

INNOVATÍV ALAKÍTÓ ELJÁRÁSOK – INKREMENTÁLIS LEMEZALAKÍTÁS

Dr. Tisza Miklós¹, Kovács Péter Zoltán², Lukács Zsolt³, Cserjésné Sutyák Ágnes⁴,
Dr. Gál Gaszton⁵, Dr. Kiss Antal⁶

1. BEVEZETÉS

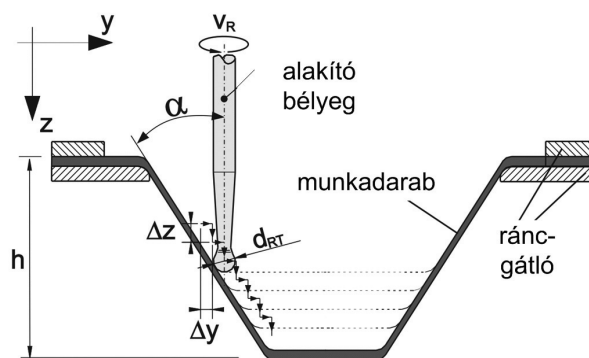
Az utóbbi években egyre erőteljesebb igény jelentkezik rugalmas, új innovatív alakító eljárások kidolgozására, egyre szélesebb körű alkalmazására. Az inkrementális alakítás egyike e követelményeket kielégítő új innovatív technológiáknak. A Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke a Ljubljani Egyetem Gyártástechnikai Intézetével közösen EUREKA program keretében pályázati támogatást nyert el Hatékony inkrementális lemezalakító eljárások kidolgozása címmel. A projektben mindkét országból egy-egy iparvállalat is részt vesz: Szlovéniából az EMO Orodjarna d.o.o., Magyarországról az Industar Kft. Ebben a cikkben röviden ismertetjük az inkrementális alakítás alapjait, majd beszámolunk a közös kutatások eddigi eredményeiről.

2. AZ INKREMENTÁLIS LEMEZALAKÍTÁS ELVI ALAPJAI

A hagyományos képlékenyalakító eljárások általában egyszerű, merev szerszámokat alkalmaznak: a munkadarab alakját rendszerint a munkadarab alakjának megfelelően kiképzett alakító bélyeggel és matricával határozzuk meg, alakítjuk ki. Azonban különösen olyan esetekben, amikor a szerszámok költségeinek csökkentése fontos szempont, a szerszám nélküli (matrica nélküli), rugalmas alakító eljárások alkalmazása különösen előnyös lehet. Az inkrementális lemezalakításnál rendszerint egy egyszerű gömbvégződésű alakító szerszámmal (bélyeggel), matrica nélkül, az alakító szerszámelem mozgásának térbeli vezérlésével, elemi alakítási lépések sorozatával, bonyolult, nagymértékű alakváltozást igénylő alkatrészek viszonylag egyszerűen, költséghatékonyan gyárthatók.

Az eljárás sematikus vázlatát szemlélteti az 1. ábra, a főbb geometriai és technológiai paramétereket is feltüntetve.

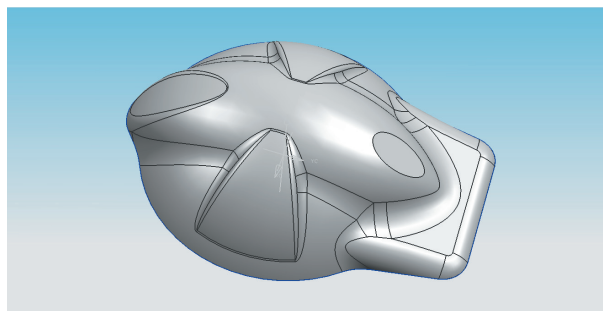
Az inkrementális lemezalakítás legfontosabb technológiai paramétereit a falszög (α) a lemezvastagság (t), a szerszám átmérő (d), a szerszám forgási sebesség (v_R), valamint a bélyeg y és z -tengely irányú elmozdulásai (Δy , illetve Δz) jelentik.



1. ábra. Egy pontos inkrementális alakítás elvi vázlata

3. AZ INKREMENTÁLIS ALAKÍTÁS FÉLÜZEMI-KÍSÉRLETI MEGVALÓSÍTÁSA

Az inkrementális alakítás elemzése érdekében különböző geometriai alakokon (csonka kúpon, csonka gúlán) tanulmányoztuk az alakítás fő technológiai paramétereit. Az így szerzett tudás birtokában egy prototípusként elkészítendő alkatrész kialakítását tűztük ki célul. A projektben egy általunk tervezett, bonyolult geometriájú, személyre szabott munkavédelmi sisak kialakítását valósítottuk meg. Ennek 3D-s modelljét a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. Munkavédelmi sisak 3D-s modellje

A kísérleti feltételeket a projekt ipari partnerénél rendelkezésre álló ipari körülmények határozták meg. Mivel értelemszerűen célorientált berendezéssel - ehhez a

¹ egyetemi tanár, tanszékvezető, e-mail: tisza.miklos@uni-miskolc.hu

² egyetemi adjunktus, e-mail: metkpz@uni-miskolc.hu

³ mérnök tanár, e-mail: lzolt@kugli.met.uni-miskolc.hu

⁴ tanszéki mérnök, e-mail: mechsagi@gold.uni-miskolc.hu

⁵ egyetemi adjunktus, e-mail: metgalga@uni-miskolc.hu

⁶ egyetemi adjunktus, e-mail: metkis@uni-miskolc.hu

¹⁻⁶ Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék, <http://www.met.uni-miskolc.hu>

világszerte a kutatás kezdeti stádiumában lévő eljárás-
hoz - nem rendelkezünk, az eljáráshoz általánosan alkal-
mazott CNC vezérlésű marógépre terveztük a vizsgálá-
tokat (3. ábra).



3. ábra. A vizsgálatok céljára kiválasztott
CNC vezérlésű megmunkáló központ

Az Industar Kft. gépparkjának figyelembevételével
egy HURCO VMX30 CNC megmunkáló központ, mint
gépi berendezés alkalmazása mellett döntöttünk. A be-
rendezés fényképe a 3. ábrán látható.

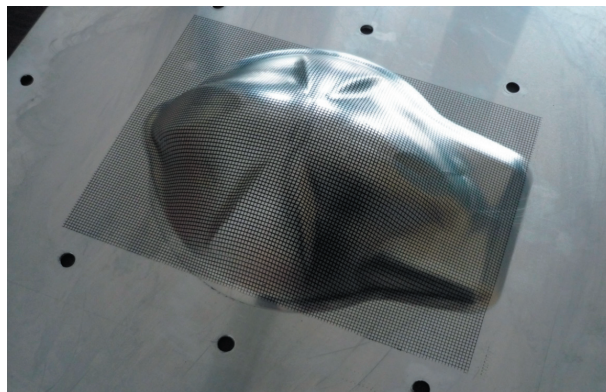
A kísérleti gyártás szerszámát egyrészt az alakító gép
adottságainak, másrészt a választott kísérleti munka-
darab geometriai kialakításának figyelembevételével
terveztük meg. Az elkészült szerszámot a HURCO
VMX30 megmunkáló központra felszerelt állapotban a
4. ábra mutatja.



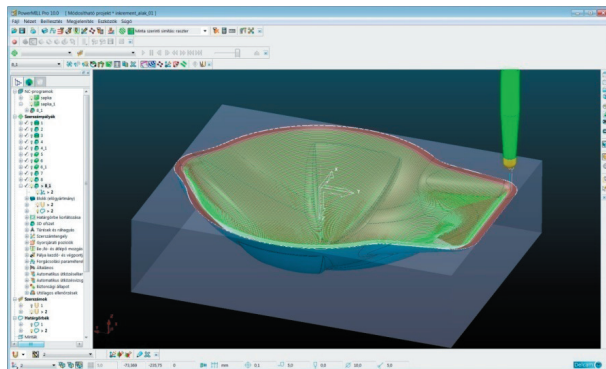
4. ábra. A kísérleti szerszám a szerszám a megmunkáló
központ befogó elemeivel

Az előkísérletekhez jól alakítható alumínium ötvöze-
tet választottunk. Ennek indoka, az alumínium jó alakít-
hatósága mellett elsősorban az Al-ötvözet viszonylag kis
alakítási szilárdsága, amelynek következtében az alakít-
ás erőszüksége sem túl nagy, így a precíziós meg-
munkálásokra alkalmazott CNC marógép orsóját nem
terheljük túl. Mindezek alapján az Al 1050-A alumí-
nium ötvözetet választottuk az előkísérletek anyagaként.
A lemezvastagság 1,5 mm. Az elkészült, inkrementális
alakítással alakított munkadarab az 5. ábrán látható.

Az inkrementális alakítással gyártott, bonyolult geo-
metriájú munkadarabokhoz, az alakító bélyeg mozgását
meghatározó CNC vezérlést a PowerMill programban
készítettük el. A program lehetőséget ad a CNC vezé-
rlőprogram virtuális kipróbálására is, amely a 6. ábrán
látható.



5. ábra. Inkrementális alakítással készített munkadarab



6. ábra. Munkavédelmi sisak pályavezérlése

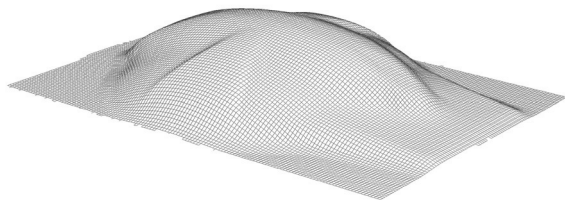
4. AZ INKREMENTÁLIS ALAKÍTÁS VIZSGÁLATA

A Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszé-
kén a Regionális Egyetemi Tudásközpont támogatásával
egy integrált lemezalakíthatósági vizsgáló rendszert
valósítottunk meg, amely egy elektro-hidraulikus, szá-
mítógép vezérlésű lemezvizsgáló gépet és egy automati-
zált optikai alakváltozás-mérő rendszert foglal magába.
A képmérés technikája lehetővé teszi, hogy bizonyos
pontok 3D-s koordinátáit a különböző nézetekből felvett

képekből egyértelműen meghatározzuk. Az AutoGrid mérőrendszer 4 CCD kamerát használ mobil mérőfejekkel. Az alakváltozásokat a munkadarab felületére felvitt 2×2 mm-es négyzetrácsos háló torzulásának mérésével határozhatjuk meg.

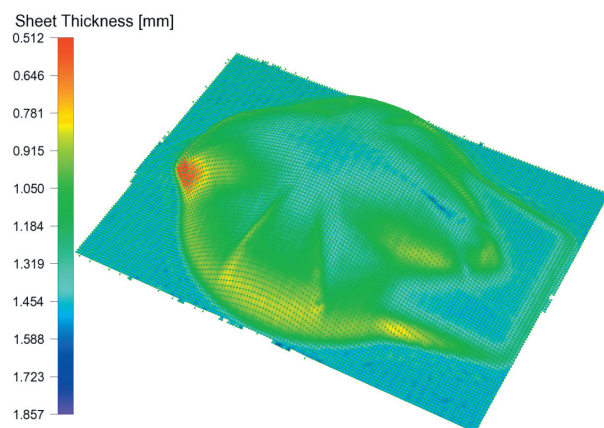
Az AutoGrid rendszerben a képek rögzítése kétféle módszerrel történhet: normál, illetve eljárás közbeni felvétellel. A normál felvételt alapvetően az alakítási eljárások utáni alakváltozási elemzésre használjuk. Az eljárás közbeni képrögzítési opció lehetővé teszi az alakítási folyamat közbeni alakváltozás mérését, kiértékelését is. Ezt a lehetőséget különösen az alakítási határgörbék meghatározásánál hasznosítjuk.

A képrögzítést követően, a képek automatikus kiértékelésével, az erre a célra kidolgozott szoftver segítségével meghatározhatjuk a rácspont koordináták 3D-s térbeli helyét, amelyből az alakváltozási értékek számíthatók. A képek rögzítésénél a 3D-s képet a 4 kamera képéből határozzuk meg. Az AutoGrid rendszerrel rögzített rácsháló 3D-s képét mutatja a (7. ábra.).

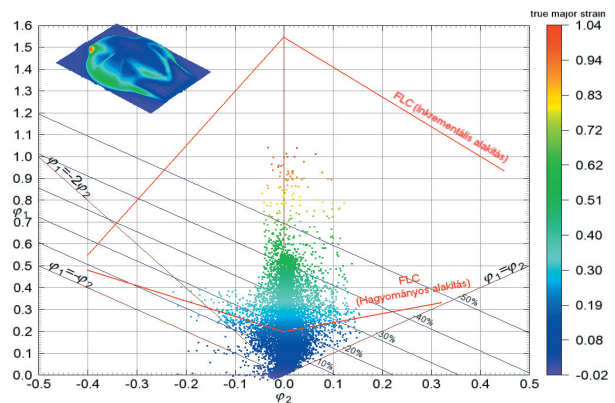


7. ábra. 3D-s háló

A mérés szoftveres elemzésével számos, az alakítási folyamat legfontosabb jellemzőit bemutató eredményt szolgáltatunk: főalakváltozások, falvastagság-eloszlás, nyúlások, stb. A falvastagság eloszlását mutatja a 8. ábra. Az inkrementális alakítással készült munkavédelmi sisak pontjaiban mért fő-alakváltozási értékeket a 8. ábra mutatja. A 9. ábrán látható alakítási határdiagramban feltüntettük a hagyományos és az inkrementális alakítás határgörbéjét is.



8. ábra. Falvastagság eloszlása inkrementális alakítással készített munkadarabon



9. ábra. Alakítási határ diagram

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az előadás egy magyar-szlovén EUREKA projekt keretében folyó inkrementális lemezalakító eljárások elemzésével foglalkozik. A bemutatott rövid ismertetésből is nyilvánvaló, hogy az inkrementális alakító eljárások számos előnnyel rendelkeznek. Az eljárás legfontosabb előnyeit röviden az alábbiakban összegezhetjük:

- Összetett, bonyolult alkatrészek gyorsan, egyszerűen gyárthatók közvetlenül az alkatrész CAD modelljéből előállított szerszám pálya vezérlő programmal.
- Az eljárás nem igényel különleges szerszámozást, sőt lényegéből fakadóan rendszerint csak egy viszonylag egyszerű, általánosan alkalmazható alakító bélyegre van szükség.
- Az előzőkből következően az eljárás kiválóan alkalmas gyors prototípus gyártásra és kissorozatú gyártásra egyaránt.
- Ugyancsak az eljárás lényegéből fakadóan a pillanatnyi képlékeny zóna kis kiterjedésű és növekményi természetéből következően az alakíthatóság jelentős növekedését eredményezi a hagyományos eljárásokhoz viszonyítva, ezáltal
 - egyrészt nehezen alakítható anyagok megmunkálására is alkalmas,
 - másrészt összetett geometriájú alkatrészek esetében az alakítás a hagyományos alakító eljárásokhoz viszonyítva kevesebb alakítási lépéssel megvalósítható.
- Nem igényel különleges megmunkáló gépet, az alakítás a legalább 3-tengelyes CNC vezérléssel rendelkező egyetemes megmunkáló gépeken is elvégezhető.
- A gyártandó alkatrész méretét lényegében csak a megmunkáló gép méretei korlátozzák.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az előadásban ismertetett inkrementális lemezalakító eljárások vizsgálatára az EUREKA_HU_08_ISMFP_ME (nyilvántartási száma: OMFB 220/2009) és a TÁMOP 4.2.1.B-10/2/KONV-2010 projekt közös finanszírozásában keretében került sor, amely támogatásért szerzők ezúton is köszönetüket fejezik ki.

7. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] LESZAK, E.: Apparatus and process for incremental dieless forming, US Patent, US 3342051A1, published 1967.09.19
- [2] JESWIET, J. et al: Asymmetric single point incremental forming of sheet metal, Annals of CIRP. v. 54. pages 623-650. 2005
- [3] BAMBACH, M., HIRT, G., JUNK, S.: Modelling and experimental evaluation of the incremental sheet CNC sheet metal forming, 7th Int. Conf. on Computational Plasticity, COMPLAS'2003, Barcelona, 7-10. April 2003.
- [4] HIRT, G.: Tools and Equipment used in Incremental Forming, 1st Incremental Forming Workshop, University of Saarbrücken, 9 June 2004. On CD-ROM.
- [5] MATSUBARA, S.: Incremental Backward Bulge Forming of a Sheet Metal with a Hemispherical Tool, Journal of the JSTP, v. 35, pp. 1311-1316, 1994.
- [6] AOYAMA, S., AMINO, H., LU, Y., MATSUBARA, S.: Apparatus for dieless forming plate materials, Europäisches Patent EP0970764, 2000.
- [7] TISZA, M., KOVÁCS, P. Z.: A complex measuring and evaluation system for determination of forming limit diagrams, Materials Science Forum Vol. 589 (2008) pp 233-238.
- [8] TISZA, M., KOVÁCS, P. Z.: Hatékony inkrementális alakító eljárások kidolgozása, Kutatási jelentés, Készült az EUREKA_HU_08 (OMFB 220/2009) projekt keretében, Miskolc, 2010. pp. 1-45.



WEINBERG '93
FŐVÁLLALKOZÁS

**2010-ben a tanulóképzés
kiemelkedő gazdálkodó szervezete**
(Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kereskedelmi és
Iparkamara kitüntetése)

2003-tól biztosít tanulóknak számára
gyakorlati szakképzést:

- **épületlakatos** szakterületeken
- **hegesztési** szakterületeken
- **gépész-, hegesztő-, építő- és
építész mérnökhallgatók**
nyári gyakorlati helyét biztosítjuk.

Eközben 2003 óta Magyarország egyik vezető
fővállalkozója és acélszerkezet gyártója.

www.weinberg93.hu

CONTENTS

1. Tisza M.:
60th year anniversary of the Department of Materials Processing Technologies. Short history of the department from 1950 to 20103
During its 60 year-old existence the Department directed remarkable energy to scientific research work as well as to creating and maintaining active industrial business relations. In this period the department employed more than 70 staff members (researchers and lecturers) and some 80 other employees.
2. Tisza M.:
Infrastructural and equipment background of education and research 7
The Department has modern informatics background available for staff members and students, suitable from simple office work to complex modelling. The research work connected to different groups at the departments is supported by modern and broad range of material testing, welding, heat treating and metal forming equipment.
3. Tisza M.; Török I.:
The fifty years of training Welding Engineers in Hungary 11
The postgraduate course for training welding engineers in Hungary started in February of 1961 at the predecessor of the University of Miskolc (the Technical University of Heavy Industry). In the establishing of this postgraduate course the founder of the department, Prof. Béla Zorkóczy gained considerable merits.
4. Lukács J.; Cserjésné Sutyák Á.; Gál I.; Koncsik Zs.; Koritárné Fótos R.; Marosné Berkes M.; Nagy Gy.; Szávai Sz.; Tóth L.:
Research activity of the Materials Testing Division of the Department of Materials Processing Technologies at the University of Miskolc between 2001 and 2010 years 17
This paper gives an overview about the research work and its main results carried out by the staff of the Materials Testing Division between 2001 and 2010. It is pointed out that in last ten years, the Division dealt with several new materials testing projects and at the same time they changed the emphasis of a few traditional testing methods.
5. Balogh A.; Béres L.; Juhász K.; Juhász D.; Komócsin M.; Meilinger Á.; Török I.:
Research activity of the Welding Research Division of the Department of Materials Processing Technologies at the University of Miskolc between 2001 and 2010 years 25
The Welding Research Division carries out its research and developing work with close cooperation with industrial partners. It is worth emphasizing the modelling of thermal and material transporting of welding, the application of pulse energy input in arc and pressure welding processes, the joint welding of high strength steels and the surface welding research topics.
6. Balogh A.; Béres L.:
New results in the field of welding heterogeneous joints of creep resistant steels29
In the research project looking back on some 25 years history, the authors firstly dealt with the welding behaviour of the traditional, low alloy creep resistant steels. In the last ten years in cooperation with international partners researches were focused on the welding and prognostication the service behaviour of newly developed high alloyed creep resistant steels.
7. Juhász D.; Balogh A.:
Technological responses to challenges of welding new structural materials33
Welding of high strength steel sheets newly applied in automobile industry can not be economically carried out with traditional procedures. The quality and reliability demands require advanced welding methods, among them the welding with controlled heat input should be mentioned.
8. Juhász K.; Juhász D.; Török I.:
Modelling of heat affected zone in spot welded joints36
Continuously developed SYSWELD code taken on lease by the Department of Materials Processing Technologies can be well applied for modelling the heat processes of welding. Authors show the possibilities of the code through an example of the heat affected zone of a spot welded joint.
9. Kocsisné Baán M.; Frigyk G.; Kovács F.; Szabó E.:
Research activity of the Heat Treating Division of the Department of Materials Processing Technologies at the University of Miskolc between 2001 and 2010 years38
In the time interval between 2001 and 2010 the Heat Treating Division continued the research and development of thermochemical treating (among them nitriding and boriding) which has been successfully studied in many decades. With the generation change in the staff of the research group new investigation fields (such as laser surface engineering) came to front.
10. Kocsisné Baán M.; Rowshan Reza.:
Research on laser surfacing at the Department of Materials Processing Technologies..... 42
Cooperation with some Hungarian research institutes (e.g.: BAY and ATI) several research projects analysing the industrial application possibilities of the laser were carried out at the Department of Materials Processing Technologies. For better understanding the complex processes beyond experiments the modelling possibilities of SYSWELD code were also applied.
11. Bíró A.; Szabó E.; Tisza M.:
Carbonitriding of case hardenable steels 46
Authors aimed at to decrease the technological time of gas nitriding. According to the experiments performed at the Department, it can be stated that the adsorption of nitrogen atoms can be accelerated with charging carbon dioxide gas. Further advantage of this procedure that in case of case hardening steels the surface properties of carbonitrided layer are usually better than the same of nitride ones.
12. Tisza M.; Gál G.; Kiss A.; Kovács P. Z.; Lukács Zs.; Sárvári J.:
Research activity of the Metal Forming Division of the Department of Materials Processing Technologies at the University of Miskolc between 2001 and 2010 years 50
In the past ten years the Metal Forming Division dealt first of all with metal forming basic researches and manufacturing processes producing sheet metal parts for engineering industry. Among the research subjects the investigation of innovative metal forming processes as well as the extensive use of possibilities of modelling and simulation should be emphasized.
13. Tisza M.; Kovács P. Z.; Lukács Zs.; Cserjésné Sutyák Á.; Gál G.; Kiss A.:
Innovative forming processes – Incremental sheet metal forming55
Together with the University of Ljubljana and also including Hungarian and Slovenian companies the Department of Materials Processing Technologies carried out research work in the field of incremental sheet metal forming. Paper briefly describes the basic characteristics of incremental sheet metal forming and presents the results of this joint research work

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. Beresey 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. Kulcsár Béla
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. Tímár Imre
Dr. Tóth László
Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Cooperation in the editing:
Dr. Balogh András
Dr. Török Imre

DEAR READER,


It can be regarded as a progressive tradition in the history of the Department of Materials Processing Technologies at the University of Miskolc that on the occasion of a round year anniversary lecturers and researchers of the Department give an account on the education and research activities carried out in the previous period. In 1991 in the spirit of this principle, we organised a Scientific Seminar closing the time interval between 1986 and 1990, then continuing the celebrations, a Jubilee Scientific Meeting was held in honour of the founder of the department Prof. Béla Zorkóczy, when the results of the term from 1991 to 1995 were also reviewed.

In the year of 2000 the 50th anniversary of the foundation of the Department provided a special occasion to overview the 1995-2000 five-year period by organising a Scientific Meeting. It is well known, that at the Technical University of Heavy Industry (the predecessor of the University of Miskolc, founded in 1949) in 1950 among the first ones the Department of Mechanical Technology was established at the Faculty of Mechanical Engineering. The Department has been considered continuously as a decisive organisation unit for training of mechanical engineers. The fiftieth anniversary of the foundation of the Department was jointly commemorated with the previously mentioned five year research cycle, so the regular research seminar also joined to the organisation of the Jubilee Scientific Meeting remembering the Department foundation.

In 2010 the Department got to a double jubilees: on the one hand the 60th year anniversary of its foundation and on the other hand the 50th year anniversary of the foundation of postgraduate welding engineer training. For worthy celebration of these events a scientific seminar was also organised where after a short historical review and beside the comprehensive survey of the scientific activity of the department, the activities connected to the training of post-graduate welding engineers were also presented

This special number of the journal GÉP has been compiled from the lectures presented during this double Jubilee Meeting. Compiling this special issue, besides the presentation the short history of the Department it was also aimed at demonstrating the educational and research activities, the most important scientific results achieved during the past five years, the infrastructural and equipment background of researches as well as our national and international relations in scientific cooperation.

In addition to these survey papers some further publications on the research activities of each research field are also included without the aim of completeness, which of course are able to show only a small fragment of the diversified research activity of the department staff.


Prof. Miklós Tisza
Head of Department

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 Publishere: 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

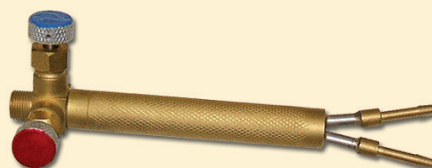


1971-2011

- ✓ gáz- és ívhegesztő eszközök HBSZ szerinti időszakos biztonságtechnikai felülvizsgálata

Akkreditáció sz.: NAT-1-1290/2007

- ✓ gázhegesztés (Varga), lángvágás (Toldi) és rokoneljárásaival kapcsolatos eszközök gyártása, javítása



- ✓ egyedi és hálózati biztonsági szerelvények fogalmazása



- ✓ hegesztő műhelyek, munkahelyek kialakítása, berendezése

- ✓ központi gázellátás,

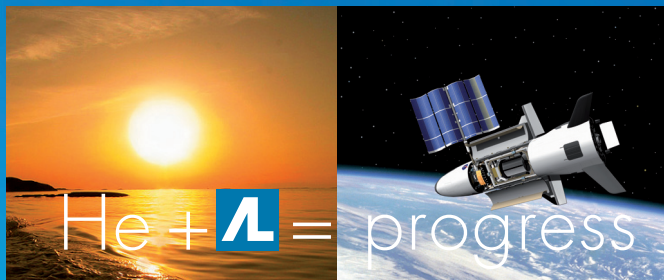
AUTOMED Autogéntechnikai Kft.

H-2120 Dunakeszi, Alagi-major
Tel./fax: 27/342-091; 27/540-375

Honlap: www.automed.hu

AUTOMED Autogéntechnikai Kft.

BECAUSE OUR LIFE KEEPS CHANGING, EVOLVING...



LEADERSHIP IN ACTION

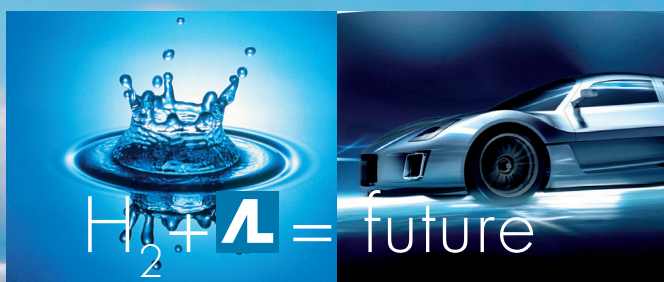
Close to its customers, Air Liquide demonstrates an outstanding mastery of its business, constantly reinventing it to move markets forward and enable progress.



THE LONG-TERM PARTNERSHIP

Dynamic growth and steady performance underlie Air Liquide's development:

- Customers are guaranteed sustained commitment.
- Shareholders are offered long-term value creation.
- Employees are engaged in a process of career opportunities and professional development over the long term.



THE TECHNOLOGICAL POWERHOUSE

With a deep knowledge of its customers' businesses and the ability to combine products and technologies, Air Liquide develops high value-added applications and services for customers and for society.



THE STRENGTH OF DIVERSITY

The exceptional diversity of its customers, businesses and teams coupled with its broad international scope guarantee Air Liquide's reliable and sustainable development and allow it to constantly explore new markets, push back its own limits and build its future...

AIR LIQUIDE IS ENTERING A NEW ERA

AIR LIQUIDE, THE WORLD LEADER IN GASES FOR INDUSTRY, HEALTH AND THE ENVIRONMENT

Air Liquide Hungary Kft.
1013 Budapest, Krisztina krt. 39/b.
www.airliquide.hu

