

LEMEZANYAGOK ALAKÍTHATÓSÁGA, AZ ALAKÍTÁSI HATÁRDIAGRAMOK MEGHATÁROZÁSÁNAK VIZSGÁLATA

FORMING THE SHEET METALS, INVESTIGATING THE DETERMINATION OF THE FORMING LIMIT DIAGRAMS

Tisza Miklós *, Kovács Péter Zoltán **

Abstract

Car manufacturing is one of the main target fields of sheet metal forming: thus sheet metal forming is exposed to the same challenges as the automotive industry. The continuously increasing demand on lower consumption and lower CO₂ emission means the highest challenges on materials developments besides design and construction. As a general requirement, the weight reduction and light weight construction principles should be mentioned together with the increased safety prescriptions which require the application of high strength steels. However, the application of high strength steels often leads to formability problems. Forming Limit Diagrams (FLD) are the most appropriate tools to characterize the formability of sheet metals. Theoretical and experimental investigations of forming limit diagrams are in the forefront of today's research activities.

Kivonat

A lemezalakítás, amelynek az egyik legnagyobb alkalmazója az autóipar, napjainkban ugyanazokkal a kihívásokkal néz szembe, mint az autóipar egésze. Ezek a folyamatosan fokozódó követelmények egyre kisebb fogyasztású, kisebb káros anyag (CO₂) kibocsátású gépjárművek fejlesztését igénylik, amely a konstrukciós fejlesztések mellett a legnagyobb kihívást az anyagfejlesztésekkel szemben jelenti. Általános követelményként fogalmazódik meg a jelentős tömegcsökkentés, amely könnyű szerkezetes konstrukciós megoldásokat, és ehhez a fokozott biztonsági előírások betartásával együtt pedig egyre nagyobb szilárdságú anyagok alkalmazását igényli. A tömegcsökkentési követelmény szempontjából kívánatos, növelt szilárdságú anyagok alkalmazása azonban gyakran alakíthatósági problémákat vet fel. Az alakíthatóság mai, korszerű jellemzésére szolgálnak az alakíthatósági határdiagramok (FLD). Napjainkban az alakítási határdiagramok (Forming Limit Diagram - FLD) elméleti elemzése és kísérleti vizsgálata a lemezalakítás, a lemezek alakíthatóságának egyik központi témája.

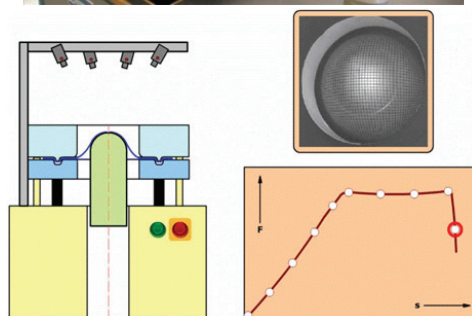
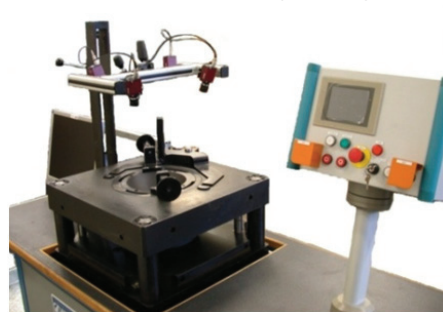
* egyetemi tanár, tanszékvezető;

** egyetemi adjunktus

Bevezetés

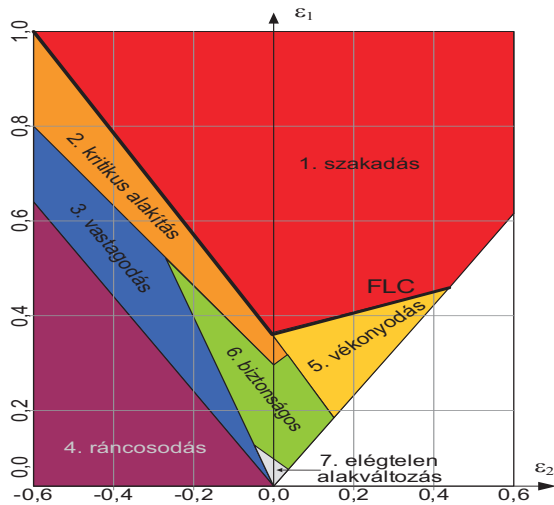
A járműipari lemezfeldolgozás számára, a számítógéppel segített technológia- és szerszámtervezéshez a feldolgozandó lemezanyagok alakíthatóságát egyre pontosabban jellemző, és a végeselemes számítási módszerekben közvetlenül alkalmazható, számszerűsített formában kell szolgáltatni. A hazai lemezfeldolgozó ipar fokozódó igényeinek megfelelően, a lemezek alakíthatóságával évek óta foglalkozik tanszékünk. Jelen tanulmányban az alakíthatósági vizsgálatokkal, az alakítási határdiagramok meghatározásával kapcsolatos vizsgálati lehetőségeinket mutatjuk be.

A Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszékén hazai és nemzetközi kutatási projektek támogatásával egy integrált lemezalakíthatóság vizsgálati rendszert valósítottunk meg (1. ábra), amely egy elektro-hidraulikus, számítógép vezérlésű lemezvizsgáló gépet és egy automatizált optikai alakváltozás-mérő rendszert foglal magába.



1. ábra. Az univerzális lemezvizsgáló berendezés az optikai mérőrendszerrel

Az alakítási határdiagramok (2. ábra) jelentős szerepet játszanak a virtuális lemezalakításban is. Segítségükkel nem csak a sikeres, vagy sikertelen alakítás kérdése vizsgálható, hanem további hasznos információkat nyerhetünk az alakítási folyamat egyre komplexebb és körültekintőbb megismerésére.



2. ábra. Hagományos lemezalakításra érvényes alakíthatósági határdiagrama jellegzetes tartományokkal

1. Az alakítási határdiagramokat befolyásoló tényezők elemzése

Az alakítási határdiagramok kérdésköre igen összetett: meghatározásuknál számos olyan tényezővel kell számolnunk, amelyek jelentős hatást gyakorolnak az alakítási határértékre és ez által a meghatározott alakítási határdiagramok megbízhatóságára, gyakorlati alkalmazhatóságára. A befolyásoló tényezőket számos szempont szerint osztályozhatjuk. Az alábbiakban az alakítási határdiagramokat befolyásoló legfontosabb tényezőket foglaljuk össze:

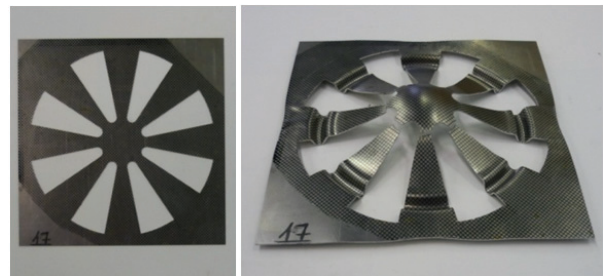
az alakváltozási történet, a vizsgálatnál alkalmazott alakváltozási út (deformáció-történet),

- az anyagminőség, az anyagjellemzők, például az anizotrópia tényező, a keményedési kitevő és a sebességkitevő, az öregedés, a hengerlési irány és az anyagjellemzők szórásának hatása,
- a lemezvastagság,
- a próbatest alakjának és méreteinek hatása,
- a vizsgálati körülmények (pl. az alkalmazott hálózás típusa, mérete, pontossága, a háló alakváltozás mérésének módja, pontossága, a súrlódási, kenési feltételek, a hőmérséklet, a vizsgálati eljárás típusának hatása.)

A befolyásoló paraméterek közül a hengerlési irányok és az anizotrópia hatását vizsgáltuk meg elsősorban, annak érdekében, hogy ne kelljen minden irányban meghatározni adott anyagra az alakítási határgörbét (melyik irány lesz a legkedvezőtlenebb az alakíthatóság szempontjából.), így időt és munkát megtakarítva.

2. Csillag próbatest

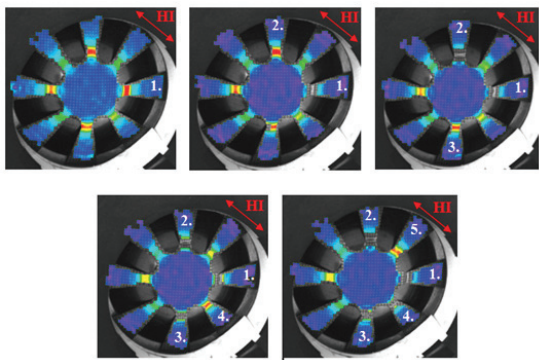
Egy vizsgálatsorozattal azt kívántuk tanulmányozni, hogy lehetséges-e egy próbatesten egy vizsgálattal ugyanazt az alakváltozási útvonalat többször is megvalósítani, ezáltal is növelve a kísérleti eredmények megbízhatóságát. Ennek érdekében terveztünk meg és végeztünk kísérleteket a következő ábrán látható, alakja miatt „csillag” próbatestnek nevezett kialakítással.



3. ábra. Csillag próbatest kialakítás

Az ábrán látható próbatest kialakítás előnye, hogy egy vizsgálat során ugyanazt az alakváltozási útvonalat többször is megvalósítható, hátránya ugyanakkor, hogy a hídcsatlakozások többszöri kialakításának korlátja miatt csak a negatív ϵ_2 tartományban használható. Minél több lábát alakítunk ki, annál többet tudunk elszakítani. Természetesen a sok láb a hídcsatlakozás csökkenéséhez vezet. Kísérleti vizsgálatainknál 8-lábú próbatestet vizsgáltunk, amelynél a hídcsatlakozások közül a hengerlési irányval megegyezően 2 hídcsatlakozást, a hengerlési irányra merőlegesen 2 hídcsatlakozást és a hengerlési irányval 45° -osan 4 hídcsatlakozást valósítottunk meg. Egy vizsgálat során 5 lábánál tudtuk szakadásig vezetni a vizsgálatot, amely tehát azt jelenti, hogy azonos – de legalább is közel azonos alakváltozási utat, egy vizsgálattal, 5 alkalommal tudtuk megvalósítani. Egy ilyen kísérletsorozat eredményeit mutatja a 4. ábra, $t = 1$ mm lemezvastagságú, DC05 anyagminőségre.

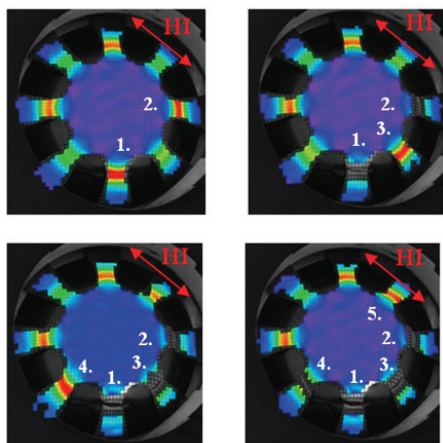
Anyagminőség: DC05, lemezvastagság: 1 mm, rádiusz: 5mm, hídszélesség: ~10 mm



4. ábra. Csillag formájú (8 lábú) próbatest alakításának szakadási sorrendje 5 mm-es rádiusznál, 10 mm-es hídszélességnél; HI: Hengerlési irány

Ugyanazokkal a paraméterekkel, csak a rádiusz értékét megváltoztatva – ezáltal a hídszélességet kis mértékben növelve – az alábbi szakadási sorrend alakult ki (5. ábra).

Anyagminőség: DC05, lemezvastagság: 1 mm, rádiusz: 7 mm, hídszélesség: ~14 mm



5. ábra. Csillag formájú (8 lábú) próbatest alakításának szakadási sorrendje 7 mm-es rádiusznál, 14 mm-es hídszélességnél, HI: Hengerlési irány

Mindkét esetben a hengerlési irányra 45°-os szögben álló lábak szakadtak el először. Első változatnál a hengerlési irányra 45°-os szögben álló négy láb közül három, míg a második változatnál négyből kettő szakadt el.

Az $r = 5$ mm és $r = 7$ mm-es csillag formájú próbatesteken az egyes lábak elszakításával többször is meghatározott azonos útvonalakon kapott FLC pontokat az 1. táblázatban foglaltuk össze, a kapott alakváltozások számszerű összehasonlítása érdekében.

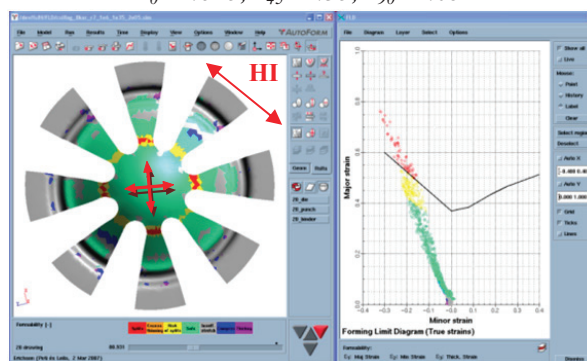
1. táblázat. Azonos alakítási útvonalakkal elért FLC pontok a csillag próbatestnél

szakadás helye	$r = 5$ mm		$r = 7$ mm	
	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_1	ϵ_2
1.	0,53	-0,15	0,54	-0,16
2.	0,50	-0,15	0,54	-0,16
3.	0,52	-0,16	0,54	-0,20
4.	0,54	-0,21	0,54	-0,21
5.	0,55	-0,22	0,50	-0,17

Ennek a próbatest kialakításnak nagy előnye, hogy lehetőségünk van tanulmányozni a hengerlési irányok hatását is. A hengerlési irányok megfigyeléséhez a szakadások közül csak az első pár szakadás tekinthető mérvadónak, a továbbiakra már ezek lesznek hatással. A hengerlési irányoknak megfelelően kialakított lábak szakadásának típusából és sorrendjéből megállapítható, hogy melyik irány lesz a legkedvezőtlenebb az alakíthatóság szempontjából. Ennek ismeretében nem kell minden irányban meghatározni adott anyagra az alakítási határgörbét, hanem elegendő a legkedvezőtlenebb irányban.

A DC05 lemez szakítóvizsgálat eredményeiből meghatározott anizotrópia tényezőket felhasználva modellezéssel is meghatároztuk a csillag próbatest szakadásának várható helyeit (6. ábra).

Anyagminőség: DC05, HI: Hengerlési irány,
 $r_0=1.625$, $r_{45}=1.35$, $r_{90}=2.05$



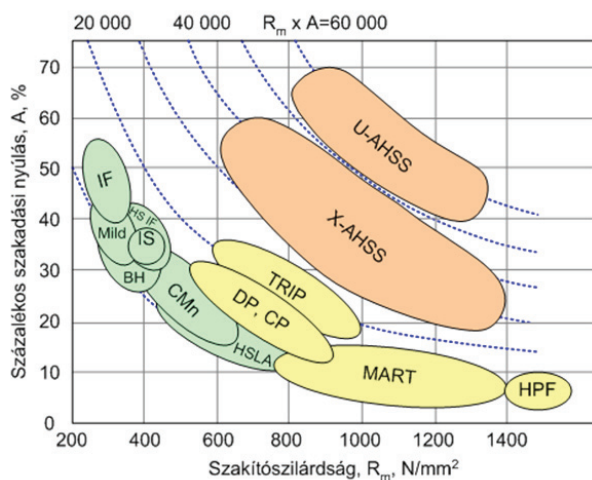
6. ábra. DC05 anyagminőségéből készült csillag próbatest modellezési eredményei

A modellezés eredménye jó egyezést mutatott a kísérleti darabokon tapasztaltakkal.

Az itt most teljes körűen nem részletezett modellezési és kísérleti eredményekből megállapítottuk, hogy az anizotrópia tényezők irányok szerinti változása hatással van a lábak szakadásának sorrendjére. Ennek alapján kijelenthető, hogy a csillag formájú próbatest alkalmas a legkedvezőtlenebb irány meghatározására.

3. Vizsgálati anyagminőségek

Az anyagminőség alakíthatóságra gyakorolt hatását elemezve általában érvényes, hogy a növekvő szilárdsági jellemzők csökkentik az alakíthatóságot. Ezt a hatást jól szemlélteti a 6. ábra, amelyen a szakítószilárdság (R_m) és a fajlagos nyúlás (A_{80}) kapcsolata látható az utóbbi évtizedek acélfejlesztési eredményeinek bemutatásával.



7. ábra. Az anyagminőség alakíthatóságra gyakorolt hatása

A projekt keretén belül vizsgálni kívánt anyagminőségek: DC01, DC04, DC05, DD14, Nagyszilárdságú acélok: DP600, DP800, DP1000, AHSS acélok: TRIP acélok, TWIP acélok, Melegalakításra kifejlesztett acélok: 22MnB5, Al és ötvözetei közül: AlMg3

Összefoglalás

A cikk lemezanyagok alakíthatóságának egy speciális területével, az alakítási határ diagramok elméleti és kísérleti elemzésével foglalkozik. Az alakítási határdiagramok napjainkban a lemez alapanyagok alakíthatóságának értékelésében a legáltalánosabban alkalmazott, legalkalmasabb minősítő eszköznek tekinthetők.

Köszönetnyilvánítás

A projektben ismertetett kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 projekt eredményeire alapozva a TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0029 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- [1] **Tisza M., Kovács, P. .Z:**Forming Limit Curves – a practical guide to AutoGrid, Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék, 2006. pp. 1-55.
- [2] **Banabic, D., Pöhlant, K., Bunge, H-J., Tekkaya, A. E.:**Formability of Metallic Materials, Springer, Berlin, 2000. pp. 1-334.
- [3] **Tisza, M., Gál, G., Kiss, A., Sárvári, J.:** Metal Forming (in Hungarian), Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 1998. pp. 1-364.
- [4] **Ziaja György:** Az alakítási határállapotok kutatása (1996/3) Anyagvizsgálók Lapja - Képlékenységi és alakíthatósági anyagjellemzők meghatározása
- [5] **Ziaja György:** Alakítási folyamatok határállapotai, akadémiai doktori értekezés, Budapesti Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszék, 1994
- [6] **Kovács P. Z., Tisza M.:** Lemez alakíthatósági vizsgálatok optikai alakváltozás méréssel. Gégyártás, 48.k., 3. sz. pp. 109-113.
- [7] **Tóth J.:** Hidegen hengerelt lemezek korszerű alakíthatósági jellemzőinek (r , n és T) vizsgálata. Bányászati és Kohászati Lapok 109. évf. 4. sz. 1976. p. 145-148.
- [8] **Kiss A.:** Lemezek alakíthatóságának átfogó értékelése, az $n - r$ vizsgálat alkalmazásai. Készült az OTKA T-037437 számú kutatási téma keretében, 2003. Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék, Témavezető: Dr. Tisza Miklós tanszékvezető
- [9] **Tisza M., Kiss A., Kovács P.:** Autókarosszéria gyártásához alkalmazott lemezek újszerű alakíthatósági vizsgálata VIALUX-autoGrid optikai mérő-kiértékelő rendszerrel, XXIII. microCAD International Scientific Conference, 19-20 March 2009, University of Miskolc.
- [10] **Tisza M., Kovács P.:** Korszerű vizsgálati módszerek lemezanyagok alakíthatóságának elemzésére, Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2012, Szolnok, pp. 163-172.

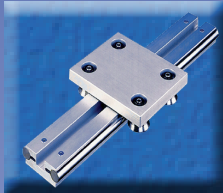


DIN EN ISO 9001:2008
minősítési tanúsítvánnyal
rendelkezünk

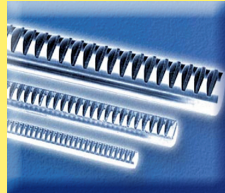
50 éve a meghajtástechnika és a lineáris rendszerek szakértői

Áruszállítás mindennap világszerte hamburgi raktárunkból

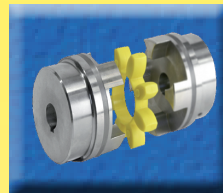
alumínium görgős vezetések



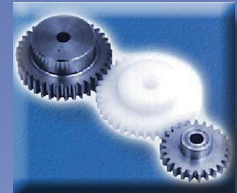
fogaslécék



tengelykapcsolók



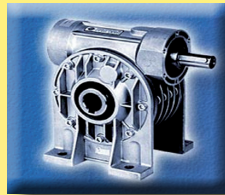
fogaskerekek



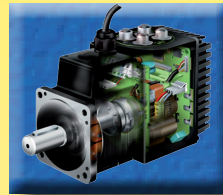
bordástengelyek



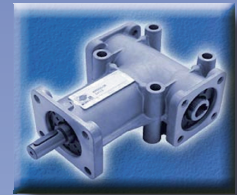
csigahajtások



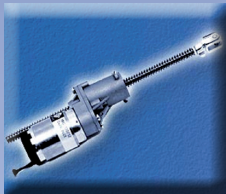
szervomotorok



kúpkerekes hajtóművek



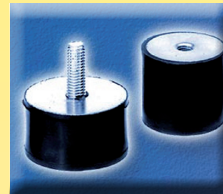
mini csavarorsós hajtómű



csavarorsós hajtómű



gumi- fémkütközők



mágneses tengelykapcsolók



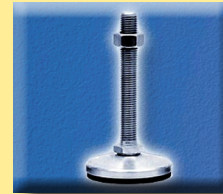
csuklós tengelyek



szabadonfutók



géplábak



lineáris rendszerek



Látogassa meg weboldalunkat és kérje ingyenes katalógusunkat!



Technische Antriebselemente GmbH - Lademannbogen 45 - 22339 Hamburg
Tel: + 49 40 5388921-0 | Fax: + 49 40 5388921-29 | Mail: info@tea-hamburg.de
Web: www.tea-hamburg.de | www.tea-hamburg.com | www.tea-hamburg.eu

CONTENTS

1. Tisza M.; Kocsisné Baán M.; Marosné Berkes M.; Török I.:

MATERIAL DEVELOPMENTS FOR THE AUTOMOTIVE INDUSTRY 5

Under direction of University of Miskolc three Hungarian higher educational and a research institutes carry out research on material developments for the automotive industry. The sponsored basic research is aimed at metallic and non-metallic materials of cars as well as at formability, heat treating and welding of steels.

2. Balogh A.; Gáspár M.; Prém L.:

CLASSIFICATION AND WELDING DIFFICULTIES OF CONVENTIONAL AND ADVANCED STEELS FOR WELDED STRUCTURES 7

Established grouping system of steels did not keep pace with quick development of the modern high strength steels. Authors elaborated a timeless classification system for conventional and modern steels of welded structures. Welding of high strength steels brought to the surface much difficult problem.

3. Balogh A.; Prém L.:

RESISTANCE SPOT WELDABILITY OF FERRITE-MARTENSITE (DUAL PHASE) STEEL SHEETS 13

Authors have investigated resistance weldability of Docol DP 600, DP 800 and DP 1000 produced by the Swedish company SSAB. Weldability of the steel grade DP 600 is relatively good, but the other two grades require special welding technology.

4. Gáspár M.; Prém L.; Vékony S.; Balogh A.:

FINAL ELEMENT MODELLING OF TIG WELDING OF DP 600 AUTOMOTIVE STEEL 19

Manufacturers achieve the desired mechanical properties of ferrite-martensite DP steels with different forming and heat treating processes. Structure instability of advanced steels causes weldability problems. Paper presents the possibility of finite element modelling can be used for planning the technology of GTAW of steel sheets.

5. Meilinger Á.; Lukács J.:

BEHAVIOUR OF FRICTION STIR WELDED JOINTS MADE OF ALUMINIUM ALLOYS UNDER CYCLIC LOADING CONDITIONS 25

The research work aimed to examine the behaviour of the friction stir welded joints under cyclic loading conditions and to determine fatigue limit or design curves for aluminium alloys and their welded joints made by FSW process.

6. Somoskői G.:

LOW POWER ARC WELDING PROCESS VARIANTS AND THE MATERIAL TRANSFER AT THE GAS METAL ARC WELDING 31

Paper tries to make differences among the lots of welding process variants existing today in the welding machine market. It shows in details the low power process variants of GMAW, namely in the short-arc range.

7. Dobosy Á.; Gáspár M.; Prém L.; Meilinger Á.:

REPORT ON THE 1ST SUMMER UNIVERSITY ON WELDING 35

In July of this year the Junior Forum of Welding Section of Scientific Society for Mechanical Engineering (GTE) organised the 1st Summer University on Welding at the University of Miskolc. After listening the professional lectures young participants made contacts with one to others and with outstanding experts of welding in the course of cheerful programs.

8. Nagy Gy.; Dobosy Á.; Lukács J.:

RELIABILITY OF THE MATERIAL CHARACTERISTICS EVALUATED ON LOW CYCLE FATIGUE TESTING 39

Paper deals with the reliability analysis on the measured parameters during the low cycle fatigue test. Among others, it was established that the standard deviation coefficients of the stress amplitude was smaller than the other stress-like parameters determined by material testing.

9. Lukács J.; Kuzsella L.; Dobosy Á.; Pósalaky D.:

EVALUATION OF THE HOT-CRACKING SENSIBILITY ON WELDING APPLYING PHYSICAL SIMULATION 45

Authors analyse the relationship of weldability and hot cracking sensitivity with physical simulation. They present the results of investigations carried out on two high strength steels and an aluminium alloy using the Gleeble 3500 type simulator.

10. Kerekes G.; Kocsisné B. M.; Felde I.:

QUALIFICATION OF QUENCHING MEDIA 51

The shape of a cooling curve depends on the type of cooling media and the parameters describing the condition of quenchant. In this paper the influence of main parameters (temperature, agitation rate, concentration) on the cooling rate is shown.

11. Tisza M.; Kovács P. Z.:

FORMING THE SHEET METALS, INVESTIGATING THE DETERMINATION OF THE FORMING LIMIT DIAGRAMS 55

Application of high strength steels often leads to formability problems in the automotive industry. Authors describe their theoretical and experimental investigations on forming limit diagrams considered the most appropriate tools for characterizing the formability of metal sheets.

GÉP

INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám
President of Editorial Board

Vesza József
General Editor

Dr. Jármái Károly
Dr. Péter József
Dr. Szabó Szilárd
Deputy

Dr. Barkóczi István
Bányai Zoltán
Dr. Beke János
Dr. Bercesy Tibor
Dr. Bukoveczky György
Dr. Czitán Gábor
Dr. Danyi József
Dr. Dudás Illés
Dr. Gáti József
Dr. Horváth Sándor
Dr. Illés Béla
Kármán Antal
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Orbán Ferenc
Dr. Pálincás István
Dr. Patkó Gyula
Dr. Péter László
Dr. Penninger Antal
Dr. Rittinger János
Dr. Szabó István
Dr. Szántó Jenő
Dr. Szűcs Edit
Dr. Tímár Imre
Dr. Tóth László

Cooperation in the editing:

Dr. Balogh András
Dr. Lukács János
Dr. Nagy Gyula
Dr. Török Imre

Dear Reader,

Three higher education institutions – the University of Miskolc, the Széchenyi István University in Győr, and the College of Kecskemét – together with the Bay Zoltán Non-profit Ltd. for Applied Researches won a new project within the New Széchenyi Development Plan in the Social Revival Operative Program (TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV) with the title “*Materials development for the vehicle industry: targeted fundamental research in the fields of formability, heat-treatment and weldability*”. The Institute for Materials Science and Materials Processing at the University of Miskolc (its former name: Department of Mechanical Technology) is the leader of the research consortium. The duration of the project is 24 months, the financial support amounts to 473 million HUF. The project started on 1st January 2013 and will be finished on 31st December 2014.

The main objective of the project is to perform integrated research activities in the fields of materials sciences and materials processing technologies utilizing the global worldwide tendencies, the cooperation of the consortium members, as well as foreign and domestic partner institutions.

The vehicle industry (particularly the automotive industry) is the leading strategic sector in the Hungarian economy with high added value: this is a knowledge-intensive industrial sector providing a significant part of the GDP. Weight reduction of the vehicles can be regarded as one of the most important development trends in the world automotive industry resulting in the elaboration of the so-called light weight design principles. Concerning the materials, the application of high strength steels, aluminium and other light metallic alloys, as well as the application of fibre reinforced plastic materials are the main possibilities to meet these requirements. Application of these new materials requires the application of new innovative methods in the fields of manufacturing technologies, thus leading to new technological process developments, too. Development of new materials and new innovative manufacturing processes, as well as their synergic developments are the main competencies of the partner institutions participating as the members of the consortium in this project. The industrial application of these new materials and new processes is also an important research target to increase the international competitiveness of the national automotive industry.

On the basis of the aforementioned tendencies and requirements, the main research activity in this project on the material side will be focused on the application of high strength steels, various light metals and alloys (with an increasing importance of aluminium and magnesium alloys) whilst concerning the technological processes the formability, heat-treatability and weldability of these advanced materials are of primary importance.

The research activity is going on in 5 Scientific Groups within 17 R&D research topics. In this issue of the GÉP journal, the results achieved till now within this project will be overviewed. As it was mentioned at the beginning of this foreword, this research work is performed in the framework of New Széchenyi Development Plan. The realization of the project is supported by European Union and co-financed by the European Social Fund.

Prof. Dr. Miklós Tisza

Managing Editor: Vesza József. Editor's address: 3534 Miskolc, Szervezet utca 67.
Postage-address: 3501. Pf. 55. Phone/fax: (+36-46) 379-530, (+36-30) 9-450-270 • e-mail: mail@gepujsag.hu

Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1027 Budapest, Fő u. 68.
Postage-address: 1371, Bp, Pf. 433
Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: a.gaby@gteportal.eu, Internet: www.gte.mtesz.hu
Responsible Publisher: Dr. Igaz Jenő Managing Director

<http://www.gepujsag.hu>
Printed by Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67.
Price per month: 1260 Ft.
Distribution in foreign countries by Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat H-1389
Budapest, Pf. 149. and Magyar Média H-1392 Budapest, Pf. 272.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

All articles are peer reviewed.

MEGA.PULS FOCUS

és "Az energia nem vész el..."



MEGA.gyors
MEGA.biztos
MEGA.egyszerű
MEGA.gazdaságos
MEGA.PULS FOCUS

REHM
Hegesztéstechnika

2766 Tápíószele, Jászberényi út 4.
Telefon: (53) 380 078; Fax: (53) 380 582
Web: www.rehm.hu E-mail: rehm@rehm.hu



HATÁROKAT FESZEGETVE

A technológiai előnyök alapján kifejlesztett TPS/i fogyóelektródás hegesztő berendezés kiszélesíti a lehetőségek határait. Az ember és gép közötti kommunikáció továbbfejlesztése az, amit beépítettünk a rendszerbe, azonban nem álltunk meg itt: megteremtettük felhasználóink számára a befektetés lehetőségét egy olyan intelligens rendszerbe, amely nyitott az új alkalmazásokra és folyamatosan fejleszhető. Mindez gyorsabb és pontosabb hegesztési lehetőséget jelent kevesebb fröcskölés és stabilabb ív mellett. Az intelligens hegesztés technológia forradalma még csak most kezdődik.

**»HEGESZTŐ RENDSZER MINDEN ESETRE.
KEVESEBB GOND, NAGYOBB TELJESÍTMÉNY.
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE.«**



Froweld Kft.
1239 Budapest,
Grassalkovich út 255.
Telefon +36 1 287 8477
Telefax +36 1 287 8476
info@froweld.hu
www.froweld.hu