtik magukban.

Referenciák:

- [1] Gholamzadeh B., Nabovati H.: *Fiber optic sensors. International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering*, 2, 1107-1117 (2008).
- [2] Di Sante R.: *Fibre optic sensors for structural health monitoring of aircraft composite structures: Recent advances and applications. Sensors*, 15, 18666-18713 (2015).
- [3] Glisic B.: *Distributed fiber optic sensing technologies and applications – an overview. ACI Special Publication*, 292, 1-18 (2013).
- [4] Glisic B., Inaudi D.: *Fibre optic methods for structural health monitoring*, John Wiley & Sons Ltd., New York (2007).
- [5] Guo H., Xiao G., Mrad N., Yao J.: *Fiber optic sensors for structural health monitoring of air platforms. Sensors*, 11, 3687-3705 (2011).



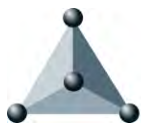
SO-10

Nyomóvizsgálatok alkalmazása homogenizálás során bekövetkező folyamatok hatásának kimutatása alumínium ötvözetekben

Kárpáti Viktor, Mikó Tamás, Barkóczy Péter, Angel Dávid, Gácsi Zoltán

Miskolci Egyetem, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

Alakíthatóság alatt a fémek alakváltozási képességét fejezzük ki számszerűen, a repedés illetve a törés bekövetkeztéig felhalmozódott összehasonlító alakváltozás mérőszámával. Az alakíthatóságot számos tényező befolyásolhatja, jellemzésére szintén sokféle módszer használatos. Jelen munkánkban alakítható alumínium ötvözetek előmelegítése/homogenizálása során végbemenő folyamatok hatását vizsgáltuk a melegalakíthatóságra. A melegalakíthatóság jellemzésére egy gyors, nagy mintaszámú próbasorozatot is kezelni tudó, viszont megbízható eredményeket adó, nyomóvizsgálatot alkalmaztunk a Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében lévő ható Mechanikai Anyagvizsgáló Laboratóriumában található Instron 5982 típusú anyagvizsgáló berendezéssel. A gyors hevítést egy egyedileg készített induktorral oldottuk meg, a darab hőmérsékletét mérő termoelem adatai alapján szabályozva. A darabok hőmérsékletét hőelemmel mértük. A kísérlet során a hideg és meleg hengerlés hatásait szimuláltuk. A homogenizálás során végbemenő fémtani folyamatok hatását egy gyors és megbízható módszerrel kimutattuk.



SO-11

A gázáteresztőképesség hatása a műgyantakötésű magokból képződő gázok nyomására

Mádi Laura, Varga László

Miskolci Egyetem, Miskolc

Az öntödei műgyantakötésű formázóanyagok lebomlása során képződött gázok mennyisége, illetve nyomásviszonyai a fém megszilárdulásának kezdeti szakaszában jelentősen befolyásolhatják az öntvények felületi minőségét. A magokból fejlődő gáz akkor okoznak öntvényhibákat, ha a gázbetörésig nem jön létre szilárd öntvénykéreg. A homokmagokból fejlődő gáz és nyomásának vizsgálat több szempontból is kiemelten fontos. A felszabaduló gázok összetétele környezetvédelmi okokból kulcsfontosságú, hiszen egyre szigorúbb hatósági előírásoknak kell megfelelni. A magokból intenzíven felszabaduló gáz gázhólyagos selejtekhöz vezethet, míg a homokszemcsék közé behatoló fém penetrációs hibákat okozhat.

Célkitűzések: Az öntödei maghomok porózus, szemcsés közegként viselkedik. A gáz áramlása az ilyen közegben kevésbé ismert, a leírása különösen azért nehézkes, mert az átáramló gáz reagál a maghomokban található kötőanyaggal. Célunk különböző gázáteresztő képességű magokból fejlődő gázok nyomásának a vizsgálata.

Eredmények: A gáznyomásának időbeli lefutása alapján két maximumot tapasztaltunk. A gáznyomás növekedése nem egyenletes. Az első jelentősebb nyomásnövekedés a pórusokba szorult levegő gyors felmelegedése és kitágulása, valamint a formafalon fellépő nagy hőmérséklet-gradiens hatására hirtelen képződő gázmennyiség, ami kitölti a pórusokat és megkezdődik a gáz eltávozása. Ezután egyre nagyobb tömegű formázókeverék hevül fel és az így keletkező gázképződési sebessége nő, és a nyomás maximális értékénél kerül egyensúlyba. A gáznyomás maximumának kifejezésére alkalmazható egyenlet:

$$P_{max} = G_k^{-n} q'' \left[1 - \left(\frac{G_k}{600} \right)^2 \right], \text{ kPa}$$

ahol:

- G_k : gázáteresztőképesség
- q'' : veszélyességi tényező, $q'' = c \cdot f$
- c : kötőanyagra jellemző állandó
- f : kötőanyag tartalom, %
- n : a pórusok alakjára jellemző állandó.



SO-12

Development of testing methods for static, dynamic and cyclic interfacial characterization of mass produced composites

Szebényi Gábor, Magyar Balázs

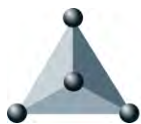
BME, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Polymer Engineering, Budapest

Nowadays the application of fiber reinforced composites is spreading in the fields of both high performance materials and commercial applications. While in the previous decades long fiber reinforced composites were only applied in demanding low volume applications or mainly as covering materials for large volume production, the tendency is shifting towards the use of long fiber reinforced composites in demanding large volume applications as load bearing structures. While the relatively high curing time of thermoset matrices was a key factor lowering production rate, the emerging of high output technologies like HP-RTM (high pressure resin transfer moulding) or T-RTM (thermoplastic resin transfer moulding) provide a low cycle time of some minutes compared to hours enabling the use of these materials in areas where thousands of parts have to be annually produced. While these technologies open new ways for composites, some problems of these materials also become more emphasized. In standard thermoset materials proper sizing of the fibers gives adequate adhesion between the fibers and the matrix. Achieving such a level of adhesion is more challenging when using thermoplastic matrix materials, where in some cases chemical reactions are completely absent during production. In the application areas of most of these composites the presence of constant vibration and dynamic loads can endanger the structural integrity of the composites by the formation of fiber-matrix debonding and delamination in the loaded areas. While numerous methods are available for the static testing of interlaminar properties of long fiber reinforced composites, for example the ASTM double notched shear test or the ISO short beam shear test or the more troublesome mode I-III interlaminar fracture toughness tests, the implementation of these tests for the characterization of dynamic and cyclic properties is still not completely solved.

Aims: The aim of our study is to develop new and improve available testing methods for the proper and effective static, cyclic and dynamic interlaminar strength characterization of long fiber reinforced composites. The developed technologies have to be adapted to the characterization of both high adhesion systems, for example carbon fiber reinforced epoxies prepared by RTM technology and low adhesion systems, for example PA matrix glass fiber reinforced organosheets produced by film-stacking.

Results: Test methods were developed for the characterization of static, dynamic and cyclic interlaminar properties of composites with thermoset and thermoplastic matrix materials. The tested samples were investigated by microscopy to compare the measured values and the fracture behavior of the material.

Acknowledgements: *This research was supported by The National Research, Development and Innovation Office (OTKA K 116070, NVKP_16-1-2016-0022 and NVKP_16-1-2016-0046). Gábor Szebényi acknowledges the financial support received through János Bolyai Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences.*



SO-13

A titán szemcsefinomító hatásának vizsgálata AlSi7MgCu0,5 ötvözet esetén

Tokár Mónika¹, Fegyverneki György¹, Alexa Márk¹, Mende Tamás²

¹ Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Öntészeti Intézet, Miskolc

² Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

A rohamosan fejlődő technológiák és vevői előírások, a termékek folyamatos fejlesztését követeli meg. A járműiparban az egyre szigorúbb vevői elvárások és követelmények öntészeti szempontból nagy kihívást jelentenek. Ezen az iparterületen egyre fontosabb szempont a minél kisebb súlyú, nagy teherbírással rendelkező alkatrészek gyártása. Az alumínium ezáltal az egyik legfontosabb öntészeti alapanyaggá vált a járműiparban. A vevői elvárások növekedése az öntvények folyamatos fejlesztését és mechanikai tulajdonságaik javítását igényli. Munkánk során az AlSi7MgCu0,5 ötvözet AlTi5B1 előötvözzel való szemcsefinomítás mechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatását vizsgáltuk.

A kokillába öntött Al-Si hipoeutektikus öntészeti ötvözetek olvadékának kristályosodása az alumínium szilárdoldat csíráképződésével és a csírák növekedésével kezdődik, mely kristályok egészen az eutektikus hőmérséklet eléréséig növekednek, majd a megszilárdulás az eutektikum kristályosodásával ér véget. A szilárdoldat szemcséinek száma, finomsága nagymértékben befolyásolja az öntvény mechanikai tulajdonságait: minél finomabb a szemcseszerkezet, annál jobb szilárdsági mutatókat érhetünk el. A szemcseméretet csökkenteni tudjuk, ha segítjük a csírák képződését és növekedését, hiszen ekkor több, apróbb méretű kristály fogja alkotni a szövetszerkezetet. Ennek érdekében ún. szemcsefinomítást, beoltást alkalmaznak az ipari körülmények között. A titánt, mint szemcsefinomító adagoljuk a folyékony olvadék állapotban lévő ötvözetbe. Az olvadékban a titán szilárd fázisként, csíráképző helyként van jelen, mely elősegíti a primer alumínium fázis kristályosodásának a megkezdését.

Kutatásunk során célkitűzésünk volt a szemcsefinomító előötvözet adagolásával a kész öntvény mechanikai tulajdonságainak javítása, illetve a dendritközi porozitások megjelenésének csökkentése. A kísérletsorozat során az ötvözet üzemi kiinduló 1000 ppm titán koncentrációját növeltük 2000 ppm koncentrációra, 200 ppm-es léptékben haladva. A kísérletek technológiai lépései folyamán végeztünk termikus elemzést, vizsgáltuk az alkalmazott ötvözet összetételét, az oldott hidrogén tartalmát (sűrűség-index), a zárványtartalmát (K-érték) és szekunder dendritág távolságát.

Megvizsgáltuk, hogy a változtatott titán koncentráció milyen hatással van az öntvények mechanikai tulajdonságaira, a porozitás mértékére, a szekunder dendritág távolságra és a szemcseméretre. Munkánk során kimutattuk, hogy az 1000-2000 ppm titán koncentráció függvényében hogyan változott a szemcsefinomítás mértéke AlSi7MgCu0,5 ötvözet esetén.



SO-14

Appearance of strain induced martensite in austenitic and lean-duplex stainless steels – a comparison

Mészáros István, Bögre Bálint

Budapest University of Technology and Economics, Budapest

meszaros@eik.bme.hu

In the present work, the appearance of strain induced phase was studied in austenitic and in lean duplex stainless steels. The investigated grades were the AISI 304 austenitic and the V2101Mn lean duplex stainless steel (LDSS). The phase transformation processes were compared and analysed on the basis of the calculated stacking fault energy values of austenite phases.

Sheet samples were cold rolled, the number of samples was nine; the highest applied deformation was up to 80%. The magnetization curves were measured by a single sheet testertype magnetic property analyser and a DC magnetometer. The series of symmetrical minor hysteresis loops and the saturation loop were measured. The amount of strain induced martensite was calculated from the saturation polarization values [1]. The microstructure was studied by metallography and EBSD techniques. The mechanical properties were characterized by the Vickers hardness of the samples.

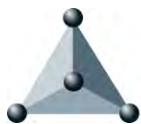
It is widely accepted that when some austenitic or lean duplex stainless steel grades are deformed or strained, there is a martensite formation and the dislocation density (or crystalline defects), within the host material, increases in accordance to the amount of deformation. The gradual transformation of austenite to strain induced martensite increases the work hardening of these steels. The fine α' -martensite grains which appear inside the austenite grains mainly at the intersection of shear bands, make the movement of dislocations more difficult.

Martensite may form in austenitic and lean duplex stainless steels due to the working of the material (mechanical) or due to temperature effects (thermal). Two types of martensite can form: ϵ -martensite, which forms on close-packed (111) planes in the austenite, has a hexagonal close-packed (hcp) crystal structure; and body-centred cubic (bcc) α' -martensite, which forms as plates with (225) habit planes in groups bounded by faulted sheets of austenite on (111) planes [2, 3]. The austenite phase is paramagnetic, the hcp ϵ -martensite remains paramagnetic in contrast to the bcc α' -martensite which is a strongly ferromagnetic phase.

The strain induced phase transformation processes seems to be similar in the two studied stainless steel grades. In this work, the two phase transformation processes are compared and analysed.

References:

- [1] F. Fiorillo, "Measurements and Characterization of Magnetic Materials", (Elsevier Pub.Co.) 2004.
- [2] Reed, R.P., *The Spontaneous Martensitic Transformation in 18 pct Cr, 8 pct Ni Steels*, *Acta Metall.*, Vol. 10, 1962, pp. 865-877
- [3] Mészáros. – J. Probászka, "Magnetic investigation of the effect of α' -martensite on the properties of austenitic stainless steel",
- [4] *Journal of Materials Processing Technology* Vol. 161 (2005) 162–168



SO-15

Ti₅₀Cu_{27,5}Ni₁₀Zr₁₀Co_{2,5} mesterötvözet őrlési tulajdonságai különböző őrlőközeg alkalmazása esetén

Mikó Tamás

Miskolci Egyetem, Fémtani Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

Amorf/nanokristályos szerkezetű fémek előállításának egyik hatékony módja a nagyenergiájú őrlés alkalmazása. Ennek során a bolygómozgást végző tégelybe helyezett porított szemcsék mérete, alakja és szerkezete a golyókkal, illetve egymással való ütközések, súrlódás következtében folyamatosan változik. Ezen folyamatok irányítása nagy körületekintést igényel, hiszen az őrlendő anyag tulajdonságain kívül számos külső tényező hatását is figyelembe kell vennünk. Ezek közé tartozik az őrlőtégelyek forgási sebessége, az őrlés ideje, a tégelyek telítettsége, az őrlőgolyók száma és tömege, az őrlendő por mennyisége, a tégely és golyók anyaga, valamint az őrlés közege.

Munkánk során különböző őrlési közegek hatását vizsgáltuk a Ti₅₀Cu_{27,5}Ni₁₀Zr₁₀Co_{2,5} összetételű mesterötvözet szerkezeti változásának, illetve a feltapadásból származó anyagvesztés mértékének szempontjából. Ezek közé tartozik az argon, a levegő, a petroléter illetve a sztearát. A kapott eredmények alapján jelentős különbségeket tapasztalható a különböző közegek alkalmazása esetén.



SO-16

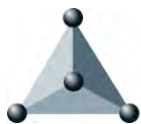
Ultrahang alapú pásztázó roncsolásmentes hibadetektálás

Kocsó Endre, Molnár János, Páger Béla, **Pór Gábor**

Dunaújvárosi Egyetem, Ecotech Zrt. MAID Laboratóriuma, Dunaújváros

Az elmúlt években több mozgató mechanizmust állítottunk össze, amellyel sikerrel birkóztunk meg az ultrahang segítségével, végzett pásztázó akusztikus letapogatással. A programmal vezérelt precíz mechanika lehetővé teszi a szubjektív és ügyességen alapuló fejmozgatás felváltását, pontos, azonos érzékenységet biztosító A-képsorozat előállítását. Ez a képsorozat ma már akár 10 mikronos felbontással is előállítható, ami új távlatokat nyit az ultrahangos vizsgálat felbontásában, mivel az azonos körülmények között kapott A-képek sorozata, akár a lépéshossznak megfelelő felbontásig szállítja le az ultrahangos vizsgálatok elméleti felbontását. Ez új távlatokat nyit az ultrahangos anyagvizsgálatokban mivel most már igazán akusztikus mikroszkópról beszélhetünk, és akár a röntgenvizsgálatok felbontásáig is el tudunk jutni az átvilágítások során, anélkül, hogy veszélyes sugárzásoknak kellene kitennünk tárgyakat illetve vizsgáló személyeket.

A poszteren bemutatunk néhány sikeres alkalmazást a közelmúltból is, és a legutóbbi időből, amikor már nemcsak fémanyagokban, de műanyagokban is sikerrel alkalmaztuk az eljárást. A poszter nagyobb része a LABVIEW programozás során végzett képalkotási eljárásokat mutatja be, mivel ezek is jelentősen hozzájárulhatnak a roncsolásmentes, akár 100 mikronnál is jobb felbontással rendelkező mérési eljárások kidolgozásához.



SO-17

Fém-polimer anyagok közötti hibrid T-kötés létrehozása transzmissziós lézersugaras hegesztéssel

Temesi Tamás, Kiss Zoltán

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Polimertechnika Tanszék, Budapest*

A járműipart egyre szigorodó károsanyag-kibocsátási, környezetvédelmi előírások, rendeletek, törvények szabályozzák. Az Európai Parlament és Tanács 2000/53/EK irányelve alapján, a gépjármű gyártókra szigorú szabályok vonatkoznak az újrahasznosítás, hulladékkezelés szempontjából, ezért a rendelet betartása érdekében a gyártók új anyagokat, technológiákat (például: önerősített kompozitok, újféle adalékanyagok fejlesztése polimerekhez, lebomló polimerek stb.) alkalmaznak.

Az utóbbi években a gyártók a közlekedési eszközök hatékonyságának növelését tűzték ki célul. Jobb hatékonyság legegyszerűbben tömegcsökkentéssel (kisebb tömegű alkatrészek, kisebb sűrűségű anyagok, új technológiák, például hibridkötések alkalmazásával) érhető el, aminek következtében csökkenhet a károsanyag-kibocsátás is. Emellett a gyártási folyamatok hatékonyságának növelése és automatizálása is fontos fejlesztési irány, hiszen ezekkel további megtakarításokat érhetnek el.

Több olyan technológia is ismeretes már, amelyek segítségével hibridkötések alakíthatók ki fém és polimer anyagok között, azonban az elmúlt években a lézersugaras eljárást kutatták legintenzívebben. Kutatásunk során fém (autóiparban felhasznált alumínium és szerkezeti acél) és polimer lemezek között hoztunk létre kötéseket transzmissziós lézerhegesztéssel, egy diódlézer segítségével. Találtunk olyan fém-polimer anyagpárokat, amelyek felhasználásával és megfelelő hegesztési paraméterek alkalmazása mellett jó minőségű kötés hozható létre.

Ez a kutatás a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János kutatói ösztöndíjának támogatásával készült.



SO-18

Természetes alapanyagok és adalékanyagok hatásának kutatása polimerekben a Miskolci Egyetem Kerámia és Polimermérnöki Intézetében

Zsoldos Gabriella, Tamási Kinga, Román Krisztina, Pálfalusi Viktor, Szóda Kornél, Mahitha Udayakumar, Horváth Tibor, Piros Tamara, Csontos Zsófia, Szabóné Kollár Mariann

Miskolci Egyetem, Kerámia és Polimermérnöki Intézet, Miskolc-Egyetemváros

Az intézetben az elmúlt években több bioanyagok kutatás is folyt. A bioanyag fogalma is folyamatosan változott az elmúlt időszakban. A könnyen lebomló-, a biokompatibilis és a biológiai eredetű anyagok esetén is használatos ez a kifejezés. Intézetünkben mindhárom területen történtek kutatások.

Az első ilyen téma a csípőprotézis anyag fejlesztése volt, amely során a nagy molekula tömegű polietilént metilmetakriláttal ko-térhálósítottuk nagy energiájú sugárzással. Az így kapott blendéken sokféle szerkezeti és mechanikai vizsgálatot végeztünk. A fenti témából született egy-egy magyar és európai szabadalom valamint egy PhD dolgozat. Ezt a témát tovább fejlesztve az anyagot még biokompatibilisabbá téve algináttal folyik a blendelése jelenleg, amelyből már született egy BSc-s és folyamatban van egy MSc-s diplomamunka.

Természetes alapanyagokból biofóliák előállításán dolgozunk, melyek anyagszerkezeti vizsgálati eredményeit az előző években publikáltuk, illetve folyamatban van ezen a területen egy PhD dolgozat születése.

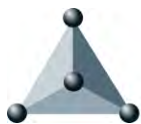
Élelmiszeriparban használatos PLA anyagok vákuumformázási technológiával való feldolgozása során tapasztalható mikro szerkezeti és mechanikai szilárdsági változásainak vizsgálata egy újabb PhD dolgozat témája jelenleg.

Az intézetben folyamatosan történik különböző PLA és egyéb biológia eredetű polimerek, kozmetikai iparban használatos tubusok, valamint PET lebomlásának és oxidációjának vizsgálata különböző kémiai közegekben, mint talaj, akvárium, illetve különböző élelmiszeripari közegek: tej, gyümölcsle, ecet. A témában több BSc és MSc dolgozat született és van folyamatban.

Legújabb területeink a konferencián szintén bemutatásra kerülő, ciklusos, szerves adalékanyagok kiváltása biológiai eredetű olajokra különböző kaucsuk alapanyagokban. Jelen kutatás egy ígéretes PhD dolgozat alapját képezi.

Egy további PhD kutatási téma egy részeként pedig különböző természetes alapanyagú cellulóz származékok adalékolása történik PVC alapmátrixba, ahol aza adalékok szerkezeti és mechanikai szilárdságra gyakorolt hatásának vizsgálata történik.

A fentiek mellett még szintén egy kutatási területünk a különböző faanyagok szerkezet módosításának vizsgálata. Továbbá különféle természetes alapú ragasztóanyagok vizsgálata.



SO-19

The effect of different soot compositions on the mechanical properties of rapeseed oil-treated rubber mixtures

Kinga Tamási, Gabriella Zsoldos

University of Miskolc, Department of Ceramic and Polymer Engineering, Miskolc

In recent years, the rubber industry developments are focusing on the development of manageable, and environmental friendly additives, in addition to the favorable properties, also the current chemical-legal directives (REACH, SEVESO I-III, and RoHS), recyclability and sustainability. The most common additives of the rubber industry are the fillers and plasticizers [1]. During the research, we investigated the effect of different soot compositions on both rapeseed-oil treated rubber mixtures, and raw caoutchouc.

The first, and one of the most important steps in making the mixture was measuring, based on a predetermined recipe. The goal of the research was to compare the mechanical properties of two mixed blends (with different soot content: $m_1=75\text{g}$ and $m_2=150\text{g}$) and the mechanical properties of raw (caoutchouc) gums. The mixing temperature was 40°C and the mixing time was 1 hour in both cases. The rolling: with friction on $T=65^\circ\text{C}$, the stamping of the trunks: on $p=300$ bar pressure, $T=145^\circ\text{C}$, and $t=30$ minutes.

We did not make such preparations in the case of caoutchouc.

Equipment used for the Examination of mechanical properties and miscibility:

- Zwick/Roell Shore A hardness tester,
- INSTRON tensile strength meter,
- Scanning Electron Microscope (SEM).

The hardness of the rubber can be varied with filler and plasticizer within wide limits, which is well reflected in the table of avg. hardness values. *Sample 1* has the highest hardness value with twice as much soot content as in *Sample 2*. Generally speaking, the required quantity of reinforcing filler materials for a unit of hardness growth is substantially less than it would be with a semi-active or inactive filler. Soots have a stronger increasing effect on hardness than the white fillers. Roughly speaking, fillers with smaller particle diameters and greater specific surface are more effective than bulk particles having smaller specific surface values. The fillers' effect on hardness also depends on the type of the caoutchouc used: rubbers with greater density values need less filler for a unit of hardness growth, than the ones with less density. Rapeseed as a softener reduces the hardness of the rubber, but in this case its effect is negligible due to its small amount.

The aim of the tensile test was to determine the traction resistance of the samples (tensile strength). For such measurements the most suitable machine is the tensile tester. One of the well-known tests that can be performed on this equipment is the tensile strength measurement. Tasks related to the test, the size, and shape of test specimen, the course of the test, the course of the test, and the experimental results were collected and evaluated in accordance with MSZ EN ISO 527-1:1999 [2].

References

- [1] Miskolczi, N.: *Műanyagok kémiaja és technológiája jegyzet, TÁMOP 4.1.2. A1 és A2 könyvek, University of Pannonia, 2012*
- [2] MSZ EN ISO 527-1:1999



SO-20

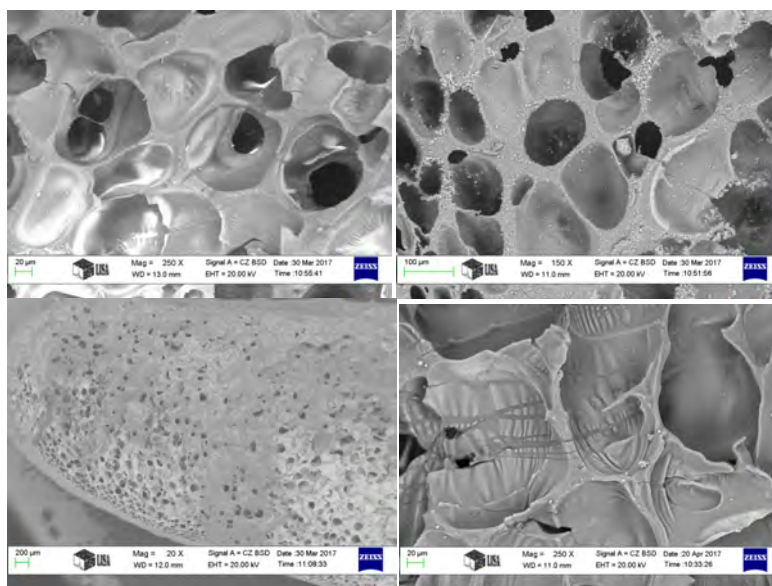
Különböző adalékokkal habosított PVC habszerkezetének összehasonlítása SEM mikroszkópos vizsgálattal

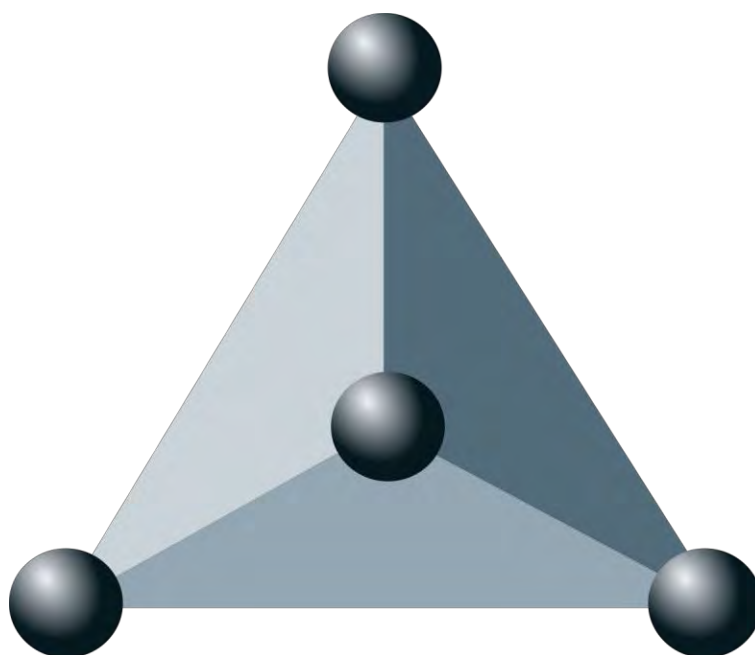
Román Krisztina, Zsoldos Gabriella

Miskolci Egyetem, Miskolc

Egy habosított termék előállításának alapvető követelménye a keverékhez szükséges adalékanyagok típusának, mennyiségének pontos megválasztásában rejlik. Mivel a PVC por önmagában alkalmatlan feldolgozásra, így a vele való termékgyártás során több adalékot is kell alkalmazni. A PVC habosításához alkalmaznunk kell egy olyan adalékanyagot, amely kémiai habosító szerként működik. Ezek az anyagok egymással kölcsönhatásba lépve jelentősen módosítják a kialakult habszerkezetet. Egyes töltőanyagok, habosító szerek vagy épp a feldolgozási körülményének változtatása a termék külsején kívül jelentős mértékben befolyásolni fogja a kialakult cellák alakját, méretét és sűrűségét. Mivel a cellák szerkezete határozza meg az anyag szigetelő-tulajdonságait, így munkám során egy az általam választott felhasználású termék számára tökéletes habszerkezet kialakítására törekedtem.

A pásztázó elektronmikroszkóp segítségével a töltőanyagok típusának változtatásával a szerkezetben bekövetkező eltéréseket vizsgáltam. A felvételek során a különböző töltőanyagok szerkezetmódosító hatásait, a gyártás során leggyakrabban előfordult problémákat, hibákat elemeztem. Emellett az eltérő tömeg % -ban adagolt töltőanyagok cellaméretre és cellaszerkezetre gyakorolt hatását is ismerttetem. A vizsgálatok eredményeiből a cellák lehetséges formáit, alakjait és hibáit ismerttem meg. Ezek alapján következtethető, hogy melyik töltőanyag, milyen adagolásban a legalkalmasabb egy szabályos cellás szerkezet kialakításához.

*1. ábra: Leggyakoribb cella szerkezeti hibák*



Poszter előadások



P-01

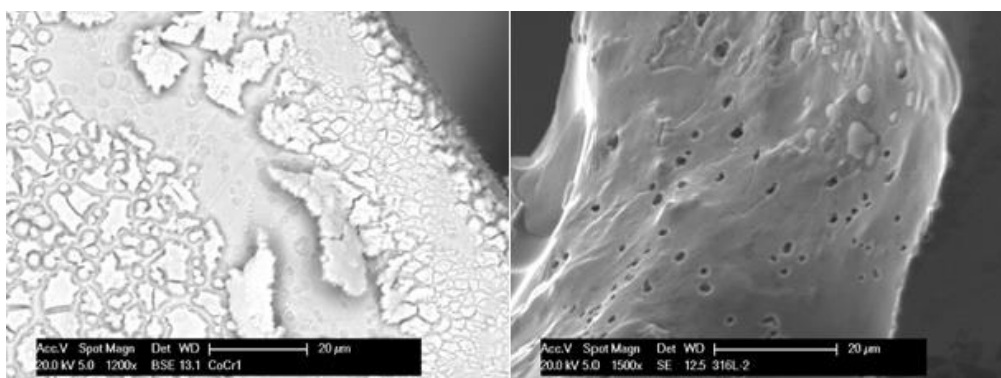
Sztentek korróziós tulajdonságainak vizsgálata

Asztalos Lilla¹, Fazakas Éva², Károly Dóra¹, Dobránszky János³¹ BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest² Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., Budapest³ MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Budapest

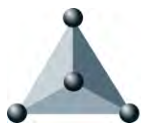
A koszorúér sztentekkel szemben támasztott legfontosabb követelmények közé tartozik a hemo- és biokompatibilitás, ami szorosan összefügg a korróziós tulajdonságokkal. Mégis az elérhető korróziós kutatások száma csekély, az alkalmazott mérési módszerek nem konzekvenssek, valamint a korróziós leromlás folyamata nem, vagy csak részben dokumentált. Kutatásunk célja a klinikai gyakorlatban alkalmazott három anyagminőség: ausztenites korrózióálló acél (316L), kobalt-króom ötvözet (L605), valamint platina-króom ötvöztetésű acél korróziós sebességének meghatározása, a sztent felületén végbemenő folyamatok átfogó dokumentálása, valamint a korrózió hatására bekövetkező anyagösszetétel-változás meghatározása.

Módszerek: A korróziósebességet potenciodynamikus mérésekkel határoztuk meg, a felületen végbemenő folyamatokat pedig sztereomikroszkóppal és pásztázó elektronmikroszkóppal figyeltük meg. Mértük továbbá a sztentek korróziós vizsgálatok előtti és utáni tömegét, valamint az anyagösszetételt is meghatároztuk energiadiszperzív röntgenspektrometriás mérésekkel. A potenciodynamikus vizsgálatokat az MSZ EN ISO 10993-15:2009 szabványnak megfelelő, háromelektrodos cellában, 0,9 m/m%-os sóoldatban, 37 ± 1 °C-on, $\pm 2,5$ V mérési tartományon végeztük. Referenciaelektroddnak Hg/Hg₂Cl₂ kalomel-elektrodot, segédelektroddnak pedig platina hálót használtunk.

Eredmények: A potenciodynamikus mérések eredménye alapján megállapítható, hogy a bevonat nélküli platina-króom ötvöztetésű acélok korróziósebessége a legkisebb. A kobalt-króom ötvözetek esetében jelentős, a teljes felületre kiterjedő általános korrózió figyelhető meg (1. ábra). A 316L alapanyagú sztenteken elsősorban a bordákat összekötő hidakon lyukkorrózió indult meg (1. ábra), amely végül az egyik sztent kettéválását is okozta a mérések közben. Függetlenül a sztent alapanyagától és attól, hogy volt-e rajta bevonat, mindegyik mintából oldódott ki nikkel, ami a betegek szervezetében akár irritációt is okozhat. Kutatási eredményeink alapján könnyen össze lehet hasonlítani a klinikai gyakorlatban alkalmazott anyagokat korróziós szempontból. A korróziós folyamatok során felszabaduló anyagok biokompatibilitása és élettani hatása további kérdéseket vet fel, ezért jövőbeli kutatásaink célja a korróziós folyamat során kioldódó anyagok vizsgálata is.



1. ábra: Balra: a kobalt-króom ötvözet anyagú sztent felületén általános korróziós folyamatok figyelhetők meg. Jobbra: a 316L sztent hajlataiban kialakult lyukkorróziós helyek.



P-02

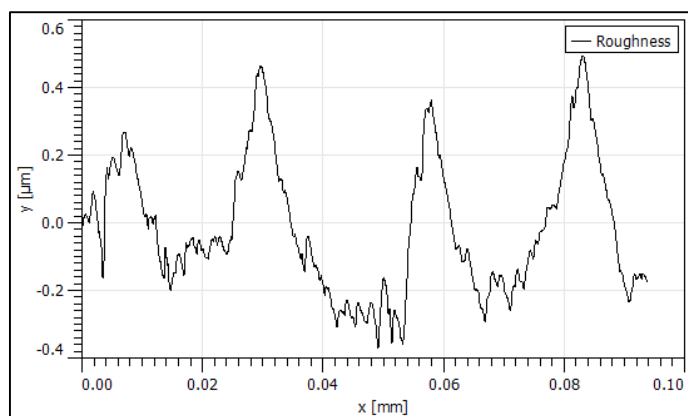
Különböző típusú acélok mikroforgácsolása

Balázs Barnabás Zoltán, Takács Márton

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gyártástudomány és –
technológia Tanszék, Budapest

A mikromarás napjaink egyre terjedő eljárása, mellyel jellemzően 1-999 μm közötti struktúrákat állítunk elő. Manapság a miniaturizálás egyre nagyobb szerepet kap az ipar számos területén, mint például az orvostudomány, űrtechnika és mikroelektronika. Mikromarással előállíthatók komplex, 3D-s geometriák, valamint nagyfokú rugalmasság jellemzi a folyamatot. Mindezek által alkalmas az eljárás mikroméretű fröccsöntő szerszámok előállítására is. Ezekhez célszerűen nagy kopásállóságú és korrózióállóságú alapanyagra van szükség. Mindezen követelmények miatt Böhler M303 martenzites szerkezetű korrózióálló acélokon végeztünk kísérleteket. Jelenleg a mikromarási kutatásoknak csak nagyon kis hányada foglalkozik korrózióálló acélokkal, és még ennél is kevesebb a martenzites szerkezetűekkel. A mikromarási folyamat sajátosságainak jobb megértése céljából C45 anyagminőség kísérleti megmunkálása is részét képezte a kutatásnak. Az alkalmazott szerszámgép egy NCT VHTC 130M öttengelyes mikromegmunkáló központ volt, melynek maximális főorsó fordulatszáma 60 000 1/min. A kísérletekhez kétélű, bevonatos keményfém szármarókat alkalmaztunk, melyek átmérője 0,5 mm. A szisztematikus forgácsolási kísérletek végzése során a forgácsolósebesség és a fogankénti előtolás volt a változtatandó paraméter. A kísérleteket az összes lehetséges szintkombinációra elvégeztük.

A kutatás célja, hogy jobban megismerjük a mikroméretű forgácsleválasztás sajátosságait. A forgácsolási kísérletek során előállított felületeket részletesen vizsgáltuk. Mértük a felületi érdességet, elemeztük a szerszám által előállított karcolatok irányát, illetve azok távolságát. Megvizsgáltuk az aktuális fogankénti előtolást, azaz a szerszám éle által létrehozott karcolatok és a beállított fogankénti előtolás közötti különbséget. Különös figyelmet fordítottunk a sorjaképződés elemzésére.



1. ábra: Atomi erő mikroszkóppal készített felületi profil (C45, $v_c=60\text{ m/min}$, $f_z=1\text{ }\mu\text{m}$, $a_p=0,05\text{ mm}$).

A vizsgálatok nyomán többek között megállapítható, hogy a felületi érdesség a fogankénti előtolás növelésével növekszik. A szerszám csúcsa által létrehozott karcolatok távolsága nagyobb, mint a beállított fogankénti előtolás értéke, melyet a minimális forgácsvastagság okozhat. A sorjaképződés erőteljesebb az egyenirányú oldalon. A forgácsolósebesség növelése és a fogankénti előtolás növelése egyaránt csökkenti a keletkezett sorják méretét.



P-03

Böhmít alkalmazhatóságának vizsgálata természetes kaucsuk latex alapú gumikban

Berki Péter¹, Khang Quang Do², Minh Quang Do², Hai Nhu Luong³, Tung Trinh Ngo², Karger-Kocsis József^{1,4,*}

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, Budapest

² Department of Functional Polymers and Nanomaterials, Institute of Chemistry, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

³ Department of Chemical Technology Development, Center for High Technology Development, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

⁴ MTA-BME Kompozittechnológiai kutatócsoport, Budapest

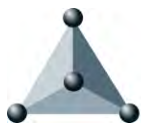
* karger@pt.bme.hu, +36 1 463-2497

A nanotöltőanyagok megjelenésével a gumikban alkalmazható töltőanyagok csoportja jelentősen bővült, hatékonyságuk messze meghaladja a konvencionális, nem aktív töltőanyagokét. Egyik jelentős képviselőjük a böhmít alumina (BA), amelyet alumínium-oxihidroxid $[\text{AlO}(\text{OH})]$ nanorészecskék alkotnak. Több BA típus létezik, fajlagos felülete meghaladhatja a $300 \text{ m}^2/\text{g}$ -os értéket, primer szemcsemérete 40 nm is lehet. Alkalmazásuk felületkezelve és anélkül is a mechanikai tulajdonságok előnyös változását eredményezheti megfelelő eloszlatottság mellett gumi mátrixban.

A BA szemcsék is (a nanotöltőanyagok általában) aggregációra hajlamosak, melynek következtében eloszlításuk a gumi mátrixban nehéz feladat. A természetes kaucsuk latex formájában is forgalomba kerül (kaucsuk molekulák vizes emulziója), így lehetőség van a vízben diszpergálható töltőanyagokat a további feldolgozási folyamatok (koaguláltatás – kaucsuk kicsapása a vizes közegből; térhálósító rendszerek adalékolása) előtt társítani a kaucsukhoz. Ezzel a módszerrel az aggregációra hajlamos nanorészecskék egyenletesebb eloszlása lehetséges a kaucsuk mátrixban.

Kutatásunk során BA nanorészecskéket társítottunk vizes közegben a természetes kaucsuk latexhez. Különböző BA tartalmú keverékeket készítettünk, és vizsgáltuk a vulkanizátumok mechanikai tulajdonságait, és a repedésterjedést. A BA égésgátló adalékként is funkcionálizálhat, így vizsgáltuk a gumik LOI értékét is. (Limiting oxygen index). Azt tapasztaltuk, hogy a BA adagolás növelte E' , és J-kritikus értékét, valamint a LOI értéket.

Kulcsszavak: böhmít alumina (BA), természetes kaucsuk (natural rubber, NR), mechanikai tulajdonságok, J-integrál, CTOD, DMTA, Payne-batás, égésgátlás, LOI



P-04

A poliuretán gyártás egyik legfontosabb alapanyagának vizsgálata elméleti kémiai úton

Boros Renáta Zsanett¹, Szőri Milán², Wafaa Cheikh², Farkas László¹, Viskolcz Béla²

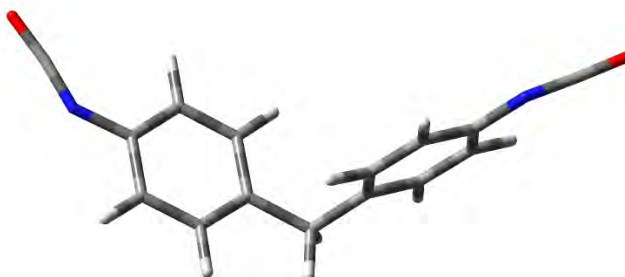
¹ BorsodChem Zrt., Kazincbarcika

² Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Kémiai Intézet, Miskolc

A hagyományos laboratóriumi vizsgálatok mellett napjainkban már elméleti kémiai számítások alkalmazásával is hozzájárulhatunk az ipari folyamatok megértéséhez, környezeti kockázatok becsléséhez, valamint azok optimalizálásához.[1] A korszerű vizsgálati módszerek lehetőséget nyújtanak technológia teljes reakcióútvonalának feltérképezéséhez.

A poliuretán termékek felhasználása napjainkban széleskörű, a piac becsült mérete 65,63 milliárd dollár (2015).[2] Előállításuk di- és poliizocianátok, valamint di- és poliolkok poliaddícióival történik. Két legfontosabb diizocianát a metilén-difenil-diizocianát (MDI) és a toluilén-diizocianát (TDI). A diizocianátok ipari előállítása a megfelelő aminok foszgénezésén keresztül valósul meg.

Az alábbi tanulmány célja, a p,p-MDI szintézis foszgénezési lépésének mechanizmusvizsgálata kvantumkémiai módszerek segítségével, ahol a fő reakció-útvonalak mellett a lehetséges mellékreakciókat is vizsgáljuk. A lehetséges köztütermékek és átmeneti állapotok szerkezetét B3LYP/6-31G(d) elméleti szinten határozzuk meg, és a termodinamikai függvény-értékeiket G3MP2B3 kompozit modellel számítjuk a szintézis szempontjából releváns kondíciók mellett, az oldószerhatás figyelembevételével. A kapott eredményeket összevetjük az üzemi tapasztalatokkal, valamint javaslatot teszünk kísérleti megvalósításra.



1. ábra: p,p-MDI optimalizált szerkezete.

Az alábbi tanulmány a GINOP-2.3.4-15-2-016-00004 pályázat keretén belül valósult meg.

Referenciák:

[1] *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, 55, 5904 - 5937.

[2] *MDI, TDI, and Polyurethane Market by Application (Flexible Foams, Rigid Foams, Paints & Coatings, Elastomers, Adhesives & Sealants), End-Use (Construction, Furniture & Interiors, Electronics & Appliances, Automotive, Footwear) - Global Forecast to 2021*



P-05

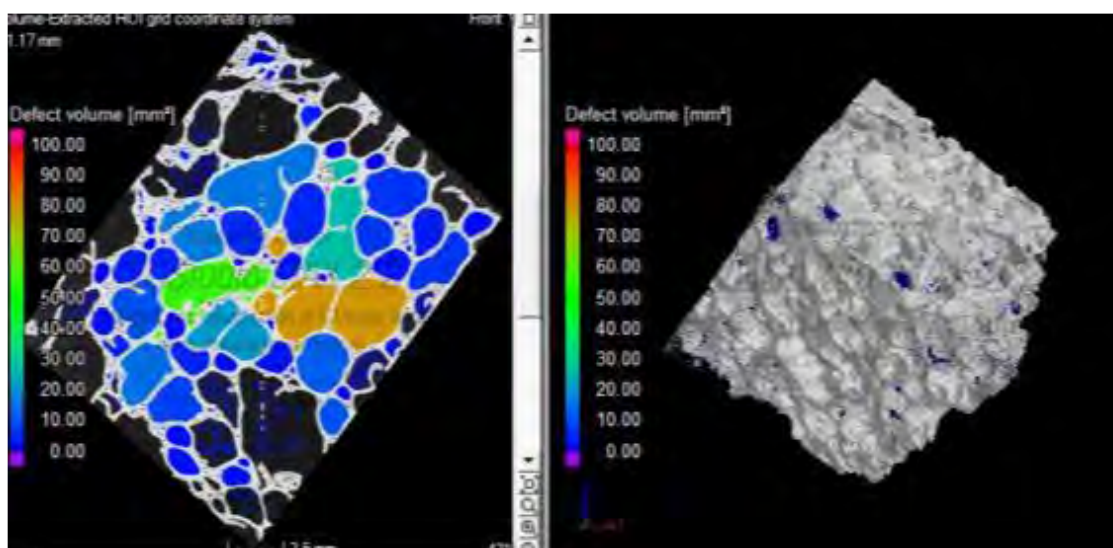
Anyagtechnológiai kutatások a Debreceni Egyetem Műszaki Karán – fémemulziók anyag és gyártástechnológiája, fémhabstruktúrák modellezése

Budai István, Varga Tamás Antal, Mankovits Tamás

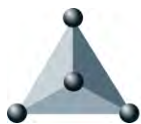
Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen

Monotektikus ötvözeteket – szilárd fémemulziókat régóta állítanak elő vékony rétegben (és alkalmazzák csapágyfémként), ennek oka, hogy stabil homogén eloszlású monotektikus ötvözeteket csak gyors hűtéssel tudtak előállítani. A gyártást jelentősen nehezíti a két fázis közötti határfelületi energia (ami a cseppeket összeolvasztásra készíti), illetve a fázisok sűrűségkülönbsége, ami a diszpergált fázis függőleges irányban való makroszkópikus elválásához (kiülepedéséhez) vezet, ezekhez a hatásokhoz a határfelületi gradiens erő hatása is hozzáadódik. A kutatások során kidolgoztuk mind a vékony réteg és a tömbi méretű homogén szerkezetű monotektikus ötvözetek – fémemulziók előállítási technológiáját mechanikus keverési, és ultrahangos technológiával.

A fémhab geometriai modellezését alapvetően kétféle stratégiával lehet megvalósítani. Az egyik az, amikor a komputertomográf felvételekből generált statisztikai adatokból felépítünk egy olyan idealizált modellt, amely hasonlóan viselkedik terhelés hatására, mint az eredeti. A másik lehetőség az, hogy a legyártott fémhabról készült CT felvételek segítségével építjük fel a valós geometriai modellt. Mindkét eljárásnak van előnye és hátránya is. Az idealizált modell előnye, hogy néhány előre meghatározott adatból képesek vagyunk felépíteni egy modellt, de a nagy hátránya az, hogy csak megközelítőleg tudjuk szimulálni a fémhab reakcióját, hiszen ez a 3D-s modell nem teljesen egyezik meg a legyártott próbatesttel. A CT felvételnek nagy előnye, hogy ugyanazt a 3D-s geometriát tudjuk vizsgálni, mint a vizsgált fémhab. Kutatások során a CT alapú 3D-s modellezési módszert fejlesztünk.



1. ábra – Térfogatelemzés által meghatározott cellák (fémhabstruktúra modellezéséhez használt CT felvétel).



P-06

A pH érték változtatásának hatása a kémiai redukciós Ni-P bevonatok tulajdonságaira

Czagány Máté, Baumli Péter

Miskolci Egyetem, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc

Az ipar különböző területein van szükség olyan kemény, kopás és korrózióálló szerszámokra, alkatrészekre, gépekre, illetve egyéb eszközökre, melyek megfelelően ellenállnak az őket terhelő környezeti hatásoknak. Ezen tulajdonságok hatékonyan, és gazdaságosan érhetőek el kémiai redukciós (electroless) nikkel-foszfor (Ni-P) bevonat előállításával, melyet előszeretettel alkalmaz a repülőgépipar, autóipar, vegyipar, olajipar és elektronikai ipar is.

Kutatásunk során kémiai redukciós Ni-P bevonatot választottunk le W302-es típusú acél felületére. Célunk, a nikkel fürdő pH értékének, illetve 400°C-os hőkezelés hatásának a szisztematikus vizsgálata volt, a bevonat különböző tulajdonságaira (felületi morfológia, fázisszerkezet, foszfor tartalom, vastagság, keménység) vonatkozóan.

A vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy a bevonat P-tartalma és vastagsága is függvénye a fürdő pH-jának. Savas/semleges kémhatású fürdőkből kis és közepes P-tartalmú, 13,9-19,8 μm vastag bevonatok voltak előállíthatóak, lúgos fürdőből pedig nagy P-tartalmú 4,8-5,8 μm vastag bevonatok jöttek létre. A kis P-tartalmú bevonatok mikrokristályos szerkezettel rendelkeztek, a közepes és nagy P-tartalmúak pedig röntgen amorfak voltak. A pH érték a P-tartalmon keresztül a bevonatok keménységét is befolyásolta. Hőkezelést követően a bevonatok szerkezete Ni_3P vegyületfázisok megjelenése mellett átkristályosodott, ezáltal tovább növelve az alkalmazási szempontból fontos keménységet.

**P-07****Kobalt tartalmú PET palackok újrahasznosíthatósága****Czél György**, Hámos Ferenc*Miskolci Egyetem, Kerámia- és Polimermérnöki Intézet, Miskolc*

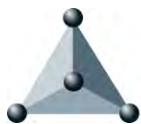
Mai korunk fogyasztói szokása rányomja bélyegét a mindennapi életünkben használt polimer termékek alapanyagaira is. A gazdaságos piacrajutás és terméktárolás minden határon túli költségsökkentési igénye sokszor technológiai és anyagválasztási kényszerpályákat eredményez.

Manapság elterjedten különleges alapanyagú polietilén-tereflalat (PET) palackokat használnak fel folyadék tartalmú élelmiszerek tárolására és szállítására. Különleges megoldásként háromrétegű palackot használnak. Az oxigén palckba jutását gátló fémsót tartalmazó közbenső géteget fröccsöntéskor hozzák létre. Többretegű PET palackok esetén ez a fémsó katalizátorként működik, kobalt tartalmú, és a gyümölcsé italok polcon tarthatóságát növeli meg. A piacon több, aktív oxigénbefogó elven működő PET alapanyag rendszer is elérhető. Ilyen például az Amosorb™ DFC, Polyshield™, Aegis™ OX, Oxbar™ és a Bindox™. Az Amosorb™ egy PET mesterkeverék, ami bármilyen, palack minőségű PET-be beadagolható a gyártás során s az így nyert keverék aktív blokátor réteg készítésére használható. A Polyshield™ a már előre oxigén diffúziót gátló szerrel (scavengerrel) bekevert, PET polimer. Az Oxbar™ esetében kobalt-katalizálta nyilont alkalmaznak, amit a poliészterekbe impregnálnak, míg az Amosorb™ esetében polibutadién az aktív komponens, ami poliészterrel van elkeverve.

Az újrahasznosíthatóságot vizsgáló kutatásunk során az Amosorb™ adalékanyag hatását vizsgáltuk meg. Kioldódási kísérleteken keresztül vizsgáltuk a kobalt fémion palack anyagból történő kijutásának lehetőségét és mértékét is. A reakció csak alacsony katalizátor-koncentráció esetén katalizált. Egy adott katalizátor koncentráció elérése után pedig a reakció inhibíciója figyelhető meg. Ezt a katalizátor-inhibitor átmenetet valószínűleg, magas fémion-koncentráció esetén, a szabad gyökök fémkomplexevel történő reakciójának tényérése okozza.

Az újrahasznosíthatósági vizsgálatokat tehát kioldódási vizsgálatok előzték meg, amelyben a háztartásokban található vegyszerek alkalmazásával oldódási kísérleteket végeztünk blokátoros PET palack alapanyagon, meghatározva ezzel a vizes környezet okozta kobalt kioldódást az oldószerbe.

XRF vizsgáló technikával egy adott palack blokátor koncentráció eloszlását vizsgáltuk. A több hónapos gyorsított öregedés-bomlás vizsgálat során lúgos és savas pufferoldatok segítségével elnyújtott extrakció hajtottunk végre, ami a talajban történő blokátoros PET palackok bomlását szimulálta. Az ICP mérésekből kvantitatív kobalt koncentrációkat határoztunk meg. A tervezett előadás a kobalt kioldódás vizsgálati eredményeken túl, ajánlást ad a blokátoros PET alapanyag felhasználására, deponálására és palack formában történő újrahasznosítására is.



P-08

Ipari CT mérési bizonytalanságának vizsgálata hosszmérések esetén

Drégelyi-Kiss Ágota, Marczis Attila

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest

Az iparban sokszor felmerül olyan mérési feladat, melynél nem lehet a darabot hagyományos tapintós mérőeszközzel megmérni, csak úgy, hogy a darabot szétvágjuk. Az is gondot jelent, hogy egy-egy ilyen vizsgálni kívánt termék értéke magas és emiatt el szeretnék kerülni a szétvágásukat, roncsolásukat, ezért a manapság egyre gyakrabban használt ipari CT (Computed Tomography) berendezéseket használják az ilyen termékek mérésére. A darabok jellemzően valamilyen fémből és polimerekből állnak, pl.: hibrid autók vezérlőegysége, mely egy külső nyomásálló alumíniumtokból és benne rengeteg elektronikai eszközből áll. Ebből következik a mérési probléma, hogy hogyan és milyen mérési bizonytalansággal tudunk megmérni olyan geometriai méreteket, melyek a termék térfogatán belül találhatók. Ilyen belső méreteknél általában két anyag találkozásának határán kell megmérni a kétféle anyag geometriai méretét, ezt a problémát az iparban még csak most kezdik el vizsgálni CT-s mérőgépek esetében.

Kutatásunk során azt vizsgáljuk, hogy belső méretet milyen mérési bizonytalansággal lehet megmérni CT berendezéssel. A feladat elvégzéséhez terveztünk alumínium téglatestet, melyen 6 db, 15 és 20 mm-es átmérőjű, dörzsárazott H7-es IT fokozatú furat található (1. ábra). A furatokba polimerből csapokat esztergáltunk, melyek a furatokba illeszthetők.

Az alumínium test furatait és a csapokat kalibrált koordináta-mérőgéppel megmértük, vizsgáltuk a furatok és a csapok hengerességét. A CT-s méréseket két cégnél, két különböző gyártmányú, de azonos generációba tartozó ipari berendezésen végeztük el. Az ipari CT berendezésekkel a vizsgálati darabokat külön-külön és egyben is megmértük, hogy megvizsgáljuk van-e különbség akkor, ha egy vagy több anyagból álló munkadarabot mérünk CT berendezéssel. Célunk tehát a CT-s méréseknél egy olyan vizsgálat elvégzése, melyből következtetni tudunk olyan CT-s dimenzionális mérések pontosságára és a mérési bizonytalanságára, melynél egy fém és polimer térfogaton belüli határfelületén kell méréseket végezni.



1. ábra: Egy adott pozícióban történt felvétel GE phoenix v|tome|x m ipari CT berendezésen.



P-09

Lécesmartenzites szerkezetű acél viselkedése hőkezelés hatására

Fábián Enikő Réka, Kótai Áron

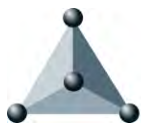
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest

A tudomány fejlődése és a gazdasági igények növekedése együtt jár. Új anyagok kifejlesztését a növekvő gazdasági igények ösztönzik. Új anyagok előállításához egyre kifinomultabb eljárások szükségesek. Remek példa új anyag fejlesztésére a léces martenzit előállítása, melynek jellemzőivel több kutató foglalkozik az utóbbi években[1,2]. A léces martenzites szövet felépítése jellegzetes, nagyban eltér a többi ismert martenzites szerkezettől, mikroszkópi képen könnyen felismerhető. Jellegzetes, többszintű, hierarchikus felépítéssel rendelkezik. A primér ausztenit szemcse közel párhuzamos tengelyű lécek csoportjaira, kötegekre (packets) osztható. A kötegek azonos habitus síkú egységekből, blokkokból állnak. A blokkok kisszögű szemcsehatárral elválasztott részei a szub-blokkok. Léces martenzitet jellemzően relatív nagy ausztenítésítési hőmérsékletéről intenzív hűtéssel érnek el a kutatók. Japán kutatóknak igen kis karbon tartalmú acélokban is sikerült léces martenzitet létrehozni az utóbbi években[3], a kissé nagyobb C tartalmú 22MnB6 minőségű acélt léces martenzitesre edzve ma már az autóipar alkalmazza. Ennél az anyagnál kimutatták, hogy 100% martenzit képződéshez szükséges minimális lehűtési sebesség kb. 27 °C/s [4]. Minél nagyobb a hűtési sebesség annál finomabb szemcse szerkezet, és annál nagyobb a létrejött léces martenzites anyag keménysége [5]

Kísérleteink során léces martenzites szövetszerkezetet 1200°C-on 20 percig való hőntartás után jeges vízben való hűtésével hoztunk létre C15 acélban. Kísérleteink során a léces martenzites próbatestjeinket utólagos hőkezeléseknek vetettük alá. Vizsgáltuk az így létrejött szövetszerkezetek ütőmunkáját, szakítószilárdságát, alakváltozó képességét keménységét és szövetszerkezetét. 400°C-os megeresztésig az ütőmunkában alig következett be változás, de 700°C-on meghaladta a normalizált állapotú minta ütőmunkáját, miközben a keménysége nem esett vissza arra a szintre, mint ahogy a szakítószilárdság és a szakadási nyúlás sem. 20 perc alatt még 700°C-on sem következett be teljes mértékű újrakristályosodás sem a szabványos szakító próbatestekben, sem a Charpy féle próbatestekben

Referenciák:

- [1] S. Morito és társai: *The morphology and crystallography of lath martensite in alloy steels*, Acta Mater, (2006)
- [2] Albin Stormvinter és társai: *Investigation of Lath and Plate Martensite in a Carbon Steel*, Solid State Phenomena, Switzerland, (2011)
- [3] S. Morito és társai: *Morphology and Crystallography of Sub-Blocks in Ultra-Low Carbon Lath Martensite Steel*, Materials Transactions, (2009)
- [4] Ambikapathy Naganathan: *Hot Stamping of Manganese Boron Steel (Technology Review and Preliminary Finite Element Simulations)* PhD dissertation, Ohio State University, 2010
- [5] Alexander Bardelcik*, Christopher P. Salisbury, Sooky Winkler, Mary A. Wells, Michael J. Worswick: *Effect of cooling rate on the high strain rate properties of boron steel*, International Journal of Impact Engineering 37 ;694–702 (2010)



P-10

Development of SAC305 based composite solder

Gyökér Zoltán Dávid, Gergely Gréta, Koncz-Horváth Dániel, Gácsi Zoltán

Miskolci Egyetem FKNM, Miskolc

Solder alloys have a significant role in reliability of microelectric packaging as they provide electrical, thermal and mechanical connections in the electronics assemblies. Thanks to the modernization of electronic devices, the new requirements with traditional materials are becoming more and more difficult to achieve, so development of lead-free solders has started, one of which is given by composites (associated materials).

The purpose of our work is the developing and improving of mechanical properties and thermal fatigue of existing solder by composite materials. In this context, a solder composite and joint was produced. The matrix of the composite was provided by the commonly used SAC305, while amorphous metal particles were added to the solder paste as reinforcement phase. A special printed circuit board (PCB) was designed for test purpose. These PCBs and SMDs (surface-mounted microelectronic components) were reflow (same way as industrial application) to produce composite solder joints. The same amount and uniform distribution of solder paste was achieved by using stencil. The composite solder and joints were then subjected to microstructural investigation, hardness test, wetting angle measurement, and shear test. The obtained results were compared with the mechanical properties of similar solder compositions produced by others.



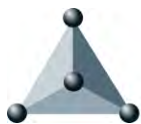
P-11

Új módszer szén nanocsövek elasztomer mátrixban történő eloszlására**Halász István Zoltán, Bárány Tamás***Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Polimertechnika Tanszék, Budapest*

A gumiparban használatos töltőanyagok tulajdonságmódosító hatásainak vizsgálata évszázados múltra tekint vissza. Különösen a szintetikus kaucsukok felfedezése és elterjedése terelte a figyelmet a töltőanyagokkal elérhető szilárdságnövelési lehetőségek kutatása felé, ezek ugyanis legtöbb esetben töltetlen állapotban a gyakorlati alkalmazhatóságot meggátoló mértékben szerény mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. A hagyományosan legnagyobb mennyiségben használt korom és különböző ásványi eredetű töltőanyagok mellett az elmúlt években jelentős érdeklődés övezi az elmúlt évtizedekben felfedezett új szén allotrópokat, mint a grafént és a szén nanocsöveket. Széleskörű elterjedésüknek többek között gátat szab szerkezetükből fakadó nehéz eloszlathatóságuk. Szén nanocsövek esetén azok vékony, szálak struktúrájából kifolyólag egy rendkívüli mértékben összegabalyodott, összefonódott szerkezet alakul ki, amelyből az egyes külön álló nanocsövek leválasztása igen nehézkes.

A ciklikus butilén tereftalát oligomer (CBT) egy 2-7 ismétlődő egységet tartalmazó gyűrűkből álló oligoészter. Kis molekulatömegének köszönhetően igen kis ömledékvizkozitással rendelkezik, aminek köszönhetően feldolgozást segítő, folyóképességet növelő adalékként alkalmazható különböző gumikeverékekben is. Emellett bizonyos gumikeverékekben a vulkanizációt követő hűtés során újrakristályosodva aktív, a szilárdsági tulajdonságokat javítani képes töltőanyagként tud funkcionálni, valamint a megfelelő technikával többfalú szén nanocsövek (MWCNT) eloszlathatók benne úgy, hogy a korábban említett összegabalyodott szerkezet helyett külön álló nanocsövek legyenek megfigyelhetők.

Ezekre alapozva jelen kutatásunkban arra kerestük a választ, hogy milyen eredménnyel vihető MWCNT elasztomer mátrixba úgy, hogy először az MWCNT-ből és a CBT ömledékből egy előkeveréket állítunk elő, majd használjuk fel a gumikeverék készítése során. Vizsgáltuk az előkeverék különböző ideig történő keverése és különböző MWCNT tartalma mellett azok hatását SBR alapú gumik vulkanizációs, mechanikai és morfológiai tulajdonságaira, hogy képet kapjunk az ezzel a módszerrel készült keverékek tulajdonságairól, valamint az MWCNT ezzel a módszerrel elérhető eloszlatottságról és erősítőhatásának mértékéről.



P-12

Alumíniumgyártási melléktermék felhasználása a kerámiaiparban

Kocserha István, Hamza Alexandra

Miskolci Egyetem Kerámia- és Polimermérnöki Intézet, Miskolc

Jelen kutatásban az alumínium-oxid gyártásából keletkezett ipari hulladék felhasználhatóságát vizsgáltuk a kerámiaipar különböző területein, különös tekintettel a durva kerámiaiparban történő hasznosításának lehetőségét. A masszához különböző mennyiségű vörösiszapot adagoltunk, majd vizsgáltuk annak hatásmechanizmusát a plasztikusságra, nedvességtartalomra emellett laboratóriumi vákuum extruder segítségével próbatesteket készítettünk. Figyelemmel kísértük a száradás és égetés során történő térfogat illetve tömegváltozást, továbbá kiégetett mintákon szilárdság, testsűrűség, vízfelvétel vizsgálatokat végeztünk.



P-13

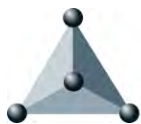
Ipari hőkezelések fizikai szimulációja labori körülmények között

Hatalák Bence, Bubonyi Tamás, Barkóczy Péter

Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolci Egyetem, Miskolc-Egyetemváros

Az ipari körülmények között alkalmazott hőkezelések során végbemenő fémteni folyamatok követésére általában nincs lehetőség, mivel a hőkezelő kemencék folyamatos üzemben működnek. Az egyes hőkezelési lépcsőkben, valamint a hűtési ciklusban végbemenő változások követésének egyik lehetséges módja a laboratóriumi szimuláció.

Vizsgálataink során az ipari kemencékben történő hőkezeléseket leírásához a fizikai szimulációt alkalmaztuk, hogy laboratóriumi hőkezelő kemencében közel úgy változzon a hőkezelt mintadarab hőmérséklete a hőkezelés idejének függvényében, mint a tuskó jellemző pontjain az anyag hőmérséklete. A szimulációhoz üzemi homogenizáló kemence bemérési adatai alapján egy átviteli függvény segítségével számítható ki a kemencékbe helyezett tuskók és mintadarabok melegedése a beállított hőmérséklet alapjelekhez viszonyítva. A laboratóriumi kemencék programozási sajátosságait figyelembe véve egy simulated annealing módszeren alapuló optimalizációt készítettünk a Miskolci Egyetemi laboratóriumi kemencékhez.



P-14

Feldolgozási módszer hatásának vizsgálata polietilén/ akril-nitril-butadién-sztirol blendben

Effects of processing method for polyethylene/acrylo-nitril-butadiene-styrene blends

Heller Balázs, Varga Csilla, Bartha László

Pannon Egyetem, Vegyészmérnöki és Folyamatmérnöki Intézet, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék, Veszprém

Napjainkban a műanyag és gumi hulladékok újrahasznosítása egyre nagyobb szerepet kap, amelynek hatására várhatóan fokozódik az igény az értékes, műanyag hulladékokból előállított termékek iránt. A különböző megoldások között az egyik lehetséges módszer a mechanikai újrahasznosítás.

Célunk, hogy hulladék gumiabroncsból származó őrlemény felhasználásával megfelelő szilárdságú termékeket állítsunk elő polietilén alapú blendekből. Ennek alapvető feltétele az összeférhetőség javítása mind a blendet alkotó polimerek, mind pedig a műanyag mátrix és a gumiőrlemény között. A minták homogenizálására hengerszékes, valamint extrúziós bekeverést választottunk, préseléssel, valamint fröccsöntéssel állítottuk elő a mechanikai vizsgálatokhoz szükséges próbatesteket. Kompatibilizáló adalékként a MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék kísérleti fejlesztésű olefin-maleinsav-anhidrid kopolimer alapú vegyületeit alkalmaztuk, amelyeknek hatását kereskedelmi forgalomban kapható, ugyancsak kompatibilizáló hatású adalékkal hasonlítottunk össze. A mechanikai tulajdonságok közül különböző hőmérsékleteken Charpy-féle ütőszilárdságot, húzószilárdságot, szakadási nyúlást, illetve húzómoduluszt határoztunk meg.

Kulcsszavak: hulladék gumiőrlemény, polietilén blend, kompatibilizáló adalék, ütőszilárdság, húzószilárdság

**P-15****Fémgömbhéj erősítésű alumínium mátrixú kompozitok forgácsolhatósági vizsgálatai**

Horváth Richárd, Nagyné Halász Erzsébet, Oláh Ferenc

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest

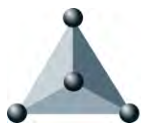
A kompozitok régóta ismert anyagok, melyek két vagy több alkotóból állnak egy olyan szerkezetet létrehozva, mely az alkotók megfelelő megválasztása esetén azok előnyös tulajdonságait ötvözve egy kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező anyag hozható létre. Napjainkban kiemelkedő szerepe van a kompozitok használatának, melyek számos előnyös tulajdonságuk miatt váltják fel a klasszikusan használt szerkezeti anyagokat.

A jelen cikkben bemutatásra kerül egy speciális kompozit gyártása - mely eutektikus (Al-Si) alumínium ötvözet mátrixba ágyazott vasgömbhéj erősítésű anyag -, valamint annak különböző mechanikai tulajdonságai, illetve forgácsolhatósági problémái fúrási eljárás során, hűtőkenő közeg alkalmazása mellett és anélkül.

A forgácsolási eljárások mind a mai napig az egyik legmeghatározóbb befejező megmunkáló technológiák. Az ilyen anyagok forgácsolhatósága eltérő igényeket támaszt a forgácsoló szerszámmal szemben. A lágy alumínium ötvözet pl.: polikristályos gyémánt szerszámot igényelne, míg a vasgömbhéj pl.: keményfém, esetleg gyorsacél szerszámot. Ebben a tanulmányban fúrási eljárást alkalmaztunk az általunk készített kompozitokon.

A forgácsolási paramétereket - mind az előtolást (f , mm), mind pedig a forgácsolósebességet (v , m/min) – kísérletterv alapján (ún. teljes terv) széles tartományban változtattuk. A forgácsolási kísérleteket elvégeztük száraz körülmények és belső hűtés-kenés körülményei között is. A vizsgálat során minden esetben mértük, az F_z N axiális irányú erőt.

Az elvégzett kísérleteket követően összehasonlítottuk a száraz és nedves fúrási körülményeit. Ajánlást teszünk az ilyen anyagok forgácsolására. Páztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk a mátrix alumínium anyag és erősítő vas gömbhéjak együttes forgácsolásának jellemzőit.



P-16

A polietilén-tereftalát (PET), és a politejsav változatok (PDLLA és PLLA) mechanikai tulajdonságai, az anyagszerkezet hatása az alakíthatóságra

Horváth Tibor, Marossy Kálmán, Szabó Tamás, Zsoldos Gabriella, Kollár Mariann

Miskolci Egyetem, Kerámia és Polimermérnöki Intézet, Miskolc

Bevezetés: Az élelmiszeriparban használt műanyagoknak speciális előírásoknak kell megfelelniük, illetve az alkalmazásukból adódó különleges igénybevételekkel szemben is ellenállónak kell lenniük. Napjainkban az édesiparban jelenleg tömegműanyagként használt PET (Polietilén-tereftalát) helyettesítésére is kizárólag olyan anyag választható, amely mindkét követelményrendszernek megfelel. Ezen felül kiemelkedően fontos szempont a „környezetbarát” megközelítés is, amely előnyben részesíti a biológiailag lebomló műanyagokat. A fenti igényeknek a PLA (Politejsav) megfelel, ezért ezt az anyagot választottam alternatívaként.

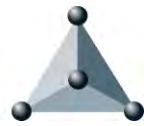
Az anyagok költséghatékony alkalmazását az alakíthatóságuk jelentősen befolyásolja, emiatt vizsgáltam a PET, a PDLLA és a PLLA anyagok mechanikai tulajdonságait, illetve anyagszerkezeti sajátosságait.

Elvégzett kísérletek: A mechanikai vizsgálatokat INSTRON 5566 univerzális anyagvizsgáló berendezésen végeztem mindkét anyagtípus esetében. A vizsgálatok során egytengelyű nyújtást alkalmaztam 150%; 200% és 250% mértékben. Az anyagok terhelhetőségét vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a PET-tel szemben a PLA nagyobb terhelést képes elviselni az anyag tartós folyása nélkül.

A politejsav esetében a PDLLA és a PLLA mechanikai tulajdonságait egyaránt vizsgáltam. A kísérlet során kapott eredmények szerint a PLLA közel azonos terhelést képes elviselni, mint a D és L izomerek keverékéből felépülő politejsav.

DSC vizsgálatot DSC131 Evo berendezésen végeztem a PDLLA és a PLLA anyagok szerkezetének összehasonlítása érdekében.

A mérési eredmények kiértékelése során egyértelművé vált, hogy a PDLLA heterogén kristályszerkezete, illetve a két izomer közösen épített instabil molekulaláncai (illetve a gyenge lánckapcsolatok) kedvezőtlenül befolyásolják az anyag mechanikai tulajdonságait. Ezzel szemben a PLLA homogén kristályszerkezete nagyobb mozgásteret ad az alakadás során is. Megállapítható, hogy a PLLA anyagszerkezete alapján előnyösebb abból a szempontból, hogy olyan csomagolóanyagot gyártsunk, amely jobban igazodik az érvényben lévő elvárásokhoz. Egyrészt a formázás során fellépő kristályosodási folyamatok jobban kontrollálhatóak, másrészt az egyalkotós rendszer könnyebben alakít ki fizikai keresztkötéseket, ami stabilabb és szívósabb anyagot eredményez. A PLLA egyedüli hátránya a fólia rendkívül magas piaci ára, amely jelentős költségtöbbletet jelent a felhasználók számára.



P-17

Welded steel microstructure determination by experiments

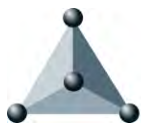
Hassanen Jaber, Tünde Kovács

Óbudai Egyetem, Budapest

The fusion welding processes use heat to prepare a joint between the parts. The heat during this process could effects the microstructure changing. Expectation during the welding process, that the microstructure of the joint and the base materials have the same mechanical properties after the welding. The mechanical properties depend on the chemical composition and the microstructure. Even that we use heat during the welding technologies, what can effects the microstructure changing and sometimes the chemical composition changing too. With many materials testing process it can detect this changing.

Base on the steel chemical composition and microstructure and the knowledge of the welding process parameters and heat effect it can predict the welded joint properties.

Keywords: *welding, microstructure, heat effect, mechanical properties*



P-18

Méretkontrollált nanorészecskék alkalmazása heterogén katalitikus folyamatokban

Juhász Koppány Levente*, Dobó Dorina, Sipos Dániel, Sági András, Kukovecz Ákos, Kónya Zoltán

Szegedi Tudományegyetem, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, Szeged

* koppany.juhasz@chem.u-szeged.hu, +36706127560

Számos heterogén katalitikus folyamatban bizonyították kutatások, hogy a nanométeres mérettartományba tartozó fémek alakja és mérete befolyásolja a reakciók kimenetelét és produktumát, azonban az ipari gyakorlatban monodiszperz katalizátor nanorészecskék előállítása gyakran nehézségekbe ütközik, így a részecske méretéből adódó hatások kihasználatlanul maradnak. Kutatómunkánk során nedves kémiai módszerek alkalmazásával 1-12 nm közötti, kontrollált méretű Pt nanorészecskéket állítottunk elő szűk méreteloszlással, melyek katalitikus tulajdonságait inert szilika hordozóra felvitelt követően hidroszililezés modellreakcióban vizsgáltuk.

A nanorészecskéket és hordozóikat transzmissziós elektronmikroszkóppal, a reakciótermékeket gázkromatográffal vizsgáltuk.



P-19

Nagyszilárdságú Cr-Mn ausztenites acélok TIG és MIG hegesztéseKalácska Eszter, **Májlínger Kornél**, Varbai Balázs*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest*

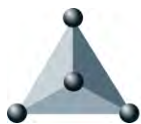
Korrózióállóság szempontjából az egyik legjobb acélminőséget az ausztenites acélok képviselik. Mivel a két fő ötvöző; a króm és nikkel közül a nikkel ára jelentős mértékben ingadozott(ik) az utóbbi években ezért a nikkelt kiváltására egyre többször ötvözik a gyártók a szintén ausztenitképző mangánnal acéljaikat. Így a redukált Ni-tartalom valamelyest csökkenti és stabilizálja az acélok árát. Ezen acélok Európában még nemigen terjedtek el, de ez csak idő kérdése. Mindemellett sajnos az ausztenites acélok folyáshatára és szilárdsága nem a legnagyobb a korrózióállóak között sem, viszont ez 0,1-0,2 tömeg% nitrogén ötvözésével nagyon jelentős mértékben növelhető.

Kutatásunk során két gyártótól kettő féle (1.4371 és 1.4376) Cr-Mn ötvöztetésű N-el növelt szilárdságú ausztenites korrózióálló acél hegesztésével foglalkoztunk. Mind MIG (metal inert gas – 131-es eljárás) és TIG (tungsten inert gas – 141-es eljárás) (1. ábra) hegesztési eljárásokkal, 1.4430 hozaganyaggal végeztünk hegesztési kísérleteket. A két Cr-Mn ötvöztetésű ausztenites acélt összehasonlítás képpen kötöttük még standard 1.4301 (AISI 304) Cr-Ni ötvöztetésű ausztenites acéllal és szintén N-el növelt szilárdságú Cr-Ni ötvöztetésű 1.4318 ausztenites acéllal.

A heterogén és homogén anyagpárosításokkal hegesztett kötésekön szakító- és metallográfiai vizsgálatokat, keménységméréseket és korróziós vizsgálatokat végeztünk. A különböző acéltípusok jelentősen eltérően viselkedtek, képlékenységi, szemcsedurvulási szempontból is a vizsgált hőbevitel mellett. A Cr-Mn ötvöztetésű acélok jóval kisebb képlékeny alakváltozást szenvedtek, viszont a hőhatásövezetben nagyobb fajlagos szemcsedurvulást figyeltünk meg (a kiindulási állapothoz viszonyítva) a Cr-Ni ötvöztetésűekéhez képest.



1. ábra: Makrofelvétel egy heterogén TIG kötés keresztmetszetéről, bal oldal 1.4376 acél, jobb oldal 1.4318 acél, (lemezvastagság 2 mm).



P-20

New trends in mechanisms for high productivity of creative materials on basis of mineral

Kanev Slava¹, T. Beznosova², László A. Gömze¹

¹ *University of Miskolc, Institute of Ceramics and Polymer Engineering, Hungary*

² *Syktvykar State University, Institute of Geology, Republic of Komi in Russian Federation*

The article is devoted to the utilization of carbonate raw materials of the Republic of Komi, Russia. The section of Upper Silurian deposits on the western slope of the Subpolar Urals in the basin of the river was studied in detail. The chemical 8-component carbonate analysis is carried out. The following variations in the composition of carbonate rocks were obtained: limestone; clay limestone; limestone dolomite; clay limestone dolomitic; dolomite; calcareous dolomite; clay calcareous dolomite. The main directions of carbonate rocks utilization are shown, including the creation of new composite materials based on minerals.

**P-21****Fém alapanyagból additívan gyártott anyagok korróziós tulajdonságai**

Károly Dóra, Kemény Dávid M., Keresztes Zoltán, Pammer Dávid

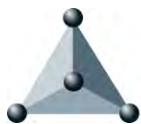
*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest*

Az additív technológia már régóta a köztudatban van, az utóbbi évek ugrásszerű fejlődésének középpontjában a közvetlen szerszámozás és a generatív eljárások állnak. Fókuszba kerülésének fő oka a gyors prototípusok és komplex struktúrák létrehozásának lehetősége volt minimális hulladék képződése mellett. A polimereknél lényegesen jobb anyagtulajdonságokat mutató és pontosabb komplex geometriát adó fém alapanyagot alkalmazó berendezések már több, mint 10 éve megjelentek a piacon. Az orvostechikai eszközök additív gyártása új távlatokat nyit meg számunkra, a speciális és egyedi geometriák könnyű elérhetősége miatt. A fém additív gyártás legfontosabb orvostechikai területi közül kiemelhetjük az egyedi fogpótlások, valamint a betegspecifikus implantátumok és sebészeti műszerek készítését

Additív gyártással mechanikai tulajdonságaikban általában legalább olyan jó vagy jobb alkatrészek készíthetők, mint a tradicionális gyártási módokkal, de a gyártástechnológiából következően a hátrányok közé sorolható az anizotropikus viselkedés, amelyet a gyártás iránya miatt kialakuló mikrostruktúra és a terhelés iránya határoz meg. A rosszabb felületi minőség és porozitás megnehezíti a tervezést, mert ezek repedések kiindulópontjai is lehetnek. A korróziós tulajdonságokat befolyásolja a rosszabb felületi minőség, de ezt utómunkálatokkal és hőkezelésekkel lehet javítani, ha szükség van rá. A gyártás folyamán használhatunk olyan korróziós vagy mechanikai tulajdonságokat javító ötvöző anyagokat, amelyeket a hagyományos gyártástechnológiák esetén kevésbé gazdaságos módon tehetünk meg. A technológiával tervezhető topológiájú és cellastruktúrájú porózus anyagokat hozhatunk létre. Ezzel a porózus struktúrával a nagyon jó mechanikai tulajdonságok mellett kiváló csontintegrációt érhetünk el implantátumoknál, valamint a tömör anyagokkal szemben a mechanikai tulajdonságok olyan értékre állíthatók be, amelyek nem térnek el nagyon a csontokétól, így csökkentve a feszültséggyűjtő helyeket és ezzel az osteonecrosis, valamint az implantátumok kilazulásának valószínűségét.

A fém alkatrészek additív technológiával történő gyártása rengeteg előnnyel jár, viszont implantátum felhasználás esetén elengedhetetlen az anyag megfelelő biokompatibilitása és biofunktionalitása, amelyet a korróziós tulajdonságok nagyban befolyásolnak. A kutatások tárgya a gyártási sebesség növelése mellett az új alapanyagok (és bioanyagok) bevezetése, valamint a pontos mechanikai, biológiai és korróziós tulajdonságok tervezhetőségének és összefüggéseinek további fejlesztése. Jelen kutatás célja fém alapanyagból additívan gyártott különböző alapanyagú, különböző gyártó által előállított mintadarabok korróziós tulajdonságainak meghatározása mellett egy vizsgálati rendszer kidolgozása, amellyel kifejezetten additívan gyártott anyagok korróziója mérhető.

A projekt a Nemzeti Kutatási és Innovációs Hivatal támogatásával az NKFIH Alapból valósul meg, a projekt címe: „Egyénre szabott orvos-biológiai implantátumok és segédeszközök új generációs gyártási folyamatának kidolgozása additív technológiákra”; a pályázat azonosító száma: NVKP_16-1- 2016-0022. A kidolgozók köszönik a támogatást.



P-22

Nyíró-szakító vizsgálati módszer kifejlesztése fémszórás technológiák ellenőrzésére

Katona Bálint, Bödök Károly

Corweld Kft., Diósd

A fémszórás egy széles körben elterjedt eljárás, amely javítja a kopással, erózióval, kavitációval, illetve ezen károsodások együttesével szembeni ellenálló képességet, valamint a korrózió- és hőállóságot. Ez és más hasonló felületvédelmi eljárásokat a szabvány, mint különleges folyamatokat definiálja, mivel ezeket általában nem lehet olyan roncsolásmentes vizsgálattal ellenőrizni, amely egyértelműen megmondaná az adott munkafolyamat követelményeinek teljesülését. Vagyis a fémszórás, mint felületvédelmi eljárás minősége csak a későbbi használat során mondható meg egyértelműen. Ezt szem előtt tartva szükség van egy olyan ellenőrzési módszerre, amely a tervezési és kivitelezési fázisban biztonsággal használható, és mintegy előrejelzi a felszört réteg tulajdonságait.

A tárgyalt kutatómunkához 1.4541 alapanyagú lemezből kimunkált téglalap alakú hordozóra történtek a különböző felszórások, amelyekkel összesen 5 különböző típusú (anyag és/vagy technológia) réteget hoztunk létre. Az így elkészített mintákból szikraforgácsolással kimunkáltuk a szakítóvizsgálathoz szükséges geometriát úgy, hogy a próbatest mérőhosszát teljes mértékbe lefedje a felszört réteg. Annak elkerülése érdekében, hogy a felszört réteg a mérések megkezdése előtt felületi repedést tartalmazzon (amely feszültség koncentrátorként való viselkedése miatt befolyásolná a mérést) az elkészült mintadarabok felszört felülete síkba lett köszörülve. Az így előállított réteges, kompozitnak tekinthető anyag kívánt tulajdonságainak meghatározásához, illetve megfigyeléséhez szakítóvizsgálatot alkalmaztunk. Mivel a felszört réteg jellemzően nagy keménységű, rideg anyag, ezért a befogás közbeni károsodás (réteg berepedése) elkerülése miatt csapos megfogású próbatesteket alkalmaztunk. Ez a megfogási módszer egy kis játékot (önbeállást) enged a próbatestnek, így elkerülhető a felszört réteg befogás közbeni károsodása. Mintegy referencia adatként, valamint a későbbi számoláshoz szükséges információk miatt felszóratlan mintákat is vizsgáltunk. A kapott adatok ismeretében számolni tudjuk a létrehozott kompozit, valamint a felvitt réteg szilárdságát.

A tárgyalt nyíró-szakító vizsgálatok alapján kidolgoztunk egy olyan mérési-számítási módszert, amellyel a tárgyalt fémszórás technológiákkal előállított kompozit rendszer ellenőrizhető, valamint az adott feladat ellátására való alkalmassága előzetesen megítélhető.



P-23

Additív technológiával gyártott Ti-6Al-4V próbatest EBSD vizsgálata

Keresztes Zoltán, Pammer Dávid, Károly Dóra, Szabó Péter János

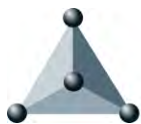
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest

A gyors prototípusgyártás egy olyan technológia, ahol a különböző projektek fejlesztéséhez, támogatásához próbatesteket, modelleket hozunk létre. Ezeket a modelleket digitális adatokból építjük fel. Manapság a folyamatot jobban jellemző additív gyártástechnológia nevet használjuk, amely arra utal, hogy a modell a digitális adatok segítségével rétegről rétegre épül fel. Angol nyelvű szakirodalomban találkozhatunk még számos elnevezéssel, mint az additív process, additiv fabrication stb... A folyamat egyik alappillére a tervezőszoftver, ami az információt a másik alpillérnek, egy speciális berendezésnek küldi. Ez a berendezés állítja elő rétegről rétegre a 3D-s tárgyat különböző alapanyagokat felhasználva. Alapanyag tekintetében egy jó mechanikai tulajdonságokkal bíró, biokompatibilis Grade-5 titán ötvözetet használtunk. A gyártást DMLS (Direct Metal Laser Sintering) technológiával végeztük, amely során egy EOS M 280 berendezés vékony Grade-5 titán ötvözet porrétegekből építi fel a modellt.

Célok: A legyártott próbatestek egy részén szakítóvizsgálatokat, 3 pontos hajlításokat végeztünk. Ezen felül megvizsgáltuk az anyag mikroszerkezetét fémmikroszkóppal, illetve részletesebb információkért Inspect S50 berendezéssel SEM képeket is készítettünk. Minden vizsgálatunk alapja az volt, hogy az additíven gyártott próbatestek tulajdonságait összehasonlítsuk egy „hagyományosan” gyártott Grade-5 titánötvözet tulajdonságaival. Jelenlegi célunk, hogy visszaszórt-elektron diffrakciós (EBSD) vizsgálatokat végezzünk, amelyhez elengedhetetlen a minőségi mintaelőkészítés. A szakirodalomban igen kevés hasonló vizsgálatot találtunk, így az összehasonlításhoz beszereztünk „hagyományosan” gyártott, azonos geometriájú Grade-5 titánötvözetű próbatesteket. Ezeket szintén EBSD vizsgálatokat végeztünk.

Eredmények: Az additív gyártástechnológiának köszönhetően nem feltételeztük, hogy az EBSD vizsgálat eredményes lesz. A próbatestről készített képek mégis használhatóak, kristálytani szempontból kiértékelhetőek. A „hagyományosan” gyártott próbatestről kapott eredmények szintén kiértékelhetőek. A két különböző típusú próbatest között megállapítottunk egy bizonyos fokú egyezést. Ez az egyezés szakítóvizsgálatnál, pontos hajlításkor, SEM vizsgálatnál szintén megtalálható.

Köszönetnyilvánítás: A projekt a Nemzeti Kutatási és Innovációs Hivatal támogatásával az NKFIH Alapból valósul meg, a projekt címe: „Egynre szabott orvos-biológiai implantátumok és segédeszközök új generációs gyártási folyamatának kidolgozása additív technológiákra”; a pályázat azonosító száma: NVKP_16-1- 2016-0022. A kidolgozók köszönik a támogatást.



P-24

Plazmanitridálás során használt bias feszültség hatásai

Kovács Dorina¹, Kemény Alexandra¹, Dobránszky János²

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest

² MTA-BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Budapest

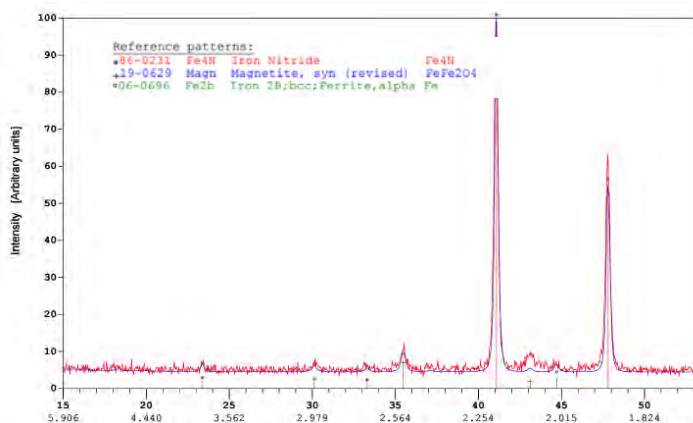
A plazmanitridálás egy olyan felületkezelő eljárás, amely során egy kemény, kopásálló réteget lehet létrehozni a felületen. Nitrogén-hidrogén gázkeveréket juttatva a kamratérbe kis nyomáson és nagy hőmérsékleten a gáz a katódként kapcsolt munkadarab és az anódként kapcsolt fal között ionizálódik. Az így keletkezett nitrogén ionok bombázzák a próbatestet, a felületről leválasztott vas atomokkal összekapcsolódva megtapadnak a felületen, majd bediffundálnak az anyagba. A folyamat végére három részre lehet bontani a próbatestet: egy legfelső kemény rétegre, azaz a vegyületi rétegre, diffúziós zónára, majd ezt követően az alapanyagra.

A nitridálás során számos paramétert állíthatunk attól függően milyen nitridált réteget szeretnénk elérni. A gázkeverék, az idő, a nyomás, a hőmérséklet és a különböző eljárásváltozatok variálása befolyásolja a keletkezett réteget, a diffúziós zóna nagyságát. Ezek közül jelen kutatásunkban a plazmanitridálás különböző változataival foglalkozunk.

A hagyományosnak mondható plazmanitridálás mellett még két eljárásváltozattal nitridálhatunk. Az aktív ernyős eljárást már számos helyen alkalmazzák világszerte a hagyományos plazmanitridálási hibák (élhatás, üregkatód effektus) elkerülésére. Ebben az esetben a plazma nem közvetlenül a próbatest körül képződik, hanem a körülötte elhelyezett hálón, majd sugárzás útján hevíti a próbatestet a megfelelő hőmérsékletre. Bizonyos esetekben a hevítési folyamat hosszabb időt vesz igénybe, ezért alkalmazhatunk egy másodlagos feszültséget ún. bias-t a próbatest hevítésére. Ilyenkor plazma a próbatesten is és a hálón is keletkezik, azonban a bias feszültség csak a háló feszültségének max. 10-15%-a. Jelenlegi kutatásunk a bias feszültség hatásának vizsgálatáról szól.



1. ábra: Plazmanitridált próbatest 15% bias feszültség mellett.



2. ábra: 1. ábrán bemutatott próbatest röntgendiffrakciós diagramja.



P-25

Az összetétel és a hőkezelés hatása kaolinból és IG-017-es adalékból készített műszaki kerámiák porozitására és mikroszerkezetére

Kurovics Emese¹, Gömze A. László^{1,2}, Gömze Ludmilla²

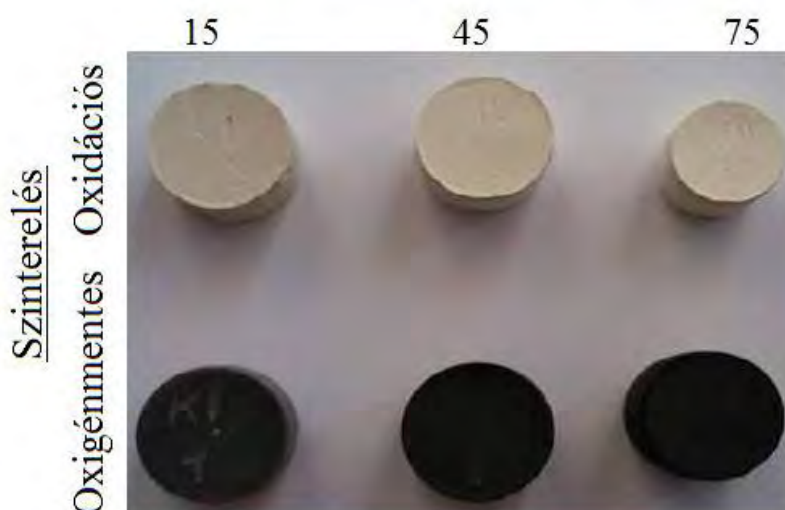
¹ Miskolci Egyetem, Kerámia- és Polimermérnöki Intézet, Miskolc

² IGREX Engineering Service Ltd., Igrici

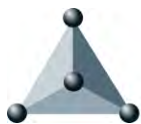
Hagyományos kaolin és az IGREX Kft. által kifejlesztett IG-017-es adalék felhasználásával a szerzők olyan új kerámia kompozitot fejlesztettek ki, amely különböző ipari célokat is képes kielégíteni. Ehhez felhasználták a porszerű alapanyagok bolygó golyósmalomban történő együtt őrlése során megfigyelhető mechanokémiai folyamatokat és reakciókat is. Az így elkészített keverékekből egytengelyű porsajtolással különböző tömörítő nyomásokon henger formájú próbatesteket sajtoltak, majd kamrás kemencében oxidációs és oxigénmentes (kvázi redukációs) atmoszférában hőkezelték. Az oxigénmentes szinterelés során új, nagy porozitású kerámia próbatesteket sikerült előállítani, amelyek mikrostruktúrájában karbon és szilícium-karbid részecskék is létrejöttek. A minták gyártásához felhasznált nyersanyagok szemcseméretét és szemcseeloszlását lézergranulométer segítségével határozták meg, míg az optimális szinterelési hőmérsékletek és idők megválasztásához a keverékek termo-fizikai tulajdonságait derivatográfia segítségével határozták meg. A szinterelés eredményeként létrejövő próbatestek mikroszerkezetét, morfológiáját pásztázó elektronmikroszkóppal tanulmányozták és EDAX segítségével meghatározták a töretfelületek elemi anyagösszetételét.

A szerzők által kapott vizsgálati eredmények jól mutatják a keverék összetétel és a hőkezelési körülmények hatását nem csak a kialakuló anyagszerkezetre, mikro- és makro-struktúrára valamint porozitásra, hanem a termék olyan fizikai tulajdonságaira is, mint a megjelenő új anyagösszetétel (fázisok) és a szín.

Az IG-017 adalékanyag mennyisége, m%



1. ábra: A szinterelt minták.



P-26

Fáradásos repedésterjedésre érvényes tervezési görbék származtatási lehetőségei nagyszilárdságú acélok és hegesztett kötéseik példáján

Lukács János

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézet, Miskolc

A nagyszilárdságú szerkezeti anyagok, különösen az acélok, az alumíniumötvözetek és a kompozitok, napjaink szerkezeti alkalmazásaiban egyre nagyobb szerepet töltenek be. Ezek az anyagok, illetve az azokból készült szerkezetek megfelelnek a kor támasztotta követelményeknek, mint például a saját tömeg csökkentése (általában), vagy a környezeti terhelés mérséklése (közvetlenül és közvetetten). A kedvező hatások mellett, szinte természetesen, nehézségek is megjelennek, mint például a növelt szilárdság mellett az elvárt alakváltozó képesség biztosítása, vagy a jellemzően nem egyensúlyi anyagszerkezet kezelése a szerkezetgyártás különböző fázisaiban. A nehézségek egyik karakteres formája a repedések keletkezése, majd terjedése, amelyek a szerkezet működését, így élettartamát is, alapvetően befolyásolják. A különféle szerkezetek terhelése gyakran ciklikus, gyártástechnológiájukban pedig fontos szerep jut a hegesztésnek, közvetlenül hatva a szerkezetben lévő, illetve keletkező repedések viselkedésére.

Célok: a kutató munka általános célja a nagyszilárdságú anyagok ismétlődő igénybevétellel szembeni ellenállásának leírása, számszerűsítése, a tervezők és az üzemeltetők számára egyaránt használható határgörbék meghatározásával. Az általános cél jelentősége abban van, hogy az anyagfejlesztések üteme jellemzően meghaladja mind a feldolgozástechnológiai fejlesztések, mind pedig a tervezési segédletek kidolgozásának az ütemét. Jelen közlemény a fáradásos repedésterjedésre, a nagyszilárdságú acélokra és hegesztett kötéseikre, valamint a tervezési határgörbékre fókuszál. Közvetlen cél a fáradásos repedésterjedésre érvényes tervezési határgörbék származtatási lehetőségeinek bemutatása, azok összehasonlítása, majd egyújszerű módszer segítségével határgörbék meghatározása a választott anyagokra és hegesztett kötéseikre.

Eredmények: jelen közlemény konkrét célkitűzését tekintve, a következők fogalmazhatók meg. Két nagyszilárdságú acél kategóriába (690-es és 960-as csoport) tartozó alapanyagból és azok megfelelő minőségű hegesztett kötéseiből készült, statisztikailag értelmezhető számú és orientációjú próbatesten fáradásos repedésterjedési sebesség vizsgálatokat végeztünk. Az eredményeket próbatestenként értékeltem, majd meghatároztam az orientáció és a hegesztéstechnológia hatását. Mindezek ismeretében statisztikai mintákat képeztem, és kiválasztottam azt a származtatási módszert, amely minden minta esetében alkalmazható volt. Egy újszerű elemeket is tartalmazó módszer segítségével meghatároztam a választott anyagokra és hegesztett kötéseikre érvényes tervezési határgörbéket, majd összevetettem azokat egymással és az irodalomban található görbékkel. Az eredmények alapján értelmezhető szilárdsági kategóriák és hegesztéstechnológiák közötti különbségek, illetve megállapítható a meghatározott határgörbék hiánypótló jellege.

**P-27****A kaolin mechanokémiai aktiválása és cement kiegészítőanyagként való alkalmazása**

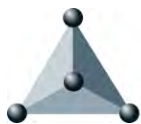
Makó Éva

Pannon Egyetem Anyagmérnöki Intézet, Veszprém

A kaolin felhasználhatósága a kaolinit ásvány tulajdonságaitól függ, amelyeket a mechanokémiai aktiválás (intenzív száraz őrlés) nagymértékben megváltoztat. Napjainkban, a cementeknél különböző kiegészítőanyagokat (pl. metakaolin, szilikapor, pernye, granulált kohósalak) alkalmaznak. A metakaolin mellett a mechanokémiailag aktivált kaolin kiegészítőanyagként való alkalmazhatóságának vizsgálata ígéretes a gazdasági és környezetvédelmi szempontokból, mert azzal csökkenthetjük a szükséges cement mennyiségét (és a CO₂ kibocsátást).

A zettlitzi kaolin mechanokémiai aktiválását intenzív száraz őrléssel, 1:11 őrlemény:őrlőtest tömegarányával, 15 és 300 percig, 350, 400 és 450 min⁻¹ fordulatszámon végeztem. Vizsgáltam a kaolinit amorfizációját az őrlés fordulatszámának és idejének függvényében. A kaolin termikus aktiválását 1 óráig 700 °C-on végeztem. A mechanokémiai és termikus úton aktivált kaolint röntgendiffrakcióval, termikus analízissel, infravörös spektroszkópiával, fajlagos felület és szemcseméret-eloszlás meghatározásával, és pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltam. Megállapítottam, hogy 75 perc őrlés után a kaolinit mechanokémiai amorfizációja eléri a 80 %-ot. A mechanokémiai aktiválás hatására a kaolinit szerkezeti OH-csoportjai gélvízzé alakultak át, és a lemezes kaolinit szemcsékből gömbölyű izometrikus szemcsék képződtek, amelyek aggregátumokat alkottak. A termikusan aktiválásnál a kaolinit szerkezeti OH-csoportjainak eltávolítását követően a metakaolinit szemcsék megőrizték az eredeti lemezes morfológiát.

Az aktivált mintákat (20 %(m/m)-ban) kiegészítőanyagként CEM I 42,5 N portlandcementtel keverve próbatestek készítéséhez használtam, és vizsgáltam ezen próbatestek 7 és 28 napos nyomószilárdságát. A legnagyobb nyomószilárdságokat a 400 min⁻¹ fordulatszámon 75 és 240 percig őrlött kaolinok alkalmazásával értem el. A 240 és 75 percig őrlött mintákkal készült próbatestek 7 napos nyomószilárdsága a portlandcementből készülthez képest 23 és 8 %-kal volt nagyobb. A termikusan aktivált kaolinnal készült próbatestek nyomószilárdsága kisebb volt, mint a portlandcementből készülté. A szilárdságvizsgálatok és gazdasági szempontok alapján, megállapítottam, hogy a részlegesen mechanokémiailag amorfizált (400 min⁻¹ fordulatszámon 75 percig aktivált) kaolin 20 %(m/m)-ban már alkalmas olyan próbatest készítésére, melynek szilárdsága megfelel a portlandcementből készültének.



P-28

Effect of hot rolling conditions on the nitride precipitation process in low carbon steel strips

András Mucsi

*Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering,
Budapest*

mucsi.andras@bgk.uni-obuda.hu

Low carbon steel strips are widely used as raw material for many products. The hot rolled and pickled low carbon strips are recently the most frequently used mild steels due to their low price, good formability and weldability. Nitride precipitations, such as aluminium nitride and complex chromium-aluminium nitride play an important role in the processing, final formability, deformation behaviour and mechanical properties of the end product. For instance, in case of cold rolled and batch annealed low carbon steel strips, the free nitrogen content of the steel forms fine precipitations during the batch annealing process promoting a preferential texture for high formability.

In the presentation, the effect of hot rolling finishing and coiling temperature, as well as the cooling methodology on the run out table on the nitride precipitation is presented. The local position along the width of the strip is also investigated. Low carbon steel strips having the same chemical composition were hot rolled combining different technological parameters from the following ranges: 810-900 °C finishing and 530-730 °C coiling temperature, accelerated cooling and late cooling.

The amount of nitride precipitates are characterised by measuring the free nitrogen content of the steel. For evaluating the free, movable nitrogen content of the steel, thermoelectric power tests were used. The accuracy of measurements is ranging between 1 and 3 ppm (by weight).

The free nitrogen content of the strips depends mainly on the coiling temperature and on the local position in the coil. Hot rolling finishing temperature has a slight effect on the nitrogen distribution along the width of the strip. In the centreline of the strips coiled at high temperatures (above 650 °C), the free nitrogen content is zero. However, at the borders of such strip, the free nitrogen content could be even a little bit smaller than the total nitrogen content of the steel. In strips coiled at low temperatures (below 650 °C), almost all of the nitrogen content of the steel is in solid solution.



P-29

Technológiai vizek hipoklorit-ion koncentrációjának csökkentése katalitikus úton

Nácsa Alexandra¹, Varga Krisztina¹, Mihalkó Andrea¹, Fan Shaowen¹, Zhou Bo², Farkas László¹

¹ BorsodChem Zrt. Kazincbarcika

² Wanhua Chemical Group Co. Ltd., Yantai, Kína

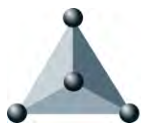
A Wanhua-BorsodChem számos gyártási területén keletkeznek aktív klórtartalmú technológiai vizek, melyeket oldott klórgáz, kloritok, hipokloritok, illetve klór-dioxid alkothat.

Az aktív klórtartalom csökkentésére többféle eljárás létezik. A BorsodChem saját fejlesztésű módszerében a klorát-ionok keletkezésének megakadályozására hidrogén-peroxidos redukálást alkalmaznak, ezáltal a hypo képződésekor a jelen lévő hidrogén-peroxid azonnal redukálja azt. Az üzemeltetés során azonban olyan korróziós problémák léptek fel, melyek alternatív megoldások kidolgozását tették indokolttá.

Kutatásaink során olyan katalitikus módszer kidolgozásával foglalkozunk, mely a hidrogén-peroxidos eljárás hátrányait kiküszöbölve, hatékonyan alkalmazható a BorsodChem különböző technológiai egységeiben is az aktív klórtartalom csökkentésére. Az eljárás során alkalmazott katalizátor segítségével elkerülhetjük a nátrium-hipokloritból diszproporció útján történő nátrium-klorát képződést, hiszen a katalizátor a keletkező hipokloritot azonnal elbontja.

A különböző katalizátorokkal végzett laboratóriumi kísérletek rendkívül ígéretesnek bizonyulnak arra, hogy a továbbiakban ezekre alapozva végezzünk méretnövelési kísérleteket, technológiai fejlesztéseket.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás a GINOP-2.2.1-15-2016-00005 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával valósult meg.



P-30

3D nyomtatott fém próbatetek mechanikai anyagvizsgálata

Pammer Dávid*, Keresztes Zoltán, Károly Dóra

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest

* dav.pammer@gmail.com, +36 20 519 00 29

A 3D nyomtatás lehetővé teszi, hogy szinte bármilyen geometriával rendelkező alkatrész el tudjon készülni idő- és költséghatékonyan. Az polimer alapanyagok mellett egyre nagyobb teret hódítanak meg a fémek, amelyek között a korrózióálló acélon át az orvostechikában alkalmazott titánon keresztül már számos fém típus megtalálható. A 3d nyomtatott fém alkatrészek alkalmazását olyan ipari területek vennék igénybe, ahol a szerkezet integritási kritériumok igen magasak, és ennek megfelelően az anyagtulajdonságok, valamint a tönkremeneteli folyamatok ismerete elengedhetetlen.

A kutatás során a szakirodalmak (szakkönyvek, szabványok) alapján létrehoztunk egy próbatest rendszert, amely próbatetek általános mechanikai anyagvizsgálatokra alkalmasak. A 3d nyomtatott próbateteknél az építési irány, alapanyag, gyártási paraméter, utókezelés (hőkezelés) befolyásolja a mechanikai vizsgálat eredményét. A próbatetek geometriai kialakítása és irányfüggő építési elhelyezkedése úgy lett meghatározva, hogy azok a maradó belső feszültséget a lehető legkisebb szinten tartsák.

A mechanikai vizsgálatokat megelőzően geometriai méretellenőrzés történt a 3D nyomtatott próbatetekeken, az eredeti CAD modellek alapján, majd a különböző anyagú próbatesteket szakítóvizsgálatnak, hárompontos hajlító vizsgálatnak és Charpy-féle ütővizsgálatnak vetettük alá.

A roncsolásos mechanikai vizsgálatok során erő-elmozdulás értékpárok lettek regisztrálva majd azok kiértékelve, és összevetve a számított anyagtulajdonságot jellemző értékekkel és a 3D nyomtatás paramétereivel. A tönkrement próbatetekeken mikroszkópi vizsgálatokkal elemzésre kerültek a törethelyzetek illetve az olyan járulékos geometriai elváltozások, amelyek hatással voltak a mért eredményekre.

A 3D nyomtatott próbatetek eredményei összehasonlításra kerültek a nem 3D nyomtatással előállított, azonos anyagból készült próbatetek mechanikai anyagvizsgálati eredményeivel, amelynek során megállapítható volt, hogy a 3D nyomtatás során használt paraméterek lehetővé teszik a tömbi anyagból készített próbatetek anyagtulajdonságainak megközelítését, de a paraméterek változtatásával számos egyedi tulajdonság elérhető a nyomtatni kívánt próbatestnél.

Köszönetnyilvánítás: A projekt a Nemzeti Kutatási és Innovációs Hivatal támogatásával az NKFIH Alapból valósul meg, a projekt címe: „Egynre szabott orvosi-biológiai implantátumok és segédesszközök új generációs gyártási folyamatának kidolgozása additív technológiákra”; a pályázat azonosító száma: NVKP_16-1- 2016-0022. A kidolgozók köszönik a támogatást.



P-31

Processing defects in the production of multilayer tubes, focusing on surrounding of the Al 8006 sublayer

Szabó Attila, Pázmán Judit, Pergel Dóra, Verő Balázs

Dunaújvárosi Egyetem, Dunaújváros

Multilayer pipes used in the construction of underfloor heating systems, are usually composed of 3 or 5 sublayers. These multilayer tubes consist of an outer plastic covering tube, an adhesive layer, a metal layer made from Al alloy, an adhesive layer and an inner extruded plastic tube, respectively.

However, in the manufacturing process, errors predominantly occur either by welding the aluminium alloy tubes or by testing the finished product.

In the finished product, in the welded aluminium alloy layer, hole-like defects can be often detected and also the separation of the different layers can be observed.

The focus of our research is to find the correlation between the welding defects and the microstructure of the aluminium alloy layer. Efforts will be also made to discover the effect of the thickness and the structure of the aluminium-oxide layer on the strength of the adhesive bonding between the Al and the adhesive.

In the experiments, the Al8006 type product of three different manufacturer were parallel examined and the results were compared, by testing the type and the thickness of the oxide layer and studying the morphology and distribution of intermetallic compounds using optical microscopic image analysis, correlative microscopy, X-ray diffraction, and transmission electron microscopy.



P-32

Effects of technology parameters in the laser welded joints

Tünde Kovács, **Péter Pinke**

*Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering,
Budapest*

The laser welding technology is improving immediately rapidly nowadays. It has a many advantages again the traditional welding technologies. The heat affected zone in case of the laser welding is very thin and the penetration of the joint is depth. This high energy technology work by a focused high energy laser light accompanied by protective gases. The effect of the gases and the technological parameters are not well known yet.

In my work I wanted to find some relation between the welding parameters and the joint mechanical properties. To find this relationship I made experiments with different parameters and controlled the joint mechanical properties by experimental way.



P-33

A Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov (JMAK) kinetika függvény általánosításának lehetőségeiről

Réti Tamás¹, Felde Imre¹, Augusto M. Deus³, Réger Mihály¹, Fried Zoltán¹

¹ Óbudai Egyetem, Budapest

² University of Lisbon, Lisszabon, Portugália

A Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov (JMAK) kinetika függvény elterjedten használatos a fémötvözetekben végbemenő átalakulási folyamatok fenomenológiai leírására. Izoterm átalakulási folyamatok esetében a JMAK kinetika függvény szokásos alakja:

$$x(t, K) = 1 - e^{-\{K(T)t\}^n}$$

ahol t az idő (sec), x az átalakult hányad, n az ún. Avrami kitevő, T a hőmérséklet és $K=K(T)$ az Arrhenius egyenlet, amely a folyamat sebességének hőmérséklet függését veszi figyelembe. Az Arrhenius egyenlet a

$$K(T) = A \cdot e^{-\frac{Q}{RT}}$$

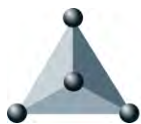
képlettel definiált, ahol Q az átalakulás látszólagos aktiválási energiája, A a preexponenciális tényező, és T a hőmérséklet Kelvinben.

Amennyiben az átalakulás nem-izoterm körülmények között megy végbe, a fenti egyenlet helyett az izoterm JMAK kinetika függvényből származtatott differenciál egyenletet alkalmazzák az átalakulás mértékének predikciójára. Ennek általános alakja:

$$\frac{dx}{dt} = nK(T)(1-x) \left[\ln \frac{1}{1-x} \right]^{1-\frac{1}{n}}$$

Gyakorta előfordul, hogy a fentebbi differenciál-egyenlet megoldása nem szolgáltat kellő pontosságú becslést az átalakult x hányad értékére nézve. Vizsgálataink eredményeként megmutatjuk, hogy a JMAK kinetikai modell alkalmas módosításával a diszkrepancia mértékének hatékony csökkentésére többféle lehetőség is kínálkozik. Például izoterm folyamatok esetében egy kézenfekvő megoldás, ha a K paramétert diszkrét vagy folytonos valószínűségi változónak tekintjük. Feltételezve, hogy amennyiben a K nem-negatív valószínűségi változó, amelynek eloszlásfüggvénye $F(K)$, az általánosított JMAK egyenlet az alábbi Stieltjes integrálként definiálható:

Jelen dolgozatban konkrét példákkal demonstráljuk, hogy az $F(K)$ eloszlásfüggvény célszerű megválasztásával az általánosított JMAK egyenlet különféle változatai származtathatók.



P-34

Influence of particle characteristics, mineral and elemental impurities of the hardrock gold on mineral processing technology and on the final product quality (Drazhnoe deposit, Russia)

Sergei Sitkevich¹, T. Mayorova², László A. Gömze¹

¹ University of Miskolc, Institute of Ceramics and Polymer Engineering, Miskolc

² Syktyvkar State University, Institute of Geology, Republic of Komi
in Russian Federation

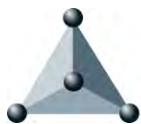
Orogenic mesothermal deposits are the second of the most productive of the industrial type of the hardrock gold in the World after Witwatersrand. The large and the unique fields of this type deposits are exploited now. Therefore, they have applied and scientific interest. In general, this type of the gold deposits has a complex geological structure, due to structural-tectonic and hydrothermal-metasomatic factors. The main problem is the development of a cost-effective method of enriching for gold fine fractions of orogenic deposits. The paper presents the results of a comprehensive study of the geological, lithological, geochemical and mineralogical features of Drazhnoe deposit, Russia; besides the physical and chemical properties of gold of this type show in order to increase the efficiency of gold extraction (technological process) and increase the potential for industrial application of the final product.

**P-35****A Zn-Cu ötvözet nedvesítési tulajdonságainak vizsgálata Cu szubsztráton****Somlyai-Sipos László, Baumli Péter***Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Fémtechnika, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, Miskolc*

A forrasztás technológia az elmúlt évek törekvéseinek köszönhetően nagymértékű fejlesztésen megy keresztül. A fejlesztés mozgatórugója a gazdasági érdekek, a minőségi mutatók javítása és a környezetvédelmi követelményeknek való megfelelés. Az elektronikai ipar számos területén az egyes alkatrészeket forrasztott kötésekkel alakítják ki. Az itt gyártott termékek funkcionalitása és élettartama növelése szempontjából elengedhetetlen a forrasztóanyagok mechanikai tulajdonságainak ismerete, melyeket alapjaiban határoz meg a forrasztóanyag és a forrasztandó felületek között létrejövő adhéziós erő, valamint nedvesítési tulajdonságok. Abban az esetben, ha a forrasztóanyag szánt ötvözetünk nem nedvesíti jól a forrasztandó felületet, akkor gyenge kötés alakul ki, melynek következtében a létrejövő kötés az őt ért mechanikai terheléseknek kevésbé tud ellenállni.

Alapkutatásunkban a rézzel (Cu) különböző mértékben ötvözött cink (Zn) forrasztóanyag vizsgálatát tűztük ki célul. Kutatómunkánk célja meghatározni a forrasztóanyag összetételének, a forrasztás idejének és hőmérsékletének a hatását a Zn-Cu (forrasztóanyag)/Cu (szubsztrát) rendszer nedvesítési viszonyaira, és a kialakult forrasztóanyag/szubsztrát határfelület mikroszerkezetére. Vizsgálataink során 1; 1,5; 2, 2,5 és 9 tömeg% Cu-t tartalmazó forrasztóanyagot használtunk.

A nedvesítési kísérletek során kráter képződést figyeltünk meg a szubsztráton, valamint egy átmeneti réteget a Zn-Cu ötvözet és a Cu szubsztrát között, melynek vastagsága az ötvözet Cu tartalmának, valamint a hőtartási idő emelkedésével nő.



P-36

The influence of traditional (isotherm), impulse and stress annealing methods on the soft magnetic and mechanical properties of FINEMET-type precursor alloy

Attila Szabó^{1,2}, L. Novák³, A. Lovas²

¹ University of Dunaujvaros, Department of Engineering, Dunaújváros

² Budapest University of Technology and Economics, Department of Automotive Technologies, Budapest

³ Technical University of Kosice, Department of Physical Education, Kosice, Slovakia

In the present work the comparison of the effect of traditional, pulse and stress annealing is made by monitoring the important mechanical and magnetic properties of FINEMET type amorphous precursor alloy. The magnetic properties were determined from the shape of magnetization curve (Coercive force, anisotropy) during various heat treatments and the mechanical properties were measured using brittleness test.

The experiments are also extended to the structural relaxation temperature range, up to 400 °C at which predominantly a stress release proceeds via diffusionless mechanism but also various stages of amorphous-nanocrystalline transformation accomplished in the temperature range of -500-540 °C.

The traditional heat treatments were performed in resistance furnace and the magnetic measurements were performed in astatic magnetometer. The pulse and stress annealing (as well as their combinations) were carried out inside in the magnetometer. The temperature of pulse heat treatments are regulated with the length of current pulse flowing through the sample. After each pulses the magnetization curves were measured in-situ, in the magnetometer.

It was found, that from the point of view of stress relaxation, i.e. coercive force decrease, the impact of two subsequent pulses with 0.12 sec peak length with peak temperature of 420°C is comparable with 1h isotherm heat treatments being performed on the same sample.

The applied longitudinal stress during the heat pulse does also enhance the H_c lowering, causing also detectable flattening of magnetization curves, and even a brittleness decrease is also evincible.



P-37

Zártcellás hab szerkezete és tulajdonságai rPET-ből

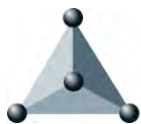
Szabó Veronika Anna*, Dogossy Gábor**

Széchenyi István Egyetem, Győr

* szabo.veronika.anna@ga.sze.hu

** dogossy@sze.hu

A műanyagok felhasználása folyamatosan növekszik. A legnagyobb mértékben az élelmiszer és csomagolóipar alkalmazza ezeket, ahol a termékek életciklusa rövid, nagyon hamar hulladékká válnak. Ide tartoznak a polietilén-tereftaláttól (PET) készült pille palackok is. A nagy mennyiségben keletkező hulladék kezelésének többféle lehetősége van. A legrosszabb a szeméttelen történő lerakásuk, hiszen ezek az anyagok nem bomlanak el. A termikus újrahasznosításuk a magas fűtőértékük miatt már kedvezőbb, azonban igazi körforgást csak a fizikai újrahasznosításukkal lehet elérni. A többszöri feldolgozás során azonban csökkennek a PET mechanikai és feldolgozhatósági tulajdonságai. Természetesen sokan foglalkoztak rövid üvegszál erősítésű kompozitok gyártásával, amelynek köszönhetően ugyan a szilárdsági értékek kiemelkedőek lettek, azonban az újbóli feldolgozásukat megnehezítették. Ezért cikkünkben egy olyan tulajdonság javító technológiát kívánunk alkalmazni, amely a többszöri feldolgozhatóságot nem rontja. Ez a technológia a kémiai habosítás, amelynek következtében kisebb tömegű, jobb fajlagos tulajdonságú, és teljes mértékben újrahasznosítható terméket tudunk gyártani. Vizsgálataink során a különböző összetételű, láncnövelő és habosító adalékkal gyártott reciklált PET próbatestek szerkezetét és mechanikai tulajdonságait elemeztük.



P-38

Innovatív technológiák alkalmazása az ITER fúziós erőmű diagnosztikai kábelezésének konstrukciós kialakításában

Szalai Judit

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gép- és Terméktervezés Tanszék, Budapest

Az ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor - Nemzetközi Kísérleti Termonukleáris Reaktor) egy nemzetközi kutatás-fejlesztési (K+F) projekt, melynek célja a jövőbeli villamos erőművek technológiájának kifejlesztése.

A tanulmány bemutatja az ITER fúziós vákuumtartályában elhelyezkedő diagnosztikai kábelcsatornák termikus, statikus és fáradtsági jelenségeinek elemzését, ahol új anyagválasztási lehetőségek alkalmazását vizsgáltuk.

Az új konstrukciók 3D-s modelljein végeselemes termo-mechanikai kapcsolt szimulációkat végeztünk, és az így kapott hőmérséklet-eloszlások alapján a konstrukciók kialakításának optimalizálását végeztük el, hogy javítsuk a szerkezet integritását esetleges nagy hőingadozás esetén is.

Az ITER fúziós erőmű diagnosztikai rendszerelemeinek termikus jellemzőinek vizsgálatát, FEM modellek használatával vizsgáltuk és javaslatot tettünk új anyagpárosítások használatára.

A kábelcsatornák konstrukciós kialakítása és anyagválasztása a neutronsugárzásból adódó térfogati hő fejlődés figyelembevételével történt meg.

A tervezés során célunk az volt, hogy olyan új konstrukciókat hozzunk létre, ahol a tranziens hő terhelések hatására, a kábelcsatornában illetve a kábelcsatorna és a vákuumkamra fala között, optimális legyen a felületi hőátadás.



P-39

Mérethatás mikroméretű forgácsleválasztás esetén

Takács Márton, Balázs Barnabás Zoltán

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gyártástudomány és -technológia Tanszék, Budapest

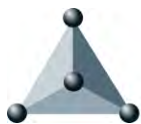
Az elmúlt évtizedekben több olyan eljárás (pl. különféle 3D nyomtatási technológiák) is bevezetésre került, illetve rendkívül gyorsan el is terjedt, ami gazdaságosan és akár kis darabszámban is képes funkcionális alkatrészek gyártására. Ezeknél a technológiáknál azonban még sokszor korlátozott a minimális rétegvastagság és a kialakítható felületi minőség, ezért utólagos megmunkálásra van szükség. A hagyományos forgácsleválasztási eljárások létjogosultsága így 10-20 évig még biztosan megkérdőjelezhetetlen. Manapság egyre növekvő igény mutatkozik a miniaturizálás iránt az ipar valamennyi területén. A kisméretű, 1-1000 μm -es tartományba eső alkatrészek és struktúrák előállítását a mikromegmunkálási eljárások teszik lehetővé. Ezek közül a mikromarás kínálja az egyik legváltozatosabb és leggyorsabb megmunkálást. Mikroméretű szármarásnál nem csak a méretek csökkentése, a pontosság növelése, a jól ismételhető eljárást biztosító paraméterek specifikálása elengedhetetlen, hanem azoknak a sajátosságoknak a feltérképezése is, amik a kis mérettartományokban meghatározó szerepet kapnak. A méretcsökkenésből adódóan változhatnak az anyagi tulajdonságok, illetve a hagyományos méretű megmunkáláshoz képest eltérő viszonyok is jellemzik a forgácsleválasztási folyamatot.

A kutatás célja jól ismételhető technológia kidolgozása különböző anyagok mikromarása esetén. Ehhez elengedhetetlenül fontos a mérethatásból adódó jellegzetességek figyelembe vétele.

A témával kapcsolatos kutatásaink során többek között megállapítottuk, hogy mikromarásnál fajlagosan nagyobb a sorjaképződés és a szerszám deformációja, valamint bevezettük a tényleges előtolás fogalmát. Részletesen foglalkoztunk a mikromarás dinamikai jellemzőivel is. Mindezekből meghatároztuk a domináns frekvenciákat, amik a kétélű, 0,5 mm átmérőjű mikromaró szerszámmal történő megmunkálás kinematikai viszonyaiból származnak, illetve ezeknek a változását, amik a szerszám kopottsági állapotával is összefüggésbe hozhatók.



1. ábra: Mikromart horony erőteljes sorjaképződéssel és rezgésre utaló nyomokkal
(C45, $v_c = 60 \text{ m/min}$, $f_z = 4 \mu\text{m}$, $a_p = 0,05 \text{ mm}$).



P-40

Ultrasound separation in acidic solutions of the cathode active paste from the aluminum cathode in the recycling process of spent Li-ion batteries

Cristina-Madalina Toma¹, János Novák², Valeriu-Gabriel Ghica¹,
Tünde Anna Kovács², Gheorghe Iacob¹, Mihai Buzatu¹, Mircea-Ionut Petrescu¹,
Eugenia Vasile¹

¹ Politehnica University of Bucharest, Materials Science and Engineering Faculty,
Bucharest, Romania

² Óbuda University Doctoral School on Safety and Security Sciences, Budapest

cristina2990@yahoo.com, novak.janos@koll.uni-obuda.hu, gvghica@yahoo.com,
kovacs.tunde@bkgk.uni-obuda.hu, iacob_gh@yahoo.com,
buzatumihai.upb@gmail.com, ipetrescu@yahoo.com

Lithium-ion batteries are an important source of energy for a lot of electronic devices, and are starting to be used in significant quantities for automotive propulsion.

There have a wider variety of materials in each cell (Co, Li, Cu, Al, Fe, Ni, Mn).

This paper presents the research undertaken to recover active paste (LiCoO_2) from the aluminum cathode. For this, we used an ultrasonic bath (volume 1.2 l ; 45 kHz frequency) with variable power (40, 60, 80 W) and acid solutions (citric and acetic acid at different concentration). This method is cheap and biodegradable. Cleaning efficiency was evaluated function on time, power of the source and acid concentration. The cathode active paste containing LiCoO_2 (collected after decantation, filtered and dried) was identified using an X-ray diffractometer with a Cu K- α radiation source. The samples were also analyzed by Scanning Electron Microscopy using a Quanta Inspect F50, with a field emission gun (FEG) with 1.2 nm resolution and an EDXS having 133 eV resolution at MnK α .

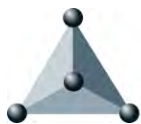
Keywords: waste Li-ion batteries, active cathode paste, acetic acid, citric acid, ultrasonic bath

**P-41****Investigation of droplet epitaxially grown inverted quantum dot****Antal Ürmös¹**, Zoltán Farkas¹, Lajos Tóth², Ákos Nemcsics^{1,2}¹ Óbudai Egyetem, Mikroelektronikai és Technológiai Intézet, Budapest² Energiatudományi Kutatóközpont, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet, Budapest

A kvantumpont-készítés egy viszonylag új módja a droplet epitaxy. Ezzel a módszerrel a hagyományos strain induced technikával ellentétben nagyon sokféle formájú nano-struktúra előállítható. Ráadásul az anyagválasztást sem korlátozza rácsállandó különbségre vonatkozó feltétel. Jelen munkában III-V alapú nano-lyuk feltöltése segítségével létrehozott úgynevezett inverz technológiájú kvantum pontot vizsgálunk. A nanolyukat a felületen létrehozott nano méretű metallic droplet segítségével hozzuk létre. A lyukképződés thermal etching segítségével keletkezik. A nagy tilossávú mátrix anyagba készült nano-lyukba egy kisebb tilossávú anyagot töltünk impulzus szerű epitaxiával. A struktúrátmegvizsgáltuk transzmissziós elektronmikroszkóppal. Azt vettük észre, hogy a lyuk fölötti réteg meggömbül és itt egy dudor alakul ki. Ennek a dudornak a kialakulását a betöltődés kinetikájával magyaráztuk meg.

The droplet epitaxy is a relatively new method for quantum dot production. With this method - contrary to the traditional strain-induced technique – many kinds of nanostructures can be produced. Moreover, the material selection is not restricted by condition, related to difference of lattice constants. In the present work, inverted quantum dots are investigated, produced by the filling of the III-V-based nanoholes. The nanoholes are produced by nano-sized metallic droplet on the surface. The holes originated from thermal etching. The nanohole, produced into the large band-gap matrix is filled by a smaller band-gap material with impulse-like epitaxy. The structure is investigated by transmission electron microscope. We observed, that the layer above the hole bends and a bump produces. The formation of this bump explained by the kinetics of filling.

This work was supported partly by NKTH-OTKA NN114457 and partly by Óbuda University research grants.



P-42

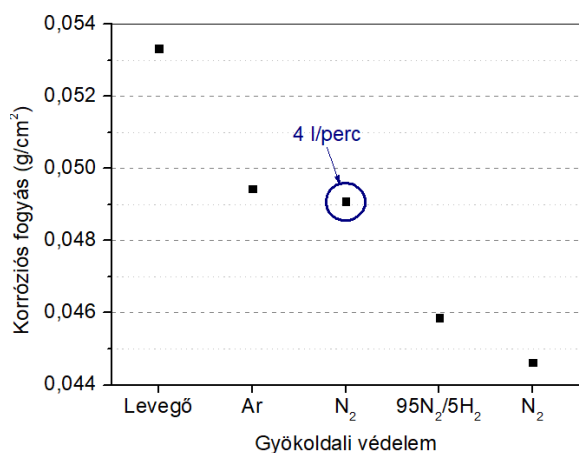
Különböző gyökoldali gázvédelem hatása duplex korrózióálló acéllemezek hegesztett kötéseire

Varbai Balázs, Májlínger Kornél, Mészáros István, Luca Brazzalotto

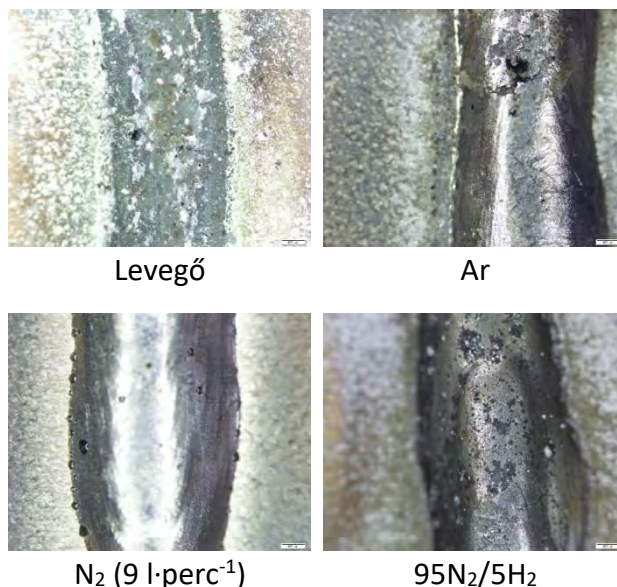
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Budapest

A korrózióálló acélok világában egy új alternatívaként jelentek meg a közelmúltban a kettős szövetszerkezetű (ausztenit és ferrit), úgynevezett duplex acélok. A duplex korrózióálló acélok hegesztésekor a hőfolyamat hatására jelentősen eltérő lehet a szövetelemek ideális 1:1 aránya a varratfémekben és a hőhatásövezetben. A túlnyomórészt ferrites vagy ausztenites szövetszerkezetű varratfém és hőhatásövezet is elkerülendő.

A varratfém ausztenit arányának növelése megvalósítható nitrogén tartalmú védőgáz használatával. A nitrogén, mint interszticiós ötvöző, erős ausztenitképző elem, a rozsdamentes acélok szövetszerkezetét leíró WRC diagram alapján 20-szor erősebb, mint a nikkel. Hatásai hegesztési védőgázként többé-kevésbé ismertek, azonban gyökoldali védőgázként történő alkalmazása nem kellő mértékben publikált. Munkánk során LDX 2101 jelű duplex acélt hegesztettünk tompakötéssel, huzalelektrodás védőgázos hegesztési eljárással. A hegesztések során a változó paraméter a gyökoldali gázvédelem típusa, és térfogatárama (általában 9 l-perc^{-1}) volt. Gyökoldali védelemként levegőt, argont, nitrogént (9 és 4 l-perc^{-1}) és $95\% \text{ nitrogén} + 5\% \text{ hidrogén}$ formálógázt alkalmaztunk. A gyökoldali védelem korrózióállóságra gyakorolt hatását 72 órás, 6% -os vas-kloridban történő áztatással vizsgáltuk. A legkisebb mértékű korróziós fogyást tiszta nitrogén alkalmazásakor mértünk, mely esetben tapasztalható volt a nagyobb, 9 l-perc^{-1} -es térfogatáram kedvező hatása is. A gyökoldalon kialakuló lyukkorróziós helyek sztereomikroszkópos felvételeken is jól láthatóan igazolták méréseinket.



1. ábra: Mért korróziós fogyás az alkalmazott gyökoldali védelem függvényeként.



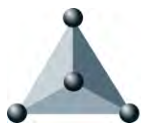
2. ábra: Sztereomikroszkópos felvételek a korróziós vizsgálat után a gyökoldalról.

**P-43****Különböző állagú dezoxidációs alumínium használatának gazdaságossága az ISD Dunafer Zrt. Acélművében****Wizner Krisztián¹, Kővári Attila²**¹ ISD Dunafer Zrt, Dunaújváros² Dunaújvárosi Egyetem, Dunaújváros

Az élet minden területén egyre nagyobb hangsúlyt kap a költséghatékonyság. A kohászati folyamatok során felhasznált anyagok során sincs ez másképp. Sok esetben azonban nem csak a felhasznált anyagok összetétele befolyásolja a hatékonyságot, hanem azok állaga is. A konverteres acélgyártás során a dezoxidálásra használt különböző állagú alumínium hasznosulása a különböző mértékű leégések miatt eltérő. Összehasonlításra kerül az ISD Dunafer Zrt Acélművében használatos öntött, tömör állagú „mokka” alumínium, valamint a vágási, öntési, és egyéb helyről származó laza alumínium hulladék „sredder” hasznosulása a dezoxidációs folyamat során, valamint a két dezoxidációs alumínium használatának gazdaságossága.

A kísérlet összesen 67 adag bevonásával valósult meg. Az statisztikai elemzés eredményének figyelembevételével 3 db adag lett kizárva a mokka alumíniummal gyártott adagok közül a vizsgálatból. A kísérlethez kapcsolódó számítások 35 db alumínium mokkával, és 29 db alumínium sredderrel elődezoxidált adag adatai alapján lettek elvégezve. Az alumínium hasznosulás számításánál megfigyelhető, hogy a mokka állagú alumínium ~2,3%-kal jobban hasznosul a sredder állagú alumíniumhoz képest, valamint a teljes adaggyártási folyamat során adagolt alumínium mennyiség alapján is megfigyelhető, hogy a teljes alumínium-hasznosulás ~3,7%-kal kedvezőbb azoknál az adagoknál, ahol az elődezoxidáció mokka állagú alumíniummal történt.

Gazdaságossági számítás alapján kijelenthető, hogy a sredder állagú alumínium felhasználása csak akkor gazdaságos, ha a tonnánkénti ára nem haladja meg a mokka állagú alumínium árának ~80%-át.



P-44

Titán ötvözetek szerkezeti és felülettopológiai analízise

Kulcsár Klaudia¹, Kónya János¹, Zsoldos Ibolya²

¹ Dent-Art-Technik Kft., Győr

² Széchenyi István Egyetem Anyagtudományi és Technológiai Tanszék, Győr

Fogászati protézisek leggyakrabban alkalmazott anyagai a kiváló minőségű Ti-ötvözetek. Ebben a munkában a fogászati protézisek két alapvető technológiáját hasonlítjuk össze. Mintákat készítünk Ti-ötvözetekből hagyományos öntési és korszerű 3D-nyomtatási technológiával. A mintákból készült csiszolatok mikroszkópos analíziseit, a felületek topológiai vizsgálatát végezzük el. Az alapvetően eltérő technológiák hatását keressük a mikroszerkezetben és a felületminőségben.



P-45

Fullerén molekulák önszervező felépülése grafén alakzatokból

Zsoldos Ibolya¹, Fülep Dávid¹, László István²

¹ Széchenyi István Egyetem, Győr

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

A C₆₀ és C₇₀ fullerén molekulák grafén alakzathoz való önszervező felépülését már korábban bizonyították molekuláris dinamikai szimulációkkal [1]. Ebben a munkában nagyobb fullerén molekulák önszervező felépüléséhez szükséges grafén alakzatok modelljeit mutatjuk, a modellek kialakítási szabályait fogalmazzuk meg, valamint néhány példát mutatunk önszervező felépülésre.

Referenciák:

- [1] I. László, I. Zsoldos: *Graphene-based molecular dynamics nanolithography of fullerenes, nanotubes and other carbon structures*, *Europhysics Letters*, 99, 63001, 2012.