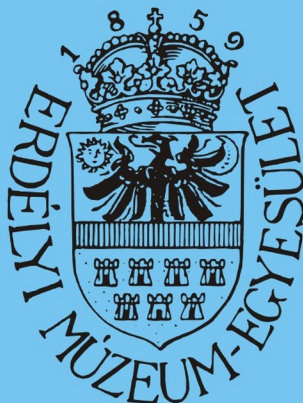


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK



***FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA***

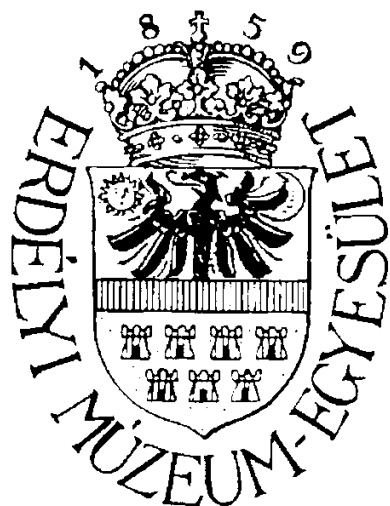
IX.



Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa

Kolozsvár, 2004

IX. FMTÜ
NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS
KONFERENCIA
INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE



Kolozsvár
2004 március 26-27

Tudományos Bizottság

Elnök:

Dr. Gyenge Csaba

Dr. Alpek Ferenc

Dr. Anna Béla

Dr. Bitay Enikő

Dr. Branko Katalin

Dr. Csibi Vencel

Dr. Csizmadia Béla

Dr. Danyi József

Dr. Dávid László

Dr. Dudás Illés

Dr. Delesega Gyula

Dr. Gribovszki László

Dr. Hollanda Dénes

Dr. Kecskés Mihály

Dr. Kerekes László

Dr. Kodácsi János

Dr. Kolláth Lajos

Dr. Kovács Magda

Dr. Mester Gyula

Dr. Molnár Károly

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Oplatka Gábor

Dr. Pálfalvi Attila

Dr. Réger Mihály

Dr. Réti Tamás

Dr. Roósz András

Dr. Selinger Sándor

Dr. Tisza Miklós

Dr. Turchany Guy

ISBN 973-8231-33-7

Minden jog, a kiadvány kivonatos utánnyomására, kivonatos vagy teljes fotomechanikai másolására (fotokópia, mikrokópia) és fordítására fenntartva.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, or transmitted, in any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Kiadó:

Erdélyi Múzeum-Egyesület

Felelős kiadó:

Sipos Gábor

Szerkesztő:

Bitay Enikő

Műszaki szerkesztő:

Talpas János

Készült 200 példányban, 2004. március 26.

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Gyenge Csaba ELŐSZÓ	XV
1. Dr. Szabó Ottó FEJLŐDÉSI TRENDEK A MIKROMÉTER- ÉS A NANOMÉTER PONTOS- SÁGÚ GYÁRTÁSBAN.....	XVII
2. Suplicz Sándor A HUMÁN ERŐFORRÁSOK IRÁNTI IPARI IGÉNYEK VÁLTOZÁSA	XXIX
3. Dr. Dudás Illés, Felhő Csaba, Szentesi Attila, Tóth Gábor (FMTÜ-2003) KÉTKAMERÁS TÉRBELI MÉRÉSTECHNIKA	1
4. László Zoltán (FMTÜ-2003) KERÁMIA TÜKRÖSÍTÉSE ELID KÖSZÖRÜLŐ ELJÁRÁSSAL.....	9
5. Baki-Hari Zoltán-Gábor GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁSI TECHNOLOGIÁK KIVÁLASZTÁSA A KÖLTSÉGEK FÜGGVÉNYÉBEN.....	13
6. Kovács Ádám A LÉGCSILLAPÍTÁS HATÁSA MIKROKAPCSOLÓ KAPCSOLÁSI IDEJÉRE.....	17
7. Szakál Zoltán, Zsoldos Ibolya GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁS ALKALMAZÁSA A HUMÁNGYÓGYÁ- SZATBAN.....	21
8. Szabó Ottó, Gurzó József ION-EGYKRISTÁLYOK MEGMUNKÁLÁSI FOLYAMATÁNAK MOLE- KULÁRIS DINAMIKAI SZIMULÁCIÓJÁHOZ AZ IONSZÁM MEGHATÁ- ROZÁSA.....	25
9. Fábíán Margit, Dr. Sváb Erzsébet, Mészáros György, Kőszegi László, Veress Erzsébet BOROSZILIKÁT ÜVEGEK NEUTRONDIFFRAKCIÓS VIZSGÁLATA ÉS SZERKEZETI MODELLEZÉSE.....	29
10. Schrempf Norbert SZÉLSEBESSÉGMÉRŐK KALIBRÁLÁSÁRA ALKALMAS SZÉLCSATORNA LÉTESÍTÉSE.....	33

11. Détári Anikó	
AZ ÖNTÖDEI FORMÁZÓANYAGOK REGENERÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI.....	37
12. Keresztes Róbert, Dr. Kalácska Gábor, Margaret Kalácska	
A TERMÉSZET ÉS A TUDOMÁNY NÉHÁNY KOMPOZITJÁNAK TRIBOLÓ- GIAI ÖSSZEHAISONLÍTÁSA.....	41
13. Simcsák Attila	
REPEDÉSEK KIALAKULÁSÁNAK OKAI NYOMÁSOS ÖNTÉSNÉL.....	45
14. Fábián Enikő Réka	
AZ S235JR MINŐSÉGŰ MELEGEN HENGERELT ACÉLLEMEZ HIDROGÉN- ÁTBOCSÁTÓ-KÉPESSÉGE ÉS SZÖVETSZERKEZETE.....	49
15. Tóth János	
ERŐSEN ÖTVÖZÖTT MINŐSÉGŰ ACÉLSZALAGOK MELEGHENGERLÉSE.....	53
16. Ottucsák György	
A MÁSNAPI PIAC MODELLEZÉSE A MAGYAR ENERGIAPIACON.....	57
17. Kiss János, Dr. Géczi Gábor	
MIKROHULLÁMÚ ELJÁRÁSOK BEVEZETÉSÉNEK LEHETŐSÉGE A SÖR- GYÁRTÁSBAN.....	61
18. Bauer Péter	
KÉT - DIMENZIÓS PANEL MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA SZÁRNYPROFILOK AERODINAMIKAI SZÁMÍTÁSAIBAN.....	65
19. Bakos Levente, Konzulens: Dr. Gyenge Csaba	
GYÁRTÓRENDSZEREK MODELLEZÉSE EGYES BIOLÓGIAI ANALÓGIÁK SEGÍTSÉGÉVEL.....	69
20. Kovács Péter Tamás	
IDŐVEZÉRELT RENDSZEREK UML ALAPÚ TERVEZÉSE.....	73
21. Véha Antal, Gyimes Ernő	
ÉTKEZÉSI (ŐSZI) BÚZÁK AGROFIZIKAI JELLEMZŐINEK KAPCSOLATA A SZEMKEMÉNYSÉGGEL.....	77
22. Véha Antal, Gyimes Ernő	
KENYÉRGABONA SZEMKEMÉNYSÉGÉNEK APRÍTÁS-ENERGETIKAI MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ MEGHATÁROZÁSA, AZ ÖSSZEHAISONLÍTÁS TAPASZTALATAI.....	81
23. Csukat Gabriella, Rácz Ilona	
PET HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA ÚJRAFELDOLGOZÁSSAL.....	85

24. Dr. Kelemen Zsolt, Pető Vilmos	
IPARI FELHASZNÁLÁSÚ KENDERTERMESZTÉS GÉPESÍTÉSI TECHNO- LÓGIÁJÁT MEGALAPOZÓ VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK.....	89
25. Dr. Kovács Imre	
MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ MEZŐGAZDASÁGI ERŐGÉPEK MŰSZAKI- ÖKONÓMIAI VIZSGÁLATÁHOZ.....	93
26. Kovácsné L. Mariann	
MIKROHULLÁMMAL KEZELT TEJ MIKROBASZÁM VIZSGÁLATA.....	97
27. Domokos Péter, Majzik István, Varró Dániel	
MEGBÍZHATÓSÁGI MODELLEK AUTOMATIKUS GENERÁLÁSA GRÁF- TRANSZFORMÁCIÓVAL.....	101
28. Gönczy László	
WEB SERVICE RENDSZEREK.....	105
29. Mezei Sándor, ifj. Mezei Sándor	
AZ ALKATRÉSZEK CSOPORTOSÍTÁSA "MATRJ3ROUP" PROGRAM SE- GÍTSÉGÉVEL.....	109
30. Dr. Bányai Károly, Felhő Csaba, Prof.Dr.Dr.h.c. Dudás Illés	
SPIROID HAJTÁSOK GEOMETRIAI MÉRLETEZÉSE ÉS VÉGESELEMES ANALÍZISE.....	112
31. Kósa János	
SZUPRAVEZETŐ MINTÁK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS EZEN ANYAGOK ALKAL- MAZÁSI LEHETŐSÉGEI.....	119
32. Szántai Mihály, Dr. Boór Ferenc, Dr. Mikó Balázs	
INNOMET TESZTVER FEJLESZTÉSE.....	125
33. Tatár Levente, Fekete Tamás	
AUTOMATIKUS PARAMÉTERVIZSGÁLATI ELJÁRÁS SZAKÍTÓKÍSÉRLE- TEK VÉGESELEMES SZIMULÁCIÓVAL SEGÍTT KIÉRTÉKELÉSÉHEZ.....	129
34. Mayer Melinda, Bakos Piroska, Varga Róbert	
A BIOLÓGIAILAG LEBOMLÓ CSOMAGOLÓANYAGOK FOGYASZTÓI MEGÍTÉLÉSE.....	133
55. Korzenszky Péter, Madár Viktor, Judák Endre, Szüle Zsolt	
MÉRŐRENDSZER MOTOROK ÁLTAL HAJTOTT FORGÓGÉPEK DINAMI- KUS TERHELÉSÉNEK ANALÍZISÉHEZ.....	137
36. Dr. Bányai Károly, Szabó Péter, Szentesi Attila	
ÍVELT PROFILÚ CSIGA MÉRÉSE 3D GÉPEN.....	141
37. László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós	
3D MODELLEZÉS LEHETŐSÉGEI.....	147

38. Köves Tibor, Tóth László	
MÉRNÖKI MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGA ÖSSZETETT GEOMETRIÁJÚ SZERKEZETEK KOMPLEX TERHELÉSE ESETÉN.....	151
39. Kovács Tünde, Dr. Dévényi László	
GOLYÓ/SÍK ÉRINTKEZÉS ELVÉN ALAPULÓ LOKÁLIS KOPÁSVIZSGÁLATI ELJÁRÁS ALKALMAZÁSI FELTÉTELEINEK ELEMZÉSE.....	155
40. Miklósi Péter	
FOLYADÉKKRISTÁLYOS KÉPMEGJELENÍTŐK AZ ELEKTRONIKAI HULLADÉKBAN.....	163
41. Csorba Kristóf, Tódor Balázs	
SPECIÁLIS ÚTKERESŐ ALGORITMUSOK ÉS ALKALMAZÁSAIK MODERN JÁTÉKPROGRAMOKBAN.....	167
42. Görög Levente, Máthé Zsolt, Komáromi Lóránd, Szilágyi Sándor Miklós	
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA LABIRINTUSA.....	171
43. Görög Levente, Komáromi Lóránd, Máthé Zsolt, Szilágyi Sándor Miklós	
AZ ÓRÜLT LABIRINTUS.....	175
44. Tarnay Botond	
ÖNTVÉNY JELÖLÉS GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI FELHASZNÁLÁSA.....	179
45. Fülöp György, Dr. Kodácsy János, Dr. Sebestyén Imre, Dr. Horváth Mátyás	
A FELÜLETHENGERLÉSKOR ALKALMAZOTT MÁGNESES TÉR MÉRÉSE ÉS MODELLEZÉSE.....	183
46. Veres Zsolt, Roósz András	
EGYKRISTÁLY ELŐÁLLÍTÁSA HEUSLER-ÖTVÖZETBŐL.....	187
47. Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés, Tóth Gábor	
ÍVELT PROFILÚ CSIGA GEOMETRIAI MÉRETEZÉSE ÉS VÉGESELEM ANALÍZISE.....	191
48. Póliska Csaba, Gácsi Zoltán, Barkóczy Péter	
DENDRITES STRUKTÚRÁK KOMPLEX MORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE.....	198
49. Popa-Müller Izolda	
FOGASKERÉK ÉS FOGASLÉC VISZONYLAGOS ALÁMETSZÉSÉNEK SZÁMÍTÓGÉPES TERVEZÉSE.....	203
50. Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József	
HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ ÖSSZESZERELŐ RENDSZERNÉL TERMÉKENKÉNT A FELHASZNÁLÓK OPTIMÁLIS HOZZÁRENDELÉSE A SZERE-LŐÜZEMEKHEZ.....	207

51. Nagyné Gyüker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ ÖSSZESZERELŐ RENDSZEREK BESZÁLLÍTÓI MEGVÁLASZTÁSÁNAK ÉS A BESZÁLLÍTÁSI ÜTEMEKNEK AZ OPTIMÁLÁSA.....	211
52. Bagyinszki Gyula, Réti Tamás, Felde Imre 3-DIMENZIÓS MIKROSZERKEZET TOPOLOGIAI JELLEMZÉSE CELLA-MODELL ALKALMAZÁSÁVAL.....	215
53. Tomka Ildikó REJTJELEZÉS.....	225
54. Bakos Piroska, Czukor Bálint, Vásárhelyiné Perédi Katalin, Fehér József, Földi Gabriella, Varga Róbert, Halasi Tibor MEREV FALÚ BIOLÓGIAI ÚTON LEBOMLÓ CSOMAGOLÓANYAGOK FEJLESZTÉSE ÉLELMISZERIPARI CÉLOKRA.....	229
55. Dr. Végvári Ferenc NÉGYZETES LYUKASZTÁS ÉS KIVÁGÁS POLIURETÁN PÁRNÁVAL.....	233
56. Juhász József IRODA- ÉS OBJEKTUMBÚTOROZÁSI PROJEKTEK TÁMOGATÁSA.....	237
57. Hevesi Zsolt A CODEX PROGRAMOZÁSI FOLYÓIRAT ONLINE SZERKESZTŐSÉGI RENDSZERE.....	241
58. Dudás Illés, Berce Petru, Gyenge Csaba, Varga Gyula EGYÜTTMŰKÖDÉS A KOLOZSVÁRI ÉS A MISKOLCI EGYETEMEK KÖZÖTT A GYORS PROTOTÍPIZÁLÁS TERÜLETÉN.....	245
59. Pintér Péter, Tóvári Péter BIOLÓGIAI ALAPÚ AGROFÓLIÁK ÉS CSOMAGOLÓANYAGOK KIFEJLESZTÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSA.....	251
60. Varga András, Varga Zsolt, Gyenge Zoltán, Konzulens: Dr. Gyenge Csaba A KOLOZSVÁRI GÉPKOCSI BONTÓ CÉGEK TEVÉKENYSÉGÉNEK FELMÉRÉSE.....	255
61. Fűzi Beatrix A GONDOLKODÁSI KÉPESSÉG FEJLESZTÉSE VIZUÁLIS MÓDSZEREKKEL...263	263
62. Kovács Péter Zoltán, Ph.D. hallgató SZÁMÍTÓGÉPPEL SEGÍTETT ALAKÍTÁSTECHNOLÓGIA TERVEZÉS CSŐÍVEKNÉL.....	267
63. Polák Helga VÍZSUGÁR ALKALMAZÁSA TISZTÍTÁSHOZ.....	271

64. Bitay Enikő, Roósz András	
LÉZERES FELÜLETÁTOLVASZTÁS FOLYAMATÁNAK ELEMZÉSE.....	275
65. Kuzsella László, Kovács Tünde	
HYPEREUTEKTIKUS AL-SI-NI ÖTVÖZET KOPÁSÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA AZ ALAKÍTÁS MÉRTÉKÉNEK FÜGGVÉNYÉBEN ÉS ÖSSZEHA-SONLÍTÁSA ALUMÍNIUM ÉS ACÉL PRÓBATESTTEKKEL.....	287
66. Nagy József	
A FÜGGŐLEGES SÍKÚ CSUKLÓKAROS ROBOTOK MODELLEZÉSE A ROBOT MERIDIÁNSÍKJÁN.....	291
67. Dr. Réger Mihály, Dr. Verő Balázs, Dr. Csepeli Zsolt, Szélig Árpád	
TERMÉKTULAJDONSÁGOK BECSLÉSI LEHETŐSÉGEI AZ ÖNTÉSI TECHNOLÓGIA ALAPJÁN.....	295
68. Lukács Zsolt, Dr. Gál Gaszton	
ELŐGYÁRTMÁNY KÜLÖNFÉLE HIBÁINAK HATÁSA A HÁTRAFOLYATOTT TERMÉK MINŐSÉGÉRE.....	299
69. Darabont-Horváth István	
INTELLIGENS AKADÁLYKERÜLŐ ROBOT.....	303
70. Szilágyi Árpád	
HENGERES FOGASKEREKEK C.N.C. KÖSZÖRÜLÉSE.....	307
SZERZŐK JEGYZÉKE.....	311

CONTENTS

Dr. Gyenge Csaba, Dr. Branko Katalinic PREFACE	XV
1. Dr. Szabó Ottó TRENDS OF PROGRESS IN MICRO- AND NANOMETER PRECISION PRODUCTION.....	XVII
2. Suplicz Sándor CHANGING NEEDS FOR HUMAN RESOURCES IN INDUSTRY.....	XXIX
3. Dr. Dudás Illés, Felhő Csaba, Szentesi Attila, Tóth Gábor (FMTÜ-2003) 3 DIMENSIONAL MEASUREMENT TECHNIQUES WITH 2 CCD CAMERAS.....	1
4. László Zoltán (FMTÜ-2003) CERAMIC POLISHING WITH ELID GRINDING.....	9
5. Baki-Hari Zoltán-Gábor THE SELECTION OF THE RAPID PROTOTYPING TECHNOLOGIES IN ACCORDANCE WITH THE COSTS.....	13
6. Kovács Ádám INFLUENCE OF AIR AMORTIZATION ON THE CONNECTION TIME OF MICRO-SWITCHES.....	17
7. Szakál Zoltán, Zsoldos Ibolya APPLYING RAPID PROTOTYPING IN HUMANE MEDICINE.....	21
8. Szabó Ottó, Gurzó József ION-NUMBER CALCULATION FOR MOLECULAR DYNAMICAL SIMULATION AT CUTTING-PROCESS OF ION-CRYSTALS.....	25
9. Fábián Margit, Dr. Sváb Erzsébet, Mészáros György, Kőszegi László, Veress Erzsébet NEUTRON DIFFRACTION STUDY AND MODELLING OF BOROSILICATE GLASSES.....	29

10. Schrempf Norbert	
WIND TUNEL CONSTRUCTION TO CALIBRAT ANEMOMETERS.....	33
11. Détári Anikó	
POSSIBLE OF REGENERATION OF MOULDING SAND.....	37
12. Keresztes Róbert, Dr. Kalácska Gábor, Margaret Kalácska	
TRIBOLOGICAL COMPARISON OF A NATURAL AND SOME ARTIFICIAL COMPOSITES MATERIALS.....	41
13. Simcsák Attila	
REASONS OF CRACK-FORMATION IN PRESSURE DIE CASTING TECHNOLOGY.....	45
14. Fábián Enikő Réka	
THE HYDROGEN PERMEABILITY AND THE MICROSTRUCTURE OF THE S235JR GRAD STEEL.....	49
15. Tóth János	
HOT ROLLING OF HIGH ALLOY GRADE STEEL STRIPS.....	53
16. Ottucsák György	
MODELING OF DAY-AHEAD MARKET ON THE HUNGARIAN ELECTRICITY MARKET.....	57
17. Kiss János, Dr. Géczi Gábor	
MICROWAVE PROCESSING IN THE BREWERY TECHNIQUE.....	61
18. Bauer Péter	
ESTIMATING AIRFOIL PERFORMANCE WITH TWO-DIMENSIONAL PANEL METHODS.....	65
19. Bakos Levente, Konzulens: Dr. Gyenge Csaba	
MANUFACTURING SYSTEMS MODELLING USING SOME BIOLOGICAL ANALOGIES.....	69
20. Kovács Péter Tamás	
UML BASED DESIGN OF TIME TRIGGERED SYSTEMS.....	73
21. Véha Antal, Gyimes Ernő	
RELATIONSHIP AMONG AGROPHYSICAL FEATURURES AND KERNEL HARDNESS OF WINTER WHEAT VARIETIES.....	77
22. Véha Antal, Gyimes Ernő	
DETERMINATION OF THE BREAD-WHEAT KERNEL HARDNESS THROUGHT THE GRINDING-ENERGETICAL METHODS AND EXPERIMENTS OF THE COMPARISON.....	81
23. Csukat Gabriella, Rácz Ilona	
PET RECYCLING BY REPROCESSING.....	85

38. Köves Tibor, Tóth László	
APPLICABILITY OF ENGINEERING METHODS IN CASE OF COMPLEX LOADING OF STRUCTURES WITH COMPLEX GEOMETRY.....	151
39. Kovács Tünde, Dr. Dévényi László	
THE ANALYSIS OF THE APPLICATION CONDITIONS IN LOCAL WEAR- TESTING PHENOMENON BASED ON THE THEORY OF BALL-PLANE IMPACT.....	155
40. Miklósi Péter	
LIQUID CRYSTAL DISPLAYS IN THE ELECTRONIC WASTE.....	163
41. Csorba Kristóf, Tódor Balázs	
SPECIAL ALGORITHMS FOR PATH FINDING AND THEIR APPLICATION IN COMPUTER GAMES.....	167
42. Görög Levente, Máthé Zsolt, Komáromi Lóránd, Szilágyi Sándor Miklós	
THE LABYRINTH OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	171
43. Görög Levente, Komáromi Lóránd, Máthé Zsolt, Szilágyi Sándor Miklós	
THE CRAZY LABYRINTH.....	175
44. Tarnay Botond	
USING CASTING IDENTIFICATION IN THE PRODUCTION CHAIN.....	179
45. Fülöp György, Dr. Kodácsy János, Dr. Sebestyén Imre, Dr. Horváth Mátyás	
SIMULATION AND MEASUREMENT OF MAGNETIC FIELDS IN ROLLING PROCESSES.....	183
46. Veres Zsolt, Roósz András	
MAKING OF SINGLECRYSTAL FROM HEUSLER ALLOY.....	187
47. Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés, Tóth Gábor	
GEOMETRICAL DIMENSIONING AND FINITE ELEMENT ANALYSES OF WORM GEARS HAVING ARCH PROFILE.....	191
48. Póliska Csaba, Gácsi Zoltán, Barkóczy Péter	
COMPLEX MORPHOLOGICAL CHARACTERISATION OF DENDRITIC STRUCTURES.....	198
49. Popa-Müller Izolda	
COMPUTERIZED DESIGN OF CYLINDRICAL GEAR AND RACK'S RELATIVE INTERFERENCE.....	203
50. Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József	
OPTIMAL ASSIGNMENT OF ASSEMBLY PLANTS TO END USERS WITHIN THE FRAMEWORK OF PRODUCTS IN A COOPERATIVE ASSEMBLY SYSTEM.....	207

24. Dr. Kelemen Zsolt, Pető Vilmos MACHINERY TECHNOLOGY OF THE INDUSTRIAL USED HEMP CULTIVATION BASED ON TEST RESULTS.....	89
25. Dr. Kovács Imre GUIDELINES FOR ENGINEERING - ECONOMIC INSPECTIONS OF FARM MACHINES.....	93
26. Kovácsné L. Mariann MICROBE - NUMBER TEST OF MICROWAVE TREATED MILK.....	97
27. Domokos Péter, Majzik István, Varró Dániel THE AUTOMATIC GENERATION OF DEPENDABILITY MODELS USING GRAPH TRANSFORMATION.....	101
28. Gönczy László WEB SERVICE SYSTEMS.....	105
29. Mezei Sándor, ifj. Mezei Sándor PARTS GROUPING BY MEANS OF "MATRJ3ROUP" SOFTWARE.....	109
30. Dr. Bányai Károly, Felhő Csaba, Prof.Dr.Dr.h.c. Dudás Illés GEOMETRICAL DEVELOPMENT AND FINITE ELEMENT ANALYSIS OF SPIROID DRIVINGS.....	112
31. Kósa János PRODUCTION OF SAMPLES OF HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS AND PRACTICABLE APPLICATIONS OF THESE MATERIALS.....	119
32. Szántai Mihály, Dr. Boór Ferenc, Dr. Mikó Balázs INNOMET TESTVER DEVELOPMENT.....	125
33. Tatár Levente, Fekete Tamás AUTOMATIC PARAMETRIC STUDY FOR FEM AIDED EVALUATION OF TENSILE TESTS.....	129
34. Mayer Melinda, Bakos Piroska, Varga Róbert CONSUMER JUDGEMENT OF THE BIODEGRADABLE PACKAGING MATERIALS.....	133
35. Korzenszky Péter, Madár Viktor, Judák Endre, Szüle Zsolt MEASURING SYSTEM FOR DYNAMIC STRESS ANALYZING OF ENGINE DRIVEN ROTATIONAL MACHINES.....	137
36. Dr. Bányai Károly, Szabó Péter, Szentesi Áttila MEASUREMENT OF WORM HAVING ARCHED PROFILE BY 3D MACHINE....	141
37. László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós POSSIBILITIES OF 3D MODELLING.....	147

51. Nagyné Gyöker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József OPTIMISATION OF SCHEDULE OF TRANSPORT AND SELECTION OF PURCHASERS OF ASSEMBLY SYSTEMS OPERATING IN NETWORKS.....	211
52. Bagyinszki Gyula, Réti Tamás, Feldelmre TOPOLOGICAL CHARACTERIZATION OF POLYHEDRAL MICROSTRUCTURE USING 3D CELLULAR MODELS.....	215
53. Tomka Ildikó ENCODING.....	225
54. Bakos Piroska, Czukor Bálint, Vásárhelyiné Perédi Katalin, Fehér József, Földi Gabriella, Varga Róbert, Halasi Tibor DEVELOPMENT OF RIGID BIODEGRADABLE PACKAGING MATERIALS FOR FOOD INDUSTRY.....	229
55. Dr. Végyári Ferenc BLAKING AND PUNCHING OF QUADRATE FORMS WITH POLYURETHANE PAD.....	233
56. Juhász József SUPPORT OF OFFICE- AND OBJECT FURNISHING PROJECTS.....	237
57. Hevesi Zsolt HOW TO MANAGE AN ONLINE NEWSPAPER?.....	241
58. Dudás Illés, Berce Petru, Gyenge Csaba, Varga Gyula COLLABORATION BETWEEN TU CLUJ-NAPOCA AND UNIVERSITY OF MISKOLC IN THE FIELD OF RAPID PROTOTYPING.....	245
59. Pintér Péter, Tóvári Péter DEVELOPMENT AND UTILIZATION OF THE BIOLOGICAL BASED AGROFOILS.....	251
60. Varga András, Varga Zsolt, Gyenge Zoltán, Konzulens: Dr. Gyenge Csaba SURVEY AT CAR DISASSEMBLY COMPANIES FROM CLUJ-NAPOCA.....	255
61. Fűzi Beatrix DEVELOPING THINKING ABILITIES BY VISUAL METHODS.....	263
62. Kovács Péter Zoltán, Ph.D. hallgató COMPUTER AIDED FORMING TECHNOLOGY FOR PIPE-CURVES.....	267
63. Polák Helga WATERJET APPLICATION FOR CLEANING.....	271
64. Bitay Enikő, Roósz András ANALYSIS OF PROCESSES OCCURRING DURING LASER SURFACES MELTING.....	275

65. Kuzsella László, Kovács Tünde	
WEAR RESISTANCE OF HYPEREUTECTIC Al - Si - Ni ALLOY AS A FUNCTION OF FORMING RATE AND COMPARISON OF ALUMÍNIUM AND STEEL SAMPLE.....	287
66. Nagy József	
ROBOT SIMULATION.....	291
67. Dr. Réger Mihály, Dr. Verő Balázs, Dr. Csepeli Zsolt, Szélig Árpád	
CHARACTERISATION OF PRODUCT PROPERTIES ON THE BASIS OF CASTING TECHNOLOGY.....	295
68. Lukács Zsolt, Dr. Gál Gaszton	
THE EFFECT OF PREFORM DEFECTS ON THE QUALITY OF BACKWARD EXTRUDED CAN.....	299
69. Darabont-Horváth István	
INTELLIGENT OBSTACLE AVOIDING ROBOT.....	303
70. Szilágyi Árpád	
C.N.C. GRINDING OF CYLINDRICAL GEARS.....	307
LIST OF AUTHORS.....	311

ELŐSZÓ

Tisztelt kollégák, kedves fiatal műszakiak!

Nagy öröm számomra és a szervező bizottság valamennyi tagja számára, hogy ismét sikerül megrendeznünk a FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKÁT.

Az a tény, hogy a kilencedik FMTÜ-re több mint 70 tudományos dolgozat érkezett, 9 magyarországi és 5 erdélyi egyetemről, valamint híres tudományos intézetekből (Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, KFKI Atomenergia Kutatóintézet, MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézet, Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet) azt bizonyítja, hogy elismert, színvonalas és értékes rendezvénné fejlődött fel a Kárpát-medencei fiatal műszakiak számára. Igen öröndetes, hogy az idén először vesznek részt a marosvásárhelyi Sapientia Egyetem műszaki karának a hallgatói, valamint harmadszorra az erdélyi Gábor Dénes főiskola diákjai.

A konferencia színvonalához hozzájárul az is, hogy a fiatal kutatókat elkísérik professzoraik és így az előadások megfelelő kiértékelésben részesülnek majd, újabb információkkal gazdagodhatnak a résztvevők. A beérkezett és az elbírálás után megfelelőnek bizonyult dolgozatok három szekcióban kerülnek bemutatásra. Igyekeztünk úgy összeállítani a szekciók elnökségeit, hogy ezekben egyaránt helyet kapjanak az anyaországi és az erdélyi professzorok. Bízunk abban, hogy ily módon az előadóknak igényes szakmai elbírálásban lesz részük.

Ismeretes, hogy az évszázadunkban valamennyi fejlődni szándékozó országban első helyre a tudományos kutatásnak kell kerülnie. Például az USA-ban az amerikai elnök kétévenként beszámol a kongresszusnak a költségvetésből támogatott tudományos és technológiai eredményekről. Utolsó beszámolójában, többek közt, kiemelte, hogy Amerika első számú terméke a tudományos kutatás. Természetesen ehhez hozzájárul az a tény, hogy ebben az országban az össznemzeti jövedelem több mint 3%-át tudományos fejlesztésre fordítják. Sajnos országunkban ez az arány jóval 1% alatt van. Magyarországon valamivel jobb a helyzet, de az Európai Unió előirányzatai alapján 2010-ben valamennyi tagországban ez az arány el kell érje a 3%-ot. Ez a tény biztató jel a fiataljaink számára is, hiszen

biztonságos és aránylag jól javadalmazott új munkahelyek megjelenését jelenti. Valamennyien tapasztaljuk, hogy évről-évre tökéletesednek az ipari termékek, szolgáltatások. Ezek a fejlődések mind a tudományos kutatás eredményei. Kedves fiatal doktoranduszok, diplomatervezők, teljes meggyőződéssel állítom én alulírott, aki immár majdnem 40 évet dolgoztam a tudományos kutatásban, a legcélszerűbb folytatni a tudományos munkát minél magasabb szinten és teljes odaadással.

Az Erdélyi Múzeum Egyesület, mint Erdély akadémiai szintű magyar tudományos társasága, abban igyekszik támogatni e nemes és értékes munkátokban, hogy évente lehetőséget nyújt eredményeitek bemutatására, megvitatására, az elbírálásban és a leközlésben.

Rendezvényünk színvonalát emeli az is, hogy 2003-tól közép és Kelet-Európa egyik legszínvonalasabb tudományos társasága (DAAAM) védnökségét élvezi. A DAAAM International (Donau Adria Association for Automation and Manufacturing) egyesületet 1990-ben alapították Dr. Branko Katalinic professzor kezdeményezésére. 1994-ben megalakult az egyesület romániai részlege, melynek elnöke ezeknek a soroknak a szerzője. Az egyesület nevében dr. Branko Katalinic elnök úr örömmel üdvözlö a 9. FMTÜ konferenciát, s reméli, hogy résztvevőinek egy része rövidesen be fog integrálódni e neves egyesület tudományos tevékenységeibe.

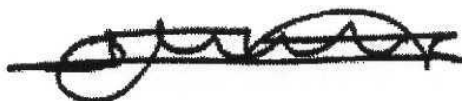
Rendezvényünk sikeréhez lényegesen hozzájárultak a hazai és külföldi támogatóink, valamint egyes anyaországi és hazai egyetemek vezetősége. Nagyon örvendünk, és megtisztelőnek tartjuk, hogy immár rendszeres támogatónkká vált dr. Bárody Imre Angliából, aki sohasem felejt el, hogy édesapja erdélyi volt. Szívből köszönjük valamennyi támogatónk lelkes hozzájárulását.

A 9. FMTÜ Tudományos Bizottságának Elnöke

A DAAAM International Alapító Elnöke

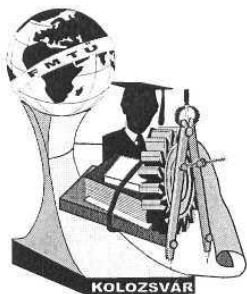


Dr. Gyenge Csaba
Kolozsvár



Professor, Dr.c.multi. Branko Katalinic
Vien

2004. március 10.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

FEJLŐDÉSI TRENDEK A MIKROMÉTER- ÉS A NANOMETER PONTOSSÁGÚ GYÁRTÁSBAN

Dr. Szabó Ottó

ABSTRACT. In the leading industrial countries of the world a new culture of production has developed based on automation, computer science, and microelectronics. It is called ultraprecision production, sub-micron or nanotechnology. Its specific characteristics are exceeding the magic $1\ \mu\text{m}$ accuracy limit, the accuracy $T = 1\ \mu\text{m} \dots 1\ \text{nm}$, and/or the generation of flat surfaces of a surface roughness less than $R_a \leq 0,02\ \mu\text{m}$. The main classifications of the ultra-precision technologies helping to force this development are precision engineering, micro-engineering (MST/MEMS/MOEMS) nanoscience and nanotechnology.

Összefoglalás. A vezető ipari országokban az automatizálás, a számítógépek és a mikroelektronika bázisán új gyártási kultúra kutatása-fejlesztése és bevezetése történt meg. Ezt az új területet hívják ultraprecíziós, mikrométer alatti vagy nanotechnológiának, amit az jellemez, hogy átlépte a bűvös $1\ \mu\text{m}$ -es pontossági határt. A tűrések akár $T = 1\ \mu\text{m} \dots$, illetve néhány nm nagyságúak, és/vagy a felületi érdességek kisebbek, mint $R_a \leq 0,02\ \mu\text{m}$. Az ultraprecíz pontosságú technológiák legfontosabb kutatási területei a precíziós- és a mikrogépészet, a nanotudomány, valamint a nanotechnológiák kiszolgálását végzik.

BEVEZETÉS

A gyártástechnológiában világszerte két fő hajtóerő mutatkozik. *Egyik:* Az automatizálás és a számítógéppel irányított rugalmas gyártás, amelynek célja a költségek csökkentése, a minőség fokozása, a fő- és mellékidők rövidítése. Ebben a számítógéppel segített konstrukciós és technológiai tervezés, illetve gyártás (CAD/CAM); a rugalmas gyártórendszerek (FMS); valamint számítógéppel integrált gyártás (CIM) meghatározók. *Másik:* A nagy pontosságú gyártás igénye, a termékek (gyártmányok) fokozódó pontossági (méret, alak, helyzet) és felületminőségi követelményeiből adódik, amelyek különleges eljárásokkal, gépekkel és gyártóeszközökkel valósíthatók meg. Ennek részeredményeit villantja fel a dolgozat.

1. A PONTOSSÁG NÖVEKEDÉSÉNEK TRENDJE

1776-BAN James Watt az első gőzgépeinél félpennys pénzérme vastagságával veti össze a gőzhenger és dugattyú közötti rés (illesztési játék) nagyságát. Ez a rés (játék) kb. $1\ \text{mm}$ és akkori eszközökkel (Wilkinson-eszterga) csúcsnak számít. A pénzérme itt az első „idomszerek” egyike. Watt a gőz-gépet szabadalmaztatja. Az akkori gőzgépek teljesítménye néhány lőerő, hatások nagyon kicsi, ennek ellenére a század végére több mint 500 ilyen gép működött Anglia bányáiban. A későbbi gőz-gépeket már úgy reklámozták, hogy már 20 bányaló munkáját helyettesíti és lényeges a gazdasági megtakarítás, egyéb előnyök mellett. Innen származik a teljesítmény lőerő (LE) mértékegysége. És talán Watt munkájától számíthatjuk a gépipari gyártás korszakát is.

Több mint 100 év múlva, 1900 körül már a gyártási tűrések $0,1\ \text{mm}$ nagyságúak. Azóta a gyártási tűrések exponenciálisan csökkennek, a megmunkálási pontosság nő. Ezt Taniguchi 1983-ban szemléletesen vázolta [1].

Napjaink korszerű gépipari termelésében - funkcionális okok miatt - a tűrések század mm alá „szorultak”, sőt ultrapontos iparágakban (pl. számítástechnika, video- és fotóipar, fénymásoló berendezések egyes alkatrészeinél) 0,001 mm alá. A pontosság határai atomrács méreteknél található (~0,3 nm). Görögül a „nanos” törpét jelent. Például a néhányszor 10 nm nagyságú fém részeket és a nanorészecskéket a fizikusok és a kémikusok közel száz éve kutatják és az egyetemi oktatás szerves részét alkotják. Az atom- és molekula-fizikát - „nano-fizikának”, a kémiát „nano-kémiának” nevezhetnénk. A közelmúltig a nanorészecskék sokaságát csak statisztikai módszerekkel lehetett kísérletek tárgyává tenni [5]. Az 1980-as évektől a nano-fizika és nano-kémia megkezdte az egyedi atomok és molekulák vizsgálatát. Ehhez újjelví pásztázó alagútmikroszkópokat (Scanning Tunneling Microscope: STM) atomerő mikroszkópokat (Atomic Force Microscope: AFM) megalkották és ezek bázisán kialakulóban vannak olyan eljárások, amelyek az anyag nanométer pontosságú megmunkálását lehetővé teszik [3, 4]. A „nano-fizikus”, a „nano-mérnök”, a „nano-technológus” még pl. a mikroelektronikában is törpének számító építőelemeket felhasználva szeretne mikrogépeket, mint pl. mikromotorokat, mikrorobotokat, mikroaktuátorokat építeni, illetve minél előbb ipari sorozatgyártásba adni. Erre már vannak külföldi és hazai példák [3, 4].

Magát az ipari nanotechnológiát, annak tömeggyártás méretű indulását az integrált áramkörök fejlődése, azok további miniaturizálása és az ebből származó előnyök gerjesztik (pl. Gordon Moore 1970-es években kidolgozott tervei az Intel-nél). Ennek folytatása, pl. az 1990-es évektől a jövő kvantumszámítógépeinek vagy a celluláris neutrális, vagy nemlineáris hálózatok (CNN, Chua-Roska, 2002) kutatásának eredményei. A nano-fizika és informatika hazai kutató-fejlesztő munka eredményei nemzetközileg is elismertek. A legjelentősebb K+F témákat Dr. Gyulai József, Csurgay Árpád, Kroó Norbert és Roska Tamás akadémikusok vezetik. A nanotudomány és nanotechnológia nemzetközileg elfogadott definíciói még váratnak magukra. A nanotudomány foglalkozik a nanométer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) méretű és pontosságú jelenségekkel. Integrálja a fizika, a kémia, a biológia és a gépészeti tudományok új eredményeit. Tehát interdiszciplináris tudomány, sajátos hibrid megoldásokat hoz létre [4]. A bonyolult interdiszciplináris kapcsolatokat az ún. „nanotechnológiai fa” szemlélteti [3]. A nanotechnológia olyan szerkezetek és rendszerek kifejlesztését, gyártását és működtetését jelenti, amelyek alkatrészeinek méret-, alak- és/vagy helyzetűréseire, valamint felületi érdességére néhány nm nagyságokat írunk elő. A miniaturizálás az alkatrészek méreteit a mm-tartományból átviszli a néhányszor tíz nm, vagy kisebb méretek világába. Átfogja az új elvű eljárások és új nanoanyagok kutatását, tervezését és gyártását.

2. ULTRA- ÉS NANO-PONTOSSÁGÚ GYÁRTÁS ALAPJAI

Az ultrapontos gyártás átvezet a nanopontosságú gyártásba és részben annak alapját képezi. Nanotechnológiához tartoznak, illetve építő elemei a következők:

- ultrapontos eljárások továbbfejlesztése; gépek, vezérlőrendszerek kifejlesztése néhány nanométeres tűrések és érdességek biztosítására;
- új technikák fejlesztése, amely képes megfigyelni, beavatkozni, mérni, minősíteni és kezelni 3D-s formában a nanométeres és atomi nagyságokat;
- az új technikákkal alkalmas azonosítani, kezelni és „szerelni” - összekapcsolni - egyedi molekulákat és atomokat, illetve azokat leválasztani;
- számítógépes hardverek, szoftverek és matematikai modellek alkalmazása, amelyek képesek új anyagokat tervezni, előre megmondva a mechanikai, elektromos, mágneses, optikai és kémiai tulajdonságokat;
- az információ technológia területén gyors és hatékony technológiai transzfer a diszciplínák között.

Az előzőek lefedik a tulajdonságok pontos ismeretét, a tervezést, a modellezést, a gyártást, a metrológiát és egyéb jellemző tevékenységet, ami a nanoméret tartományban előfordul. Ide tartoznak:

- nanométer struktúrájú szerkezeti anyagok;
- nano megmunkálások és gyártási technikák;
- elektronikus szerkezetek, mikroáramkörök és számítógépek gyártási technikája;
- manipulátorok és szerszámgépek;
- scanning mikroszkópia,

- a mikrorendszerek technológiája (MST);
- önszerveződő és önszerelő molekuláris struktúrák;
- biológiai és bioorvosi rendszerek tervezése, megvalósítása és üzemeltetése.

Jóllehet pl. a biológiai molekuláris motorok a tervezés stádiumában vannak, viszont pl. az egyszerű manipulátorok és aktív beavatkozásokat végző érzékelők már mindennaposak a orvostudományban. A nagypontosságú mechanikai anyagleválasztó technológiák mellett egyre nagyobb területet, illetve új termékek (pl. félvezetők) gyártását fedik le azok a különleges technológiák, amelyek pl. valamilyen energia sugárral-, kémiai-, elektrokémiai-, villamos áram hőhatásával végzik az alakítást. Ez a gyártási terület alkalmazza mind az anyagleválasztó, mind a felrakó módszereket, amelyekben az energia sugaras eljárások kiterjedt használata dominál, pl. a VLSI áramkörgyártásban (Very Large Scale Integration = nagyon nagy sűrűségű alkatrészintegráció). Ezen a területen a ma kutatása eredményezi a holnap ipari technológiáját.

3. ALKALMAZHATÓ GYÁRTÁSI ELJÁRÁSOK VÁZLATOS FELSOROLÁSA

A fontosabb technológiai lehetőségek az alábbiak:

- Egyélű gyémánt és köbös bórnitrid (CBN) késekkel ultrapontosságú forgácsolás (pl. ultraprecíziós esztergálás és marás) [9, 10, 11];
- Sokélű abrazív finom-forgácsolás: pl. gyémánt és CBN szerszámokkal köszörülés, illetve dörzsköszörülés, alakos felületek finommegmunkálásának új megoldásai, mint pl. hazai kutatások eredményei, stb. [7, 8];
- Szabad abrazív szemcsékkel végzett csiszoló eljárásokhoz sorolható a tükrösítés (leppelés), fényszerítés (polírozás), rugalmas emissziós forgácsolás [11];
- Szelektív kémiai-mechanikai polírozás, elektrolitikus polírozás, stb.;
- Kémiai eljárások, mint a szabályozott maratásos megmunkálás, fotolitográfia;
- Energia-sugár eljárások (leválasztás és felrakás) például:
 - a lézersugaras vágás, fúrás és felkeményítés, stb.;
 - az elektronsugaras litográfia, hegesztés;
 - a szikraforgácsolás különböző válfái (súlylesztékes, huzalos);
 - az elektrokémiai (áram) sugaras (ECM) megmunkálás;
 - az inert ionsugaras mikroprofilozás;
 - a reaktív ionsugaras megmunkálás (maratás);
 - az epitaxiális kristálynövesztés (molekulárisan kicsiny rátétképzés új felső kristályrács előállítására), stb.

4. NAGYPONTOSSÁGÚ MIKROFORGÁCSOLÁS

4.1. Egyélű szerszámmal végzett ultraprecíziós esztergálás alkalmazásai

A nanotechnológia szilárd szerszámmal való megvalósításához a nagytisztaságú alumíniumból készült diszk alapkorong (számítógép mágneslemez tárolója) esztergálása áll a legközelebb. Csak gondosan előkészített drágakő minőségű gyémántszerszámok alkalmasak a nagypontosságú megmunkálásra. Ilyen minőségi gyémántszerszám ára 450...600 \$. Az utóbbi kb. 15 évben ultraprecíziós CNC gyémántszergrák állandó számbeli növekedése és ipari bevezetése figyelhető meg, olyan alkatrészek „tükrös-megmunkálására”, mint: számítógép memória mágneslemez hordozói; nagy energiájú CO₂ lézerek rezonátorainak konvex tükrei; berilliumból, rézből, stb. készült gömb csapágy felületek; fénymásoló dobok; lézernyomatatók pásztázó elemei (szkennerek); elliptikus tükrök YAG (yttrium-alumínium-gránát) lézerek nyalábkollektoraihoz; röntgensugár tükrőtartók (foglatok); termovíziós rendszerek germánium anyagú infravörös lencsái; szerszámgyártás: pl. aszférikus műanyag-lencsék (fotó- és videooptikákhoz) prés-szerszámok, stb.

Az ultraprecíziós minőségű esztergálás különleges feltételek teljesítése esetén valósítható meg [10, 11]. Ennek teljesülése esetén az elérhető R_m maximális felületi érdesség néhány nanométer. Ezt elméletileg és kísérletileg is vizsgáltuk a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén. Ennek néhány eredménye a következő 4.2 és 4.3 pontok alatt található [9... 13].

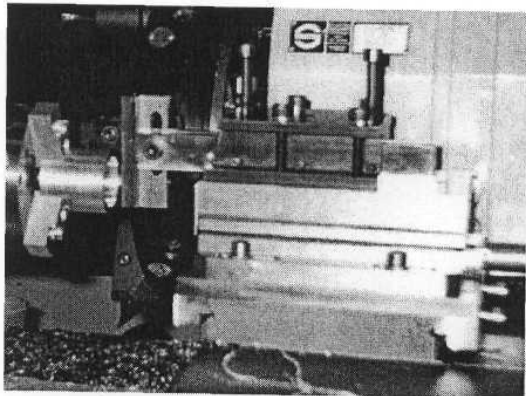
4.2. Ultraprecíziós esztergálásnál a feszültség- és hőmérséklet eloszlása

Az ultraprecíziós megmunkálások pontosságának növeléséhez, a nanométeres tartomány megközelítésének feltétele a mikroforgácsolási folyamat pontos ismerete, illetve szükség szerinti szabályozása, irányítása. A forgácsképződés folyamata (a munkadarabban, a szerszámban és a forgácsban létrejövő feszültségállapot és hőmérséklet-eloszlás, a forgácsoló erők) befolyásolja a megmunkált felület érdességét és felületi rétegek tulajdonságát (szövetszerkezet, HV_μ mikrokeménység és σ_m maradó feszültségi állapot), illetve a pontosságot. Nagyon fontos, hogy elemezzük a munkadarabon és a szerszámon belüli feszültségmező eloszlását. A munkadarabra ható teljes terheles nagymértékben függ a forgácsképződés mechanizmusától.

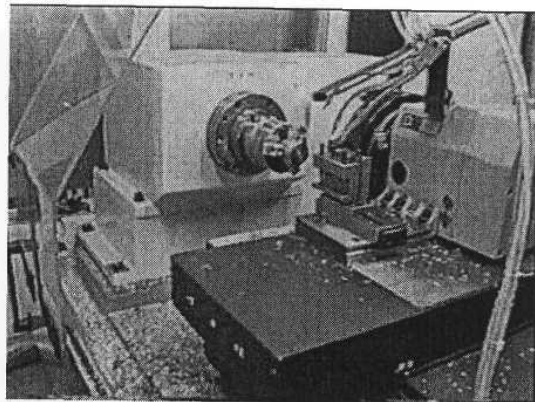
A korszerű fém megmunkálási technológiafejlesztés törekszik a forgácsolási ráhagyások minimalizálására. A leválasztási eljárás jobb megértése tette lehetővé a különféle anyagú és geometriailag határozott vágóélű szerszámok használatát a forgácsolásnál. A hagyományos köszörüléssel összehasonlítva ennek a megmunkálási módnak az előnyei közé tartozik az eljárás nagyobb rugalmassága és az alacsonyabb energia-fogyasztás ugyanolyan teljesítményszint mellett. A legtöbb köszörülési módszertől eltérően a geometriailag határozott vágóélű megmunkálás általában hűtés nélkül végezhető.

A forgácsolásban sok paraméter, úgymint a forgácsolási hőmérséklet, a forgácsolóerő, a szerszámkopás, a szerszámhomlok és a forgács közti súrlódás, vagy a megmunkálási teljesítmény összefügg a forgácsképződési folyamattal. Mindegyikük ismerete (például a leválasztási eljárás hőmérséklete, vagy inkább a forgácsolási zónabeli hőmérséklet eloszlása) elősegítheti a gyakorlati problémák megoldását. Azok az eljárások, ahol a forgácsolt munkadarabban és a szerszámban ébredő feszültségeket a hőmérséklet ismerete nélkül vizsgáljuk, a folyamatokat csak szubjektíven becsülhetjük meg. Így a hőmérséklet kísérleti meghatározása -, amely térben és időben változik - feltétlenül szükséges.

Kísérletet végeztünk olyan céllal, hogy meghatározzuk a terhelési értéket a forgácsolási zónahatárokon. Az F_p , F_f és F_c forgácsolóerők három komponensét mértük piezo-elektromos erőmérővel (Kistler 9257B típus), mely az UP-1. típusú ultraprecíziós esztergapadon a szerszámtartóra szereltük, s összeköttöttük egy számítógéppel (1. és 2. ábra).



Lábra Piezo-elektromos erőmérő UP-1. típusú ultraprecíziós esztergára szerelve (Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék)



2. ábra Ultraprecíziós eszterga munkatere (Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék)

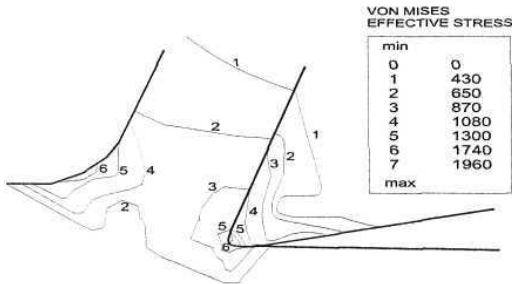
A forgácsolóerő jeleit töltéserősítőn (Kistler 5019A típus) keresztül továbbítottuk és adatrögzítőn (PC-n) rögzítettük, illetve a számítások megtörténtek. A testhatáron a felületi erők eloszlásának ismerete lehetővé tette a forgácsolási zóna bármely pontjában az elmozdulás és a feszültség kijelzését. Az 3. ábra bemutatja a Von Mises szerinti tényleges feszültség eloszlást a munkadarabban, a forgácsban és a szerszámban. A hőmérsékletmezőket a következő összefüggésekkel számoljuk:

$$\int_{\Omega} [T^*(\vec{r})q_v(\vec{r}) - T(\vec{r})q_v^*(\vec{r})]dv = \int_{\Gamma} [q(\vec{r})T^*(\vec{r}) - q(\vec{r})T(\vec{r})]dS \quad (1)$$

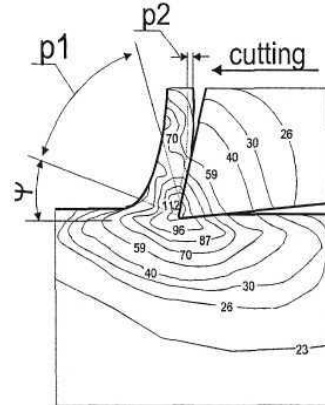
$$T(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{NP} N_i(\vec{r})T_i \quad \dot{q}(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{NP} N_i(\vec{r})\dot{q}_i \quad (2)$$

$$Ax = b \quad (3)$$

A forgácsolási hőmérséklet eloszlását a munkadarab - a forgács és a forgácsoló-szerszám térben a 4. ábra mutatja.

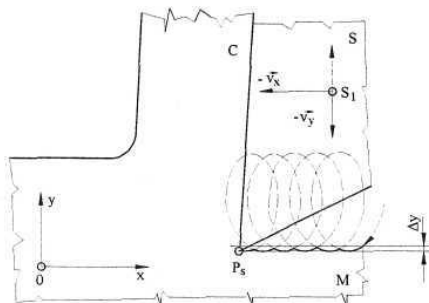


3. ábra Von Mises-féle tényleges feszültség eloszlás: munkadarabban, forgácsban és szerszám (MPa).

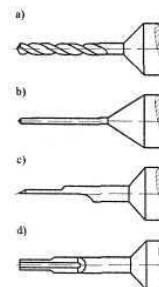


4. ábra. A munkázónában a forgácsolási (cutting) hőmérséklet eloszlása (°C). Jelölések: ψ - nyírási sík hajlásszöge; p_1 - elsődleges képlékeny deformációk övezete; p_2 - másodlagos képlékeny alakítások helye.

A rideg és kemény anyagok megmunkálásánál célszerű olyan technológiát alkalmazni, amely mellett képlékeny módon munkáljuk meg az anyagot. Ennek feltétele a rendkívül merev MKGS-rendszer (munkadarab-készülék-gép-szerszám rendszer) és a kritikus fogás-mélységnél kisebb fogás megvalósítása. Igen eredményes az elliptikus rezgéssel végzett esztergálás [3]. Az üveget így a legkönnyebb képlékeny módon megmunkálni (5. ábra). A fogásmélység kb. 15-ször lehet nagyobb a hagyományos eljáráshoz viszonyítva. Ezzel az eljárással $R_{max} = 30$ nm érdességet lehet előállítani, ami optikai minőségnek felel meg. Az eljárás további jellemzője, hogy gyémánttal lehet edzett acélt esztergálni; nem jön létre a jól ismert diffúziós kopás, mert a szerszám a rezgőmozgás miatt igen rövid ideig érintkezik a munkadarabbal.



5. ábra. Rideg és kemény anyagok elliptikus rezgéssel végzett esztergálása; M - munkadarab; Δy - a rezgés miatt keletkező mikrogeometriai hiba; S - szerszám; C - forgács



6. ábra. Mikrofurók és mikromaró: a) Rövid csigafűrő; b) Kúpos lapos (lapát) fűrő; c) Félkör keresztmetszetű lépcsős fűrő; d) Félkör keresztmetszetű üreges mikromaró.

4.3. Mikroforgácsolás vizsgálata molekuláris dinamikai szimulációval

A forgácsolási folyamat vizsgálatának egyik módszere a kontinuum-mechanikából ismert végelelem-módszer (VEM). A végelelem módszer kutatásának tudományos iskolája a Miskolci Egyetemen Prof. Dr. Páczelt István akadémikus vezetésével alakult ki. Egy másik számítási lehetőség a mikroforgácsolás területén - $a_p \leq 1 \mu m$ nagyságrendű fogások esetén - az ún. molekuláris dinamikai szimuláció (MDS). Ennek részeredményei [13] publikációkban (szintén e kötetben) találhatók. Az MDS-hoz, illetve a mikroforgácsolás erő és energia igényének meghatározásához ion-egy kristály potenciális energiáját kell kiszámolni. Ennek elméleti alapjai röviden a következők. Az első közelítésben az ionokat pontszerű töltéseknek képzeljük el. Két pontszerű Q_i és Q_j nagyságú töltés között fellépő Coulomb-féle vonzóerőt (tasztítóerőt) figyelembe véve a kölcsönhatás potenciális energiája:

$$E_{pot\,ij}^* = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_i \cdot Q_j}{r_{ij}} = \frac{1}{k} \cdot \frac{Q_i \cdot Q_j}{r_{ij}} \quad (4) \text{ és } (5)$$

ahol: ε_0 - permittivitás, abszolút dielektromos állandó (pld. NaCl ionkristálynál:

$$8,85416 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm});$$

ε_r - relatív dielektromos állandó (esetünkben: 1);

Q_i - az i -edik ion töltése [pld.: $Q_i = Q = 1,6021917 \cdot 10^{-19} \text{ As}$];

Q_j - j -edik ion töltése (pld.: $Q_j = -Q = -1,6021917 \cdot 10^{-19} \text{ As}$);

r_{ij} - az i -edik és j -edik ponttöltések (ionok) közötti távolság (pld.: $2,81 \cdot 10^{-10} \text{ m}$);

k -arányszám (pld.: $1,1126466 \cdot 10^{-10} \text{ As/Vm}$).

Az i -edik ion potenciális energiáját a következőképpen számíthatjuk:

$$E_{pot\,i} = \sum_j E_{pot\,ij} = \sum_j \left(\frac{\lambda}{r_{ij}^n} \pm \frac{1}{k} \cdot \frac{Q^2}{r_{ij}} \right) \quad \text{és} \quad r_{ij} = p_{ij} \cdot R \quad (6)$$

ahol:

R - alapesetben az R_0 rácsállandót jelenti,

λ - kristályszerkezettől függő arányossági tényező,

n - kristály merevségére jellemző szám,

$Q = Q_i$ - az i -edik ion töltése,

k -arányszám.

Az r_{ij} -t behelyettesítve és átalakítva kapjuk, hogy:

$$E_{pot\,i} = \frac{\lambda}{R^n} \cdot A - \frac{1}{k} \cdot \frac{Q^2}{R} \cdot \alpha \quad (7)$$

ahol:

$$A = \sum_j \frac{1}{p_{ij}^n} \quad \text{és} \quad \alpha = \sum_j (\mp) \frac{1}{p_{ij}} \quad (8)$$

$$E_{pot\,i} \Big|_{R=R_0} = -1,28 \cdot 10^{-18} \text{ J} \quad (9)$$

vagyis az NaCl kristályrácsban egy ion potenciális energiája: $-1,28 \text{ E-18 J}$. Az α az ún. Madelung-állandó, amelynek NaCl-ra az értéke: $\alpha = 1,747558$

A vizsgálataink alapján mindössze annyit jegyzünk meg, hogy az ionok potenciális energiáját leíró függvény Madelung-állandója nagyon lassan konvergál és ez komoly nehézségeket okoz a szimuláció során. A Madelung-állandó (előjele, nagysága) nagymértékben függ a szimuláció során figyelembe vett azonos és ellentétes töltésű közvetlen és távolabbi szomszédok számától. Az MDS szimulációhoz szükséges ionok számát és számítógépi futtatások eredményeit a [13] dolgozat tartalmazza.

4.4. A mikrofúrás pontossága és a szerszámkihajlás

A kisméretű és nagy pontosságú alkatrészek (pl. fűvókák) forgácsolása különleges kihívást jelent a szerszámgyártóknak és technológus mérnököknek. A fontosabb követelmények a következők:

- megfelelően nagy forgácsolósebesség biztosítása;
- szerszám radiális ütésének, ill. kihajlásának minimalizálása;
- kellően nagy szerszámmerevség,

illetve ezekkel összhangban kidolgozott technológia.

A kis szerszámtérkékből ($d_s = 1 \dots 0,1$ mm) következik a magas fordulatszám igénye, ami akár $n = 10^4 \dots 2 \cdot 10^5 \text{ min}^{-1}$ nagyságrendű is lehet, amire megfelelő megoldások megszülettek (pl. légturbinás hajtás). A 6. ábra különböző mikrofúrókat és egy jellegzetes mikromarót mutat. Fúrásnál állandó keresztmetszetű forgács folyamatos leválasztása történik. Jó közelítéssel a forgácsolóerő nem változik. A megmunkálás pontosságát és a furat helyzetpontosságát a szerszám kihajlása határozza meg. A szerszám szár (amit befogunk) jóval nagyobb átmérőjű, mint a forgácsoló rész és azzal egy felfogásban gyártják.

A szerszám kihajlása, különösen akkor, ha központfúrás, ill. szerszámvezetés nélkül kell dolgozni, sajátos helyzetet teremt. A szerszám csúcsára ható F oldalirányú erő (pl. excentricitás vagy keresztíri asszimetria) miatt kihajlás következik be, ami pontosság rovására megy, illetve szerszámtörést okoz. A feladat kezelhetőségét a következő mechanikai modell, illetve számítások adják. Egyik végén mereven befogott $L_s = L$ kinyúlású fúróra F oldalirányú erő hat, aminek hatására a szerszám rugalmasan deformálódik. A rugalmas szálát

$$y'' = \frac{F(L-x)}{I \cdot E} = \frac{d^2 y}{dx^2} \quad (10)$$

másodrendű differenciálegyenlettel adhatjuk meg. Feltevéseink: A koordináta rendszer x tengelye megegyezik a fúró tengelyével és a koordináta rendszer origóját a befogás helyére vettük fel. A szerszám állandó keresztmetszetű homogén rúdnak fogható fel, annak másodrendű inerciája I és E az ún. Yung-féle rugalmassági modulusa ismert. A differenciál-egyenletet kétszer integrálva megkapjuk az általános megoldást:

$$y' = \frac{F}{IE} \left(Lx - \frac{x^2}{2} \right) + C_1 = \frac{dy}{dx}, \quad (11)$$

$$y = \frac{F}{IE} \left(L \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right) + C_1 x + C_2. \quad (12)$$

Az $y(0) = 0$ és $y'(0) = 0$ kezdeti feltételek behelyettesítése után $C_1 = C_2 = 0$ adódik, tehát a keresett partikuláris megoldás:

$$y = \frac{F}{IE} \left(L \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6} \right). \quad (13)$$

A szerszám végén (csúcsánál) a kihajlást $x=L$ helyettesítéssel kapjuk:

$$y(L) = \frac{F}{IE} L^3 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \right) = \frac{FL^3}{3IE}, \quad (14)$$

és az α szögelfordulás iránytangense:

$$y'(L) = \frac{F \cdot L^2}{2IE} = \tan \alpha \quad (15)$$

összefüggésből számítható. Az előző (8) összefüggés ultraprecíziós esztergálásnál a szerszám lehajlásának számításához is alkalmas.

4.5. A mikromarás pontossága és a fellépő rezgések

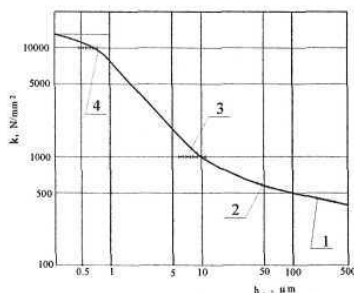
A mikromarásnál változó forgácskereszt-metszetek szakaszos leválasztása történik. E miatt a forgácsolóerő változik, bonyolult dinamikai viszonyok alakulnak ki, amelyek szerencsétlen technológiai adatválasztás esetén rontják a megmunkálási pontosságot és felületminőséget, illetve fokozott szerszám-kopást, esetleg szerszámtörést okoznak. A marás dinamikáját a következő állandó együtthatójú, másodrendű, inhomogén differenciálegyenlet írja le:

$$F(t) = m \frac{d^2 y}{dt^2} + b \frac{dy}{dt} + ky = my'' + by' + ky, \quad (16)$$

ahol $F(t)$ marás erőfluktuációjából származó erőfüggvény; m -a rezgő szerszám tömege, b - csillapítás; k - rugóállandó. Az előző differenciálegyenlet megoldása attól függ, hogy a valós MKGS-rendszer a) erős; b) gyenge csillapítású; vagy c) az ún. aperiodikus határesetnek felel meg. A számításokat mérésel, rezgéskép felvétellel kell ellenőrizni vagy korrigálni. Itt erre terjedelem hiányában nem térek ki. A mikromarást kisméretű, acélból készült mikrofröccsöntő szerszámok egyedi és kissorozatban történő megmunkálásánál gazdaságosan lehet alkalmazni. A mikromarók anyaga igen finom szemcsés keménymű. A finom szemcseméret magyarázza a hagyományos keményműeknél nagyobb keménységet, szívósságot és élszilárdságot.

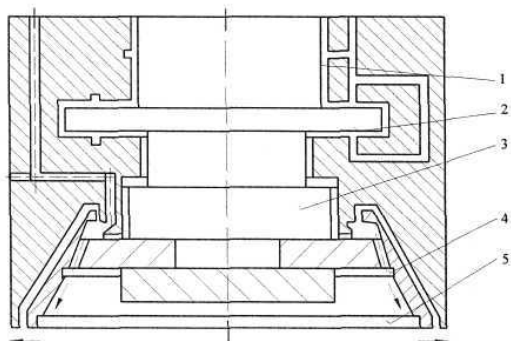
4.6. A mikroforgácsolás kötött szemcsészetű abrazív szerszámokkal

A nagy pontosságú megmunkálás olyan szerszámok alkalmazását igényli, amelyek képesek nagyon kis forgácsvastagságok leválasztására. Ha a forgács vastagsága kisebb, mint pl. $1 \mu\text{m}$, a nyírófeszültségek mind a munkadarabban, mind a szerszámban meredeken megnövekednek és gyors szerszámkopást eredményeznek. Ennek oka az, hogy $1 \mu\text{m}$ -nél kisebb fogásmélység esetén (7. ábrán a 4. jelű pontok) a forgácsoló erőnek, a nagyon nagy értékű kristályatomok közötti kötőerőket kell legyőznie. Ez a pont, amikor általában az egyélű szerszámmal végzett forgácsolásról áttérünk a köszörülésre, amelynek során finom szemcsészetű abrazív anyagot használunk azért, hogy kezdetben nagyobb forgácsot váltsunk el, de a további megmunkálás során azonban a munkadarabról egyre finomabb forgácsokat válasszunk le.

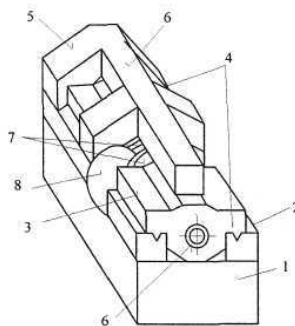


7. ábra. A h_g forgácsvastagság és a k fajlagos forgácsolási ellenállás kapcsolata különböző technológiák esetén:
1 - szakítóvizsgálat; 2 — esztergálása; 3 - dörzsölés, finomesztergálás; 4 - köszörülés, dörzsköszörülés.

A fokozott pontosság kielégítésére a köszörűgépeknél megjelentek a hidrosztatikus csapágyazás mellett a légcsapágyazások, illetve olyan főorsók, melyek kis hőtágulású anyagból készülnek. A légcsapágyazott orsóknál - konstrukcióból adódóan - a radiális és axiális ütést $0,05 \mu\text{m}$ alá szorították. A főorsóra közvetlenül csatlakozó gyémánt- vagy CBN-szemcsészetű köszörűkorong közvetlen kapja a hűtő-kenő folyadékot (8. ábra). A legújabb fejlesztésű, nagymerevségű köszörűgép Japánban készült, amely 400 mm átmérőjű szilícium lapok egyszerre, kétoldalon történő köszörülését végzi. A síktól való eltérés kisebb mint 100 nm (9. ábra). A két korongos köszörűgép (Double Disk Grinder) tervezési koncepciója teljesen újszerű: ötszögletű keresztmetszetű ággal-, ill. háromszög merevítéssel készül [3]-



8. ábra. Légcsapágyazású köszörűorsó részlete a fazékalakú gyémánt, vagy CBN köszörűkoronggal és a hűtő-kenő folyadék bevezetése: 1 - radiális csapágyazás; 2 - axiális csapágyazás; 3 - kis hőtágulású köszörűtengely; 4 - köszörű-korong; 5 - köszörűkorong gyémánt szemcsés működő része.



9. ábra. Szilíciumlemez megmunkáló nagymerevségű, kétkorongos köszörűgép: 1 - ágy; 2 és 4 - hasáb alakú vezetékek „V” hornyokkal; 3 - szegnyereg az egyik köszörűkorong hajtással; 5 - merevítő; 6 - gerenda; 7 - másik köszörűkorong és hajtása; 8 - munkadarab.

4.7. Szabad szemcsékkel végzett csiszolás

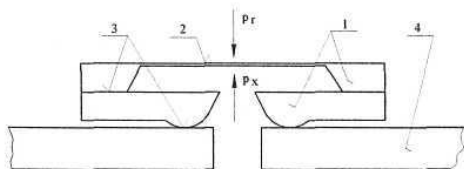
A köszörű korongok az anyagleválasztáshoz nagy fajlagos energiát használnak fel, miközben lokálisan nagy hőmérséklet keletkezik; a vágóélek az előálló nagy mechanikai feszültség és hőfok miatt gyorsan kopnak, valamint elkerülhetetlen a munkadarab felületi és közvetlenül a felület alatti rétegének a sérülése. Ezért kemény anyagokhoz rugalmas tükrösítést és fényesítést (leppelés és polírozás), az ún. „szabad szemcsékkel végzett köszörülést” használják egyre szélesebb körben. Ezt a rendszert úgy is hívják, hogy rugalmas-emissziós megmunkálás, amelynek során a részecskeeltávolítási (leválasztási) folyamat nagyon kicsiny, atomnyi méretű is lehet [9]. Egy poliuretán golyó vagy henger forog és a körülvevő folyadékban finoman szuszpenzált csiszoló szemcsék (méretük 10 nm alatti) felgyorsulva érintőlegesen nekiütköznek a munkadarab anyagának és ezáltal nagyon kis részecskéket távolítanak el. Jellemző adatok: a síklapúság 0,1...0,05 μm , emellett a sérült felületi réteg csupán néhány nanométer mélységű. A módszer nagyon alkalmas kemény, sík kerámiafelületek szupersima, sérülésmentes polírozására.

5. NAGYPONTOSSÁGÚ KÜLÖNLEGES TECHNOLÓGIÁK

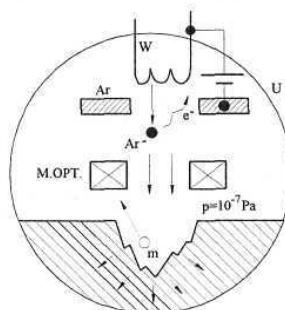
A nagypontosságú különleges (nem hagyományos) technológiák az utóbbi 20 évben tömegesen jelentek meg. Ezek teljes „leltára” helyett csak néhányat mutatok be.

5.1. A fotomaratás

A fotolitográfia olyan módszer, amely nagyon hatékony lehet mikrotechnikai alkatrészek, mint pl. tintaszóró fúvóka vagy miniatűr nyomásérzékelő (10. ábra) előállítására. Ez a technológia a szilícium anizotróp maratásán alapul.



10. ábra. Fotomaratással készült mikro-nomásérzékelő: 1 - szilícium lemez; 2 - diffúzióval felvett fém ellenállásréteg; 3 - üveg-olvadék kötések; 4 - fém alap lemez; p_r - referencia nyomás; p_x - mérendő nyomás.



11. ábra. Ion-sugaras megmunkálás.

5.2. Energiasugaras eljárások

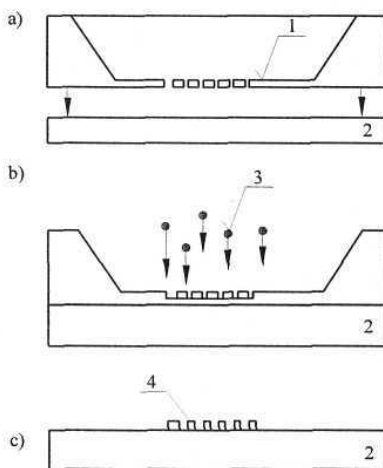
A nanotechnológiák tartományában sok szuperpontos megmunkálás az energiasugaras eljárásokon alapszik, amelyek egyaránt képesek anyagleválasztásra és -felvitelre. Az ionsugaras megmunkálás különösen említésre méltó módszer, amely lényegében „atomi méretű” beavatkozással dolgozó eljárás. Az ionsugár mágneses tekercsekkel (optikával) jól irányítható. A 11. ábrán az inert-ion eljárást láthatjuk (pl. argon ion, más inert gázt is használhatunk), amelyek $U=10$ keV nagyságrendű kinetikai energiaszintre gyorsítunk. A munkadarab felületét atomokkal bombázzuk és erodáljuk, amelyek hatásukat összekapcsolódással és eltávozással (emisszió) fejtik ki. Ezt a jelenséget „ion porlasztás”-nak („ion sputter”) nevezik. Az $U=1$ keV melletti ion behatolást az elektron-diffrakciós jelenség alapján lehet becsülni kb. $5\text{ }\mu\text{m}$ -re. Az eljárás nem okoz elviselhetetlen mértékű hőkeletkezést, sem lényeges sérülést a felületi rétegben. Bizonyos mennyiségű argonion a munkadarab atomjainak helyébe lépve visszamarad. Ez az eljárás kb. 10 nm -es megmunkálási lépcsőt eredményez.

Nagypontosságú megmunkálás céljaira az energiasugaras eljárásokat az alábbi területeken használják: üveglencsék aszferikussá tételére, lencsék keményfém öntőmintáinak kialakítására; gyémánt rovátkoló szerszámok élesítésére; gyémánt mikrotom (szeletvágó) kések és forgácsoló szerszámok éleinek megmunkálására; miniatűr piezo-mozgatók kialakítására; mikrorugalmas csapágyak gyártására; miniatűr hullámvezetők készítésére; optikai diffrakciós rácsok felvitelére; integrált áramkörhöz rajzolatmaratásra; buborékmemória magok létrehozására, stb.

Az utóbbi három alkalmazás esetén egy mintamaszkot helyeznek a munkadarabra, így ultrafinom rajzolatot érnek el. A legújabb kutatási eredmények lehetőséget biztosítanak ultraprecíziós mikrorajzolatok közvetlen felvitelére nagyon kicsiny két- és háromdimenziós munkadarabokon.

5.3. Egyéb különleges eljárások

Ezek közül két területet emelek ki. Egyik atomokból építkező eljárás: epitaxiális kristálynövesztés, a másik az ún. nanostencilezés. Az atomi méretű, „építő” eljárások az epitaxiális kristálynövesztéses módszerek. Néhány energia-anyagsugárnak kiválogatott anyagfajtákkal való kombinációja révén szabályozott módon lehet előállítani ilyen szuperrácsú kristályokat, amelyeket szabályozott elektron energiakötés tart fenn. Az ilyen típusú új szintetikus anyagok egészen rendkívüli szuperrács konstrukciójúak lehetnek. A méretük nagyságrendje egy atomrétegtől $0,3\text{ mm}$ -ig terjed. Az eljárás fő szakaszai: epitaxiális kristálynövesztés, molekuláris sugár-eljárás, ionsugár betáplálás (ion-implantáció) és ionsugaras eltávolítás. A PVD és CVD (Physical/Chemical Vapour Deposition) eljárás különféle filmszerű bevonatok (pl. TiC, TiN, gyémánt, CBN) felvitelét teszik lehetővé. A PVD eljárás egyik válfaja az ún. nanostencilezés. Ennek a, b, és c, munkafázisait a 12. ábra szemlélteti.



12. ábra. Mintakészítés párologtatással: ún. nanostencilezés: 1 - alakzattal kiképzett nyílások a szilíciumnitrid maszkon; 2 - hordozó alaplemez; 3 - párologtatott fémgőz; 4 - felvitt, lecsapódott anyag; Fázisok: a) pozicionálás; b) párologtatás, ill. lecsapódás; c) kész nanostencilezett áramkör.

5.4. A megmunkálhatóság

A megmunkálhatóság, amely a hagyományos technológiában a forgácsolandó anyagtól erősen függ, szinte szóba sem kerül a nem hagyományos, villamos, termikus vagy kémiai energiát alkalmazó megmunkáláskor. A nem hagyományos eljárások normál esetben nem váltanak ki olyan nagy erőhatásokat, amelyek a vékony vagy törékeny alkatrészeket tönkretennék. A felületi rétegben általában nem marad jelentős húzó-maradó feszültség, ami alacsony kifáradási élettartamot okoz.

6. KÖVETKEZTETÉSEK

A nanotechnológiával kapcsolatos kilátások, a jövőbeni fejlődés-, és a piacok rendkívül biztatóak. Számos piac-elemző előretekintés bizonyítja ezt. Az elemzések trendje teljesen egyértelmű. A rendkívül erős a törekvés a miniaturizálásra, az alacsonyabb költségekre, a nagysorozat- és a tömeggyártásra. Nagyon sok gépen és rendszerben keveredik a nano-, mikro-, és makro értelemben vett technológia, illetve megoldás.

A termék konstrukciós tervezése, az anyag, a megmunkálási eljárás kiválasztása és a technológiai tervezés - természetesen - összekapcsolódik. A kutatás, a tervezés, a gyártás és az üzemeltetés szorosan összefügg az egyetemi képzéssel. A nanotechnológia multidiszciplináris tudást követel a tudósoktól és a mérnököktől, ami igen fontossá teszi az oktatást ezen a téren. Mivel az ismereteken túlmenően a jártasság is nagyon fontos, ezért az oktatás csak multidiszciplináris posztgraduális tanfolyamok keretében lehet sikeres. A megfelelő képzése a fiatal fizikusoknak, matematikusoknak, kémikusoknak, anyagtudósoknak, biológusoknak és mérnököknek nagyon fontos, mert csak így biztosítható az ipar számára a folyamatos nanotechnológus utánpótlás. Fontos, hogy a fiatal tudósok és mérnökök oktatásának és a gyakorlati ismeretek megszerzésének helye, megfelelő infrastruktúrával legyen ellátva.

Egy aktuális „nano-gépészeti” hírrel zárom dolgozatomat: az eddig ismert legkisebb pörgettyűt - elektromechanikus rotort - állították elő a Berkeley Kalifornia Egyetemen. A pörgettyű lapátjai kétezerszer kisebbek, mint a hajszál átmérője, anyaga arany. A pörgettyű tengelye dupla falú szén nanocső. Változó feszültség keltette forgó mágneses tér hatására nagy fordulatszámmal forog. A fejlesztést Alex Zettl professzor vezeti [14]. Egyelőre ez az ilyen legkisebb forgó szerkezet, ami a nanotudomány egyik termékét a grafitból készített szén nanocsövet használja. Hol használható az ilyen nano-gép”? Valószínűleg igen meglepő alkalmazásai lesznek az űrhajózáson és repülésen túl a gyógyászatban is.

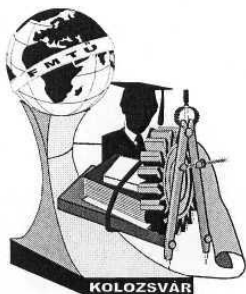
A kutató-fejlesztő munkát pályázati úton elnyert OTKA támogatással végezzük. OTKA nyilvántartási számok: T030668 és F019105.

IRODALOM

- [1] Taniguchi, N.: **Current status in and future trends of ultraprecision machining and ultrafine materials processing.** Annals of CIRP, 1983. 32(2) pp.573-582.
- [2] McKeown, P.A.: **High precision manufacturing and the British economy.** The Institut of Mech. Eng. Proceedings 1986. Vol.200. No.76. 19p.
- [3] Corbett, J. - McKeown, P.A. - Peggs, G.N. - Whatmore, R.: **Nanotechnology: International developments and emerging products.** Annals of the CIRP, 2000. 49(2) pp.523-545.
- [4] Gyulai József: **Nanotudomány és nanotechnológia- elvárások és várakozások.** Testing 2003. Szeminárium, Budapest, 2003.09.08-09. (előadás).
- [5] Szabó Bertalan: **Braun mozgás vizsgálata.** Fizikus szakdolgozat. Pázmány Péter Tudomány Egyetem, Budapest, 1935.
- [6] Dudás Illés: **Gépgyártástechnológia III.** Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2003.
- [7] Szabó Ottó - Tajnafői József: **Befejező finomforgácsoló szerszám és eljárás sokszög-, ellipszis-, kör- és egyéb vezérgörbéjű henger-felületek befejező finommegmunkálásához.** OTH 190840 lajstromszámú szabadalom. Tulajdonos: NME. Bejelentés napja: 1983.05.16. Budapest.

- [8] Szabó Ottó: **Optimisation of technology and „quasi honing” of polygon bores.** Journal of Materials Processing Technology. Published by Elsevier Science B.V., Dublin, 2001. 119. pp.117-121.
- [9] Szabó Ottó: **Ultraprecíziós gyártás - nagy pontosságú konstrukció.** Géptervezők IX. Országos Szemináriuma, Miskolc, MAB, 1993.09.30-10.01. GTE-MEGET-MAB kiadvány I. pp.134-139.
- [10] Szabó Ottó: **Installation of an ultraprecisional CNC lathe laboratory, its accuracy and application.** Mechatronics, Pergamon Press, Oxford, 1993.3. pp.215-219.
- [11] Szabó Ottó: **Ultrapontos termékek gyártásához optimális környezeti feltételek tervezése.** Gép, 2002. LEI. 8-9. pp.23-27.
- [12] Szabó Ottó - Zebala Wojciech: **Mathematical Modelling of Ultraprecision and Precision Turning and Experiments.** Advanced Methods and Manufacturing Systems. Hungarian-Polish Intergovernmental S and T Coop. Miskolc-Cracow, Sept. 2000. Pr.No.PI-11/97. Project Co-ordinators: prof. Dr. Dudás Illés and Prof. Dr. Gawlik Josef. Pp.13-17.
- [13] Szabó Ottó - Gurzó József: **Ion-kristályok megmunkálási folyamatának molekuláris dinamikai szimulációjához az ionszám meghatározás.** FMTÜ-2004. kiadványa. EME, Kolozsvár, 2003.03.26-27. 4p.
- [14] Fennimore, A. et al: **Rotational Actuators Based on Carbon Nanotubes.** Nature. 424. 24.07.2003.

Dr. Szabó Ottó, C.Sc, PhD., egyetemi docens
 Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék.
 3515. Miskolc-Egyetemváros
 Telefon: (46)565-111/15-21; E-mail: ggvtso@gold.iini-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A HUMÁN ERŐFORRÁSOK IRÁNTI IPARI IGÉNYEK VÁLTOZÁSA

Suplicz Sándor

A diplomásokkal szembeni társadalmi, gazdasági, ipari igények megismerése érdekében a Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészeti Kar Mérnökpedagógiai Intézete felméréseket végezett.

A vizsgálati mintában az ipari munkakultúra világszínvonalú képviselőinek a Magyarországra települt multinacionális vállalatoknak elvárásait vizsgáltuk.

Az Audi, a Proctor & Gamble, a Kraft, a General Electric munkaerőpiaci igényei képezték a felmérés bázisát.

Az cél: az ipari elvárásoknak jobban megfelelő az oktatási tartalom kialakítása.

Az vizsgálatok során alábbi kérdésekre reméltünk válaszokat.

- **Hogyan határozzák meg az igényeiket a vállalatok?**
- **Milyen erényeket várnak a diplomásoktól?**
- **Milyen módon mérik az elvárásaikat a kiválasztási eljárás során?**

Az igények meghatározása.

Szervezeti célok

A szervezeteknek vannak saját céljaik, amelyek természetesen nem azonosak a bennük szereplő egyének céljaival. Az egyéni célok rendkívül változatosak lehetnek, s aligha képzelhető el olyan szervezet, amelyben a tagok valamennyi céljukat ki tudnák elégíteni.

Az egyéni célok általánosan úgy köthetők a gazdasághoz, hogy egyrészt megvalósításuknak gazdasági feltételrendszere van; másrészt vannak köztük gazdasági természetűek, amelyeket az egyén a gazdasági tevékenységen keresztül valósíthat meg. Korábbi feltevések alapján *Williamson* nyolc olyan egyéni célt jelöl meg, amelyet az emberek többnyire munkahelyükön keresztül szeretnének elérni. Ezek fontossági sorrendben a következők: **jövedelem, biztonság, státusz, hatalom, presztízs, a társadalom szolgálata, szakértői kiemelkedés és hasznosság.**

Az egyéni és a szervezeti célok kapcsolata

Egy adott szervezet eredményessége attól függ, hogy a szervezet milyen mértékben éri el céljait. Valószínűleg egyetlen szervezet sem éri el valamennyi célját, ha azonban a szervezet mégis fennmarad, ez nyilvánvalóan azt jelenti, hogy néhány döntési jogkörrel bíró személy legalább részlegesen hatékonynak tartja.

A leghatékonyabb szervezetek azok, amelyekben egyrészt az összes tagot illetően valóban összeegyeztethetők az egyéni és szervezeti célok, nem arról van szó tehát, hogy az összeegyeztethetőséget a tagok csak gondolják. (Természetesen a tagok saját céljaikat összeegyeztethetőnek tartják a szervezeti célokkal, mert különben nem lennének a szervezet tagjai; de a tények esetleg nem erősítik meg ezt a véleményüket.) Másrészt pedig a szervezet céljairól gondolt összes egyéni elképzelés lényegében összhangban van egymással: azaz az egyének többé-kevésbé egyetértenek a szervezet céljaival.

A szervezeti célokat befolyásolják az egyéni célmegvalósítási törekvésekből adódó konfliktusok, és kölcsönös kompromisszumokra épülve alakulnak ki. A célok közötti részleges ellentét (s az ebből adódó konfliktusok) minden szervezet életének normális és szükségszerű velejárója. Kiküszöbölni csak az egyéni és szervezeti cél teljes egybeesése esetén lehetne, az ilyen szervezetek azonban nem szimpatikusak (hiszen teljes és feltétel nélküli odaadást követelnek), és többnyire nem is hatékonyak (hiszen tagjai lényegében nem gondolkodnak). A szervezet akkor működhet hatékonyan, ha a célok különbözőségéből adódó konfliktusokat a vezetés nem elnyomni igyekszik, hanem megfelelő belső működési mechanizmusokkal mozgásteret biztosít számukra. A szervezet belső feltételeihez alkalmazkodni tudó hatékony munkatárs erőneinek meghatározásával csökkenthetőek a meg nem felelésből, és az elvándorlásból eredő veszteségek. (Gogola 2000)

Milyen eredményeket várnak a vállalatok?

Ha a vezetőket megkérdezzük, hogy milyen az ideális munkavállaló, legtöbbször a következő választ kapjuk:

- megbízható, elkötelezett a cég és munkája iránt
- önálló és kezdeményező munkájában
- hajlandó és képes is felelősséget vállalni
- együttműködik munkatársaival
- innovatív és rugalmas, olyan, aki képes alkalmazkodni az új helyzetekhez
- **magasan képzett, ugyanakkor tud és akar folyamatosan továbbfejlődni, tanulni.**

Észre kell vennünk, hogy a fenti elvárások közül csak egy kategória foglalkozik a szakmai képzettséggel. Ez természetesen fontos, de csak egy a sok közül. Ráadásul a válogatás szűrési feltétele. Így mindenki rendelkezik a képzettséget igazoló bizonyítványokkal. A kiválasztásnál nem ezen a szemponton van a hangsúly. Általánosan elmondható, hogy az utóbbi időben szemléletváltás következett be, a feladatok pontos meghatározását célzó hangsúly áthelyeződött a **kompetenciák** preferálására. Az utóbbi szemlélettől az várható, hogy az egyén és a szervezet képessé válik a rugalmasság kihasználására a megváltozott munkaköri követelményekhez való alkalmazkodás érdekében

A felvételi követelmények tartalmát illetően a közelmúltban bekövetkezett fejlemény az, hogy rávilágítanak azokra a kritikus kompetenciákra, amelyek összefüggésbe hozhatók a jó teljesítménnyel. Kompetencia alatt olyan fontos egyéni jellemvonások értendők, mint

- **kommunikációs és problémamegoldó készség**
- **a hatékony hatáskör-átruházás és**
- **a csoportmunkára való képesség**

A General Electric kompetencialistája

1, Tanulmányi eredmények

Kiváló tanulmányi eredmény, gyors felfogás és tanulási képesség. A szakmai és üzleti kifejezések ismerete. A tanult ismeretek alkalmazásának készsége.

2, Munkakörhöz kapcsolódó munkatapasztalatok

Üzleti, kereskedelmi, vállalkozói jártasság és egyéb munkatapasztalatok.

3, Kellő önbizalom

Optimista, sikerorientált attitűd, cselekvésorientáltság és döntésképeség, határozott fellépés, cselekedeteiért és hibáiért vállalja a felelősséget. Bátran kiáll meggyőződése mellett.

4, Kezdeményezőkézség

Cselekvésorientált. Felismeri a lehetőségeket és a szükséges lépésekért vállalja a felelősséget. Elkötelezett, és ezt másoktól is megköveteli. Vállalja a felmért kockázatot, belülről motivált. Megbízható, és munkaerkölcsse magas.

5, Elemzőképeség

Jól szervezett. Tervező és problémamegoldó készséggel rendelkezik. A lehetséges alternatívák vizsgálatánál a különböző információkat, megérzéseket és a józan ésszel felhasználva eredményesen választ. Gyors észjárású és kíváncsi. Jól teszi fel a kérdéseit és keresi a válaszokat.

6, Változásorientáltság/ rugalmasság

Építő vitákat és változást kezdeményez. Nem törődik bele a helyzetbe, folyamatosan keresi a jobb megoldásokat, a változást pozitív kihívásként kezeli. Nyitott az ötletekre, a másfajta látásmódra, bárkitől is származzanak azok. Gondolkodásában és cselekedeteiben rugalmas.

7, Nyitottság, kapcsolatteremtő készség

Eredményes csapatjátékos, őszintén és nyíltan kommunikál. Hatékonyan használja az élőszót, az írást és a cselekedeteit, hogy ezzel ösztönözzön és befolyásoljon másokat a közös eredmények érdekében. Valóban odafigyel másokra.

8, Teljesítménymotiváltság

Magasak az elvárásai, mind a környezetével, mind önmagával szemben. Minőségorientált és tökéletességre törekszik (maximalista).

9, Energikusság/ gyorsaság

Képes másokat aktivizálni, lelkes, igyekvő, teljesítményorientált. Gyors felfogású, érzékeli és figyelembe veszi a gyors cselekvés hasznosságát.

A kiválasztási eljárás elemei

Ha a szervezet részletes képet alakított ki arról, hogy milyennek kell lennie az állás betöltésére alkalmas személynek, a következő lépés a megfelelő jelöltek csábítása. A felvételi követelmények alapján kialakult az ideális jelölt képe, a munkaköri leírás pedig a beosztással kapcsolatos feladatokról és felelősségekről ad információt; ezt használják fel az álláshirdetéseknél is. A folyamat során itt elérkeztünk egy fontos szintre, mivel a szervezet elsődleges érdeke az, hogy **elegendő létszámú megfelelő jelöltet** csábítson. Toborzási források lehetnek pl.: munkaügyi központok, állasközvetítő ügynökségek, vezető kutató / fejvadász cégek, alkalmi jelentkezők, az alkalmazottak barátai és rokonai, középiskolák - főiskolák - egyetemek, hirdetések, telefonos "forródrót", nyílt napok.

- **előzetes válogatás (önéletrajzok és motivációs levelek)**
 - elbeszélgetés
 - pszichológiai vizsgálat (tesztek, stressz interjú,...)
 - munkaalkalmassági felmérés
 - grafológiai vizsgálat
 - értékelő központok
 - önéletrajzi adatok
 - referenciák

A siker záloga a személyiség!

A szervezeti magatartás szempontjából legfontosabb személyiségjegyek:

Külső-belső irányítottság, a tekintélytisztelet, a munkamorál, a kognitív stílus, az erkölcsi érettség, a kreativitás, motiváció, a machiavellizmus és a gondolkodási komplexitás.

A BMF válasza az igényekre: személyiségfejlesztés.

2000-től a mérnökasszisztens képzésben az önmenedzselés tárgy keretében féléves **személyiségfejlesztő tréninget** tartunk.

2002-től bevezettük a **személyiségfejlesztés gyakorlatokat** (a mérnök tanár szakon kötelezően)

A fenti tárgyak keretében az alábbi területeket fejlesztjük:

- **ön-és társismeret**
- **kommunikáció**
- **csoportmunka**
- **kezdemenyezés**
- **felelősség**
- **konfliktuskezelés**
- **prezentáció**
- **morális elemek**
- **identitás**
- **a pályairányultság**

A két gyakorlati tárgyat (kötelezően) a pszichológia előadások segítik elméleti ismeretekkel.

Választható tárgyként évek óta szerepel az általános **etika**, és 2003-tól a **mérnöki etika**.

Nem vitatjuk el a többi tárgytól sem a személyiségfejlesztő hatásokat, de az egyre kisebb értéket mutató tanár-diák arány egyre személytelenebbé teszi az oktatást. Szóbeli megnyilvánulásra a hallgatóknak alig van módja, ezért tartjuk fontosnak a **célzatos fejlesztést, amelynek fókuszában a személyiség áll.**

Irodalom:

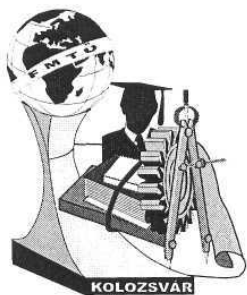
1. Bogáth Ágnes & Müller István: A cégek követelményeit kielégítő nem szakmai képességek feltárása és fejlesztésükre kidolgozott program mérnököknek. Bp. BMF. **2002** TDK dolgozat
2. Gogola Hajnalka: Humán erőforrás-menedzsment a hatékony csoportképzés szempontjából TDK dolgozat Budapest BMF. 2000.
3. Chikán Attila: Vállalatgazdaságtan (AULA, 2000)
4. David Peck, David Whitlow: Személyiség-elméletek (Gondolat, 1983)
5. Dr. Gyökér Irén: Humán erőforrás-menedzsment (Műszaki, 1999)
6. Eugene McKenna, Nick Beech: Egyszerűbben - emberi erőforrás menedzsment (Panem, 1998)

Suplicz Sándor főiskolai adjunktus

Budapesti Műszaki Főiskola BGK Mérnökpedagógiai Intézet

Telefon: +36 30 944 69 86

Suplicz.Sandor@bgk.bmf.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

KÉTKAMERÁS TÉRBELI MÉRÉSTECHNIKA

Dr. Dudás Illés, Felhő Csaba, Szentesi Attila, Tóth Gábor

1. Bevezetés

A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén 1998 évtől kezdődően folynak a kutatások az OTKA (nyilvántartási szám: T026566) keretében az egy illetve kétkamerás méréstechnika alkalmazásának területein Dr. Dudás Illés professzor vezetésével. A kutatási téma címe: „CCD kamerás mérési rendszerek kifejlesztése a gépipari minőségbiztosítás területén”.

A köszörűkorong egykamerás folyamatos kopásvizsgálata után a tavalyi évtől kezdve a kétkamerás térbeli méréstechnika továbbfejlesztésén fáradozunk. Ezen dolgozat keretében szeretnénk bemutatni az eddig elért eredmények egy szegmensét.

2. Számítógépes képfeldolgozás

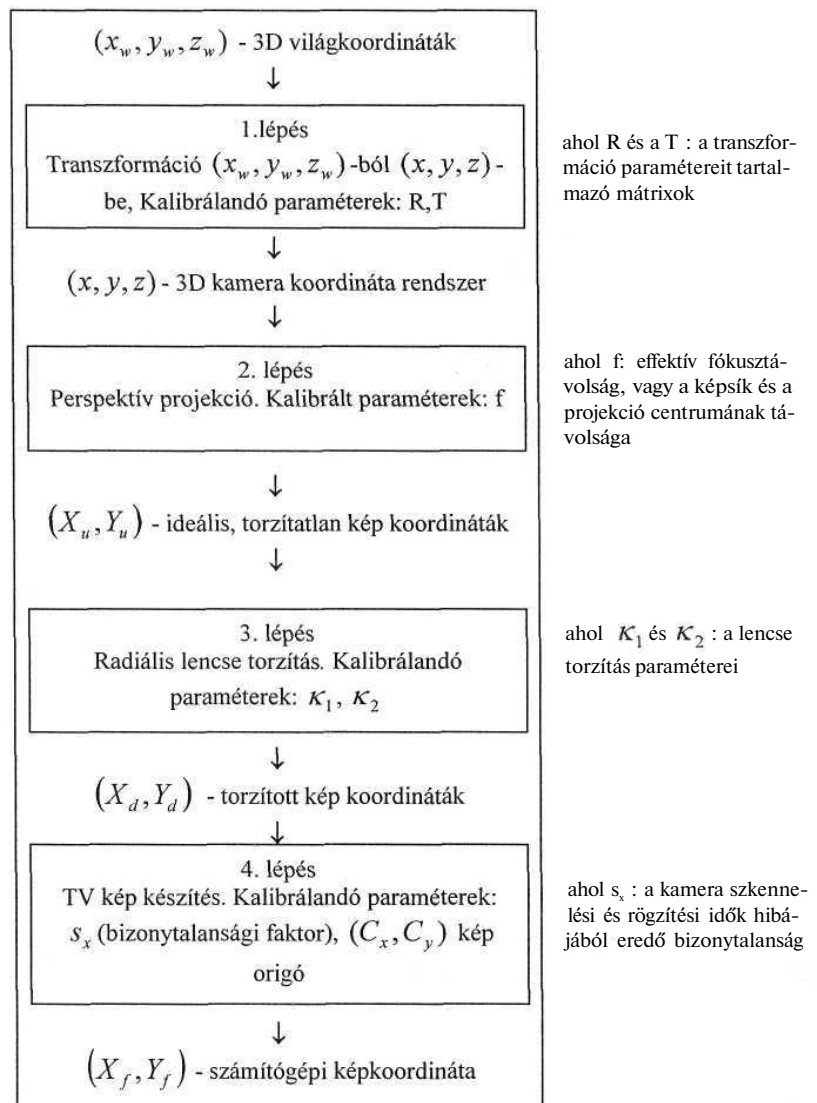
Számítógépes képfeldolgozó rendszereket először az 1960-as években használtak az űrkutatásban és a föld felszínéről készített felvételek kiértékelésében. A számítógépek kapacitásának növekedése lehetővé tette a számítógépes képfeldolgozás egyre szélesebb körben történő elterjedését. A számítógépes képfeldolgozás célja és lényege, hogy a környezetünkből nyerhető képi információkat a számítógép alkalmazásával oly módon feldolgozzuk és kiértékeljük, hogy az eredményeknek megfelelően be tudjunk avatkozni bizonyos folyamatokba.

Széles körben alkalmazzák a képfeldolgozás módszereit az ipar területén is. Ipari alkalmazásnak tekinthetnénk az anyagvizsgáló laboratóriumokban alkalmazott mikroszkópi képelemző rendszerek használatát, vagy a távérzékelési módszerekkel végzett geológiai törésvonal vizsgálatokat is, amelyek az ásványi kincs lelőhelyek felkutatásához nyújtanak értékes segítséget, de általában ipari képfeldolgozó rendszerek alatt a gyártás során végzett minőségellenőrzést, folyamatvezérlést végző rendszereket értünk.

Az alábbiakban röviden ismertetjük a Tsai-féle kamera kalibrációs modellt alkalmazó Calib, kétkamerás térbeli mérőprogram használatát [13].

3. Tsai-féle kamera modell

A digitalizálás során a valós világ képeinek a számítógép memóriájába való bevitele számos eszköz közreműködése révén alapvetően két lépésben valósul meg. Az első lépésben (az objektív közreműködésével) egy kép jön létre a kamera CCD mátrixán [6], [7]. A CCD mátrix kiolvasása, majd a digitalizálás során a kép a számítógép memóriájába kerül. Mindkét lépés a kép torzulását eredményezi, amelyet a kép feldolgozása során figyelembe kell venni. Az esetek egy részében a torzulás a feldolgozás szempontjából legalábbis elhanyagolható hibát okoz, de néhány feladatban megkerülhetetlen a figyelembe vétele. Tipikusan ilyenek a három dimenziós mérés, látás témakörébe tartozó feladatok. Az alábbiakban ismertetjük a Roger Y. Tsai által kidolgozott modell elvi alapjait. Ezt a modellt, illetve ennek egyszerűsített változatait használják a feladatkörbe tartozó legtöbb eljárásban. A koordináta-transzformáció 4 lépése az 1. ábrán látható.



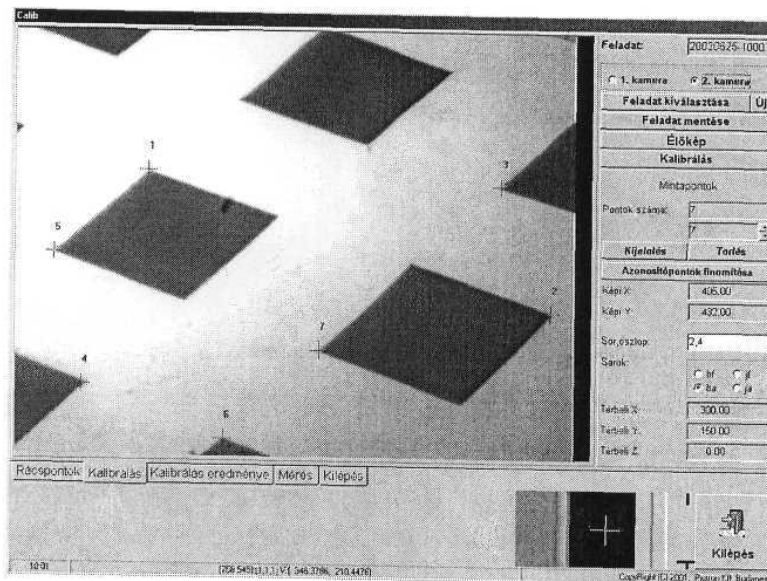
1. ábra. A valós koordináták transzformációja feldolgozható gépi koordinátákká

4. A „Calib” programcsomag alkalmazása

A program két fő funkciócsoporttal rendelkezik [1], a kalibrálás és a mérés funkcióival. A kalibrálás funkciócsoportban a program a két kamera egy-egy képe alapján megállapítja a saját térbeli helyzetét, továbbá a kamerák belső paramétereit. A mérés funkciói során a már kalibrált rendszert alkalmazzuk pontok térbeli helyzetének meghatározására. A teljes munkafolyamatot egy feladatazonosítóval egységként kezeljük. A feladatazonosító megadása után a képek, kalibrálási, mérési adatok valamennyien automatikusan elmentődnek.

4.1. Kalibrálás a „Calib” programmal

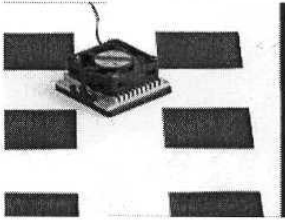
A kalibrálás egy előre elkészített ábra segítségével történik. Esetünkben az 2. ábrán is látható módon egy síkbeli sakktábla jellegű nyomtatvány, amelyen a szabályosan felrajzolt fekete négyzetek sarokpontjai szolgálnak kalibrációs alappontokként. Az ábra 4 sorban 6-6 négyzetet tartalmaz. A pontos kalibrálás érdekében a kiválasztott sarokpontokat a kívánt pontossággal be kell mérni. (Természetesen számolni kell az eljárás saját hibájával is, így a kívánt pontossághoz kell megválasztani a kalibrációs pontok bemérési pontosságát. Általában azt lehet mondani, hogy az eljárás a mérési hibát mintegy 3-szorosára növeli.)



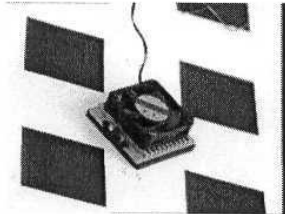
2.ábra. 7 kalibráló-pont felvétele a négyzethálón

A program indulásakor, ha már korábban elkezdett feladatot kívánunk folytatni, akkor meg kell adni a feladatazonosítót. Az azonosító megadása a „Feladat kiválasztása” gombbal történik. Amennyiben új feladatot kezdünk, akkor az azonosítót csak a feladat mentésekor kell megadni. (Új feladat az „Új” gombbal kezdhető. Ilyenkor az előző feladat adatai átmásolódnak az új feladatba is.) a mentés a program lezárásakor automatikusan történik, vagy a „Feladat mentése” gombbal kezdeményezhető.

A kalibrálás első lépéseként rögzíteni kell a kalibráló ábra képét mindkét kamerával. A mellékelt két kép ugyanazon kalibrálóábrának két kamera által rögzített képe. (3., 4. ábrák)



3. ábra. Az egyik kamera képe



4. ábra. A másik kamera képe

Feladat: ventilátor	
<input checked="" type="radio"/> 1. kamera	<input type="radio"/> 2. kamera
Feladat kiválasztása Uj	
Feladat mentése	
Élőkép	
Kalibrálás	
Mintapontok	
Pontok száma	3
	1
Kijelölés	Törölés
Azonosítópontok finomítása	
Képi X:	188.00
Képi Y:	83.00
Sor, oszlop	2,4
Sarok	<input type="radio"/> bf <input type="radio"/> jt
	<input type="radio"/> ba <input type="radio"/> ja
Térbeli X	350.00
Térbeli Y	100.00
Térbeli Z	0.00

5. ábra. Kalibrálás menütábla

A kamera kiválasztására a kamera gombsor elemei szolgálnak. (5. ábra) Ha digitalizálni kívánunk képet, akkor az élőkép gomb benyomásával, majd felengedésével oldhatjuk meg. A digitalizált képek a feladat mentésekor automatikusan elmentődnek. A mentett képek neve a feladat nevéhez fűzött „0”, illetve „1” karakterrel bővítve alakul ki. A típusa BMP. Az eddig felsorolt funkciók valamennyien a főképernyő kartotékjai közül a „Kalibrálás” funkcióval választhatók ki. (Nem tévesztendő össze az ezen a kartotékon szereplő „Kalibrálás gombbal.”). A kalibráláshoz meg kell adnunk a bemért sarokpontok pontos koordinátáit. Ezt a „Rácpontok pozíciói” funkció választása segítségével lehet elérni. (6. ábra)

	1. oszt. - bal	1. oszt. - jobb	2. oszt. - bal	2. oszt. - jobb	3. oszt. - bal	3. oszt. - jobb	4. oszt. - bal	4. oszt. - jobb	5. oszt. - bal	5. oszt. - jobb	6. oszt. - bal	6. oszt. - jobb
1. sor - felső												
1. sor - alsó					-33.94							
2. sor - felső				15.01		14.86						
2. sor - alsó		28.64								65.92		
3. sor - felső				114.09		116.90	114.66					
3. sor - alsó			165.75		164.16							
4. sor - felső												
4. sor - alsó												
	1. oszt. - bal	1. oszt. - jobb	2. oszt. - bal	2. oszt. - jobb	3. oszt. - bal	3. oszt. - jobb	4. oszt. - bal	4. oszt. - jobb	5. oszt. - bal	5. oszt. - jobb	6. oszt. - bal	6. oszt. - jobb
1. sor - felső												
1. sor - alsó					-144.70							
2. sor - felső				-192.57		-92.38						
2. sor - alsó		-293.01								107.61		
3. sor - felső				-192.42		-92.40	-41.05					
3. sor - alsó			-244.05		-144.31							
4. sor - felső												
4. sor - alsó												

6. ábra. A rács sarokpont-koordinátáinak megadása, hogy a számítógép „megtanulja” pozíciójukat

Megjelenik két táblázat, amely a kalibrációs ábrához hasonlóan van szervezve. A bemért sarokpontok X koordinátáit a felső táblázat, Y koordinátáit az alsó táblázat megfelelő rovatába kell beírni. A továbbiakban feltesszük, hogy a kalibrációs ábra pontjainak a Z koordinátája mindig 0. A rácspont-adatok megadása után ki kell választani a kalibráláshoz használandó pontokat. (A két kamerára egymástól függetlenül, külön-külön el kell végezni.) A kalibrációs pontok megadása két lépésből áll. Egyrészt meg kell adni, hogy melyik négyzetről van szó (sor, oszlop), és annak melyik sarokpontjáról. Az előbbit a megfelelő editor-boksza történő beírással, az utóbbit a megfelelő nyomógomb benyomásával lehet megtenni. Másrészt meg kell adni e pont képi megfelelőjét. A „Kijelölés” gomb lenyomása után rá kell mutatni a kép megfelelő pontjára. (A kijelölő kurzor egérrel és nyilakkal vezérelhető. A kijelölés az egér bal gombjával, vagy az Enter gombbal tehető meg.) Ha egy régi pontot akarunk módosítani, akkor a „Sorszám” mezőben kell a megfelelőt előzetesen beállítani. Ha újat hoznánk létre, a Sorszámot a „pontok száma”+1-re kell állítani. A kalibráló pontok képi pozíciója javítható

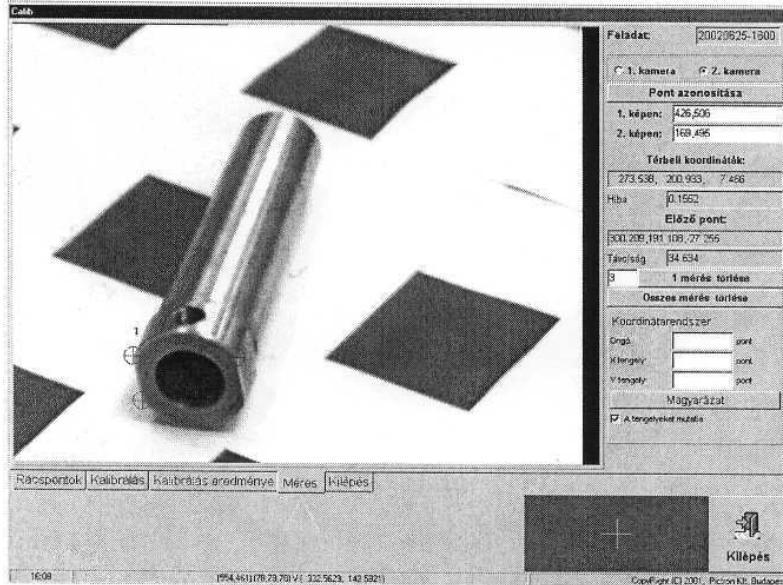
Az „Azonosítópontok” finomítása” gomb segítségével. Ha minden adatot megadtunk, akkor érdemes a kamerák néhány paraméterét is beállítani. Ez a „Kalibrálás eredménye” lapon az alább látható táblázatba kell beírni. E paraméterek közül a CCD mátrix fizikai méretének van jelentősége. Ha a paramétereket hibásan adjuk meg, a térbeli számolások továbbra is jól működnek, csupán a kamera belső paramétereinek egy részét számolja a program hibásan. Mindezen adatok megadása után a program kalibrálható.

A kalibrálás a „Kalibrálás” lapon található megfelelő gombbal indul. Ellenőrzésként a kép felett megjelennek a kalibráló pontok képi pozícióit jelölő keresztek piros színben. A kalibrálás végén a program ellenőrzi a tanulópontok visszaállítási pontosságát. A megjelenő zöld keresztek a tanulópontoknak a kalibrációs modell alapján visszaszámolt képi megfelelőit jelölik. Jó betanítás esetén a piros és zöld keresztek középpontjai fedik egymást. A program automatikusan mindkét kamera képét kalibrálja. A kalibrációs eredmények az alábbi táblázatban íródnak ki. A kiírt paraméterek közül az f az ún. effektív fókusz távolság. Ennek értéke, ha a kalibráló adatok megfelelőek, és a kamera adatok is helyesek, akkor lényegében megegyezik az objektív tényleges fókusz távolságával. A k kappal, az optika torzítására jellemző paraméter. A továbbiak a térbeli transzformációt írják le. A kalibrálás után a kalibrációs képekre tulajdonképpen nincs szükség, a kamerák kalibrálásához szükséges adatokat a program más módon őrzi meg. Emiatt szükség esetén újabb képet lehet digitalizálni, ami a mérendő tárgyat ábrázolja.

4.2. A „Calib” program segítségével történő mérés

A kalibrálás után a program alkalmas mérésre. (7. ábra) A „Mérés” funkciócsoport kiválasztása után a mellékelt ábrán látható képernyő jelenik meg. A méréshez mindkét képen ki kell jelölni a térbeli pont képi megfelelőjét. Ezt az „Azonosítandó pont” gomb lenyomása után lehet megtenni. A program automatikusan mindkét képen „kijelölteti” a pontot, ezután kiszámolja a térbeli pozíciót. Az

eredmény a megfelelő sorba kiíródik. A kiírt hiba a közelítés hibája. Az „Előző” sorban az előző mérés adatai íródnak ki, míg a távolság rovatban az előző és az utolsó pont térbeli távolsága.



7. ábra. A mérés elvégzése a Calib segítségével

A program megjegyzi az összes mérést, és bejegyzzi a képernyőre a kijelölési pozíciókat. A mérési adatok egyesével vagy együttesen törölhetők. A program számára egy, a mérendő alkatrészhez kötött koordinátarendszert lehet megadni. A koordinátarendszert az origóval, az x és y tengelyek irányával lehet definiálni. A z tengely az x és y tengelyekkel együtt jobbforgású rendszert alkot. A koordinátarendszer kirajzolódik a képernyőre.

Kalibrációs paraméterek (számított)	1. kamera	2. kamera
Effektív fókusztávolság	69.34035	56.13030
Etolás vektor (Tx,Ty,Tz)	-356.7350 -36.81201 1949.9294	-354.3633 -202.9082 1510.8931
Forgatási szögek (Rx,Ry,Rz)	-1.000702 -0.025702 -0.015037	-0.875494 -0.262715 -0.276836
Transzformációs mátrix (r1,r2,r3)	0.999557 0.029739 0.001467	0.928918 0.016734 -0.369807
(r4,r5,r6)	-0.015031 0.461486 0.867030	0.263936 0.670730 0.893150
(r7,r8,r9)	0.025702 -0.888658 0.461710	0.259707 -0.741512 0.818837
Lenye radiális torzítása (kappa1)	0.000379	-0.000415

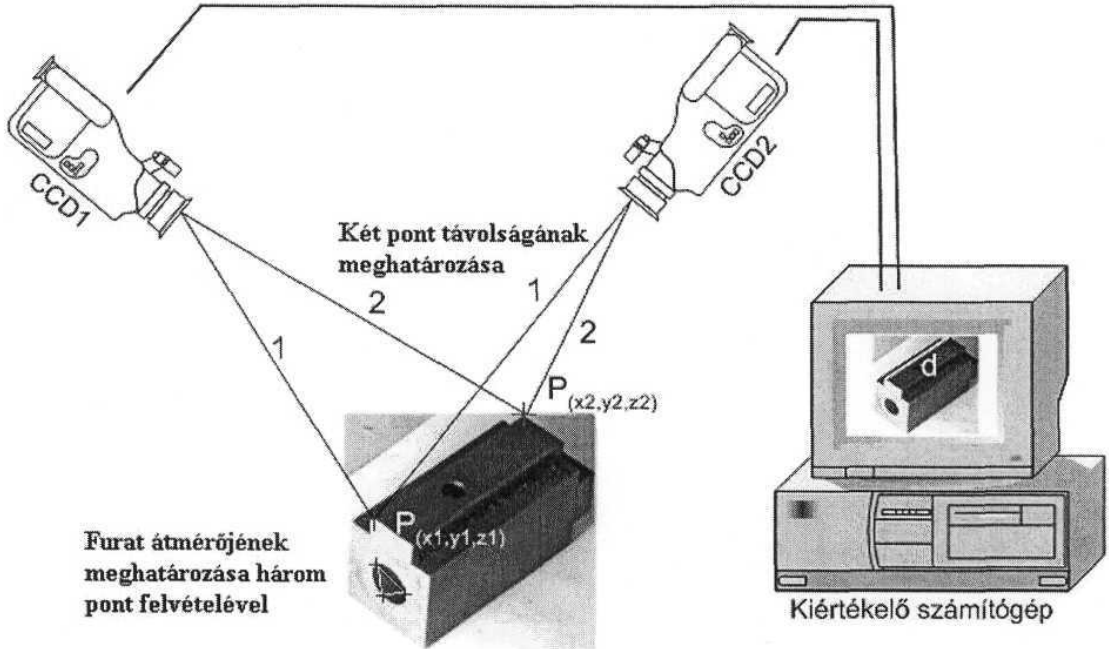
8. ábra. A koordináta transzformáció adatainak kiértékelő táblázata

A mérési eredményeket a program a feladat nevéből származtatott Lst kiterjesztésű fájlba is kiírja. A fájl egy sora egy mérési eredményt tartalmaz. A sorban az egyes elemek a következők:

- A mérés sorszáma (egész, 1-től indulva.)
- A mért pont képi koordinátái az első képen. (X és Y egész számok.)
- A mért pont képi koordinátái a második képen. (X és Y egész számok.)
- A pont térbeli koordinátái a rendszer saját (a kalibráló ábrából származó) koordináta rendszerében.
- A pont térbeli koordinátái az alkatrészhez felvett koordináta rendszerben.

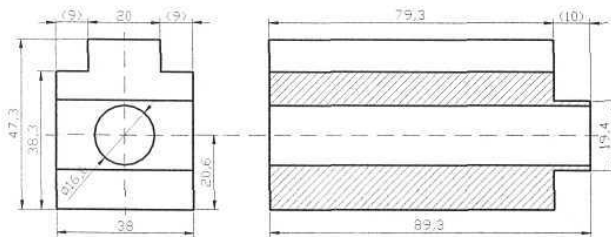
5. Mérési kísérletek

A program segítségével a legkülönbözőbb alkatrészek mérésére van lehetőség. Könnyen ellenőrizhetünk vele méret-, és helyzetpontosságot. A mérés pontosságát jelenleg csupán a CCD-kamerák felbontása korlátozza. Megfelelő körülmények között elérhető a 0,05...0,1 mm-es mérési pontosság.



9. ábra. A prizmatikus alkatrész mérésének elvi vázlata

A 9. ábrán látható alkatrészen elvégzett mérés során meghatároztuk a darab hosszmereteit, és a furatának átmérőjét. Az átmérő meghatározásához három pont felvételére volt szükség. A mérési pontosság 0,08...0,1 mm volt.



10. ábra. A „Calib” program segítségével megállapított méretek

A program által generált mért értékek segítségével gyorsan elkészíthető a test alkatrészejza, vagy ellenőrizhetők a méretei (10.ábra).

6. Összefoglalás

A T026566 számú OTKA kutatás keretében, melynek címe a „CCD kamerás mérési rendszerek kifejlesztése a gépipari minőségbiztosítás területén” Dr. Dudás Illés professzor vezetésével mára eljutottunk a kutatómunka ama fázisára, hogy alkalmazni tudjuk a kétkamerás méréstechnikát különböző térbeli alakzatok, különféle felületeinek mérésére, térbeli helyzetének meghatározására.

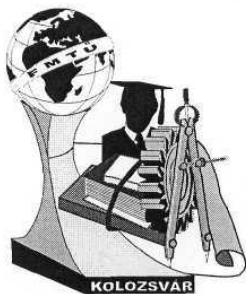
A rendszer jól használható bonyolultabb geometriai alakzatok térbeli pontjainak gyors és pontos meghatározására. A módszerrel egyszerű a testprimitívek számítható méreteinek meghatározása, például hengeres felületek átmérőjének pontos megadása. A dolgozat során bemutattuk, a módszer elméletét, a korábbi cikkekben részletesen ismertetett Tsai-féle kamera modell rövid felvillantása által. Ezen rövid bemutatás során a különböző koordináta rendszerek egymáshoz való viszonyát ismertettük. A dolgozat nagyobb részében a mérés során alkalmazott „Calib” programcsomag működését mutattuk be, különös tekintettel a kalibrálásra és az effektív mérési tevékenységre. Fontos felhívni a figyelmet arra, hogy a program használata során különösen nagy odafigyelés szükséges mind a kalibrálás, mind a mérés során, hogy az elérhető (elméleti) mérési pontosságot megközelítsük. Az utolsó részben egy konkrét példán mutattunk be a program működését, a felhasználás lehetőségeit.

7. Irodalomjegyzék

- [1] Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai. Tankönyv. Pictron Kft. Budapest 1996.
- [2] Illés Dudás: Theory and Partice of Worm Drives, Penton Press, London, 2000. pp. 314.
- [3] Dudás I., Varga Gy., Banyai K. (2001 Grinding Wheel Profilé Measurement by CCD Camera, 12* International DAAAM Symposium Jena, Germany, Oct. 24-27, pp. 117-118
- [4] Illés Dudás , Gyula Varga: The use of CCD cameras in production engeneering of sophisticated engineering surfaces, The 28th Israel Conference on Mechanical Engineering, Ben-Gurion University of Negev Beér Sheva, Israel, 14-15 June, 2000.
- [5] Dudás Illés: Számjegyvezérlésű köszörűkorong profilozó berendezés és eljárás, annak szakaszos, illetve köszörülés közbeni folyamatos vezérlése Találmány lajstromszáma: 207 963, 1988. szeptember 21. (OTH)
- [6] Roger Y. Tsai: An efficient and accurate camera calibration technique for 3D Machine Vision, IBM Technical Journal
- [7] Roger Y. Tsai : A Versatile Camera Calibration Technique for High -Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses, IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. RA-3, No 4
- [8] Álló G. - Főglein J. - Hegedűs Gy. - Szabó J. : Bevezetés a számítógépes képfel-dolgozásba. Kézirat, Budapest 1993. PP- 33.
- [9] Nagy Z.: Szerelőrobotok intelligenciájának növelése erőméréssel és képfeldolgozással. Egyetemi doktori értekezés, Budapest 1994. pp. 24-29.
- [10] Stanley L. Lyons: Exterior Lighting for Industry and Security Applied Science Publishers, Ltd., London 1980
- [11] Dudás I., Sztermenné Németh H., A CCD kamera alkalmazása a gépgyártástechnológiában microCAD'2000. pp. 13-18
- [12] I. Dudás, Attila Szentesi, Gábor Tóth - Continuous monitoring of wearing of grinding wheels, FMTÜ, Kolozsvár 2002. III., pp. 167-172.
- [13] Dudás I., Bányai K., Varga Gy., Sztermenné N. H., Szentesi A., Tóth G., Felhő Cs. : CCD kamerás mérési rendszerek kifejlesztése a gépipari minőségbiztosítás területén. OTKA zárójelentés, Miskolc, 2002.

DSc. Dr. h.c. *Dudás Illés*, tszv. egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora
Felhő Csaba, tanszéki mérnök
Szentesi Attila, egyetemi tanársegéd
Tóth Gábor, egyetemi tanársegéd

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék; 3515 Miskolc-Egyetemváros
 0036 (46) 565-160, E-mail: ggytfcs@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

KERÁMIA TÜKRÖSÍTÉSE ELID KÖSZÖRÜLŐ ELJÁRÁSSAL

László Zoltán

Summary

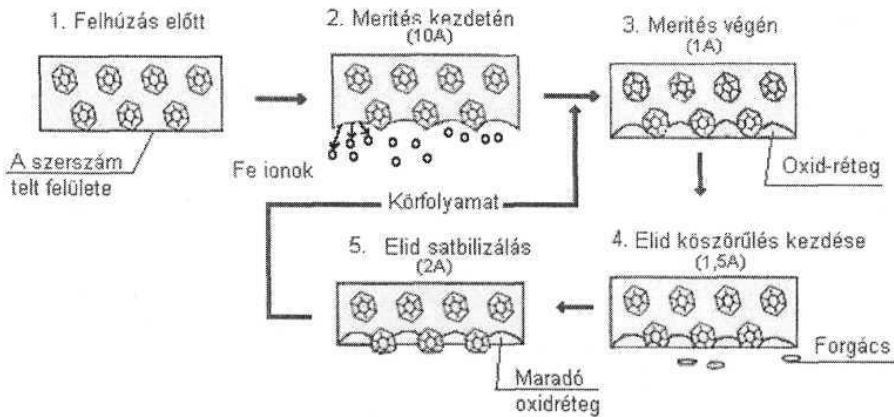
About machining process the cumulative demands need, it is necessary to produce small surface roughness and less measured form error. To realize these parameters we need better position accuracy. In the practice widespread the ultra precision lathe machine, which is convention to complement with an another ultra precision equipment, also the grinding or polishing. The purpose of this article to develop the ELID process specialties, and how is possible to implement.

Összefoglalás

A megmunkálással szemben támasztott növekedő igények szükségessé teszik a kis felületi érdesség és a jó alakpontosság elérését. Mindezen paraméterek biztosításához szükséges a nagy pozicionálási pontosság. A gyakorlatba leginkább elterjedt az ultraprecíziós eszterga, amely berendezést gyakran ki szokták egészíteni más ultraprecíziós berendezéssel, mint a köszörülés vagy a polírozás. Ezen tanulmány témája feltárni az ELID megmunkálás, sajátosságait és megvizsgálni miként illeszthető egy ultraprecíziós esztergához.

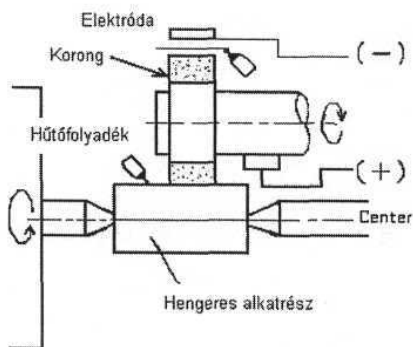
Az ELID köszörülés elve

[1] Az eljárás leginkább a hagyományos köszörülésre hasonlít, mely során a köszörűkorong leválasztja az alkatrészről a kívánt ráhagyást. A korong forgácsolókéességét és geometriáját egy beépített elektrokémiai eljárással folyamatosan szabályozzuk. A köszörűkorong mikronnagyságú szuperkemény szemcséket tartalmaz, amelyek be vannak ágyazva az elektromosan vezető kötőanyagba. A koronghoz közel helyezkedik el az elektróda, mely geometriai kialakítását tekintve minél nagyobb felületen állandó távolságra van a korong felültétől. A korongot és az elektródát egyenfeszültségre kapcsoljuk, mégpedig úgy, hogy a korongra az anód (+), az elektródára a katód (-) kerül. A két fél közé elektrolit folyadékot engednek, mely hatására megindul az elektrolízis, azaz az áramot vezető kötőanyag kezd leválni. A folyamat során a felszínre kerülő fém oxidálódik, mely réteg keménysége elmarad az alapanyagétól. Amikor pedig elkezdődik a forgácsolás, a szerszámról leválik a kis szilárdságú oxidált réteg, és a szemcsék képesek lesznek forgácsolni. Ez után már csak folyamatosan szinten kell tartani az elizálást (1 ábra.).

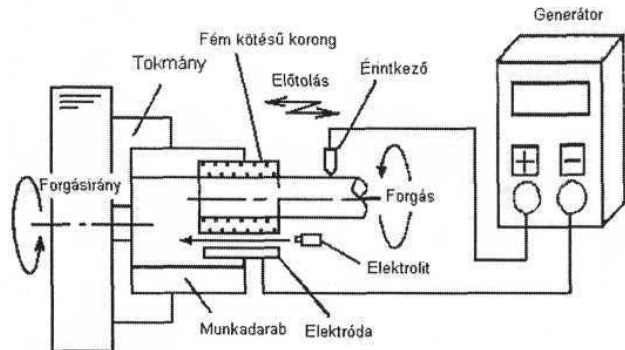


1. ábra ELID

A köszörüléshez hasonlóan itt is meg lehet munkálni mind külső, mind belső felületeket (2 ábra).

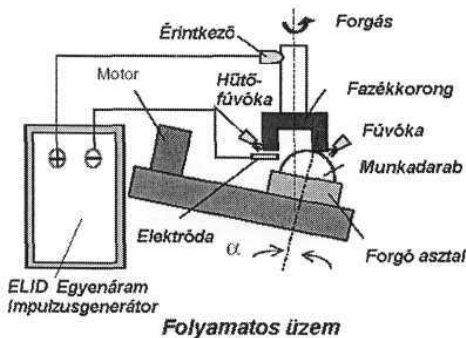


2. a ábra ELID külső felületre

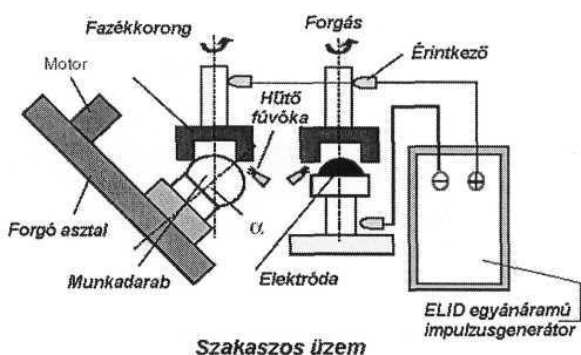


2. b ábra ELID belső felületre

Van olyan eset, amikor nem kívánjuk folyamatosan a korong szabályozását, ebben az esetben szakaszossá válhat a folyamat. Legyen ennek oka, hogy nem fér be a furatba a korong is és az elektróda is, vagy bármilyen más, ebben az esetben a szerszám (korong) „felújítását”, szakaszosan tehetjük meg (3 ábra).



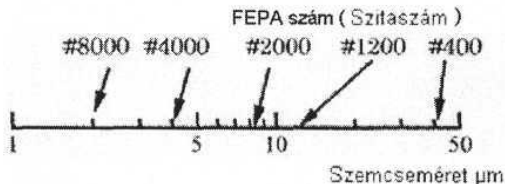
3. a ábra Folyamatos ELID



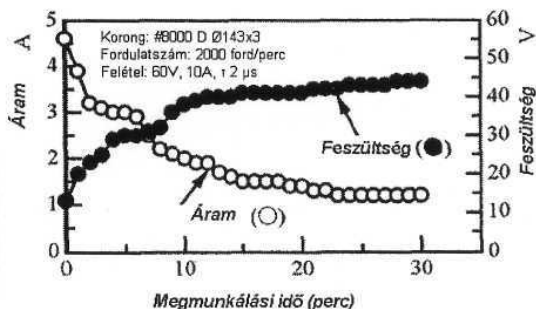
3. b ábra Szakaszos ELID

A köszörűszerszám kötőanyaga lehet öntöttvas, bronz vagy kobalt. Különleges esetben gyanta-fém keveréke.

A szemcse anyaga köbös bornitrid (CBN) vagy gyémánt (D). A szemcseméret általános használat esetén 60-30000 szitaszámú. Különleges gyanta-fém hibridkötéssel ultra-finom akár 3 mo-s FEPA számú abrazív porból is készülhet a szerszám (4 ábra).



4. ábra Szemcseméret-szitaszám.



5. ábra Teljesítményszükséglet

A generátor nagyfrekvenciás egyenáramot biztosít, felharmonikusok és zajok kiküszöbölésével. A [2] irodalmi kísérlet Gd_2SiO_5 típusú kerámia megmunkálásakor fellépő áram és feszültségigény (5. ábra).

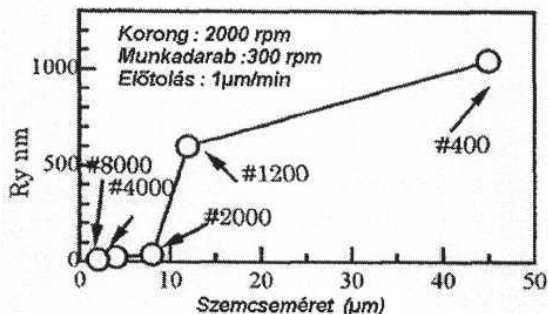
Az elektróda anyaga jól vezeti az áramot, geometriai kialakítása, pedig olyan, hogy a korongot rövid hosszon követi és a tőle való távolsága állandó.

A korong és az elektróda közötti térben az ELID folyadék található. Ez a víz alapú folyadék a felületeket nedvesen tartja, a benne lévő vegyületek segítségével pedig az elektrolízis folyamatossága áram jelenlétében biztosítható. Általában 2%-os hígított folyadék, vagy pedig NaCl (konyhasó) vizes oldata.

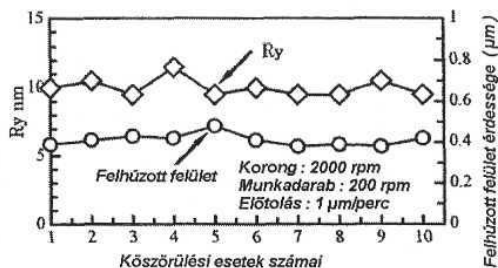
Az ELID paramétereinek változtathatósága

Az ELID-del történő megmunkálással az a célunk, hogy polírozott (tükrös) felületi minőséget állítsunk elő. Itt elsősorban a felületi érdesség csökkentése a cél, de az eljárás sajátosságából adódóan lehetőség van alakpontosság javítására is.

A [2] 6a. ábrából látszik, hogy a szemcseméret csökkentésével jobb felületi minőség állítható elő.



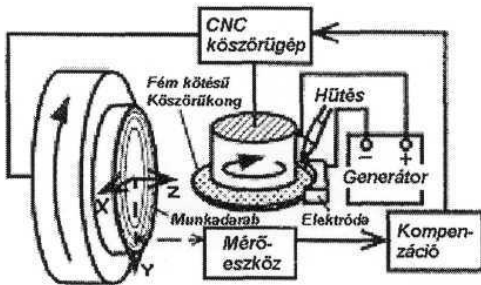
6a. ábra Szemcseméret-Ry



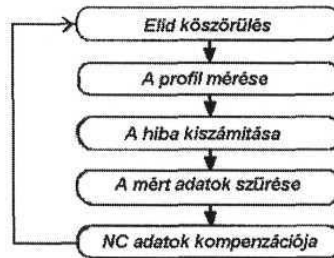
6b. ábra Felületi minőségarány

A #8000-es szemcséjű korong felhúzott felületének érdessége hatással van az elkészült felület minőségére, de az ábra szerint jól látható hogy az új felület rendkívül kis felületi érdességgel rendelkezik (6b. ábra).

Az [3] 7a és a 7b. ábra mutatja egy tengelyszimmetrikus SIC tükör megmunkálását ELID köszörüléssel. A megmunkálás után a profil megmérésével ki lehet számolni az eltérés profilját, ez a hiba, pedig az NC vezérléssel kompenzálható.



7a. ábra ELID-CNC



7b. ábra Alakhiba-kompenzáció

Az NC adat és az alakprofil adat NC pontját jelöljük zx^i és ex^i az i -edik köszörülés során. Az $(i+1)$ -k NC adat értéke:

$$zx^{(i+1)} = zx^{(i)} - K \cdot ex^{(i)} \quad (1)$$

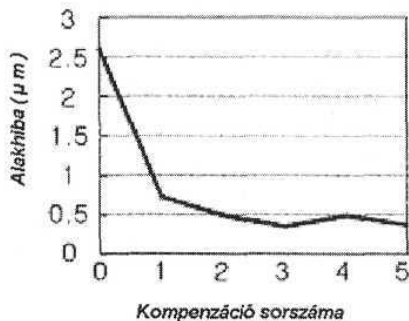
Az $(i+1)$ -dik adat a következő formulával fejezhető ki:

$$zx^{(i+1)} = \sum_i (zx^{(i)} - ex^{(i)}) / n \quad (2)$$

ahol n a referencia adatok száma

Például, ha az utolsó két páros adatot vesszük, akkor a következőképpen néz ki:

$$zx^{(i+1)} = \{(zx^{(i)} - ex^{(i)}) + (zx^{(i-1)} - ex^{(i-1)})\} / 2 \quad (3)$$



8. ábra Kompenzáció

Több páros adatainak figyelembe vétele azt eredményezi, hogy egyre kisebb befolyásuk van. A felhasznált adatok száma befolyásolja a adatok szórásának a fokát és az alakpontosság konvergenciájának a sebességét. A kompenzáció nélküli alakhiba $2,6 \mu\text{m}$ az ötödik iterációra már $0,38 \mu\text{m}$ alá csökkent (8 ábra.).

Következtetés

A fent bemutatott szakirodalmi példából egyértelműen kitűnik, hogy egy nagyon hatékony technológia áll a rendelkezésünkre, amely egy meglévő GNC esztergához implementálva különlegesen magas felületi minőségi követelmények teljesítésére is alkalmas.

Irodalom

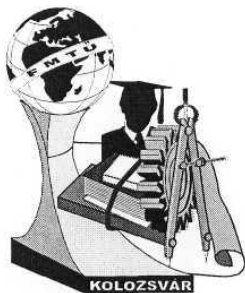
1. <http://www.fujidie.co.jp/e/seihin/elid/index.html>
2. Characteristics of ELID grinding of Gd₂SiO₅ by cast-iron bonded diamond wheel Nobuhide Itoh, Hitoshi Ohmori, Shinya Morita, Hiroyuki Ishibashi, Chikara Uetake, and Toshio Kasai.5 RIKEN Review No. 34 (April, 2001): *Focused on Advances on Micro-mechanical Fabrication Techniques*
3. Ultraprecision Form Control of Aspheric Mirror with ELID Grinding Sei MORIYASU1), Hitoshi OHMORI1), Jun-ichi KATO2), Hajime KOGA3) and Masaru OHMAE3)

LÁSZLÓ Zoltán, PhD hallgató, okl. gépészmérnök

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz.

1111 Budapest Egry J. u 1. E ép. II.

Tel.: (+36) 1 463 2640; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: laszlo@manuf.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁSI TECHNOLOGIÁK KIVÁLASZTÁSA A KÖLTSÉGEK FÜGGVÉNYÉBEN

BAKI-HARI Zoltán-Gábor

Abstract

It is known how important it is to use an adequate technology to obtain the maximum efficiency. Therefore this technology must be selected from the many occasionally possible variants. This is the situation also in the case of the rapid fabrication of the prototypes. The selection of these technologies is made usually on the basis of two criterions, namely the technical and the economical ones.

The present work tries to present some basic principles for the selection on the basis of the economical criterion.

Összefoglalás

Ismeretes, hogy a maximális hatékonyság eléréséhez milyen fontos a helyes technológia alkalmazása. Ehhez ezt ki is kell választani az esetenként csomó felkínálkozó közül. Ez a helyzet a gyors prototípusgyártás esetén is. Ezen technológiák kiválasztása rend szerint két kritérium szerint történik, éspedig technikai illetve gazdasági kritérium alapján.

Ezen dolgozat pedig a gazdasági kritérium szerinti kiválasztásban igyekszik néhány irányelvet adni.

Bevezetés

Egyre jobban rohanó napjainkban a termelőknek a piacon való maradáshoz nagyon jól kell alkalmazkodniuk ennek az állandó változásaihoz. Vagyis a lehető leggyorsabban kell piacra dobniuk legújabb termékeiket, természetesen még a konkurencia előtt. És természetesen a legjobb minőségben, mivel ez a piacon való megmaradásnak egyik feltétele. Ennek a piacon való megmaradásnak a másik feltétele, hogy az új termék kifejlesztése, valamint gyártása minél kisebb költségekkel történjen a rövid idő és a magas minőségi elvárások ellenére.

Ez viszont egy új, az úgynevezett gyors termékkifejlesztési eljárás igénybevételét teszi szükségessé. Ezen eljárást egyes források villámgyors termékkifejlesztésnek is nevezik.

Ennek a gyors termékkifejlesztésnek az egyik eszköze a gyors prototípusgyártás. Ugyanis ezen eljárásokkal, mint a nevük is mutatja, rövid időn belül állíthatók elő a prototípusok, az úgynevezett RP mo-

deliek (ma viszont már funkcionális darabok is), amelyek a termék elfogadtatását illetve különböző tesztek elvégzését teszik lehetővé. Ugyanakkor ezen eljárások mindamellett, hogy gyorsak, olcsók is (legalábbis a hagyományos prototípusgyártási eljárásokkal szemben), a felhasznált anyagok is olcsók s ma már mind jobb és jobb tulajdonságokkal rendelkeznek, valamint az elért pontosság is egyre nő. Ezen eljárások másik előnye, hogy nem igényelnek hagyományos gépeket, szerszámokat, mivel az eljárás alapelve szerint csak kellő mennyiségben s oda ahova kell van anyag helyezve. Ugyanakkor az is elmondható ezen technológiákról, hogy környezetkímélők, ami napjainkban egy nagyon fontos elbírálási szempont.

Ezen eljárások napjainkban már a hadiipartól kezdve egészen a gyógyászatig ismernek nagyon széleskörű felhasználást.

Gyors prototípusgyártási technológiák kiválasztása

Ahhoz, hogy a gyors prototípusgyártás ténylegesen a villámgyors termékfejlesztés egyik eszköze lehessen, a lehető legnagyobb hatékonyságot kell hogy biztosítsa. Ehhez pedig a lehető legmegfelelőbb technológiát (eljárást, módszert) kell alkalmazni.

Viszont ehhez elkerülhetetlen ennek a kiválasztása. Mint a többi technológia esetében is, ez több kritérium alapján történik, amelyek közül egyet vagy egyeseket előnyben kell részesíteni a követett cél függvényében.

A gyors prototípusgyártási technológiák esetében viszont egy sajátos helyzettel állunk szemben, éspe- dig, hogy a két alapkritérium mellett, amelyek a technikai és a gazdasági, még találunk egy elsődleges kritériumot is, amely az idő, vagyis a modell kivitelezési ideje, amelynek alapértelmezés szerint minimálisnak kell lennie. Ez abból következik, hogy a fő cél a minimális kivitelezési idő, a gyors termékfejlesztés esetén, vagy esetleg a gyógyászati alkalmazások esetén életet menthet, amikor talán (?) a pénz, vagyis a gazdasági kritérium, nem is számít. Viszont, figyelembe véve napjaink realitását, azt is mondhatjuk egész nyugodtan, hogy az *idő* és a *pénz* problematikája fedik egymást, vagyis nem muszáj ezen két kritérium között különbséget tennünk. De viszont csak az *idő* kritérium valahol átfedésben van a technikai kritériummal, tehát lényegében nem vonható össze semmivel sem a mi esetünkben.



1. ábra

Emígy a megfelelő technológia kiválasztását tulajdonképpen három kritérium szerint kell meg- ejteni. Ezek közül egy, az RP modell kivitelezé- si ideje, elsődleges kritérium, míg a technikai (kivitelezési lehetőségek, a kapott modellek tu- lajdonságai) illetve a gazdasági kritérium (fel-

merülő költségek) alapkritériumok. A helyes választás pedig a három kritérium keresztmetszetében található, amint az 1. ábrán is látható. Észrevehető, hogy ez a választhatósági terület milyen kicsi, s hogy az idő kritérium jobban átfedi a gazdasági kritériumot mint a technikai kritériumot. Ez pedig „*A pénz idő*”, vagy, idegen kifejezéssel élve, „*Time is money*”, elméletnek köszönhetően.

Gyors prototípusgyártási technológiák gazdasági kritérium szerinti kiválasztása

Mint ismeretes, egy technológia (eljárás) kiválasztásánál a gazdasági kritérium nem más mint a minimális költségek kritériuma. Vagyis a felmerülő költségek minimálisak kell hogy legyenek.

Ahhoz, hogy meghatározhatóak legyenek a minimális költségek, először a költséggerjesztőket kell azonosítani. A gyors prototípusgyártás esetén általában két elem, éspedig maga az eljárás valamint a felhasznált alapanyag. A kiszolgáló munkaerővel kapcsolatos költségek elhanyagolhatóak, mivel ezen eljárások majdnem teljesen automatikusak, így az emberi beavatkozás minimális. Sőt, a különböző eljárások esetén azonosnak tekinthető.

A gyors prototípusgyártási eljárás mint költséggerjesztő

Mint minden folyamat, a gyors prototípusgyártás is energiaigényes. így, kiválasztáskor előnyben kell részesíteni azokat az eljárásokat, amelyek kevésbé energiaigényesek. Ezek általában, azok amelyek nem járnak a felhasznált alapanyag halmazállapotával, de ugyan akkor megjegyezendő, hogy ezen esetben a kapott RP modell tulajdonságai nem a legmegfelelőbbek.

Egyes eljárások pedig segédanyagokat (mint amilyenek például az inert gázok a munkatérben) is használnak, ezek az árakkal növelik a költségeket.

Nem elhanyagolandó, hogy egyes eljárások esetén, a kapott RP modellek, a tulajdonságuk javítása érdekében, utánmunkálást igényelnek, amelyeket általában kézzel végeznek, s így ezek költségesek.

Az eljárások elemzésénél nem elhanyagolható, hogy milyen eljárással rendelkezünk, esetleg az együttműködőik) milyen eljárással rendelkezik, vagy esetleg az alkalmazható gyors prototípusgyártási technológia milyen hagyományos, esetleg kevésbé hagyományos, technológiával egészíthető ki a megfelelő eredmény eléréséhez.

A felhasznált alapanyag mint költséggerjesztő

Ismeretes, hogy gyors prototípusgyártásra nagyon nagy a felhasználható anyagok skálája, kezdve a fé-

mes anyagoktól a papíron keresztül egészen a műanyagokig, esetleg ezeknek a kombinációja. Ezen anyagok felhasználhatóak cseppfolyós illetve szilárd halmazállapotban (lemez, szál, por formájában).

Ezen anyagok közül a legolcsóbb a papír, majd következnek a monokomponens anyagok, mint amilyenek lehetnek a különböző fém illetve műanyag lemezek és szálak. Sokkal költségesebbek a több komponenses anyagok, mint például a különböző porok illetve folyadékok használata.

Nem elhanyagolható tény, hogy egyes anyagok, mint például a különböző folyékony gyanták és több komponensű porok, a megfelelő szilárdság eléréséhez utánmunkálást igényelnek, ami legtöbbször melegítésből s hőmérsékleten tartásból áll, amihez általában külön berendezések is szükségesek. Ugyanakkor tudni kell, hogy egyes anyagok esetében az időállóság biztosítása érdekében felületi kezelést kell alkalmazni, amelyet rendszerint kézzel végeznek, ez növelve a költségeket.

Következtetések

Amint az előzőekből látható a gyors prototípusgyártási technológiák kiválasztása egy nagyon bonyolult feladat, már csak azért is mert még újak, így a velük kapcsolatos ismeretek elég gyatrák, s mint minden új, modern technológia esetében az ismételhetőség aránylag alacsony. S így inkább a szakmai tapasztalatok szerint végezhető.

Irodalom

- [1] BAKI-HARI, Z. G., *Considerations About the Selection of RP Technologies*, Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, CD-ROM Edition, Volum II (XII), 2003, Proceedings of „IMT ORADEA - 2003” Annual Session of Scientific Papers with International Participation, May 29th - 30th, 2003, Oradea, Felix Spa, Editura Universităţii din Oradea, ISSN 1583-0691
- [2] BERCE, P., és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 2000, ISBN 973-31-1503-7.

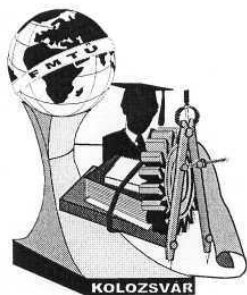
BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandus

Cím: 400169, Kolozsvár, Miron Costin utca, 19 szám, ROMANIA

Tel: +40-264-434 706

Mobil: +40-723-206 415

E-mail: bakihari@yahoo.com; bhzg@myx.net



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A LÉGCSILLAPÍTÁS HATÁSA MIKROKAPCSOLÓ KAPCSOLÁSI IDEJÉRE

Kovács Ádám

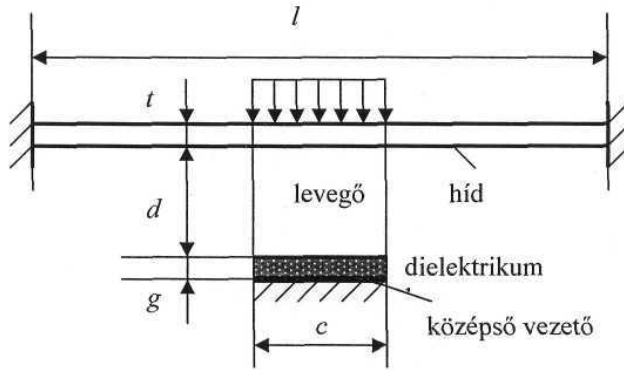
Switch-off time of a micromachined capacitive microswitch is commonly estimated by the quarter of the period corresponding to the lowest eigenfrequency of the vibrating membrane. It has been calculated by a quasi-analytical method taking into account the damping effect of a squeeze-film between the two plates of the capacitor. Several damping models are known to define an equivalent damping parameter. These models, however, lead to very different responses. The comparison of the methods shows that most of them are appropriate only in a narrow dimension interval. Nevertheless, damping affects mainly on the amplitude decay, therefore, they hardly modify the estimated switch-off time.

Mikroforgácsolt kapacitív mikrokapcsoló kapcsolási idejét, általánosan elfogadott módon, a rezgő membrán legkisebb sajátfrekvenciájához tartozó lengésidő negyedével becsüljük. Ezt kvázi-analitikus módszerrel számítottuk a kondenzátor két lemeze közötti vékony légréteg csillapító hatásának figyelembevételével. Számos modell ismeretes a légszillapítást jellemző csillapítási paraméter meghatározására. Ezek a modellek azonban nagyon eltérő eredményre vezetnek. A módszerek összehasonlítása azt mutatja, hogy legtöbbjük csak egy szűk méret-tartományban alkalmazható. Ugyanakkor a csillapítás elsődlegesen az amplitúdót csökkenti s ezért alig van hatással a kapcsolási időre.

1. Bevezetés

Mikroforgácsolt kapcsolót főként rádiófrekvenciás alkalmazásokban, pl. mobil telefonokban, intelligens antennákban, stb. alkalmaznak. A szerkezet fő elemei legtöbbször [3,4] egy elektrosztatikusan gerjesztett vékony fém lemez, az ún. híd, melynek két vége rögzített. A híddal szemben helyezik el a kondenzátor másik, rögzített lemezét, a középső vezetőt. Egy ilyen kapcsoló vázlatos rajza látható az 1. ábrán.

A kondenzátorra feszültséget kapcsolva a két lemez közötti elektrosztatikus tér hatására a híd a középső vezető irányába elmozdul és az átfolyó áram bekapcsolja a készüléket. Kikapcsoláskor a vonzó erő megszűnik és a híd, rugalmassága következtében rezgőmozgásba kezd.



1. ábra Kapacitív mikrokapcsoló keresztmetszetének vázlata

A rezgést a két lemez közötti vékony légrétegben mozgó levegő csillapító hatása befolyásolja. Az állandó, téglalap keresztmetszetű hídakat gyakran koncentrált tömeggel [2] vagy hajlított rúdként [3,5,7] modellezik. E viszonylag egyszerű testmodellekkel a rezgése kvázi, analitikusan vizsgálhatók.

2. Mechanikai vizsgálat

Rúdként modellezve az állandó szélességű, csak a végein befogott lemez mozgásegyenlete a következő:

$$\rho A \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \tilde{E} I \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = -k \frac{\partial w}{\partial t}, \quad (1)$$

ahol $w=w(t,x,y)$ a lehajlás függvény, ρ a sűrűség, $A = bt$ a lemez keresztmetszetének területe, $\tilde{E} = E/(1-\nu^2)$, $I = bt^3/12$ és k a csillapítási tényező. Ezt az egyenletet a lehajlás függvény $w(t,x) = \chi(t)X(x)$ alakú felbontása után kapott

$$M\ddot{\chi} + K\dot{\chi} + S\chi = 0. \quad (2)$$

egyenlet megoldásával kapjuk. A (2) egyenletben:

$$M = \int_{-l/2}^{l/2} \rho A X^2(x) dx, \quad K = \int_{-l/2}^{l/2} k X^2(x) dx, \quad S = \int_{-l/2}^{l/2} \tilde{E} I X^{(iv)}(x) X(x) dx,$$

$X(t)$ pedig a geometriai peremfeltételeket kielégítő függvény. A (2) egyenlet megoldása végül a következő összefüggésre vezet:

$$\chi(t) = \Phi \exp(-\beta t) \sin(\gamma t + \delta), \quad (3)$$

ahol $\beta = K/2M$, $\gamma = \sqrt{S/M - (K/2M)^2}$ és a Φ ill. δ konstansok a $\chi(0) = d$, $\dot{\chi}(0) = 0$ kezdeti

feltételekből számíthatók. A kapcsolási időt $t_k \approx T/4 = \pi/2\gamma$ összefüggéssel közelítjük. Az (1)

egyenletben szereplő k csillapítási tényező meghatározására számos [1,5,6,7,9] modellt készítettek.

Ezek mindegyike megadható a következő összefüggéssel:

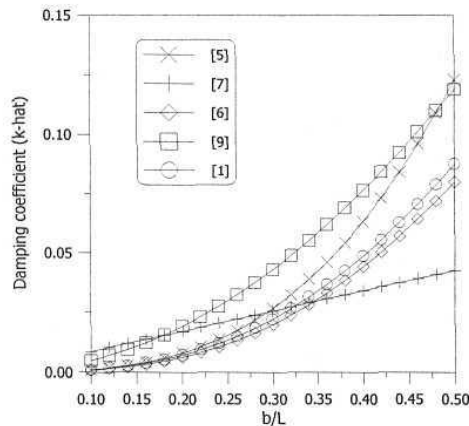
$$\hat{k} = \frac{c_1 \hat{b}^n - c_2 \hat{b}^{n+1}}{1 + c_3 \hat{b}^{n-1}}, \quad (4)$$

ahol $\hat{k} = kd^3/(\eta l^4)$ és $\hat{b} = b/l$ dimenziótlan mennyiségek, η a levegő dinamikus viszkozitása és c_1 , c_2 , c_3 , n értéke a következő:

Modell	c_1	c_2	c_3	n
[5]	$96/\pi^4$	0	0	3
[7]	0,085	0	0	1
[6]	$768/\pi^6$	0	1	3
[9]	$3/(2\pi)$	0	0	2
[1]	1	0,6	0	3

1. táblázat: Konstansok értékei a (4) egyenletben

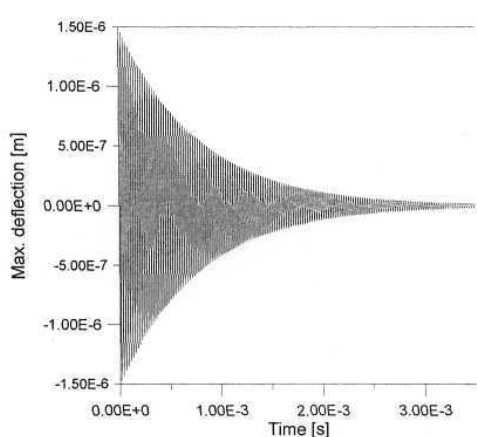
A 2. ábrán látható, hogy reális, $\hat{b} < 0.3$ szélesség esetén az [1,5,6] modellek közel azonos eredményt adnak, a [7] modell csak a szűk, $0,275 \leq \hat{b} \leq 0,325$ intervallumban egyezik a többivel, míg a [9] modell a teljes szélességi spektrumban jelentősen eltér a többitől.



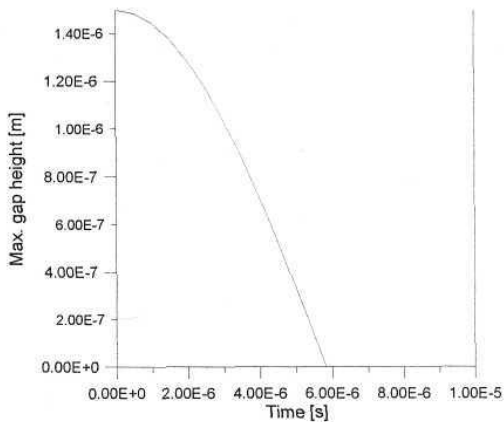
2. ábra: A \hat{k} csillapítási tényező változása

3. Numerikus példa

A vizsgált kapcsoló esetén [7]: $l = 280 \mu\text{m}$, $b = 90 \mu\text{m}$, $t = 1,5 \mu\text{m}$, $d = 1,5 \mu\text{m}$, $E = 76520 \text{ MPa}$, $\nu = 0.41$, $\eta = 1.82 \cdot 10^{-5} \text{ kg/ms}$. Mivel most $\hat{b} = 0.321$, a különféle csillapítási modellek közel egyező eredményt adtak a csillapítási tényező értékére. A (3) válasz-függvényben szereplő konstansok értékeire a következők adódtak: $\beta = 14,43 \text{ 1/s}$, $\gamma = 269744 \text{ 1/s}$, $\Phi = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ és $\delta = \pi/2$. A 3. ábra mutatja a híd közepének mozgását kikapcsoláskor ill. a kikapcsolási időt. A légszillapítás elhanyagolható mértékben befolyásolja a kikapcsolási időt, azonban jól láthatóan csökkenti a rezgések amplitúdóját.



(a)



(b)

3. ábra: (a) A híd közepének mozgása (b) Kikapcsolási idő

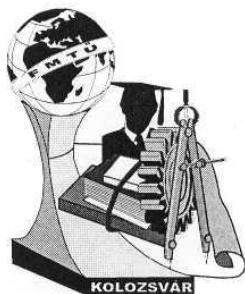
4. Irodalom

- [1] Chu, P.B., Nelson, P.R., Tachiki, M.L., Pister, K.S.J.: Dynamics of polysilicon parallel-plate electrostatic actuators, *Sensors and Actuators A*, Vol.52, (1996), 216-220.
- [2] Chan, E.K., Kan, E.C., Pinsky, P.M., Dutton, R.W.: Nonlinear dynamic modeling of micromachined microwave switches, *MTT Conference*, June 1997, Denver, (1997).
- [3] De Flaviis, F., Coccioli, R.: Combined Mechanical and Electrical Analysis of Microelectromechanical Switch for RF Applications, *IEEE MTT-Symp. Dig.*, Munich, Germany (1999).
- [4] Pacheco, S.P., Katehi, L.P.B., Nguyen, C.T-C: Design of Low Actuation Voltage RF MEMS Switch, *Proc. of the IEEE MTT-S Int. Microwave Symp.* Vol.1, (2000), 165-168.
- [5] Senturia, S.D.: *Microsystem Design*, Kluwer Academic Publ. (2000).
- [6] Vemuri, S., Fedder, G.K., Mukherjee, T.: Low-order squeeze-film model for simulation of MEMS devices, *Proc. Int. Conf. Mod.Sim. of Microsystems*, March 27-29, San Diego. (2000),
- [7] Huang, J., Liew, K., Wong, C., Rajendran, S., Tan, M., Liu, A.: Mechanical Design and Optimization of Capacitive Micromachined Switch, *Sens. and Actuators A*, 93, (2001), 273-285.
- [8] Inman, D.J.: *Engineering vibration*, Upper Saddle River, New Jersey, (2001).
- [9] Zhao, Y.: Lateral tunnelling accelerometer,
www2.latech.edu/~yzh007/mems/design/mechanics/mechanics.htm. (2003),

Kovács Ádám PhD

BME Műszaki Mechanikai Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel. +36 1 463 1369, Fax. +36 1 463 3471 E-mail: adamo@mm.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁS ALKALMAZÁSA A HUMÁNGYÓGYÁSZATBAN

Szakái Zoltán, Zsoldos Ibolya

Introduction

We want to help to the technical preparation of the implantation of individual prosthesis by using the newest means of computer aided manufacturing.

There are such cases when the factory-made implantations available are not suitable to replace the missing bone or joint. We have solved the replacement of an osteal skull defect with the Rapid Prototyping method in this paper. The advanced techniques has assured greater accuracy and simpler operative-technique in this case.

1. Bevezetés

Koponyatető pótlásának műszaki előkészítéséhez kívánunk segítséget nyújtani, a számítógéppel támogatott gyártástervezés eszközeinek alkalmazásával.

Vannak olyan esetek, amikor pl. a koponyacsont egy része eltávolításra kerül, és azt nem konzerválják. Ekkor a lágy rész védelem nélkül marad, ami esztétikailag is kifogásolható. Az eddigi megoldás az volt, hogy a műtéti beavatkozást végző orvos ott a helyszínen kézzel készíti el a pótlást.

A jelen munkában, megoldást mutatunk, egy gyógyászati probléma műszaki megoldására, miszerint a műtét megkezdése előtt készítenénk el a pótlást. Egy konkrét esetben elkészült a koponyatető pótlás modellje, és maga a beültetésre kerülő darab is. A megtervezett, műtét műszaki előkészítése csökkenti a beavatkozás időtartamát és a kockázatot, ezáltal javul a beteg felépülési esélye.

2. Koponyatető pótlás gyártásának lépései

2.1. CT felvétel készítése

A protézis megvalósításának első lépése a CT kép elkészítése. A CT alkalmazásakor a felvételeket metszetek sorozatában veszik fel, egy adott testrészről. A páciens úgy fekszik, hogy az adott testrésze egy hengerbe van, amelynek egyik oldalán egy röntgensugár detektor, vele szemben, pedig egy röntgensugár forrás van. A detektor és a forrás körbe forgatható. A röntgensugár itt nem fényérzékeny lemezre ütközik, hanem a detektorba jut, ami egy számítógéphez kapcsolódik. Egy bizonyos síkról körben több szögből készítenek felvételt és ezeket a számítógép integrálja.

Egy síkmetszet felvételeinek összessége adja a rétegpásztázást. A henger a test tengelye mentén elmozdítható, a réteg felvételezést általában több síkban meg szokták ismételni.

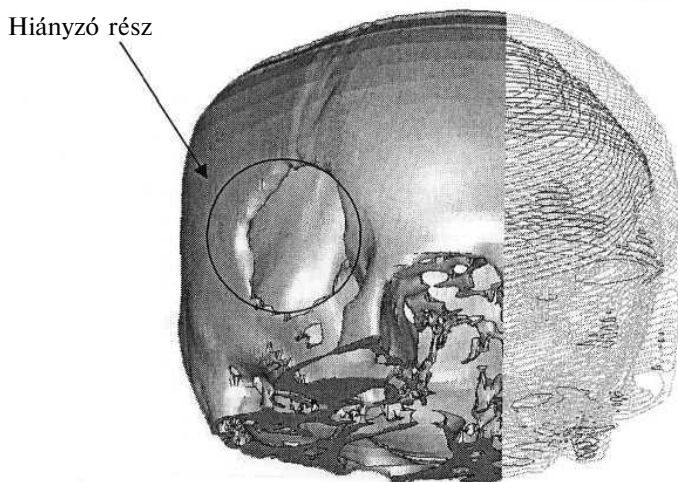
A művelet fájdalommentes és kb. 15 percet vesz igénybe. A CT felvételt követi egy adatfeldolgozás, amelynek már digitalizált kép az eredménye. Az így kapott képet úgynevezett DICOM formátumban (kiterjesztéssel) lehet elmenteni.[7]

Ehhez a munkához Magyarországon a Debreceni Orvostudományi Egyetemen készítették a CT felvételeket.

2.2. A CT kép kidolgozása

A CT kép egy program (Mimics) segítségével dolgozható ki a rétegfelvételekből rekonstruált testrész. A program színek alapján különbséget tesz, lágyrész és a csontszövet között, minden rétegben. Majd a rétegek egyesítéséből készül el a 3D kép. A 2D rétegfelvételekre 3D felületet illesztenek sztereológiai módszerekkel.[1,3,4,5]

A munkánkhoz szükséges CT kép feldolgozást, Belgiumban a Materialise nevű cégnél készítették. Az 1. ábrán összeillesztet rétegekből készített 3D-s kép látható, amelyen jól kivehetők a CT felvétel rétegei. A rétegeket zárt görbék alkotják. Ezekből a görbékéből kialakított térbeli alakzatra kell fektetni sztereológiai módszerekkel a burkoló felületet. Miután elkészül a koponya testmodellje, már jól látható a sérült rész, és a továbbiakban felhasználható az adott probléma megoldásában.



1. ábra. A CT kép alapján készített 3D modell

2.3. A 3D protézis modell előállítás

A modellel ellenőrizni lehet a CT képből készült 3D modellhez való illeszkedését az implantátumnak. Ügyelni kell arra, hogy a pótlás pontosan illeszkedjék a koponya természetes vonalához. Ezen művelet során a két virtuális modellt, tetszőleges 3D tervező szoftver segítségével lehet összeállítani.

Koponyatető gyorsprototípus modellje a Warinex Rt. -nél készült Budapesten.

2.4. A gyors prototípus modell gyártása

A gyors prototípus modell (Rapid Prototyping továbbiakban: RP) egy olyan berendezéssel készül, amely rétegről rétegre hozza létre a testet. Az eljárást egyedi vagy kis sorozatok gyártására fejlesztették ki a gépgyártás területén. A munkánk során két RP gyártási eljárást próbáltunk ki az egyik a Laminated Object Manufacturing (LOM), a másik 3D Printing, (3DP).

Az első esetben használt berendezés a LOM 2030E amely papírból alkotja meg a protézis ősmintáját. A koponya protézis ősmintája 0,145-0,15 mm vastagságú papírból készült. Gép a készítendő munkadarabot rétegekre osztja fel, majd azokat papírból lézerrel kivágja, és összeragasztja. A berendezés így mindig egy papírtömböt hoz létre, amelyben jól elkülöníthető az alkatrész modellje és a hulladék. A felesleges anyagot kézzel kell leválasztani (kisebb fogászatban is használatos segédeszközökkel, késsel). Az alkatrész felülete még érdes, érezhetőek a rétegek. Csiszolással alakítottuk ki a kívánt felületminőséget. Azért, hogy a papírból készült modell ne ragadjon a szilikongumihoz, lakkozni kell a modell felületét. [2]

3DP technológiánál használt berendezés a ZPrinter 310, amellyel előállítható bármilyen alakú modell, szinte bármilyen anyag (kerámiák, polimerek, fémek, vagy kompozit) felhasználásával. A legtöbb RP technológiához hasonlóan ez is rétegenként alakítja ki a modellt a számítógépen elkészített 3D-s modell szeletekre bontásával. A koponyatető pótlás modell elkészítéséhez gipsz port használtunk. [6]

2.5. Öntőszerszám készítése

Az öntőszerszám gyártásához az előzőekben elkészített RP modellt használtuk fel. A szerszám funkciójának maradéktalan teljesítéséhez fontos a beöntőnyílás helyének jó megválasztása, hogy a gyártáskor a pótlásban ne keletkezessen légbuborék. A beöntő nyílást mindig a görbült felület konvex oldalán kell elhelyezni. A szerszám szilikongumiból készült, amelyből az ősminta kivételéhez kézzel feszítettük szét a szerszámot. Így nem egy szabályos osztófelület alakul ki, de egyszerűen kivehető a modell, és az ismételt összeillesztés biztosan egyféleképpen történhet.

2.6. A koponyatető pótlás gyártása

A szerszámfeleket használat előtt rögzíteni kell egymáshoz, hogy a formáját megtartsa, (a felhasznált anyag lágy, könnyen deformálódik).

Az emberi szervezetbe csak biokompatibilis anyag építhető be, ezen anyagnak olyannak kell lennie, hogy megfeleljen a gyártási követelményeknek is (önthető legyen).

A követelményeknek megfelel a polimetil-metakrilát (PMMA), amelyből készítettük Magyarországon az első gyorsprototípus gyártó technológiával előre gyártott koponyatető pótlást.

3. Az első klinikai teszt

- A gyors prototípus gyártó eszközökkel készült koponyatető pótláson nem lehet előre kialakítani a véráram biztosítása, és rögzítéshez szükséges furatokat. A furatokat az elkészült pótláson még a sterilizálás előtt kell kialakítani.
- Az elkészült koponyatető pótlás körvonala nem illeszkedi teljesen a koponyacsonthoz a CT felvétel pontossága (a rétegek között csak közelíteni lehet a felületeket egymáshoz) miatt. Ezért a műtét során faragni (kisebb mértékben mint a hagyományosan kézzel készült pótlás esetében) szükséges a csontot.
- A műtéti idő kb. fél órára csökken, mivel a koponyát fedő bőrreteg felnyitása után már csak a pótláshoz kell igazítani a koponyát, és rögzíteni kell az implantátumot néhány öltéssel.

4. Összefoglalás

A jelen munkában, megoldást mutatunk, egy gyógyászati probléma műszaki megoldására. Az elkészült szerszám feladata, hogy ez által a beültetésre kerülő koponyatető pótlás még a műtét előtt elkészülhessen. A már kész pótlás sterilizálva és csomagolva használható fel a beavatkozás során.

Az első műtéti beavatkozást ezen munka alapján Magyarországon, a Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrumában az Általános Orvostudományi Kar Ortopédiai Klinika Biomechanikai Laboratóriumában került kipróbálásra.

5. Irodalomjegyzék

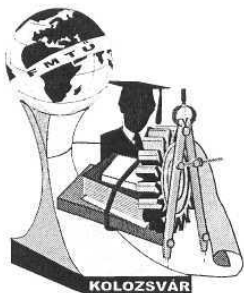
- [1] BERKE - HEGEDŰS - KELEMEN - SZABÓ
Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai, Keszthelyi Akadémia Alapítvány, Keszthely 1996
- [2] Gerbhardt, A.: Rapid Prototyping: Werkzeuge für die schnelle Produktentwicklung
LOM 2030E System User's Manual 1998
- [3] Materialise, Rapid prototyping in reconstruction of large calvarial defects,
Case presented by Dr. Josip S. Bili, Dept. of Cranio-Maxillo-Facial Surgery, Medical School, University of Wurzburg, Germany.
- [4] Szttereológia és képelemzés Gácsi Zoltán
WellPress Kiadó Kft. 2001
- [5] URL: <http://www.materialise.be>
- [6] URL: <http://www.zcorp.com>
- [7] T.D. Milster, L.A. Selberg, H.H. Barett, A.L. Landesmann, and R.H. Seacat III
DIGITAL POSITION ESTIMATION FOR THE MODULAR SCINTILLATION CAMERA
IEEE Transaction on Nuclear Science, Vol.32., No.1., 748-751 Feb. 1985

Szakái Zoltán Ph.D hallgató

Szent István Egyetem Műszaki Tudományi Doktori Iskola
Hungary 2100 Gödöllő Páter K.1 0628/ 522 000 (1490)
szakalz.ggyt.mgk@mgk.gau.hu

Zsoldos Ibolya egyetemi docens

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar
Gépgyártás és Javítástechnológia Tanszék
Hungary 2100 Gödöllő Páter K.1 0628/ 522 000 (1490)
zsoldos.ggyt.mgk@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ION-EGYKRISTÁLYOK MEGMUNKÁLÁSI FOLYAMATÁNAK MOLEKULÁRIS DINAMIKAI SZIMULÁCIÓJÁHOZ AZ IONSZÁM MEGHATÁROZÁSA

Szabó Ottó* Gurzó József**

Abstract. Calculation of potencial energy in ion-crystals by computer simulation of microcutting. New materials complying with the technical and economical requirements of the modern age - besides the traditional materials - must occur for the continuous technical development of the highly developed industrial countries. These requirements set a hard task to producers, because special physical, chemical, mechanical properties are needed (heat and corrosion resistivity, high tenacity and hardness at the same time, etc). With the application of adequate chip separation theories, ultraprecision machining can be planned with better accuracy, more economically and can be better controlled, respectively. For in some cases it is about machining of submicron accuracy (the separated chip cross sectional area is of μm^2 dimension), therefore, traditional cutting theories that describe the separation of the bigger chip-cross sections are not sufficiently accurate. Creation and implementation of new theories will be needed, such as FEM or finite element method, atomic, molecular dynamical models (MDS).

Összefoglalás: Új anyagok fejlesztései alkalmazkodnak a műszaki és gazdasági követelményekhez. A hagyományos anyagokkal kapcsolatos technológiai kutatások a csúcstechnológiai ipari követelményekkel tesznek eleget. A korszerű, új anyagokkal szemben különleges követelményeket támasztanak (pl. hő- és korrózióállóság, nagy szívósság és keménység). Az ultrapontosság igénye a forgácsleválasztás megbízható követését és szabályozását igényli. Az ún. szubmikron pontosságú technológiák (ultraprecíziós forgácsolás, nanotechnológiák) nélkülözhetetlenné váltak. Fémek mellett egyre gyakrabban nem fémes anyagokat (pl. üveg, kerámiák) kell megmunkálni. A leválasztott forgács keresztmetszetek μm^2 keresztmetszetűek. A forgácsolási folyamatot végeelem (FEM) módszerével, atom és molekuláris dinamikai szimulációval tudjuk csak szimulálni.

1. Bevezetés

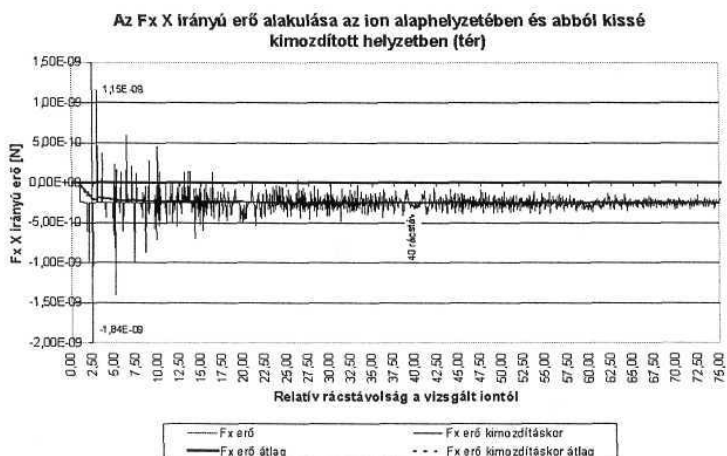
A [3-4] publikációinkban a réz egykristály forgácsolásával kapcsolatos elméleti számításokat és az elvégzett próba-szimulációkat tárgyaltuk. Láthattuk, hogy a molekuláris dinamikai szimuláció (MDS) eredményei a szakirodalomban találhatók jó egyezést mutatnak. Általában a kísérleti mikroforgácsolás költségei magasak, ezért a réz egykristályok helyett a viszonylag olcsóbb ionkristályok (pl. NaCl, KCl) beszerzését, illetve azokon végezhető ellenőrző kísérleteket tervezzük, de ehhez alkalmassá kellett tennünk molekuláris dinamikai szimulációs programot. Ezzel kapcsolatos részfeladatok megoldását mutatjuk be. Az [5, 6] publikációkban foglalkoztunk NaCl ion-egykristály potenciális energiájának számításával, így erre itt részletesen nem térünk ki.

2. NaCl Ionkristály minimális ionszámának meghatározása a szimulációhoz

Vizsgáljuk meg, hogy mekkora minimális szomszédszám kell ahhoz, hogy a számítások során kapott potenciális energiák és erőhatások ne változzanak számottevően a szomszédok számának növekedésével. Először a kristály térközepén, majd a kristály lapközepén, a kristály élközepén és végül a kristály sarokpontjában lévő ion potenciális energiáját és a ráható erőt fogjuk vizsgálni a figyelembe vett szomszédok számának növekedése függvényében (L. [5] 1. ábra 316. oldal).

Az NaCl kristály térközepén lévő ion vizsgálatai és a számítógépi futtatások a [6] alapján történtek. Ezek után végezzük el az elemzéseket a vizsgált iontól 75 rácstávnyi távolságon belül lévő ionok figyelembevételével.

Az 1. ábrán a kristály közepén elhelyezkedő és az egyensúlyi helyzetből kissé kimozdított iontól való relatív rácstávolság függvényében az F_x erő van feltüntetve (F_y és F_z erők ugyanilyen lefutásúak). Láthatjuk, hogy kicsiny (0,005; 0,005; 0,005) nm-es (kb. 1/32-ed rácstávolságnyi NaCl egykristály esetében) kimozdításnál a szomszédok számának alakulása függvényében eleinte jelentős ingadozások vannak.

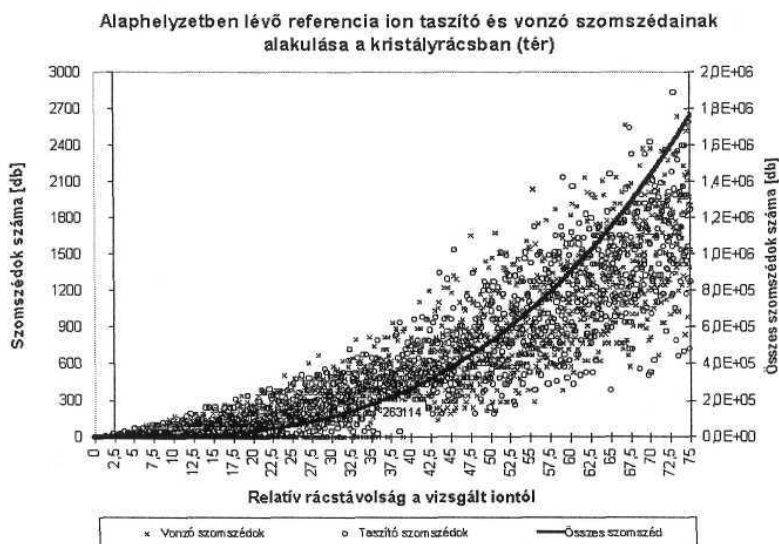


1. ábra. Kristály közepén lévő ion kitérítése

Látható, hogy az egyensúlyi helyzetéből kissé kimozdított iontól kb. 40 rácstávolságon belül lévő szomszédok figyelembevételével viszonylag jó konvergencia tapasztalható, de látható az is, hogy ez a konvergencia igazából a 75 rácstávolságon belül lévő szomszédok figyelembevétele esetén kezd erősen konvergálni. A diagram első részéből látható, hogy túl kevés szomszéd figyelembevétele esetén nem csak a vizsgált ionra ható erők nagysága nem konvergens, de még az erő iránya sem. Ez azt jelenti, hogy ha például nem 2, illetve 4 rácstávolságon belül lévő ionok hatását ($-1,84\text{E}-09\text{ N}$), hanem 3 rácstávolságon belül lévő ionok hatását ($1,15\text{E}-09\text{ N}$) figyeljük, akkor pontosan ellentétes irányú erők hatnak a vizsgált ionra. Nyilván a negatív erő iránya a jó, hiszen az egyensúlyi helyzetből pozitív x

irányba mozdítottuk ki az iont 0,005 nm-rel, tehát nyilván negatív irányú erőnek kell azt visszajuttatni az eredeti igazi egyensúlyi helyzetébe ($x=0\text{ nm}$). Vagyis, ha úgy gondolnánk, hogy növelni szeretnénk a pontosságot és ezért a szomszédok számát, akkor a legegyszerűbbnek tűnne, ha a 2, 4 és 3 rácstávolság között lévő ionok hatását is figyelembe vennénk. Ekkor azonban láthatjuk, hogy nemhogy pontosabbá, hanem még pontatlanabbá tennénk a szimulációs modellt, hiszen pozitív irányba indulna tovább a vizsgált ion, még jobban eltávolodna az egyensúlyi (0;0;0) helyzetétől. Ezért nagyon fontos egy olyan alsó, minimális szomszédok szám megtalálása, melynél már biztosan tudjuk, hogy az erő iránya jó és elfogadható nagyságú a konvergenciája.

A 2. ábrán a vonzó (x jelek) és taszító (o jelek) szomszédok száma van feltüntetve a vizsgált iontól való adott relatív rácstávolság függvényében. Láthatjuk, hogy 40 rácstávolságon belül lévő szomszédok figyelembevétele esetén 263114 db. szomszédokkal kell számolni (vastag vonal), tehát minimálisan ekkora ionszámú ionkristályt kellene modellezni, de a pontosabb 75 rácstávolságon belül lévő szomszédok figyelembevétele esetén már majdnem 1,8 millió ion modellezését kellene elvégezni a kristály belsejében lévő ion esetén.



1. ábra. A relatív rácstávolság és a vizsgált ion szomszédainak száma

3. Következtetések

A térközéppontban lévő ionra ható erők és szomszédok számok elemzéséhez hasonlóan a lapközépen, az élközépen és a sarokpontban lévő ionokra ható erők és szomszédok elemzését elvégezve a következő eredményt kapjuk (1. táblázat):

A szomszédos ionok száma az ion kristályrácsban belüli helyzete szerint 1. táblázat

Ion helyzete	Szomszédos ionszám 40	Szomszédos ion- szám 80
	rácstávolságon belüli szomszédok figye- lembevétele esetén	
Tér közepi	263 114	1 800 000
Felület közepi	138 100	900 000
Él közepi	71 062	450 000
Sarki	35 675	230 000

A táblázatból látható, hogy, ha „csak” a 40 rácstávolságon belüli szomszédok hatását vesszük figyelembe a szimuláció során, akkor is minimum 263 ezer ion mozgásának szimulálását kell elvégezni ahhoz, hogy elfogadható konvergens szimulációhoz juthassunk az ionkristály bármely pontjában elhelyezkedő ion esetén. A sarkokon láthatóan kevesebb szomszéd figyelembevétele is elegendő lenne (~36 ezer ion), de minden ionnak ugyanannyi szomszédját vesszük figyelembe a szimuláció során, ezért a legnagyobb minimálisan szükséges ion-szomszédszámot kell figyelembe venni.

Pillanatnyilag még nem sikerült értékelhető szimulációt végezni a NaCl ionkristályra, ezért a szimulációt igazoló forgácsolási kísérletek elvégzésére sem kerülhet sor. Az eddig elvégzett kutatás eredményei azonban biztató alapot adnak arra, hogy a kutatást tovább folytassuk komolyabb számítógépi kapacitás bevonásával.

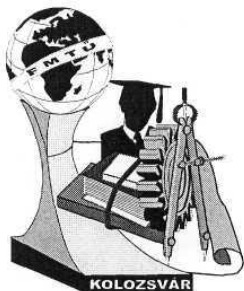
A kutatást az F019105 és a T030668 számú OTKA támogatásával végeztük.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] CHARLES, K.: **Introduction to Solid States Physics**, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York - London, 1963., 70. oldal - 84. oldal.
- [2] BERECS, E.: Fizikai kémia, Második kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988., 183. oldal - 185. oldal.
- [3] SZABÓ, O. - GURZÓ, J.: **Variation of Temperatur Due to the Glinding of Atomic Planes**, 9th International Conference on Tools.Proceedings. (IX. Nemzetközi Szerszámkonferencia), Miskolc, 1996., 307-312. oldal.
- [4] DUDÁS, I. - SZABÓ, O. - GURZÓ, J.: **Temperature Variation Due to the Sliding of Atomic Planes at Microcutting**, 4th International Colloquium. Mikro- und Nanotechnologie. Proceedings. Vienna, November 26, 1997. pp. 41-46.
- [5] SZABÓ, O - GURZÓ, J.: **Ionkristályok potenciális energiájának számítása mikroforgácsolás szimulációjához**, Fiala Műszaki Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2003. március 21-22., 315-318. oldal.
- [6] SZABÓ, O - GURZÓ, J.: **Ionkristályok mikroforgácsolásának számítógépi próba-szimulációja**, Fiala Műszaki Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2003. március 21-22., 319 - 322. oldal.

* **Dr. Szabó Ottó, C.Sc, PhD.**, egyetemi docens
Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék.
3515. Miskolc-Egyetemváros
Telefon: (46)565-111/15-21. E-mail: ggyszo@gold.uni-miskolc.hu

** **Gurzó József**, okl. gépészmérnök, BOSS GmbH Sárospatak.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

BOROSZILIKÁT ÜVEGEK NEUTRONDIFFRAKCIÓS VIZSGÁLATA ÉS SZERKEZETI MODELLEZÉSE

Fábián Margit¹, Dr. Sváb Erzsébet¹,

Mészáros György¹, Kőszegi László¹, Veress Erzsébet²

Borosilicate glasses assure the safe immobilization of most radio nuclides even in large quantities, their properties being highly adaptive as concerns the nature, quantity and activity level of the radioactive species present in the waste [1,2]. We have performed structure investigation by means of neutron diffraction on a newly synthesized borosilicate glass system with addition of ZrO_2 and CeO_2 for simulation of radioactive PuO_2 . The samples were prepared by melting in platinum crucible at 1300-1450 °C in atmospheric conditions. Neutron diffraction measurements were carried out at the 10 MW Budapest research reactor. For data evaluation the reverse Monté Carlo simulation was applied. As a result, we have obtained the partial atomic pair correlation functions, making possible to determine first neighbour atomic distances and coordination numbers.

Környezetvédelemi szempontból napjainkban problémát jelentenek a radioaktív hulladékok, mint pl. a kiégett urán tartalmú fűtőelemek valamint plutonium-oxidok biztonságos tárolása. A különböző összetételű boroszilikát üvegek rendelkeznek olyan tulajdonságokkal, amelyek alkalmassá teszik erre célra [1,2]. Munkánk célja ilyen típusú modell-anyagok előállítása és azok szerkezetvizsgálata volt. Neutrontdiffrakciós méréseket végeztünk a 10 MW-os budapesti kutatóreaktornál újonnan szintetizált boroszilikát alapú üveg mintákon, amelyekhez ZrO_2 és CeO_2 -ot adalékoltunk a radioaktív PuO_2 -ot modellezve. Méréskiértékelésre a fordított Reverse Monte Carlo szimulációs módszereket alkalmaztuk. Meghatároztuk a legfontosabb parciális atomi párkorrelációs függvényeket, amelyekből az elsőszomszéd atomi pár-távolságokat és koordinációs számokat kiszámítottuk.

Bevezetés

Környezetvédelemi szempontból napjainkban problémát jelentenek a radioaktív hulladékok, mint pl. a kiégett urán tartalmú fűtőelemek valamint plutonium-oxidok biztonságos tárolása. A kísérletek arra engednek következtetni, hogy alkalmas anyagok lehetnek a különböző összetételű boroszilikát üvegek. Ezen anyagok rendelkeznek olyan tulajdonságokkal, amelyek fontosak a stabilitás, ellenállóság, jó befogadóképesség szempontjából [1,2]. A reprocessálás során keletkező nagy aktivitású hulladékot a végleges elhelyezéshez át kell alakítani, amelyre a legelterjedtebb eljárás az üvegesítés. A hulladékot először kiizzítják, majd a keletkező port szilícium- és egyéb oxidokkal keverik össze, ami magas hőmérsékleten üveggé alakul. Az üvegnek sok előnye van: hőálló, jól tűri a sugárzást, nem oldódik és

biztonságosan magába zárja a radionuklidokat. Ez az üveg már betölthető a hulladékot befogadó hordókba, a hordók pedig elszállíthatók a végleges hulladéktárolókba.

Munkánk célja boroszilikát alapú modell-anyagok előállítása és azok szerkezetvizsgálata volt, amihez a neutrondiffrakciós technikát alkalmaztuk és fordított Monte Carlo szimuláción alapuló modell számítást végeztünk.

Vizsgált anyagok és kísérleti háttér

A boroszilikát üvegek nagy mértékben megfelelnek az előző fejezetben leírt követelményeknek, bizonyos adalékanyagok használatával pedig növelhetjük hatásfokukat, akár 25-30% radioaktív anyag beolvasztható az üvegbe. Az üvegek előállításához az oxidokat porítottuk, majd ezeket az összetételnek megfelelően analitikai pontossággal (0,001g), 100 grammnyi keveréket kimértünk. A homogenizálást követően a keveréket 25 grammonként, 1100 °C adagoltuk a platinatégelybe, amit a kályhába (KO II típusú) helyeztünk. Az üveg olvadása az 1100-1450 °C tartományban történt és kb. 3 órát tartott. Olvasztás közben platinakeverővel homogenizáltuk az olvadékot, és egyúttal elősegítettük a vízgőz, és más gázok (pl. CO₂) távozását. A következő összetételű nátrium-boroszilikát alapú üvegeket állítottuk elő (mol%-ban megadva):

i/ (65-x)SiO₂*25Na₂O*5BaO* 5B₂O₃*xZrO₂ x=0-5;

ii/90% {(65-x)SiO₂*25Na₂O*5BaO* 5B₂O₃*xZrO₂ x=0-5} + 10 % CeO₂ x=0-5;

iii/és alapösszetételek: 70SiO₂*30Na₂O, 65SiO₂*30Na₂O* 5B₂O₃, 70SiO₂*25Na₂O* 5BaO.

Az üvegek szerkezetvizsgálatát neutrondiffrakciós módszerrel [3] végeztük a budapesti 10 MW-os kutatóreaktor termikus csatornáinál működő „PSD” és „MTEST” neutrondiffraktométereken [4,5]. A monokromatikus nyaláb hullámhossza 1,07 Å volt. A porított üveg mintáinkat 0,1 mm falvastagságú, 6 mm belső átmérőjű és 50 mm-es hosszú vanádium mintatartóban mértük. A vanádium előnye, hogy a koherens neutronszerzési amplitúdója közel nulla, ezért nem ad Bragg-reflexiókat a szórési spektrumban. A mért intenzitás a mintatartóról szóródó hozzájárulást és a mérőhely háttérsugárzását is tartalmazza. E célból az üres mintatartóról szórt háttérsugárzást és a minta abszorpcióját (transzmissziót) is megmértük, és megfelelő korrekciós eljárással elkülönítünk a mintáról szórt sugárzástól [4].

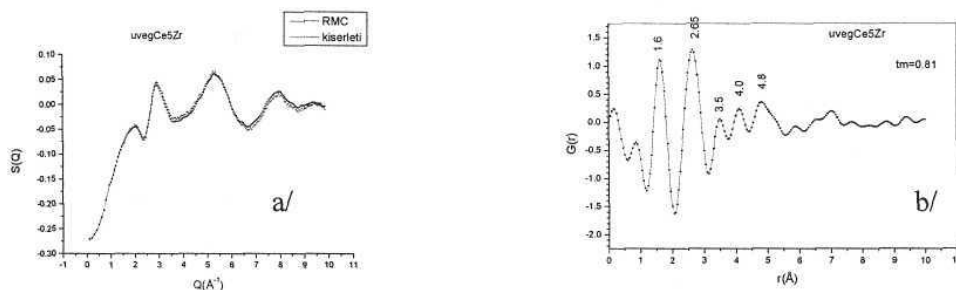
Kísérleti eredmények és következtetések

A mérések kiértékelésére első lépésként a mért intenzitásból meghatároztuk az $S(Q)$ struktúra faktort (szerkezeti függvényt), és annak Fourier-transzformációjával a minta szerkezetét jellemző $G(r)$ eloszlásfüggvényt, amely a különböző atompárok közötti átlagos térbeli elhelyezkedés egydimenzióra vetített átlagát jeleníti meg. Annak érdekében, hogy mélyebb betekintést nyerjünk a szerkezet részleteibe, a fordított Monte Carlo (RMC = Reverse Monte Carlo) módszert alkalmaztuk [6].

A RMC módszerrel modellezni lehet az atomok elhelyezkedését, oly módon, hogy a kísérleti adatok szimulációja eredményeképpen megkapjuk a részecskék 3-dimenziós konfigurációját. Az RMC szimuláció folyamán részecskéket mozgatunk egy szimulációs cellában úgy, hogy a rendszer valamely jellemzője (*párkorrelációs függvény, struktúra faktor*) a kísérleti diffrakciós adatokkal a lehető legjobban egyezzen.

Eredményeink bemutatásaként a $90\%\{60\text{SiO}_2 \cdot 25\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{BaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{ZrO}_3\} + 10\%\text{CeO}_2$ (Ce5Zr jelölésű) mintán kapott legfontosabb jellemzőket ismertetjük. Az 1/a. ábrán látható a mért és az RMC-vel illesztett $S(Q)$, míg az 1/b. ábra a mért $S(Q)$ -ból számított $G(r)$ átlagos eloszlásfüggvényt mutatja. Egyértelműen megállapítható, hogy az RMC által számított $S(Q)$ érték nagyon közeli a kísérleti

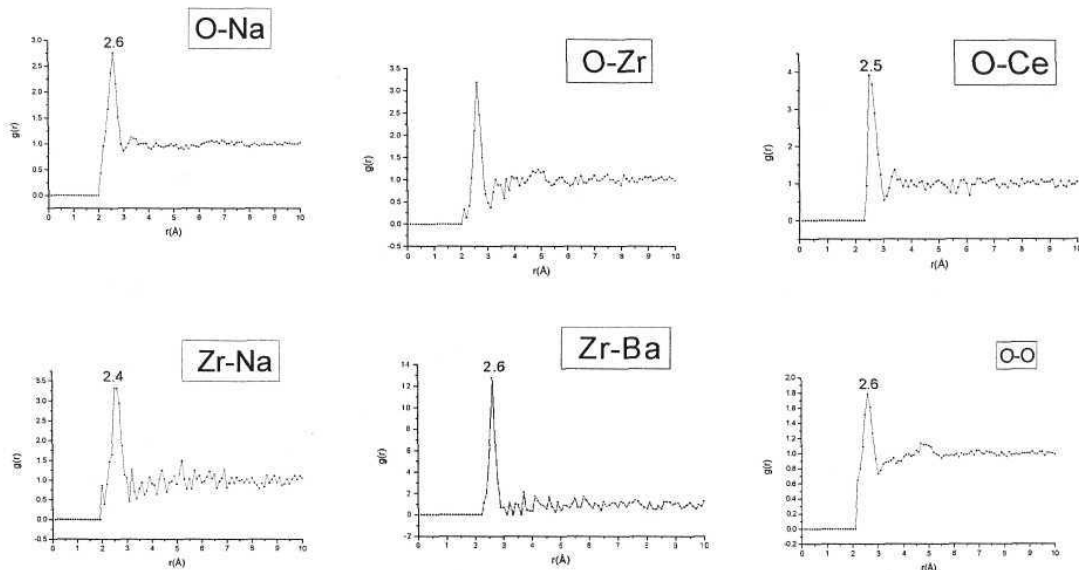
1. ábra: A $90\%\{60\text{SiO}_2 \cdot 25\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{BaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{ZrO}_3\} + 10\%\text{CeO}_2$ összetételű minta



a/kísérleti és RMC-szimulációval modellezett $S(Q)$ struktúra faktor és
b/a kísérleti $S(Q)$ -ból Fourier-transzformációval számított $G(r)$ átlagos eloszlásfüggvény

adatokból számítottal, így megbízhatónak lehet tekinteni az RMC által számított $g(r)$ parciális párkorrelációs függvényeket és az azokból származtatott szerkezeti értékeket. A szerkezet jellemzése szempontjából legfontosabb $g(r)$ függvényeket a 2. ábrán mutatjuk be, amelyekből meghatároztuk az elsőszomszéd távolságokat és koordinációs számokat (2. Táblázat).

A legfontosabbnak ítélt atompárok párkorrelációs függvényei az RMC által számított értékek: Si-O $1,7 \text{ \AA}$, míg a B-O $1,4 \text{ \AA}$. A két kötőhossz adja az 1/b ábrán az első csúcsot, ami az értékek közti kis különbség miatt kiszélesedik. A második csúcs okozói a következő atompárok: Si-B, Si-Na, B-B, O-O, O-Zr, O-Na, Zr-Ba, Zr-Na, Ba-Na. Ehhez a csúcshoz mind különböző mértékben járulnak, a legnagyobb járulékkal a B-B, Zr-Ba és Ba-Na. A következő csúcsok kialakításához már szinte mind a 21 atompár közötti kötőhossz hozzájárul.



2. ábra: : Az RMC-szimuláció eredményeként kapott parciális párkorrelációs függvények a $90\%\{60\text{SiO}_2 \cdot 25\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{BaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{ZrO}_3\} + 10\%\text{CeO}_2$ minta esetén

2. Táblázat: Az egyes atompárok járulékait jellemző szerkezeti paraméterek a $90\% \{60\text{SiO}_2 \cdot 25\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{BaO} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{ZrO}_2\} + 10\% \text{CeO}_2$ minta esetén

Üveg Ce5Zr	1 csúcs		2 csúcs						3 csúcs			
	B-O	Si-O	Si-B	O-Na	O-Zr	O-O	O-Ce	Zr-Ba	Si-Si	Si-Ce	B.-Ce	Zr-Ce
$r_{ij}(+/-0,01)$	1,5	1,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,6	3,1	3,4	3,2	3,6
$Z_{\text{RDF}}(+/-0,1)$	1,65		5,3						6,69			

Összefoglalás

Boroszilikát üvegek lokális szerkezetét vizsgáltuk neutrondiffrakcióval és RMC szimulációs módszerrel. Meghatároztuk a legfontosabb parciális atomi párkorrelációs függvényeket, és a szerkezetet jellemző elsőszomszéd távolságokat és koordinációs számokat. Megállapítottuk, hogy a ZrO_2 és a CeO_2 egyaránt homogén módon beépül az üveg-szerkezetbe, kis mértékű változást okozva a lokális szerkezeti paraméterek értékeiben.

Munkánk támogatásáért köszönetet mondunk az OTKA T-42495 pályázatnak.

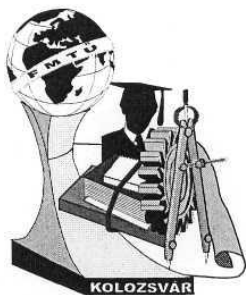
Hivatkozások

1. W.G.Ramsey, N.E.Bibler and T.K.Meaker, "Composition and durabilities of glasses for immobilization of plutonium and uránium", Paper presented at WM95, University of Arizona, 26 Feb. 1995.
2. Donald, I.W., Metcalf, B.L. and Taylor, R.N.j., Journal of Matériái and Science, 32, 5851, 1997
3. Kürt Sköld, Dávid L.Price , Methods of experimental physics, Neutron Scattering, , Academic Press, Inc., 1987
4. E. Sváb, Gy. Mészáros and F. Deák, Neutron Powder Diffractometer at the Budapest Research Reactor,, Materials Science Forum Vols. 228-231, pp. 247-252, 1996
5. Budapest Neutron Centre, Progress Report on the activities at the Budapest Research Reactor 2000-2001, <http://www.kfki.hu>
6. R.L. McGreevy, L. Pusztai, Molec. Simul. 1, 359, 1988

Fábián Margit¹, Ph.D. hallgató,
Sváb Erzsébet¹, tud. főmunkatárs.
Mészáros György¹, tud. munkatárs
Kőszegi László¹, tud. munkatárs
Veress Erzsébet², tud. főmunkatárs

¹Magyar Tudományos Akadémia, Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézet, Neutronfizika Osztály, 0036-1-3922634, Konkoly-Thege 29-33, 1121 Budapest, Magyarország

²BBTE, Kémia és Vegyészmérnöki kar, Arany János 11, 3400 Kolozsvár, Románia



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

SZÉLSEBESSÉGMÉRŐK KALIBRÁLÁSÁRA ALKALMAS SZÉLCSATORNA LÉTESÍTÉSE

Schrempf Norbert

Summary

In the countries of the European Union, 6 % of the energy consumption is supplied by renewable energy resources. The act of the European Parliament has been created in order that the ratio of produced energy yielded from the renewable energy resources has to attain 12 % until 2010 in the EU. Concerning it, an available fund has been created and, with this help, wind-power stations of 15,000 MW total powers should be commissioned.

The process of energy utilization available economically from the existing characteristic wind courses in Hungary started not long ago. According to the plans of the energy policy, the ratio of the renewable energy resources must be 6 % within the total energy consumption of the country until 2010.

The base of making the availability of wind energy — considering the properties of operating wind generators - is the survey of the local wind conditions. It is because the required investment cost of locating a single generator is many-hundred million Hungarian forints. Thus, the wind measurements and data records for energetic purpose must be carried out at high accuracy and complying the concerning standards and rules. One of its basic conditions is the appropriate instrumentation and the accurate procession and evaluation of the measured data. In the interest of learning exactly the measurement characteristics of a given instrument, the calibration is essential. For this, there is the available aerodynamic wind tunnel as an excellent background completed in Szent István University (Gödöllő) that suits the concerning rules.

Összefoglalás:

Az Európai Unió országaiban az energiafogyasztás 6 %-a származik megújuló energiaforrásból. Az Európai Parlament határozatot hozott arról, hogy a megújuló energiahordozók által termelt energia az EU-ban 2010-re érje el a 12 %-ot. Erre vonatkozóan létrehoztak egy pénzügyi alapot, mely segítségével 15000 MW teljesítményű szélerőművet kell üzembe helyezni.

Magyarországon nem régen indult el a meglévő jellemző széljárásokból gazdaságosan nyerhető energiahasznosítás folyamata. Az energiapolitika tervei szerint 2010-re Magyarországon az összes energiafelhasználáson belül 6 % körül kell, hogy legyen a megújuló energiaforrások részaránya.

A szélenergia hasznosításának alapja - figyelemmel a szélgenerátorok működési sajátosságaira - a helyi szélviszonyok felmérése. Egyetlen generátor telepítése jelentős, több százmillió forintos beruházást igényel, ezért az energetikai célú szélméréseket nagy pontossággal, a megfelelő szabványok, és előírások betartásával kell elvégezni. Ennek egyik alapfeltétele a megfelelő műszerezettség és adott műszernél a mérési eredmények pontos értékelése. Annak érdekében, hogy pontosan ismerjük egy adott mérőműszer mérési jelleggörbéjét, hitelesítésre van szükség. Ehhez nyújt kiváló háttérrel a Szent István Egyetemen létesített, a vonatkozó szabványoknak megfelelő szélcsatorna.

Anyag és módszer:

A Szent István Egyetem Agrárenergetika Tanszékén több éve folyó energetikai célú szélmérések egyik célkitűzése volt a nemzetközi szabványoknak is megfelelő, szélsébségmérők kalibrálására alkalmas szélsatorna felépítése.

A szélsatorna legfontosabb szerkezeti eleme a változtatható szögű járókerék-lapátokkal rendelkező HELOIS HQ630 ventilátor.

A szélsatorna fontosabb paraméterei az 1. ábrán láthatóak.

A megvalósítás során alapvető követelmény volt hogy a kész berendezés a gyakorlatban is előforduló sebességeket produkálja, azaz közel 0m/s-tól legalább 15m/s-ig.

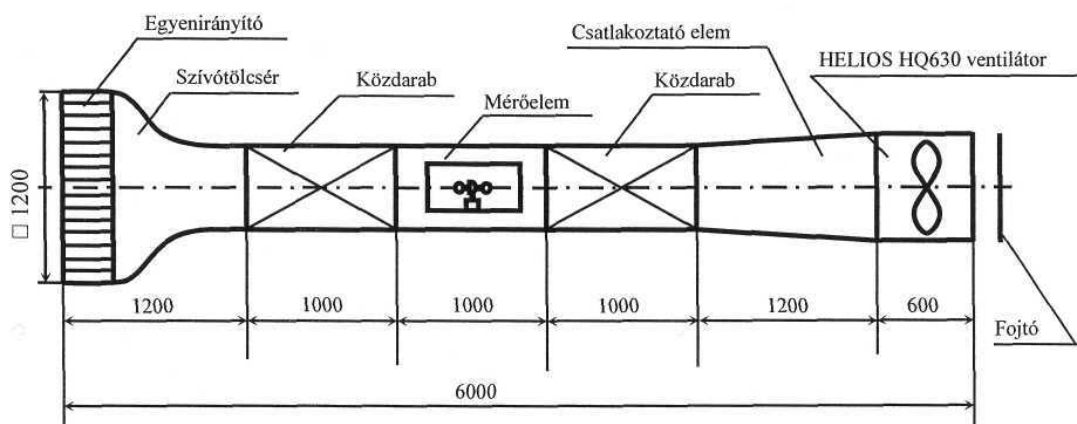
Ezt egy Procon gyártmányú, fokozatmentesen állítható szabályozási tartományú frekvenciaváltóval oldottuk meg. Ez azonban csak részben sikerült, mivel így a min. sebesség 4m/s lett. A további csökkentés érdekében a szivótorok elé egy fojtót helyeztünk, aminek segítségével már előállítható volt a 0m/s-ot jól közelítő (~0,16m/s) szélsébség.

Erre azért volt szükség, mert:

1. Az eddigi mérési eredmények azt bizonyították, hogy a szélgenerátorok indulási sebessége (2,5m/s) és a frekvenciaváltóval előállítható min. 4m/s közti sebességtartományba eső szeleknek is számottevő, de természetesen nem alapvetően meghatározó energiataralmuk van.
2. Egy kanalas szélsébségmérő vizsgálatát a jellemző szélsébség alatt kell elkezdni és felette befejezni, annak érdekében, hogy optimális képet kapjunk a gyakorlati teljesítményéről és működéséről.

További fontos követelmény volt, hogy ne csupán statikus, hanem dinamikus igénybevételeket is ellenőrizhessünk.

A ventilátor erre a feladatra szintén megfelel.

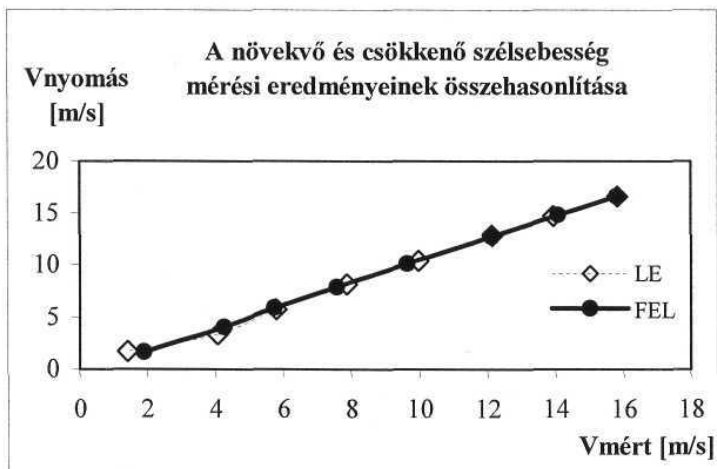


1. ábra

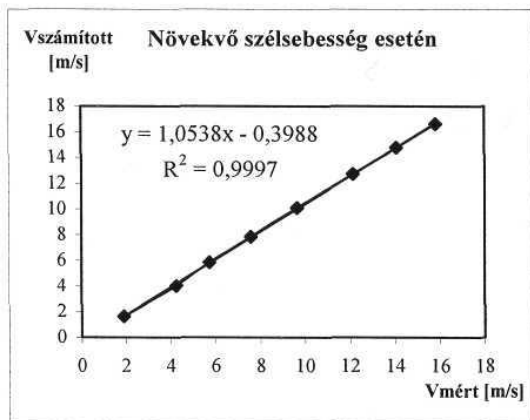
A szélsatorna felépítése

	Környezeti jellemzők			
	Mért			Számított
Mennyiség	T	R	p_{atm}	$\rho_{levegő}$
Mértékegység	[K]	[J/kgK]	[mbar]	[kg/m ³]
	296	2,87	1010	1,1889067

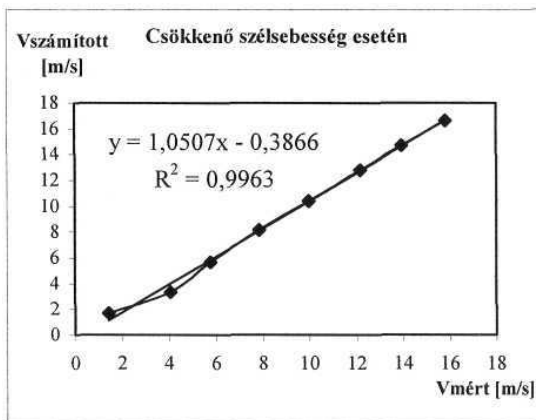
	Mérési és számított adatok					
	Növekvő szélesség esetén			Csökkenő szélesség esetén		
Mennyiség	v_{fel}	p_{fel}	v_{fel} számított	v_{le}	p_{le}	v_{le} számított
Mértékegység	[m/s]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[Pa]	[m/s]
Sorszám	A 10 perces mérési sorozatok átlaga					
1	1,91	1,60	1,640594	15,83	164,32	16,62594
2	4,27	9,60	4,018618	13,94	128,24	14,68767
3	5,74	20,64	5,892451	12,15	97,36	12,79768
4	7,59	36,80	7,868012	9,97	64,16	10,38899
5	9,65	60,80	10,1133	7,87	39,60	8,161852
6	12,11	96,00	12,70799	5,78	19,20	5,683184
7	14,09	129,84	14,77901	4,07	6,64	3,342144
8	15,81	163,84	16,60164	1,43	1,68	1,681109



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Eredmények:

Az anemométerek, szerkezetüknél fogva a tömegükhöz képest számottevő tehetetlenséggel rendelkeznek, amelyet a szél pozitív, ill. negatív irányban befolyásol; a kanalakat mozgásba kell hoznia, valamint gyorsítani és lassítani, attól függően, ahogyan a szélviszonyok megváltoznak, ezen túl le kell győznie (még, ha kismértékű is) a kanalak forgástengelyének súrlódását.

Mindezek a nyomáskülönbség-mérőknél nem lépnek fel, hiszen ott nincs mozgó alkatrész, a légoszlop tehetetlensége, pedig elhanyagolható, s így a pontosabb pillanatnyi értékeket kapjuk.

A kétféle mérési módszerrel kapott szélesség adatok összevetéséből megállapítható, hogy az eredmények igen jól illeszkednek (3.-4. ábra) egymáshoz.

Közel azonosak a szélesség értékek, mind növekvő, mind csökkenő szélintenzitásoknál a 6 m/s-ot meghaladó tartományban (nincs értékelhető eltérés). Jelentősebbek az eltérések a 2,5-6 m/s-os tartományban.

A kis szélességek és változásuk pontos mérése kontinentális viszonyok között különösen fontos, hiszen ezek a tengerparti szelekkel szemben kevésbé kiegyenlítettek.

Irodalom:

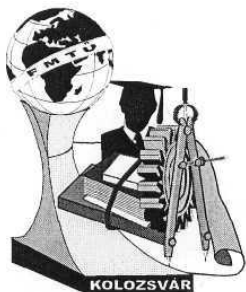
- [1] Tóth L. - Horváth G.: Alternatív energia, Szaktudás Kiadó Ház Bp., 2003
- [2] Tóth L. - Horváth G. - Tóth G.: A szélenergia hasznosítása, Mezőgazdasági technika 78., 83. sz.
- [3] Füredi G. - Hegel I. - Szlivka F.: Áramlástani mérések, Műegyetemi kiadó Bp., 1994

Schrempf Norbert PhD. hallgató

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Agrárénergetika és Élelmiszeripari gépek Tanszék
H-2103 Gödöllő, Páter K.u.I.

Tel.: +36-30-375-99-43

E-mail: schrempfn.aeet@mgk.gau.hu



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

AZ ÖNTÖDEI FORMÁZÓ ANYAGOK REGENERÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Détári Anikó

Actually application of environmental friendly technology and development of existent technology are become necessary. In my researching work I deal with possibility of foundry sand reclamation, recycling and reducing of accruing waste. Foundries aim is to reducing of waste used sand so depositing costs are decreased and demand of new sand in the moulding technology is minimized with sand reclamation. First sand reclamation technology are summarized. I will advert to cold mechanical and thermal regeneration besides wet sand regeneration. Additionally I will review parameter and criterion of regeneration. Finally I will advert to form of the accruing waste in forming technology and them reusing.

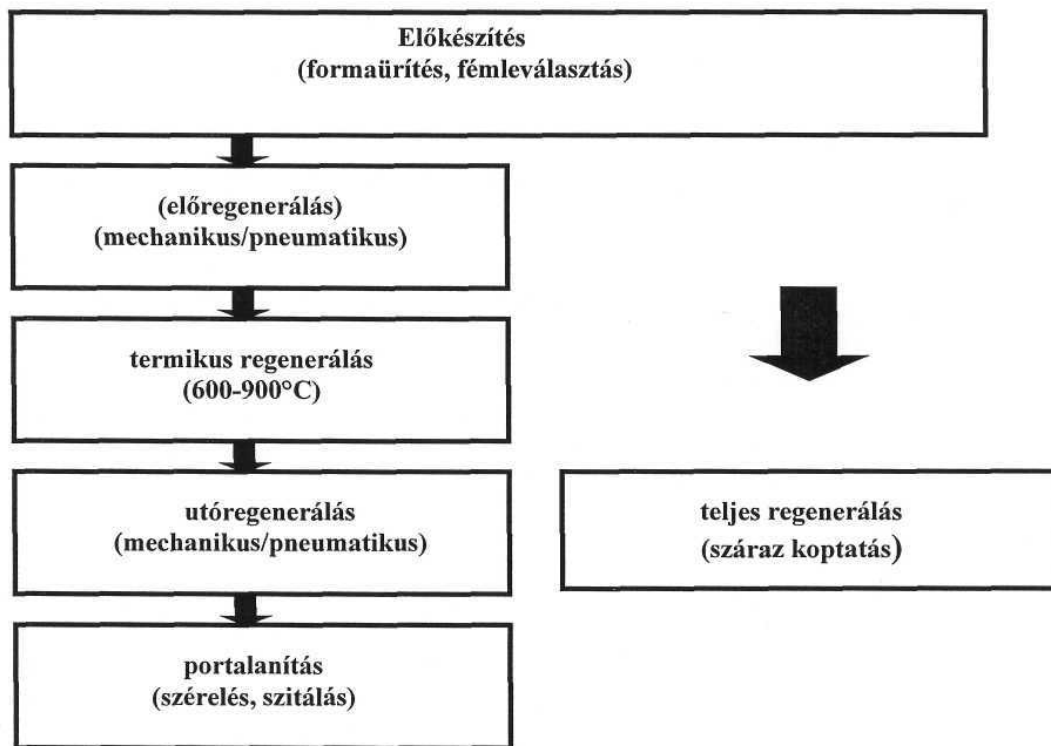
Napjainkban egyre inkább előtérbe kerül a környezetbarát technológiák alkalmazása, illetve a már meglévőek környezettudatos fejlesztése. Kutatásaim során az öntödei formázóanyagok regenerálásával, újrahasznosításával és a technológiai folyamatok során képződő homokhulladékok csökkentésének lehetőségeivel foglalkozom. Az öntödék számára mind gazdasági mind környezetvédelmi szempontból cél a minél kisebb mennyiségű használt homok hulladékként való kezelése, hisz így a deponálási költségek minimalizálhatók és a formázóanyag regenerálásával csökkenthető a formázástechnológia újhomok igénye is. Elsőként összefoglalom az öntödei homokregeneráló technológiákat. Kitérek a száraz és termikus eljárás, valamint a nedves úton történő homokregenerálás folyamatára. Ezt követően rátérek a homokregenerálással kapcsolatos ismérvek és technológiai paraméterek leírására. A téma harmadik részében pedig kitérek az öntödei formázástechnológia során keletkező hulladékok fajtáira és azok újrafelhasználásának lehetőségeire.

A homokregeneráló technológiák bemutatása

A homokregenerálás egy olyan fizikai, kémiai, fizikai-kémiai eljárás, vagy ezeknek kombinációja, melynek során a regenerált homok tulajdonságai megközelítőleg hasonlóak lesznek az eredeti homokéhoz és ezáltal a homokkeverék a formázástechnológiai során újra felhasználható. Jellege szerint 3 különböző eljárást különböztetünk meg:

Száraz regenerálás: A *száraz* eljárások légáramban, vagy mechanikus ütköztetéssel bontják meg a homokszemcsék felületén lévő maradék kötőanyagot. A kötőanyagfilm megbontása után valamilyen szitán, vagy légszűrő berendezésen vezetik keresztül a homokot.

Termikus regenerálás: Az égető eljárások szerint működő homokregeneráló berendezésekben a homokot 800-900°C-ra hevítik. Ennek hatására az éghetőanyag filmek leégnek és füst, vagy hamu alakjában eltávolíthatók. Az előzőekben bemutatott két eljárás előnyeit és hátrányait foglalnám össze. A mechanikus regenerálás előnye a termikus regenerálással szemben, hogy alacsony az üzemeltetési költség, rugalmas üzemű berendezések működtethetők. A hátránya azonban az, hogy rosszabb lesz a regenerátum minősége, a képződő por jelentős szervesanyag tartalmú és rosszabb a kihozatal. A termikus regenerálás előnye, hogy jobb a regenerátum minősége, jobb a kihozatal, viszont a keletkező por nem hasznosítható, nagyobb a beruházási és működési költség, valamint folyamatos üzemet igényelnek a berendezések. A jobb minőségű regenerátum elérése érdekében többlépcsős regenerálást alkalmaznak, ami az 1. ábrán látható.



1. ábra

A többlépcsős regenerálás [1]

Nedves regenerálás: A nedves eljárásnál a homokot vízzel keverik és zagy formájában mechanikus koptatásnak teszik ki. Nem igazán terjedtek el, mert igen vízigényes eljárások és az elvezetett szennyvízről gondoskodni kell.

Ahhoz, hogy a regenerálást optimalizáljuk és a megfelelő minőségű regenerátumot kapjuk, az alábbi paraméterek kell meghatároznunk:

Minőségi mutató

$$\text{Regenerálási fok: } \alpha_r = (P_A - P_E) / P_A * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

$$\alpha_r = \alpha_{r-z} + \alpha_{r-r} \quad [\%] \quad (2)$$

α_r : Regenerálási fok %-ban kifejezve egy körfolyamatra vonatkoztatva

P_A : Minősítés eredménye (pl. izzítási veszteség) a használthomokban %-ban kifejezve

P_E : Minősítés eredménye (pl. izzítási veszteség) a regenerált homokban %-ban kifejezve

α_{r-z} : Káros anyag csökkenés termikus behatáskor (öntési hőmérsékleten)

α_{r-r} : Káros anyag csökkenés a regenerálás alatt

Mennyiségi mutató

$$A = M_1 / M_2 * 100 \quad [\%]$$

M_1 : Regenerált homok mennyisége

M_2 : Bevitt anyag mennyisége

Az 1. táblázatban a regenerátum minősítéséhez, és a regenerálási fok meghatározásához szükséges vizsgálatokat foglaltam össze.

1. táblázat

A regenerátum minősítéséhez szükséges vizsgálatok [2]

Formázókeverék rendszer	Vizsgált paraméterek
Agyagkötésű használthomok / regenerátum	<ul style="list-style-type: none"> • Iszaptartalom • Izzítási veszteség • Aktív bentonit tartalom
Vízüvegkötésű használthomok / regenerátum	<ul style="list-style-type: none"> • Na_2O- tartalom • Iszaptartalom
Cementkötésű használthomok / regenerátum	<ul style="list-style-type: none"> • CaO- tartalom • Iszaptartalom
Műgyantakötésű használthomok/ regenerátum	<ul style="list-style-type: none"> • Izzítási veszteség • N_2- tartalom

Az előzőekben összefoglalt technológiák az öntődén belüli újrahasznosítást segítik. Azonban képződnek olyan anyagok, amelyek a formázástechnológia számára már nem alkalmasak, azonban más területeken felhasználhatóak. Itt is nagy százalékát a hulladékoknak a homokhulladékok teszik ki.

Homokelőkészítéskor (Regenerálás, keverés)

- szervesetlen/szerves kötőanyagú használt homok
- bentonittartalmú keverék használthomok
- regenerátum, körfolyamatból származó homok

Magkészítéskor

- magtöredék, magmaradék
- szennyvíz, mosóvíz (savanyú, lúgos)

Olvasztáskor, öntéskor

- tűzálló anyagok
- üstmaradékok
- salakok, sók

Rámoláskor, leválasztó berendezésekből

- használt homok, magmaradék, rögök, fémmaradékok

Öntvénytisztításkor

- homok
- szemcseszórásos tisztítás anyagai
- fémmaradékok

A kibocsátás és a hulladékok mennyiségének csökkentése az alábbi módokon történhet:

- A hulladékok szelektív gyűjtése és regenerálása útján
- A képződő por direkt visszaj áratása a bentonitkötésű formázóanyag körfolyamatba
- A por és a finom kvarcpor elsalakosítása az olvasztáskor
- Más iparágakban való hasznosítás (útépítésnél és földmunkákban, aszfaltiparban, cementgyártásban, téglá- és cserépgyártásban, bányászatnál)

Összefoglalás

Mind környezetvédelmi, mind technológiai szempontból nagy hangsúlyt kell fektetni a formázástechnológia javítására és ezen belül a homokregenerálásra. A homokregenerálás során törekedni kell a lehető legjobb minőségű regenerátum elérésére, figyelembe véve az adott technológiai és gazdasági szempontokat. Figyelmet kell fordítani mind a belső recycling, mind a más iparágakban történő hulladékhasznosításra is. Ezért cél az öntödékek számára a formázástechnológiai rendszerük optimalizálása, a keletkező hulladékok csökkentése.

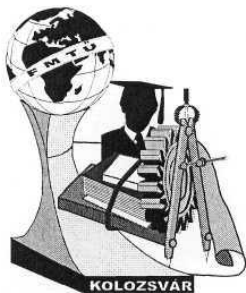
Irodalomjegyzék

- [1] Claudia Gartner-Kaufman geb. Gartner: Die Grundlagen des Formstoffrecyclings in der Gießereiindustrie, Dissertation, Aachen, Mai 1993. p. 8
- [2] W. Tilch-E. Flemming: Formstoff und Formverfahren 1993. p 366

Détári Anikó doktorandusz

Miskolci Egyetem Öntészeti Tanszék 3515 Miskolc-Egyetemváros

Tel:+ 36-46-565-111/Fax:+ 36 -46-369-519, aniko.detari@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A TERMÉSZET ÉS A TUDOMÁNY NÉHÁNY KOMPOZITJÁNAK TRIBOLÓGIAI ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

Keresztes Róbert, PhD hallgató, SZIE Gödöllő

Dr. Kalácska Gábor, egyetemi docens, SZIE Gödöllő

Margaret Kalácska, University of Alberta, Canada

Summary

Currently, many of the most sought after timber species are not only scarce in international markets but are also threatened with extinction. *Guaiacum sanctum* from the Family Zygophyllaceae (common names: Guayacán, Lignum vitae, Palo santo), was once a commercially valuable timber from the tropical dry forests of Central America. Later centuries with the increase in industry *G. sanctum* became prized for the unique mechanical and structural characteristics of its wood and suitability for preparing different machine elements. The study shows a tribological comparison (friction, wear) to some modern polymeric materials used for machine elements. It also gives a ranking for the tested materials.

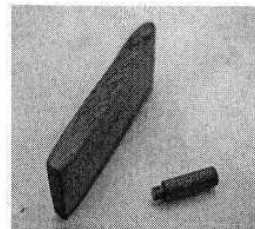
Összefoglalás

Napjainkban a legkeresettebb fafajták közül több nemcsak ritka lett a nemzetközi piacon, de a kihalásuk veszélye is fenyeget. A Zygophyllaceae családjába tartozó *Guaiacum sanctum* (ismertebb nevén Guayacán, Lignum vitae, Palo santo), valamikor kereskedelmileg értékes fafajta volt. A későbbi évek során azonban különleges mechanikai és szerkezeti tulajdonságai miatt az ipari fejlődés során a *G. sanctum* igen értékessé vált gépelemgyártási lehetősége miatt. A cikk korszerű polimer kompozitokkal hasonlítja össze a fa tribológiai jellemzőit, behatárolja elméleti alkalmazhatóságát napjainkban.

1. A vizsgált anyagok, próbatestek kialakítása

A vizsgált fa: A *Guaiacum sanctum* (1. ábra) lombkorona alatt élő fafajta, ami 5-200 m-es magasságig jó vízlevezetésű lejtőkön vagy gerinceken nő mérsékeltén száraz jellegű vidékeken. Középméretű, 15 - 20m magas és átmérője 60 cm-ig is vastagodhat, gyűrött, szürkés a törzse melyen

függőleges repedések futnak. *G. sanctum* fa rendkívül kemény; a sűrűsége $1.10-1.32 \text{ g/cm}^3$ (a vízben elsüllyed). A fát igen nehéz megmunkálni, nagy mennyiségben tartalmaz természetes gyantát. Keménysége és gyantákkal történő természetes „kenése” miatt a *G. sanctum*-ot hajók propeller-tengely csapágainak és csapágyperselyéhez használták, mivel vízkenés esetén háromszor olyan hosszú volt az élettartama mint a bronzé vagy acélé.



1. ábra a vizsgált fa

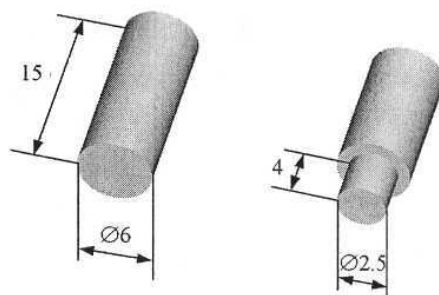
Mindemellett alkalmazták még vízerőgépek víz alatti alkatrészei anyagaként, turbináknál, papírgyárakban és acélcső gyártásnál csapágyakhoz. Használták még a *G. sanctum* fáját csigakerékhez, szíjtárcsáknál, görgőkhöz, bútorláb-görgőkhöz, kerékgyártáshoz, szalagfűrészblokkhoz, tekelaabda és emléktárgyak készítéséhez. [1,2] A rendelkezésre álló kiszáritott famintából esztergálással készültek próbatestek a későbbi mérésekhez. A próbatestek elkészülte után a minták felét 48 órán át telítettük 10W40-es SG szintű motorolajban 25°C -on. így a tribológiai összehasonlítást a polimer kompozitokkal kétféle fa esetében végezhetjük el: légszáraz és olajban telített.

A vizsgált műszaki műanyagok és kompozitok: A választott műszaki műanyag próbatestek félkész termékekből (rudakból) forgácsolással készültek. A kiválasztás szempontja elsősorban a fánál felsorolt műszaki alkalmazásokhoz napjainkban kiválóan ítélt polimerek és kompozitjaik. A vizsgált anyagok:

- Ertalon 6PLA: Natúr öntött poliamid 6, Na-os katalizálással.
- Ertalon LFX: Na katalizálású öntött poliamid 6 és kenőolaj kompozitja.
- Nylatron 703 XL: Poliamid 6 és több kenőanyag kompozitja, 2003 évi új termék.
- Sustaglide: Öntött poliamid 6 és PE kompozitja.
- Ertalyte TX: PETP mátrixba ágyazott PTFE kompozit.

A próbatestek kialakítása: A próbatestek henger alakúak, hosszuk 15 mm (2. ábra). A 3, 5, 12 MPa terhelésen az átmérő 6mm, viszont a 20 MPa terhelés eléréséhez az átmérőt csökkenteni kellett 2.5 mm-re. A befogási átmérő mindkét esetben 6mm. Az ábrán feltüntetett méretek mm-ben értendők.

Az ellendarabként szolgáló tárcsa anyaga: A tárcsa anyaga általános rendeltetésű, ötvözetlen szerkezeti acél, jelölése: S 355. Felülete síkköszörült, $R_a = 0,05 - 0,15 \mu\text{m}$. Átmérője 350 mm, vastagsága 12mm.

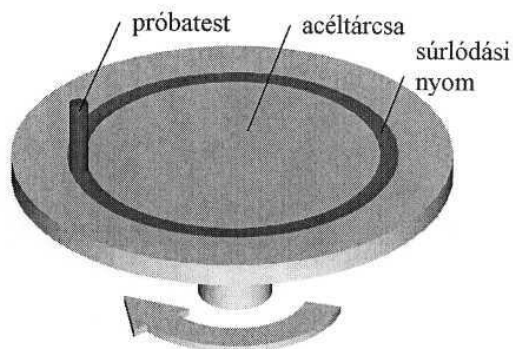


2. ábra a próbatestek kialakítása

2. A vizsgálati rendszer

Az anyagok súrlódási, kopási és melegedési jellemzőinek összehasonlítására a legegyszerűbb modellvizsgálatok közül a tű-tárcsán (pin on disc) rendszert választottuk, a DIN 50322 szabvány

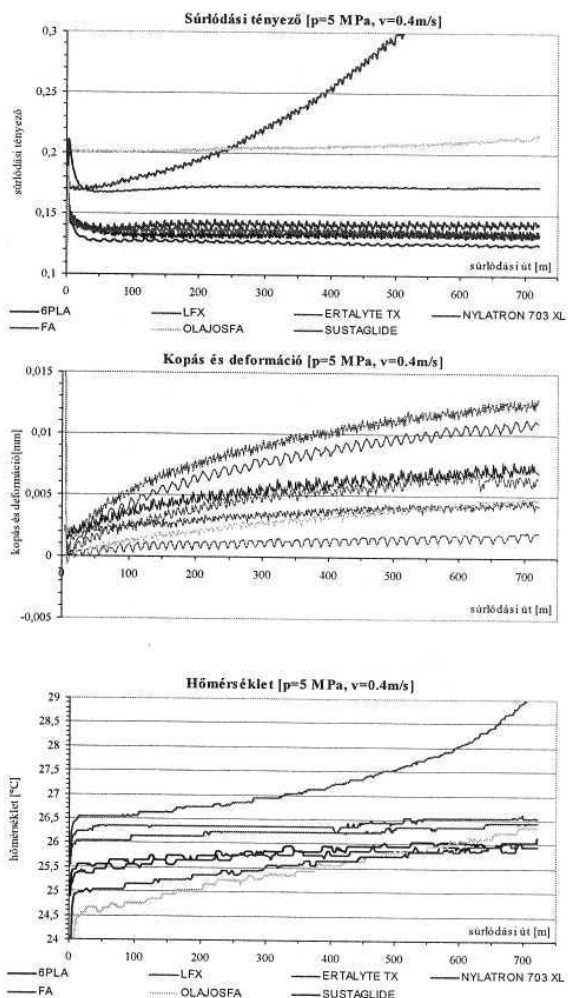
ajánlásai szerint, VI. vizsgálati kategória (3. ábra). A rendszer jellemzője a folyamatos csúszósúrlódás amely az elfordulásmentesen rögzített műanyag próbatest homlokfelülete és az acéltárcsa között jön létre. A műanyag/acél tribológiai rendszer külső kenés nélkül, adhézios körülmények között működött, vizsgálati sebesség: 0,4 m/s, a különböző vizsgálati terhelések: 3, 5, 12 és 20 MPa, normál környezeti hőmérséklet és páratartalom mellett.



3. ábra a vizsgálat elve

3. Eredmények, következtetések

A mérési diagramokon a súrlódási út függvényében tüntettük fel a különböző terhelésekhez tartozó súrlódási tényezőket, az együttesen mért kopást és deformációt, valamint a súrlódásból adódó hőmérsékletváltozást, melyet a kontaktzónától 1 mm távolságra a próbatestek anyagában mértünk. A 4. ábrán az 5 MPa-os, az 5. ábrán a 12 MPa-os terhelés mérési diagramjai láthatók. Végeredményben megállapítható, hogy a természet által korábban nyújtott acélkiváltási lehetőség - pl. a *Guaiacum sanctum* - egy olyan tribológiai kompozit (farost + természetes gyanta), mely könnyen tovább tökéletesíthető kenéstechnikával. Vagy kenőolajjal átítatva, vagy folyamatos külső folyadék biztosításával - pl. víz, tengervíz - az anyag siklási terhelhetősége, a PV értéke jelentősen javítható. Olajátítás esetén az élettartam ma tudományos módszerekkel prognosztizálható, tervezhető. A korabeli alkalmazásoknál e tervezési ismeret hiányában is kihasználta az ember a természet kompozitja által nyújtott különleges lehetőséget.



4. ábra 5 MPa-os mérési diagramok

A mai anyagválasztékunk összehasonlíthatatlanul szélesebb, hosszabb élettartamot biztosító, több speciális kívánságot kielégítő polimerből áll. Mégis, olyan jellegű anyagunk, mely mechanikailag és tribológiailag ötvözi a hőre keményedő gyanták, szálerősített termoplasztok és kenőanyagok tulajdonságait egyszerre - elérhető árban - nincs.

Jelen kutatást segítette a University of Alberta Canada, az OTKAT42590 kutatási program és a Teraglobus Kft.

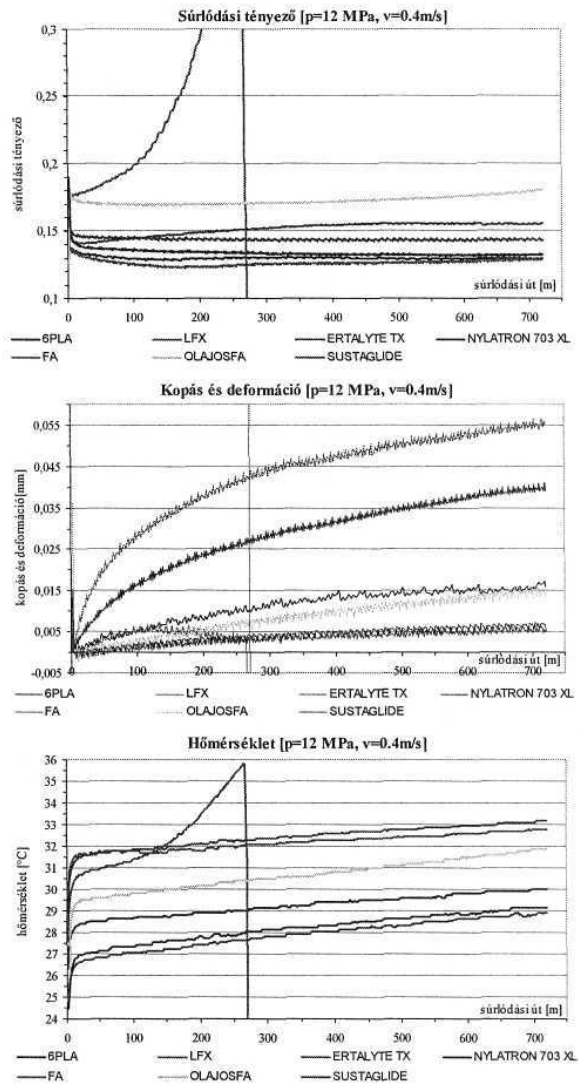
5. Felhasznált irodalom:

- [1] M. Kalacska et al.: *Guaiacum sanctum and remote sensing*. University Alberta, Canada. Manuscript. 2003.
- [2] G.A.Sanchez-Azofeifa, K.L.Castro, B.Rivard, M.Kalácska: Remote sensing research in tropical dry forest environments. *Biotropica* 35(2), 2003, p 134-142
- [3] Keresztes R.- Kalacska G.: Dinamikus tribológiai vizsgálatok, dinamikus hatások modellezése. MTA Agrárműszaki Bizottság, Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás. Gödöllő, 2003.január.
- [4] G.Kalacska, R.Keresztes, P.Debaets: Dynamic tribological testing of polymers. ICCE10. (Tenth annual international conference on composite/nano engineering) New Orleans, USA, 2003. p. 293-295.
- [5] Pellényi L.: Mezőgazdasági gépek korszerű ragasztott önkenő facsapágyainak tribológiai és mechanikai paraméterei. PhD. Dolgozat. Gödöllő, 1997.

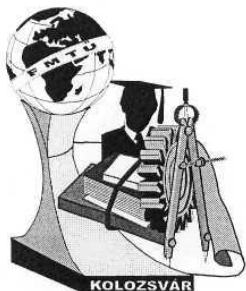
Keresztes Róbert, PhD hallgató

Szent István Egyetem Gödöllő, Gépgyártás és Javítástechnológia Tanszék

E-mail: keresztes.ggvt@mgk.gau.hu



5. ábra 12 MPa-os mérési diagramok



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

REPEDÉSEK KIALAKULÁSÁNAK OKAI NYOMÁSOS ÖNTÉSNÉL

Simcsák Attila

Abstract

Reasons of crack-formation in pressure die casting technology

This work examines a technological problem during manufacture. It seeks the explanation of cracks occurred during the assembly of pressure die cast aluminium alloy luggage rack element. The melting process is shown. The contaminating elements on fracture surface are determined on electron microscope and microprobe pictures. Defects caused by melt treatment are demonstrated and a solution for the producing of defect free casting is suggested.

A dolgozat egy gyártásközi problémát vizsgál. Nyomásos alumínium ötvözetből gyártott csomagtartó öntvénynél szerelésekor bekövetkezett törésekre keresi a magyarázatot. Bemutatja az olvasztás technológiáját. Elektronmikroszkópos és mikroszondás felvételekkel megállapítja a töretfelületen lévő szennyezőanyagokat. Bemutatja az olvadékkezelésből eredő hibákat és megoldást javasol a hibamentes öntvények gyártására.

A kísérlet célja

Nyomásos öntészeti technológiával előállított csomagtartó öntvények szerelése közben bekövetkezett törés okainak feltárása, az olvasztási technológia, illetve az olvadék minőségének a felülvizsgálata a hibamentes öntvénygyártás technológiájának kidolgozása érdekében.

Kísérleti körülmények

A nyomásos öntődében DIN 226 (GD- AlSi9Cu3) és DIN 231 (GD- AlSi12) öntészeti alumíniumötvözeteket használunk, építőipari és vasúti kocsik gyártáshoz használt öntvények előállítására.

Az alapanyagot tömb formájában vásároljuk, szekunderalumínium gyártóktól. Olvasztás során 60% ötvözött tömbből és 40% visszatérő anyagból (beömlőrendszer, túlfolyók, esetleges selejtek) készítjük el a fémolvadékot billenőaknás gáztüzelésű olvasztókemencében. A megolvadt alumínium

felszínére 0,15% COVERLUX takaró- tisztítósót szórunk. A só megolvadásáig pihentetjük az anyagot (10 perc), majd összekeverjük az olvadékkal. A kezdetben úgynevezett kásás salak, az exoterm reakció után porszerűvé válik, melyet az olvadék további kezelése (gáztalanítás) után eltávolítunk. A képződött salakot lefölozzük, majd salakcsúszda alkalmazásával konténerbe gyűjtjük.

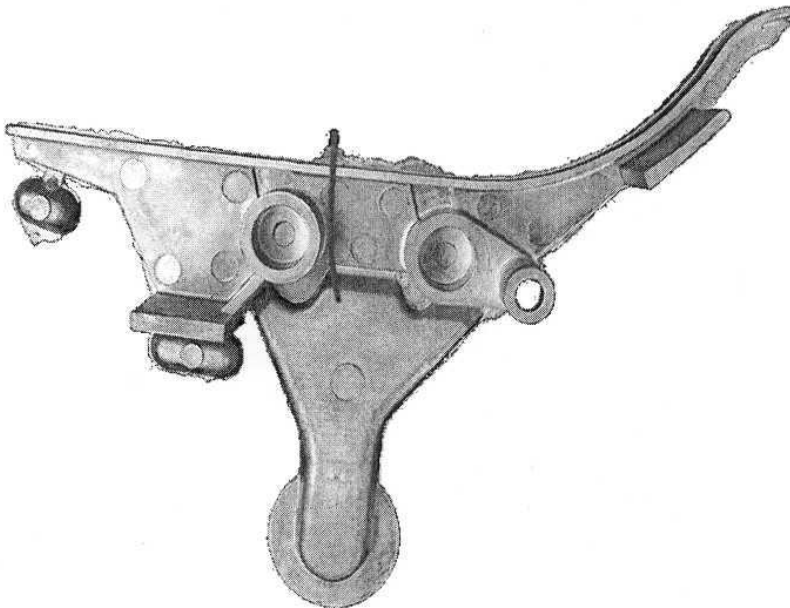
Olvasztás után a folyékony fém a kemence csapolónyílás körüli billentésével átöntjük a fémszállító tégelybe, mellyel a hőntartó kemencékbe visszük.

A hőntartó kemencében (200 kg) a fémfűrdő gáztartalmának eltávolítására klórleadó gáztalanító tablettát (100 g) használunk 0,1-0,5 %-ban, vagy nitrogéngázzal történő átöblítést, a kiinduló gáztartalomtól függően. A fémszállító űstbe csapolt fémfűrdő tetejére helyezett tablettát lenyomjuk a tégely aljára és a folyamat lejártszódása után a salakot eltávolítjuk.

A gáztalanítás után - különleges minőségi követelmények esetén - az olvadékot nemesítjük. A gáztalanított olvadékba titánbór bázisú szemcsefinomító anyagot (100 g) adagolunk. A keletkezett fémhabot szintén az elkülönített salaktárolón gyűjtjük.

Az öntvény bemutatása

Az elvégzett kísérletet egy AlSi12 nyomásos öntészeti ötvözetből gyártott csomagtartó öntvényen végeztem. Az öntvényt 400 tonna záróerejű, vízszintes hidegkamrás nyomásos öntőgépen gyártjuk, egyfűszkes szerszámban. Az öntvényt csak felületi minőség és méretpontosság szempontjából vizsgáljuk, a megrendelőnek más igénye a darabbal szemben nem volt.



1. ábra
Csomagtartó öntvény az öntési helyzetben, a törés megjelölésével

Megfigyelések az öntvényen

A szereléskor eltört öntvényből színekélemzéshez mintát készítettünk, majd ugyanabból az adagból gyártott több öntvényt kiválasztva, törésvizsgálatot végeztem. A reklamált öntvényen elektronmikroszkópos és mikroszondás felvételekkel vizsgáltam a töretfelületet.

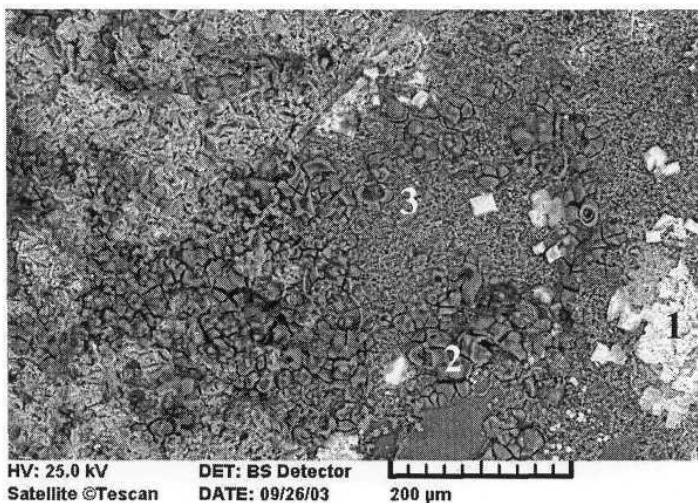
1. Táblázat

Színekélemzés eredményének összehasonlítása az általunk használt öntészeti ötvözetekkel

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn
DIN 226	8-11	max 1,2	2-3,5	0,1-0,5	0,1-0,5	max 1,2
DIN 231	10,5-13,5	max 1,2	max 1,2	0,4-0,5	max 0,4	max 0,5
minta	11,17	0,85	2,42	0,15	0,23	0,86

Az eltört öntvények a reklamálttól eltérően törtek. A visszaküldött öntvényen nem volt csavarodásra utaló nyom, míg az általam értörteknél jelentős alakváltozás volt megfigyelhető a törés bekövetkezte előtt.

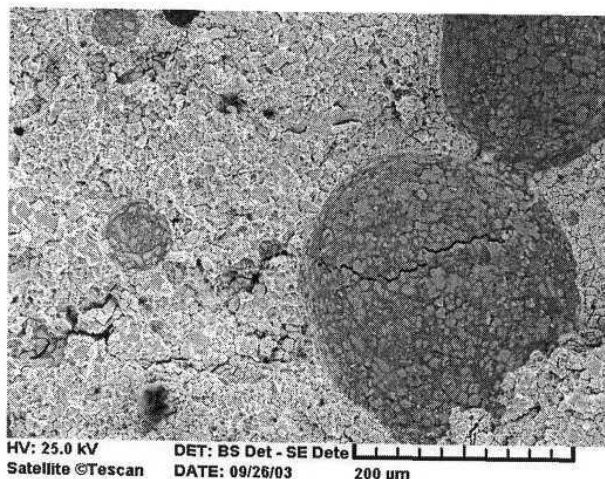
A töretfelületről készített elektronmikroszkópos felvételeken jól megfigyelhető, hogy az anyag homogenitását a szennyezők jelentősen befolyásolják. Helyi dúsulások jelentkeztek, illetve jelentős porozitás is található a töretfelületen.



2. ábra
Elektronmikroszkópos töretfelvétel

A 2. ábrán jelölt helyekről mikroszondás felvételeket készítettünk, melyeken helyi kiválások figyelhetők meg. Az 1 jelű pontban kiemelkedően magas a klórtartalom, a 2 jelű pontban a klór mellett kimutatható az oxigén, a nátrium és a kálium is. A 3 jelű pontban az előbbi elemek csak kis mennyiségben voltak jelen, bár ez sem elhanyagolható.

A 3. ábrán látható töretképen megfigyelhető volt a repedésképződés, és a porozitás. A többi felvételen megtaláltuk az öntés során bekeveredett oxidhártya okozta hólyagokat, valamint karbon kiválást is.



3. ábra
Repedésképződés a töreten

Az öntvény törésfelületén talált nátrium- és kálium vegyületek a gáztalanító és szemcsefinomító tabletták helytelen használatából visszamaradt habból kerültek az olvadékba. A karbon-kiválás az öntőkanál kezelésére használt grafitpasztából került az öntvénybe, míg a klór a nem megfelelő gáztalanítás, illetve a túlzott gáztalanító tabletta használatából maradt vissza.

Összefoglalás

A törött öntvényekben elforduló szennyezőanyagok a technológia nem megfelelő betartásának a következménye. A hiba kialakulása megelőzhető lett volna egy tökéletesebb olvadékkezeléssel, hiszen ugyanilyen összetételű adagból származó öntvényeknél ez a jelenség más esetben nem volt megfigyelhető. Az öntő nem várta meg a gáztalanító anyag reakcióidejét, a szemcsefinomítás során képződött habot az olvasztár nem fölözte le megfelelő mennyiségben, így a friss adagból származó első öntvényeknél előfordult a törés.

Megoldást jelentett, hogy az olvadékkezelés után pihentetjük az adagot, illetve a frissen kezelt öntőkanalaknál a leválasztóanyag ráégetését nem az olvadékban végezzük.

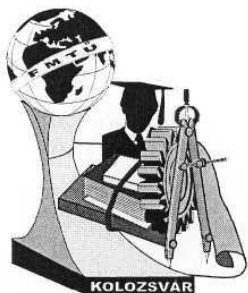
Simcsák Attila okleveles kohómérnök, PhD. hallgató

Dr. Köcher Kft.

H-2300 Ráckeve, Vásártér u. 15.

Tel: +3630 2020 657

e-mail: ontsati@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

AZ S235JR MINŐSÉGŰ MELEGEN HENGERELT ACÉLLEMEZ HIDROGÉNÁTBOCSÁTÓ-KÉPESSÉGE ÉS SZÖVETSZERKEZETE

Fábián Enikő Réka

Summary

The tendency for fish-scale formation of the enamelled products is characterized by the hydrogen permeability. The permeation of hydrogen through steel involves its entrance at one surface and its exit at the other surface. The permeation rate, P , at which hydrogen passes through a slab of thickness, d , per unit area, will be established by the diffusivity and the solubility of hydrogen in the steel. The dissolved hydrogen is contained as atomic hydrogen in the interstices of the metal lattice. In steel exist various traps for hydrogen atoms. Trapping enhances the solubility of hydrogen but decrease the diffusivity. Traps are, for example: grain boundaries, boundaries of second phase particles, steel-inclusion interfaces, micro-cavities etc. Traps can be characterized by their nature. A reversible trap being one that hydrogen can both enter and leave. A dislocation core is saturable, reversible trap; while voids and cracks are unsaturable reversible traps. The studied hot rolled coil of S235JR grade steel had homogenous microstructure, constituted from ferrite, pearlite and inclusions non-metallic. There were not micro-cavities. The measured T_H values were low (between: 0.45- 0.7).

Összefoglalás

A zománcozott lemezek pikkelyesedését a lemez -zománc határfelületen megjelenő és rekombináladott hidrogén váltja ki. Az acél hidrogénátbocsátó képessége függ a hidrogénnek az acélban való oldhatóságától és diffúziós tényezőjétől. A hidrogén az acélban interszticiósan oldódik. A hidrogénatomok a vas ideális rácsában az oktaéderes és tetraéderes helyeken helyezkedhetnek el, reális szerkezetekben viszont úgynevezett csapda helyekhez is kötődnek. Ilyen csapdák a vakanciák, diszlokációk, szemcse- és fázishatárok és a mikroüregek. A csapdák számával a hidrogén oldhatósága és a diffúziója módosul. A csapdák természetük szerint lehetnek reverzibilisek és irreverzibilisek. Például a diszlokációk telíthetőek és reverzibilisek hidrogénre nézve, míg a mikroüregek, mikro-repedések nem telíthető reverzibilis csapdák. A vizsgált S235JR minőségű, melegen hengerelt acél tekercsben hidrogén áthatolási idő rövid volt (az 1 mm-es lemezzvastagságra átszámított hidrogén áthatolási idő 0,45- 0,7 között változott). Az acéltekercs szövetszerkezete ferrites kevés perlittel, nagy nagyítással zárványok is megfigyelhetőek voltak. Inhomogenitás nem jellemezte a tekercs szövetszerkezetét

Bevezetés

A zománcozási hibák egy részét gázok eltávozása okozza [1]. Ezek a hibák két csoportba oszthatók: nagy hőmérsékleten kialakuló hibák, mint a tűszúrás, túlyukacsosság, gödröcskék, fekete foltosság és vöröspontosság; és kis hőmérsékleten keletkező hibák, mint pl. a pikkelyek, lepattogzások és hólyagok [2]. A nagy hőmérsékleten keletkező hibákat a hidrogén, szénmonoxid és széndioxid eltávozása okozza. A kis hőmérsékleten keletkező hibákat elsősorban a hidrogén diffúziója okozza [3]. Lepattogzás akkor keletkezik, amikor az acél -zománc határfelületen a megjelenő hidrogén

rekombinálódik. A kiváló hidrogén nyomására a zománc lepattogzik, kúpos alakú gödröcskéket hagyva maga után. Pikkely akkor keletkezik, ha a lepattogzás nem teljes. Egy halpikkelyhez hasonló ív alakú repedés keletkezik a bevonatban [4].

Amint az 1. táblázatból is látszik az S235JR minőségű acél vegyi összetétele közel áll az Al-al csillapított, kis karbontartalmú, hidegen alakított zománcozható minőségű acélokéhoz (pl. DC04EK). Felmerült a kérdés, hogy zománcozható-e ez a minőség melegen hengerelt állapotban.

Acél minőség	Szabvány szám	Vegyi összetétel [%]									
		C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Fe
DC04EK	EN 10209-96	≤0,08	≤2	≤0,6	≤0,06	≤0,07	≤0,3	≤0,3	≤0,4	≤0,1	többi
S235JR	EN 10025-90- Al-93	≤0,2	≤1,4	≤0,6	≤0,045	≤0,045	≤0,3	≤0,3	≤0,4	≤0,1	többi

1 táblázat A vegyi összetétel szabványos előírása S235JR acélra és DC04EK acélra

A hidrogén az acélban intersticiósan oldódik. A hidrogénatomok a vas ideális rácsában az oktaédes és tetraédes helyeken helyezkedhetnek el, reális szerkezetekben viszont úgynevezett csapda helyekhez is kötődnek. A csapdákat csoportosíthatjuk kölcsönhatási energiája szerint, de csoportosíthatjuk a szerint is, hogy azok megszüntethetők-e például hőkezeléssel (pl a diszlokációk), vagy nem (pl. mikroüregek). Néhány csapda kölcsönhatási energiái (a növekvő kölcsönhatási energiák sorrendjében): intersticiális helyek a vasban ($< 0,1$ eV), szemcsehatárok a nikkelben ($\approx 0,19$ eV), diszlokáció a vasban ($0,28$ eV), szemcsehatárok a vasban ($0,28$ eV), tiszta belső határfelület a vasban ($0,87$ eV) [5]. Mivel a zománczott késztermék gyártástechnológiája adott lépésekből áll, a hidrogén bejut az acélba. A zománczott termék pikkelyesedésének elkerüléséért arra kell törekedni, hogy az anyagban levő hidrogén ne tudjon gyorsan eltávozni. Tehát, ahhoz hogy a zománczott acéltermék ne pikkelyesedjen szükséges, hogy a zománcozandó anyag kellő koncentrációban tartalmazzon csapdahelyeket.

Kísérleti anyag

A 2. táblázatban látható vegyi összetételű S235JRG2 minőségű acélt a Dunafer Rt-nél, LD konverterben állították elő, majd folyamatos öntés következett. A brammát 6 állványos meleghengersonon a meleg hengerelték. A csévélési hőmérséklet 650 °C volt. E folyamat végén a melegtekercs mérete: $2,2 \times 1100$ mm volt. A Dunafer- Voest Alpine Hideghengermű Kft-nél a lemezt pácolták, dresszírozták, majd kikészítették. A tekercs elejéből, közepéből és végéből kb. 2 m^2 próbatáblákat vágtak ki dresszírozatlan, illetve dresszírozott állapotban (a tekercs közepén 4-5 m hosszúságban nem dresszírozták a tekercset, hogy ilyen állapotban is megvizsgálhassuk az anyagot).

Vegyi összetétel [%]										
C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	N	Fe
0,065	0,379	0,01	0,009	0,008	0,03	0,036	0,027	0,048	0,0041	többi

2. táblázat A vizsgált S235JRG2 acél vegyi összetétele

Metallográfiai vizsgálatra a mintadarabok a próbalemezek közepén levő keresztcsíkból származnak (vizsgáltuk a lemezeket szélétől középig). Hidrogénátbocsátó képesség vizsgálatára a lemezek széléből és közepéből voltak a minták kivágva, a metallográfiai vizsgálatra kerülő mintadarabok mellől.

Kísérleti technika:

A minták hidrogén áthatolási idejét DIPERMET -H berendezéssel mértük.

A vizsgálati minták szövetszerkezetét Leica MEF 4 típusú fénymikroszkóppal, vizsgáltuk.

A tekercs közepéről, lemez közepéről, a lemeztvastagság közepéből előkészített vékony fóliás mintákat, illetve a C- lenyomatokat JEOL 200A típusú transzmissziós elektronmikroszkóppal (TEM) vizsgáltuk.

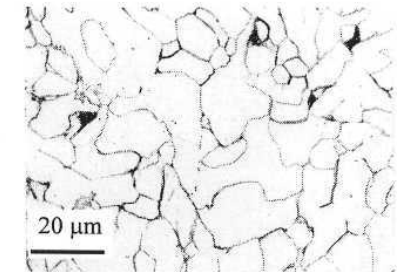
Vizsgálati eredmények

40x70 mm-es mintákon mértük az első hidrogénátlépési időt. A hidrogénáthatolási idő mérőszámai nagyon kis értékeket adtak (3. táblázat) ($T_H = \frac{t_0}{d^2}$, ahol t_0 hidrogén átlépési idő [perc], d lemeztvastagság, [mm]).

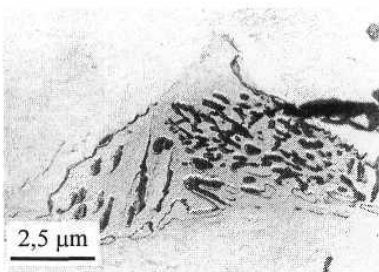
	T_H dresszírozatlan állapotú lemez			T_H dresszírozott állapotú lemez		
Tekercs eleje	0,5	0,5	0,6	0,45	0,56	0,6
Tekercs közepe	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
Tekercs vége	0,4	0,5	0,56	0,6	0,5	0,6

3. táblázat Az S235JRG melegen hengerelt lemez hidrogénáthatolási idő mérőszámai

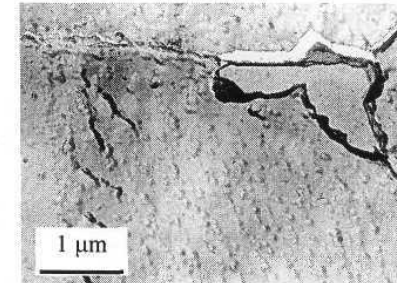
A vizsgált minták szövetszerkezete viszonylag homogén. A ferrit mellet megjelenik a perlit (1. ábra, 2. ábra). A átlagos szemcseméret jellemzően $367 \mu m^2$. A lemez felülettől távolabb foltokban



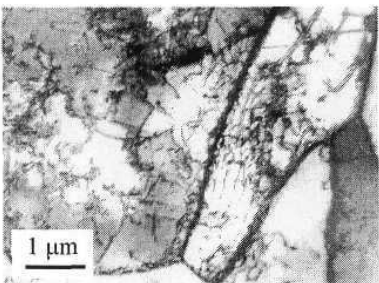
1. ábra A lemez szövetszerkezete



2. ábra Perlit szemcse - C lenyomat



3. ábra Karbid a hármás szemcsehatáron



4. ábra TEM-es felvétel

viszonylag nagyobb méretű szemcséket is (980-1950 μm^2 .) láttunk. A szemcsehatárokon előfordulnak karbidok. A kristályhatárokon mutatózó összefüggő, tömör karbidhártya jelenléte a dresszírozott állapotú lemezben gyakoribb (3. ábra). A TEM -es vizsgálatok során azt tapasztaltuk,

hogy a dresszírozott lemeznél a mátrixban sűrűbben helyezkednek el a parányi kis kiválások, mint a dresszírozatlanban. A melegen hengerelt állapotú lemezben a diszlokációk rövidek, rendszertelenül összesűrűsödve apró cellás szerkezetet rajzolnak ki. A diszlokáció sűrűség 6 felvétel alapján: $15,3 \times 10^8 / \text{m}^2$. A dresszírozott állapotú lemezben a diszlokációk hosszabbak, egyenletesebben oszlanak el a szemcsében. Csekély irányítottág és kisebb mértékű cellásodás is megfigyelhető. A diszlokáció-sűrűség 8 felvétel alapján: $31,5 \times 10^8 / \text{m}^2$

Amint a mérési eredményekből kitűnik, ezek a „csapdahelyek” nem növelik jelentősen a lemez hidrogénáthatolási idejét. Bár a dresszírozott minta diszlokáció-sűrűsége körülbelül a duplája volt a csak melegen hengerelt szalagénak jelentős különbség a T_H értékben nem mutatkozott. [6] szerint a hidrogén diffúziós tényezőjét $10^{12} / \text{m}^2$ -nél kisebb diszlokáció-sűrűség nem befolyásolja meghatározóan.

A vizsgálat során zománcozási kísérleteket is végezve (ipari körülmények között), a zománcozott minták pikkelyesedtek.

Következtetések

Az S235JRG2 acélszalag szövetszerkezetét jellemzően ferrit és kevés perlit alkotja. Nemfémes zárványok is előfordultak az acéllemezben főleg a lemez végén. A $10^8 / \text{m}^2$ nagyságrendű diszlokáció-sűrűség nem befolyásolja a T_H értéket.

Az S235JRG2 minőségű melegen hengerelt szalag esetén a hidrogénátbocsátó képesség mérőszáma kicsi, zománcozásra nem alkalmas.

Megjegyzés

A kísérleteket OM támogatással készülő: ALK 0038/2001 hivatkozási számú „Zománcozható acéllemezek, technológiák és vizsgálati módszerek” című K+F munka keretében végeztük a Dunaferr Innovációs Menedzsment koordinációjával.

Irodalom

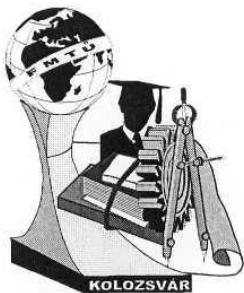
- [1] Newly, J.R.: "Steel Sheet for Porcelain Enamelling" ASM Metals Handbook Vol 1, p. 177-80.
- [2] Major, J.K.: "Enamel Defects Caused by Hydrogen," U.S. Steel Corporation, p. 129-33. G.P.K
- [3] Chu, G.P.K.; Keeler, I.K; and Davis, H.M. "A Study of Gases in Porcelain Enamelling;" J. Am. Ceram. Soc, 36/2 48-59 (1953).
- [4] Andrews, A. I. Porcelain Enamels, 2nd edition, The Garrard Press, Champaign, p. 602,
- [5] Tren, J. K. -Thomson, A. W.-Berstein, I. M-Richards, R.: Met. Trans. 7A. 821; 1976
- [6] K. Kiuchi és R. B. és Mc Lellan „The solubility and diffusivity of hydrogen in well-annealed and deformed iron” -Perspectives in Hydrogen in Metals, Pergamon Press, 1990, p.49.

Fábián Enikő Réka / PhD hallgató

Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet

Magyarország, 1116 Budapest, Fehérvári út 130,

Telefon: 00-36-1-463 0557 /Fax: 00-36-1-463 0529 / e-mail: reka@bzaka. hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ERŐSEN ÖTVÖZÖTT MINŐSÉGŰ ACÉLSZALAGOK MELEGHENGRELÉSE

Tóth János

This subject field is a great challenge and very interesting. One of these challenges is the possibility of manufacturing. It is also needed because in Hungary there isn't wide strip manufacturing in high steel quality and quantity. Establish of manufacturing there are economical reasons over the prestige. Demand on these materials are keep growing, more and more common consumer goods are made from acid-proof steel goods. Working out this subject (regarding to the data of the only Hungárián rolling train) I am looking for such technological variation which makes possible of manufacturing acid-proof materiái.

Ez a tématerület nagy kihívású és igen érdekes. Az egyik kihívása a lehetséges gyárthatóság. Ez azért is szükséges, mert Magyarországon a mai nap nem tudnak megbízhatóan nagy mennyiségben ilyen acélminőségű szélesszalagot hengerelni. A gyártás bevezetésének a presztízs mellett gazdasági okai is vannak. Egyre nő az igény az ilyen anyagokra, egyre több hétköznapi használati tárgyat készítenek saválló acélokból. A téma kidolgozásánál a meglévő egyetlen hazai hengernyújtó adottságainak figyelembe vételével keresek olyan technológiai variációkat, amelyek a saválló anyag gyárthatóságát mégis lehetővé teszik.

1. Korrózióálló és saválló acélok

Az ötvözetlen és a gyengén ötvözött acélok nemcsak a savak, hanem a légkör, a vízgőz és egyéb közegek korrodáló hatásának is igen rosszul állnak ellen. A felületükön keletkező oxidhénya (rozsd) nem elég tömör és a fém a korrodáló közegtől nem választja el tökéletesen. A korróziós folyamat így a tárgy teljes pusztulásáig folytonosan előrehalad.

Az acélok korrózióállósága ötvözőelemekkel növelhető. A korrózióálló acélok két nagy csoportba sorolhatók:

- nemrozsdásodó ferrites és martenzites krómacélok;
- saválló króm-nikkel ausztenites acélok.

A legelterjedtebb ausztenites króm-nikkel saválló acéltípus-család a KO32—KO40. A KO jelű acélok hideg, ill. meleg állapotban megfelelő körülmények biztosításával hengerelhetők, hidegen is mélyhúzóhatók. Belőlük élelmiszeripari edényeket, tartályokat, csővezetéseket, huzalokat, centrifugákat stb. gyártanak. A Cr-Ni ausztenites acélok forgácsolhatósága a nagy szívósság és a gyors felkeményedés következtében nem a legjobb.

2. A hőmérséklet meghatározásának fontossága hengerelt darab esetén

Régóta ismeretes a megfelelően beállított hengerlési véghőmérséklet fontossága. A legkedvezőbb mechanikai értékek elérésében az utolsó szúrás utáni lehűlési körülmények is szerepet játszhatnak.

Kezdetben az acélok összetételének változtatásával kísérleteztek. Eljárást dolgoztak ki, amelynek során minimális ötvözőanyagot használtak fel, s mégis jelentősen javultak a mechanikai tulajdonságok, ezen belül a folyáshatár és a szívósság is növekedett. Az utóbbi időben a mechanikai tulajdonságok komplex javítása céljából sikerrel alkalmazzák a szabályozott véghőmérsékletű úgynevezett termo-mechanikus hengerlést. Olyan termomechanikai kezelést tudtak kidolgozni, amellyel az utólagos hőkezelési, edzési művelet elhagyható, ezáltal gazdaságosabb a gyártás.

A melegen hengerelt szalag a legfontosabb hengerelt termékek közé tartozik. A termomechanikus kezelés a szélesszalag meleghengerek sorokon nagyszilárdságú acélok gyártására is bevált.

A szalag hőmérséklete a meleghengerlés folyamán nagyon fontos paraméter a legkedvezőbb gyártási és energetikai mutatók elérése szempontjából, mert mind a hengerelt acél minőségét (mérettűrés, végső szövetszerkezet, felületminőség), mind a hengerlési erő és nyomaték nagyságát befolyásolja.

A meleg darab hőmérséklet-változása függ:

- a sugárzással leadott hőmennyiségtől,
- a meleg darabbal érintkező munkahengerekkel elvont hőmennyiségtől,
- a járulékos hőelvonástól, ami a munkagörgőkkel, szerelvényekkel való érintkezés és a darabra folyó hűtővíz következménye,
- az alakváltozási munkával arányos felmelegedéstől,
- az exotermikus revésedési folyamatok hőleadásától,
- a súrlódási hőtől.

A felsorolt hatások közül néhány gyakorlatilag az egész hengerlési folyamat közben érvényesül (sugárzási, revésedési folyamat hőhatása), a többiek viszont szakaszosan jutnak érvényre. A hengerlés folyamán tehát a termék hőmérsékletét sok hatás befolyásolja, egyes hatások jelentősége és befolyásolási időtartama azonban különböző.

3. Technológia-tervezési lehetőségek a „készoron”

A technológia-tervezés egy folytatólagos soron a következő szabadsági fokokat adja a hengerésnek:

- Megválasztható a folytatólagos hengerek sorba belépő előlemez vastagsága.
- Megválasztható a folytatólagos hengerek sorba belépő előlemez hőmérséklete.
- Előírható a folytatólagos sor hengerállványai között különböző intenzitású közbenső darabhűtés.
- Megtervezhető az egyes állványokra eső magasságcsökkenések nagysága, azaz ezzel az állványról-állványra haladó darab hőmérséklete némileg befolyásolható.

A felsorolt technológia-optimalizáló lehetőségeket minden esetben csak szigorú korlátok között lehet igénybe venni. Ilyen korlátozó feltételek:

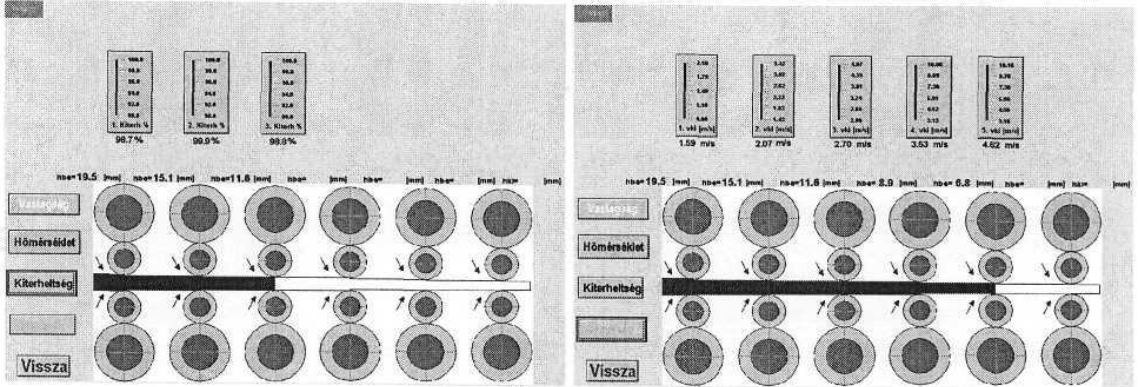
- A hengersor terhelési szintje a megengedett értéket ne lépje túl. Ebben a viszonylatban különböző nagyságú „biztonsági” tényezők vehetők fel, amelyekkel a terhelési szintet le lehet korlátozni és ezáltal a gépelemek élettartamát (a termelési kapacitás rovására) megnövelni. A terhelési szintet mind az erő, mind a nyomaték vonalában külön-külön kell vizsgálni és külön-külön lehet a korlátozást jelentő biztonsági tényezőt megválasztani.
- Valamennyi hengerállványnál be kell tartani a folytonossági feltételt, vagyis a sebességek a hengerelt darab keresztmetszetének csökkenésével arányosan növekednek. A számított (kívánt) sebességeknek azonban minden állványnál a gépészetileg megvalósítható minimum és maximum között kell elhelyezkedniük.
- Mindenképpen biztosítani kell azt, hogy a szalag névleges (átlagos) vastagsága a kihengerelt szalaghossz mentén állandó legyen (a tűrésmezőn belül maradjon). Ezt a hengerrés(ek) szabályozásával, a kívánt nagyságú hengerlési erők kifejtésével lehet elérni.
- További követelmény a szalag lencsésességének a tűrésmezőn belül való tartása. Ez az előző feltétel alapján némileg ellentétes követelményt jelent, hiszen ha a hengerlési erőt változtatjuk (szabályozzuk), a többi paraméter állandósága esetén a lencsésesség azonnal megváltozik. A szalag lencsésége a mechanikai terhelésen (a hengerek rugalmas alakváltozásán) kívül a hengertestre ráköszörült alapdomborítástól és a hengertest térbeli (!) hőállapotától is függ.

4. Egy számított eredmény bemutatása

Interaktív programon keresztül mutatom be a saválló acélok meleghengerlését. Ez a program képes tetszőleges anyagminőséggel, tetszőleges hengersori elrendezéssel számolni. Itt most egy 6 állványos készsoron, a KO 36-os anyagminőségen keresztül mutatom be a programot. A program megjeleníti az egyes állványokban számított paraméterek változását, úgy mint vastagság, hőmérséklet, mechanikai kiterheltség és sebesség. Cél minél szélesebb és vékonyabb termék gyártása. Bemutatásra kerülő paraméter párok: $b=1250$ mm széles kifutó szélességű, $h_{ki}=4$ mm vastagságú, $T_{ki}=1000$ °C kifutó hőmérsékletű, $v_{ki}=6$ m/s kifutó szalagsebességű anyagnál.

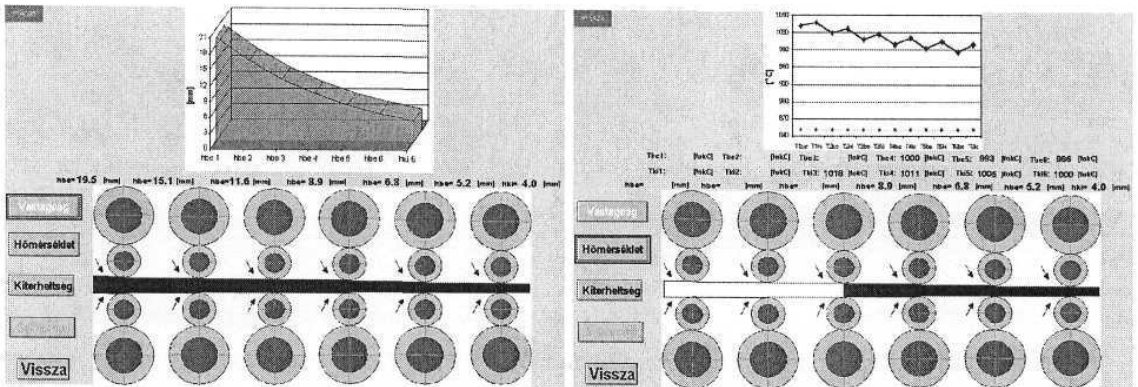
Állványok száma:	1	2	3	4	5	6
h_{be} [mm]:	19,5	15,1	11,6	8,9	6,8	5,2
h_{ki} [mm]:	15,1	11,6	8,9	6,8	5,2	4
T_{be} [°C]:	1033	1020	1009	1000	993	986
T_{ki} [°C]:	1038	1027	1018	1011	1005	1000
Kiterhelés [%]:	98,7	99,9	98,8	98,7	97,2	94,7
v_{ki} [m/s]:	1,59	2,07	2,7	3,53	4,62	6

Az adatokból megállapítható, hogy maximális kiterhelés esetén is $h_{bc}=19,5$ mm vastag $T_{bc}=1033$ °C hőmérsékletű „előlemezről” gyártható le a példában megjelölt méret. Ilyen előlemez vagy előnyújtó hengerléssel kell előállítani, vagy vékonybuga öntőgép szükséges az úgynevezett öntvehengerlési komplex technológia megvalósításához. A metallurgiai paraméterek és technológiai paraméterek együttes figyelembevételével további vizsgálatokra van szükség, amit a későbbiekben végzek el, hogy milyen kiinduló feltételek mellett gyárthatók a megcélzott anyagminőség-végparaméter párosok.



1. ábra Készsor állványainak kiterheltségei

2. ábra Az egyes állványokból kifutó anyag sebesség-változása



3. ábra Az egyes állványokból kifutó anyagvastagság csökkenése

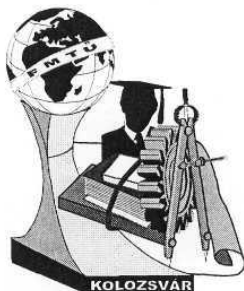
4. ábra Az anyagban lejátszódó hőmérsékletváltozások

Irodalom

- [1] Qualitäts- und Edelstähle der DDR, Bänd II. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1972.
- [2] Hildebrand, M.: Ein Beitrag zum Verhalten des Ferrits in austenitischen Cr-Ni-Stählen bei Warmumformung, Freiburger Forschungshefte, B159. Leipzig, 1971.
- [3] A Dunai Vasmű meleghengersonán gyártott szélesszalag vastagság eltéréseinek meghatározása (kutatási jelentés), NME Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék - KFFK Alakítástechnológia Tanszék, Miskolc, 1989.

TÓTH JÁNOS II. éves doktorandusz hallgató

Miskolci Egyetem, Képlékenyalakítástani Tanszék; 3515 Miskolc-Egyetemváros; utoth@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A MÁSNAPI PIAC MODELLEZÉSE A MAGYAR ENERGIAPIACON

Ottucsák György

Abstract

The study describes a model through which the operation of the wholesale electricity market can be examined. The model developed by us consists of three sub-models: the physical model, the model of market rules and the model describing the behavior of the market participants. To model how agents behave on the market we have developed our own algorithm: the Get to Know Your Opponent (IME) algorithm. The principle of IME algorithm is the agent's adaptation to the behavior of the other agents. By this model the forecast of the experts, such that the high proportion of the gas-power plants in the Hungarian power plant portfolios leads to increasing electricity prices, has been proved.

Összefoglalás

A cikk a nagykereskedelmi energiapiac működésének vizsgálatához szükséges modellt mutat be. Az általunk kifejlesztett 3 szintű modell részei: a szereplők fizikai, a piac szabályrendszerének és a piaci szereplők viselkedésének modelljei. A szereplők viselkedésének a modellezéséhez saját algoritmust, az Ismerd Meg az Ellenfeled (IME) algoritmust fejlesztettük ki, melynek alapja a többi piaci szereplő stratégiájának kiismerése. Az összeállított 3 szintű modell segítségével igazoljuk a szakértők előrejelzését, mely szerint a magyarországi erőmű portfólióban a gázerőművek magas részaránya az energiaárak növekedéséhez vezet.

Bevezetés

Az energiapiacok működésének modellezése egy olyan új terület, melyet az energiapiacok világszerte folyó megnyitása hozott magával [5]. Az energiapiacok sajátosságai, más áru- és értékpapírpiachoz képest elsősorban a termelés, a szállítás és a fogyasztás fizikai törvényszerűségeiből adódnak, melyeket a vizsgálatok során figyelembe kell venni. A villamos energia értékesítése és beszerzése két módon történhet a megnyitott piacokon, az egyik bilaterális, hosszútávú szerződés útján (80-90%), a másik a nagykereskedelmi piacon (10-20%), ahol az árat a piacon jelenlevő keresleti-kínálati viszonyok határozzák meg. A nagykereskedelmi energiapiacok attól függően, hogy mikorra kínálnak áramot három különböző részre oszthatók: a napon belüli (szabályozó), a másnapi piacok (MP) és a határidős piacok (1. ábra).



1. ábra Energiapiacok időhorizontja

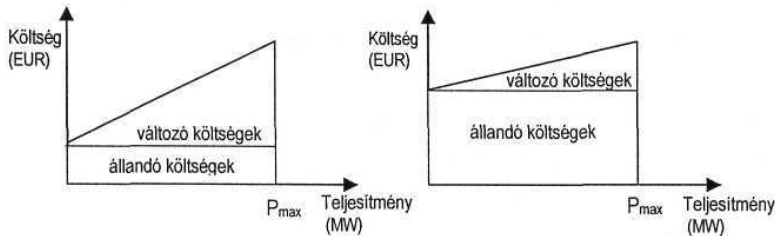
A háromszintű modell

A MP modellezéséhez egy háromszintű modellt dolgoztunk ki, melynek részei a fizikai modell, a piac szabályrendszerének a modellje és a szereplők viselkedési modellje [4].

A modellben a MP-n két fajta szereplő vesz részt: az eladók (erőművek) és a vevők (kereskedők, szolgáltatók és nagyfogyasztók). NS (*Number of Sellers*) a piacon résztvevő eladók száma és NB (*Number of Buyers*) a vevők száma. C_i^s (*Capacity*) az i -edik eladó másnapi piacon felkínált kapacitása, ahol $1 \leq i \leq NS$. C_j^b a j -edik vevő által igényelt kapacitás, ahol $1 \leq j \leq NB$. A felső indexekben az s az eladókat, b a vevőket jelöli. Az i -edik eladó határköltsége (önköltsége) MC_i (*Marginal Cost*), a j -edik vevő határjövedelme MR_j (*Marginal Revenue*). P_i^s (*Price*) az i -edik eladó és P_j^b a j -edik vevő kötési ára. Az MC , az MR és a P egységtermékre vonatkoznak, mértékegységük EUR/MWh.

Fizikai modell

Egy erőműnek számos jellemzője van, amely közvetve vagy közvetlenül kihatással van a költségeire. Ezek közül azokat a releváns jellemzőket kell megtalálni, amelyek nagy százalékban befolyásolják az erőmű költségeit, és nem növelik túlzottan a becslés számításigényét. A kritériumoknak megfelelő lineáris költség-számítási-modellt dolgozott ki Fazekas A. (1996) [1], amelyben az erőművek költségei két részből tevődnek össze fix és változó költségekből (2. ábra).



2. ábra Egy gáz és egy atomerőmű költséggörbéje (P_{max} az erőmű névleges teljesítménye)

A vevők határjövedelmét (MR) a mindenkor piaci viszonyok határozzák meg, ezért nem létezik általános modell, meghatározása minden piacra ad-hoc történik.

A piac szabályrendszerének modellje

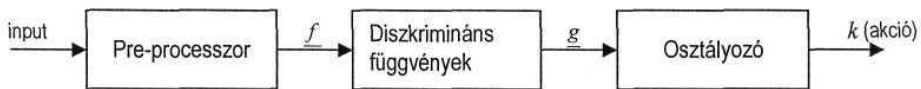
A piacon a kereslet és a kínálat találkozására számos lehetőség van, de az üzletkötést egyezkedési folyamat előzi meg. Ha az egyezkedés szabályai formalizáltak, akkor a piac szabályrendszerének nevezik. A másnapi energiapiacokon a piac szabályrendszere dupla aukció alapú, amely abban tér el a „normál” aukciós eljárásoktól, hogy mind a vevő, mind az eladó oldalon tesznek ajánlatot. A modellben is a piac szabályrendszerként dupla aukciós modellt használunk.

A viselkedési modell

A szereplők viselkedésének modellezésére két fajta megközelítést használnak, az egyik az evolúciós stratégiák alkalmazása (genetikus algoritmus és programozás), a másik az ún. gépi tanuláson (*machine learning*) alapszik, amelyen belül a megerősítéses tanulási algoritmusok meghatározóak, mint például

a Roth-Erev (RE), a Gibbs algoritmus és a Q-learning [2]. Ezen algoritmusok általános modelljében az összes eladó és vevő, rendelkezik ajánlati valószínűségekkel, melyet minden aukciós kör végén az elért profit függvényében módosít. „Jó választás” esetén, azaz ha a szereplő magas profitot ért el, növeli az utolsó választás valószínűségét, míg „rossz választás” esetén csökkenti azt.

A RE algoritmussal végzett teszteleseink során empirikusan bizonyítottuk, hogy az algoritmus tanulásának sebessége, azaz az ajánlati valószínűségek határeloszlás felé konvergálásának gyorsasága nagymértékben befolyásolja a szereplő által elért profitot [3], [4]. Célunk ennek a problémának a kiküszöbölése volt. Az IME algoritmus megbecsüli a többi szereplő ajánlati görbáját az empirikus eloszlásfüggvény segítségével, majd ajánlatot tesz. Az ajánlatát az empirikus eloszlásfüggvény alapján számolt profit várható értéke szerint teszi. Az IME algoritmus három szekvenciálisan egymásra épülő részből áll, a pre-processorból, a diszkrimináns függvényekből és az osztályozóból (3. ábra).

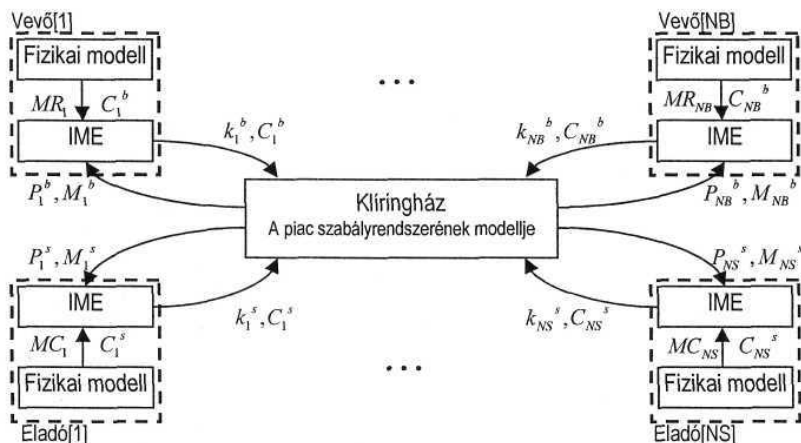


3. ábra IME algoritmus felépítése

Az empirikus adatok és az előzetes ismeretek a pre-processzorba kerülnek, amely ezeknek az információknak a segítségével előállítja az f jellemzővektort (*feature vector*), ez tartalmazza az összes releváns adatot, amely a döntést befolyásolhatja. Az f vektor lesz a bemenete a diszkrimináns függvényeknek (*discriminant functions*). A függvények eredménye g vektor, az osztályozóba (*classifier*) kerül, amely kiválasztja a végrehajtandó k akciót.

A három modell összeillesztése

A viselkedési modell (IME), a fizikai modelltől kapott paraméterek és a klíringháztól kapott korábbi válaszok alapján kiszámolja a k ajánlott árat és a mennyiséget. Ezután a klíringház meghatározza, hogy ki kötött üzletet, és a megfelelő szereplők viselkedési modelljének visszaküldi a kötési árat és a mennyiséget. M (*matched*) az eladók eladott és a vevők megvett kapacitását jelenti.



4. ábra A fizikai modell, a piac szabályrendszerének modellje és a viselkedési modell (IME) összeillesztése

Vizsgálatok eredménye a magyar energiapiacon

A modellbe az eladói oldalon 20 erőmű és a vevő oldalon 6 kereskedő került be. Az energiaárak alakulását négy scenárió mentén vizsgáltuk:

1. Jelenlegi piacszerkezet, és a fogyasztás a jelenlegi szinttel megegyező
2. Jelenlegi piacszerkezet, és a fogyasztás a jelenlegi szintnek a 110%-a
3. Jelenlegi piacszerkezet plusz 4 új gázerőmű, az alaperőművek nem vesznek részt a MP-n, és a fogyasztás a jelenlegi szinttel megegyező
4. Jelenlegi piacszerkezet plusz 4 új gázerőmű, az alaperőművek nem vesznek részt a MP-n, és a fogyasztás a jelenlegi szintnek a 110%-a

Mind a négy scenárió esetén megfigyeltük az egyes szereplők által elért profitot, annak szórását, az átlag árat és a piacon átlagosan kötött üzletek számát, amelyek alapján három hipotézist vizsgáltunk:

1. A harmadik és negyedik scenárió esetén növekszik a piacon az átlagos kötési ár. (próba igazolta)
2. Ha a piac nem telített, a fogyasztás növekedésével nő a kötött üzletek száma, (próba igazolta)
3. A fogyasztás növekedésével nő az erőművek profitja. (próba elvetette)

Az első hipotézis belátásával igazoltuk a szakértők előrejelzését, mely szerint a gázerőművek magas részaránya a magyarországi erőmű portfólióban az árak emelkedéséhez vezet.

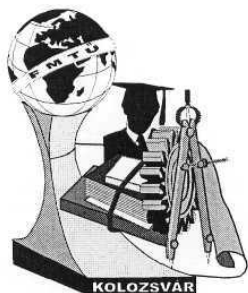
Hivatkozások

- [1] *Fazekas A.*: Erőművek rendszerszintű gazdaságossági összehasonlító vizsgálata. A Magyar Villamos Művek közleményei, 35(1):21-26, 1998 Február
- [2] *J. Nicolaisen, V. Petrov és L. Tesfatsion.*: Market Power and Efficiency in a Computational Electricity Market With Discriminatory Double-Auction Pricing. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 5(5):546-560, October 2001
- [3] *Ottucsák Gy.*: Piaci erőfölény és piac vonzóságának vizsgálata a nagykereskedelmi villamos-energiapiacon. Önállólabor dolgozat. <http://www.szit.bme.hu/~oti/PEF.zip>. 2003 Május
- [4] *Ottucsák Gy.*: A másnapi piac modellezése a magyar energiapiacon. TDK dolgozat. 2003 Október
- [5] *Ottucsák Gy.*: Piaci struktúrák modelljei. Tanulmány, <http://www.szit.bme.hu/~oti/PSM.zip>. 2003 Június

Ottucsák György, V. éves műszaki-informatikus hallgató, BME

Cím: Hungary, 1165 Budapest Vak Bottyán utca 44

Tel: +36 20 347 55 64, E-mail: oti@szit.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MIKROHULLÁMÚ ELJÁRÁSOK BEVEZETÉSÉNEK LEHETŐSÉGE A SÖRGYÁRTÁSBAN

Kiss János, Dr. Géczi Gábor

Abstract

The spreading of microwave ovens in households exceeded all expectations. The quickness of internal heat production compared to that of traditional heating based on external heat transmission and heat conduction has made the use of microwave instruments very popular. As opposed to that microwave technology has not yet become wide spread in industry and there are only a few examples for using it food industry.

In brewing several processes and methods of food industry are used, for example: maltage, chopping, solution, filtering, heat transmission, heat extraction, fermentation and conservation. For the time being microwave technology has not been used in the field of brewing perhaps because of traditions.

In this presentation we try to introduce the opportunities that microwave energy provides for brewing, looking for opportunities to reduce costs of production and to increase the quality of beer.

Összefoglalás

A mikrohullámú sütők elterjedése a háztartásokban minden képzeletet felül múlt. A belső hőképzés gyorsasága a hagyományos, külső hőközlésen és hővezetésen alapuló melegítéssel szemben népszerűvé tette a mikrohullámú berendezések használatát. Ennek ellenére a mikrohullámú technika ipari méretekben nem terjedt el, mindössze néhány példa található használatára az élelmiszeriparban.

A sörgyártás során számos élelmiszeripari művelettel, eljárással találkozhatunk, például csíráztatás, aprítás, oldás, keverés, szűrés, hőközlés, hőelvonás, erjesztés vagy tartósítás. Talán a tradíciók miatt a sörgyártás területén a „mikrohullámot” egyelőre nem használják ki.

Előadásunkban (cikkünkben) megpróbáljuk feltérképezni a mikrohullámú energia adta lehetőségeket a sörgyártásban, keresve ezzel a lehetőségeket az előállítási költségek csökkentésére, a sör minőségének javítására.

Bevezetés

A termikus alkalmazások sajátos jellegét az határozza meg, hogy a hőenergia a melegítendő anyag belsejében szabadul fel. A mikrohullám adta lehetőségeket sikeresen alkalmazták egyes élelmiszer-feldolgozási műveletek során, mint például a pasztörözés, a szárítás, a felolvasztás, a sütés és a

A cefrézés és sörle főzése során a házi sörözőkben 650-1000 liter, míg a sörgyárakban akár 4000 hl sörlet kell egyszerre melegíteni. Ez mikrohullámú melegítéssel akkor lenne megoldható, ha az üst vagy tartály lenne az üregrezonátor, amelyben az elektromágneses erőter kialakulna. Az anyag keverése ebben az esetben is nélkülözhetetlen az elektromos erőter inhomogenitása miatt. Dekokációs eljárás során csupán a cefre egy részét forralják fel, majd keverik vissza, ezáltal melegítik fel a sörlet. Ebben az esetben kevesebb, házi sörözőt tekintve kb.200 liter sörle melegítésére szolgáló készülék is megoldást jelentene. Tudomásunk szerint ilyen megoldás egyelőre nem létezik, folyadékok melegítésére átfolyós rendszerű mikrohullámú berendezést alakítottak ki, amelyet pasztörözésre lehet felhasználni. Tej esetében a mikrohullámú pasztörözés már megoldott bár kevésbé elterjedt technológia. Sör esetében a feladatot nehezíti, hogy a magas hőmérséklet a széndioxid tartalmat csökkenti, bár ez a nyomás növelésével orvosolható. Gyakori megoldás - házi sörözőkben szinte kizárólagos - a már palackozott sörök pasztörözése. Ez már akár a hagyományos mikrohullámú sütőkben is elképzelhető lenne, azonban problémát jelent a fémkupak, amely az üveglezárására szolgál. A fémen ugyanis a mikrohullám visszaverődik, és így az üregrezonátorban olyan helyek jöhetnek létre, ahol az elektromos télerősség meghaladja a kritikus értéket. Ennek ellenére talán a kisüzemi sörpasztörözés kínálja a kezdeti lehetőségeket a mikrohullámú technika bevonására a sörgyártásban.

Az egyetlen mikrohullámú technika, amelyet a nagyobb sörgyárak alkalmaznak, hogy egyes tartályok szintszabályozását mikrohullám segítségével valósítják meg. Magas frekvenciájú (8,5-9,9 GHz) mikrohullám a folyadék felületéről visszaverődik, és adatot szolgáltat a tartályban lévő folyadék mennyiségéről. A szabályzó működését nem befolyásolja a folyadék feletti tér hőmérséklete, páratartalma, a habképződés és 30 méter magas tartályokban a folyadékszint ± 3 mm pontossággal szabályozható. Természetesen a mérés technikában használatos mikrohullámú berendezések kis teljesítményűek, ezáltal nem okoznak az anyagban melegedést.

A mikrohullám adta lehetőségek kihasználásához szükségesek olyan vizsgálatok, amelyek adott termék - esetünkben a sör - viselkedését vizsgálja az elektromágneses erőterben.

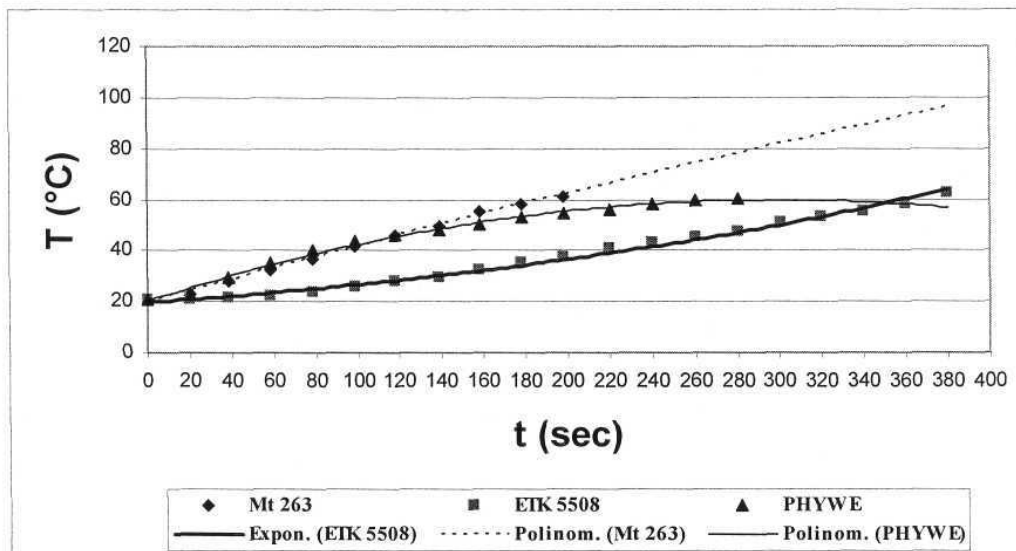
A sör pasztörözését szem előtt tartva, végeztünk energetikai vizsgálatokat: Az 1. sz. táblázatban adott termék mikrohullámú pasztörözését (*Whirlpool MT263) hasonlítottuk össze házi, villamos energiát igénylő eljárásokkal villamos tűzhely (**ETK 5508), vízfűrdős termosztát (**PHYWE S07022).

	Felmelegítés		Hőntartás		Ossz.
	t(min)	E(kWh)	t(min)	E (kWh)	E (kWh)
Mikrohullám*	3,30	0,06	20	0,02	0,08
Villamos tűzhely**	6,33	0,11	20	0,03	0,14
Vízfűrdős termosztát***	4,66	0,1	20	0,03	0,13

1. táblázat Energetikai viszonyok

Table 1. Energetics relations

A mérések során 1 liter sör pasztörözését végeztük el, 60°C-ra való felmelegítéssel és 20 percig történő hőtartással. Eközben mértük a felmelegítéshez szükséges időt, és az energiafogyasztást. Eredményeinkkel megállapítható, hogy - energiafogyasztást szem előtt tartva - a mikrohullámú hőkezelés a legkedvezőbb, ami elsősorban a felmelegítés gyorsaságából adódik.



2. ábra Hőmérséklet alakulása

Figure 2. Working out of Temperature

A 2. ábrán a pasztörözési hőmérsékletre való felmelegítés viszonyait ábrázoltuk; amelyből kiderül, hogy átlagban a termosztátnál másfél, míg a villamos tűzhelynél kétszer annyi idő szükséges a kívánt hőfok eléréséhez. Annak ellenére, hogy eddigi kutatásaink alátámasztják a mikrohullámú pasztörözés létjogosultságát, további fizikai és mikrobiológiai mérések szükségesek a bevezetéséhez.

Kutatásainkat az OTKA T 043320 sz. pályázat támogatja.

Felhasznált irodalom

1. DECAREAU R.V. (szerk.) (1985): Microwaves in the Food Processing Industry. Academic Press, Inc. 229 p.
3. JACKSON M. (1995): Sör világkalauz. Origó-könyvek, Budapest, 252 p.
4. NARZISS L. (1981): A sörgyártás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 346 p.
5. National Materials Advisory Board (1994) Microwave Processing of Materials, National Academy Press, Washington D.C. 150 p.
13. STEELE R.J. (1987): Microwaves in the food industry. CSIRO Food Res., 73 p.
14. SWAIN M.V.L., SWAIN M.J. (2000): The use of microwave and radio frequency energy in the agriculture and food industry. Inco-Coperaicus Workshop 1-7 p.

Kiss János

Ph.D. hallgató Szent István Egyetem Gödöllő

2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

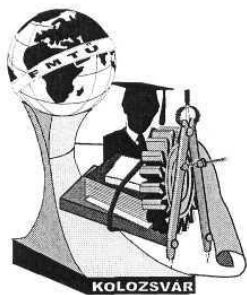
espana80@freemail.hu

Dr. Géczi Gábor

egyetemi adjunktus Szent István Egyetem Gödöllő

2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

geczi.kott@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

KÉT - DIMENZIÓS PANEL MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA SZÁRNYPROFILOK AERODINAMIKAI SZÁMÍTÁSAIBAN

Bauer Péter

Summary

The examination of existing airfoils means that, we are looking for the pressure distribution around it, and calculate lifting force from the distribution at different angles of attack.

We can solve this problem with conformal mapping, panel methods, or by the solution of Euler or Navier - Stokes equations. The first two method were compared in my previous work called: „Comparing methods suitable for estimating airfoil performance” (Budapest, 25. 10. 2002.). The final conclusion is the better suitability of panel methods.

In this paper I've made calculations with two different methods: vortex-panel (referred to VP), and combined source/sink- plus vortex-panel (referred to SVP) method. Both of them were applied for flap deflection cases too.

The point of my work was developing modern, easily useable applications for the methods, and widely test them. During tests I was looking for their advantages and disadvantages. The final conclusion is the better suitability of VP method for thick airfoils, and the better suitability of SVP method for thin airfoils and cases of flap deflection.

I've continued my work with three-dimensional methods in my next paper called: „The development of an application suitable for calculating aircraft configurations” (Budapest, 27. 10. 2003.).

Összefoglalás

Létező szárnyprofilok vizsgálata során legfőbb feladatunk különböző állásszögek esetén a szárnyprofil körüli nyomáeloszlás, és ebből a felhajtóerő meghatározása.

A feladat megoldható konform leképezéssel, panel módszerrel, esetleg az Euler vagy Navier - Stokes egyenletek megoldásával. Az első két módszer összehasonlítását „Szárnyprofílok jellemzőinek meghatározására szolgáló módszerek összehasonlítása” (Budapest, 2002. 10. 25.) című dolgozatomban végeztem el. Ennek végkövetkeztetése, hogy a feladat megoldására a panel módszerek alkalmasabbak.

Jelen dolgozatomban kétféle panel módszerrel végeztem számításokat: örvény-panel (továbbiakban ÖP) módszerrel és kombinált forrás/nyelő- és örvény-panel (továbbiakban FÖP) módszerrel. Mindkét módszert kormányfelület kiterítés esetére is alkalmaztam.

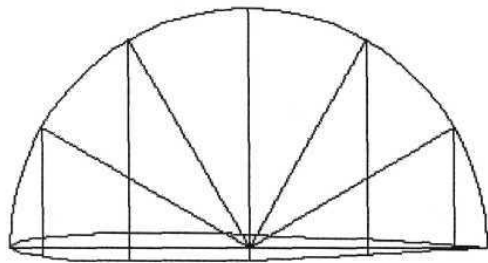
Munkám célja volt a módszerek alkalmazását megvalósító, korszerű elvek szerint készült számítógépi programok kifejlesztése, valamint a kétféle módszer erősségeinek és gyengéinek feltárása, széles körű tesztelés segítségével. Végül arra a következtetésre jutottam, hogy az ÖP módszer vastag profílok, míg a FÖP módszer vékony profílok illetve kormányfelület kiterítés esetén használható jobb eredménnyel.

Munkámmal már továbbléptem a három-dimenziós módszerek irányába „Térbeli repülőgép konfigurációk számítására alkalmas számítógépi program kifejlesztése” (Budapest, 2003. 10.27.) című dolgozatommal.

Az alkalmazott módszerek leírása

A panel módszerek alapjai az ideális áramlást leíró Laplace egyenletek megoldásait képező szingularitások. Adott geometrián ezeket megadott módon elhelyezve, erősségük megfelelő megválasztásával, a geometria környezetében a valóságoshoz hasonló áramlási képet hoznak létre. így a panel módszerek használatakor feladatunk a geometria felosztása, a felosztott geometrián a kiválasztott szingularitások elhelyezése és a megfelelő peremfeltételek alkalmazásával erősségük meghatározása. Ezek után már a geometria körüli áramlási sebességek és ezekből a Bernoulli egyenlet segítségével (ideális áramlásról lévén szó) a nyomások számíthatók. A kapott nyomáseloszlásból a geometriára ható erők számíthatók. A panel módszerek részletesebb leírása megtalálható [4, 6, 9, 10, 11]-ben.

Munkámban a gyakran használatos szingularitások közül (potenciális örvény, dipólus, forrás/nyelő) lineárisan megoszló örvény-panelet és konstans erősségű forrás/nyelő-panelet alkalmaztam. Az ÖP módszer esetében a szárnyprofil kerületén helyeztem el az örvény-paneletet és a peremfeltétel érvényesítéséhez szükséges ellenőrzőpontokat is (a módszert [4]-ből vettem). A FÖP módszer esetében a profil vázvonalaán helyeztem el örvény-paneletet és forrás/nyelő panelet is (a módszer *saját készítésű*). Az ellenőrzőpontok ebben az esetben is a profil kerületén találhatók. Az alkalmazott peremfeltétel Neumann feltétele, melynek értelmében a geometria felületére merőleges sebesség komponensek zérus értékűek. Ezen kívül a kilépőélnél Kutta feltételét kell érvényesíteni, mely szerint



1. ábra

itt a cirkuláció zérus. A geometria felosztását az ún. „full cosine rule” (lásd 1. ábra) segítségével végeztem, így a be- és kilépőéi környezetében sűrűbb felosztást hozva létre (ezek az áramlástanilag kritikus helyek). A peremfeltételek alkalmazásával az irodalomban ismertetett módon, egy inhomogén, lineáris egyenletrendszerre jutunk. Ezt megoldva kapjuk

A számítógépi programok rövid leírása

A programok a MATLAB 5.3 matematikai és műszaki software-el készültek. Ennek egyik oka, hogy ez a software sok előre megírt beépített eljárást tartalmaz, így több időt fordíthattam a téma szakmai részére. Másrészt a megírt programok lefordíthatók önállóan futó alkalmazásokká és tudtommal a MATLAB használata a műszaki gyakorlatban egyre inkább terjed. A programok könnyen kezelhető grafikus felülettel rendelkeznek, ügyelnek a hibás felhasználói parancsok megfelelő kezelésére, többféle adatbeviteli file típust is elfogadnak (.dat, .txt), és kétnyelvűek (magyar / angol). A nyelvi választék könnyen bővíthető, mert az összes szöveg egy txt file-ban került elhelyezésre. így a file lefordításával és a programba a megfelelő hivatkozás beépítésével máris használhatjuk egy újabb nyelven a programot (a teljes forráskód végigböngészése nélkül).

Az elvégzett tesztelés és a kapott eredmények

Elsőként kormányfelület kitérítés nélkül végeztem teszteléseket mind az ÖP, mind a FÖP módszer esetében szimmetrikus és aszimmetrikus profilok felhasználásával. A tesztek során a számított felhajtóerő tényező - állásszög ($Cl-\alpha$) görbéket hasonlítottam össze a [8]-ban található szélcsatornában mért görbékkel. Ennek során kiszámoltam a görbék átlagos négyzetes eltérését, a 0° -os állásszögnél adódó felhajtóerő tényezők különbségét, a görbék meredekségének különbségét és a számítás során megoldandó egyenletrendszer mátrixának kondíciós számát. Ezen jellemzők alapján a két módszer megfelelően összehasonlítható.

Kormányfelület kitérítés esetében a tesztelés alapjául a [3]-ban (161. oldal, 99. ábra) található görbesereg szolgált. Ezen a mért görbék a kilépőélszöggel paraméterezettek. Sajnos a megfelelő

kilépőéiszögű profilokról nem áll rendelkezésemre a teszteléshez szükséges mért $C_l - \alpha$ görbe, így itt a programok által számított görbéket használtam fel. Az elméleti görbe közelítésének vizsgálatakor viszont a mért görbékhez tartozó profilokat használtam.

A tesztelések összesített eredményeként megállapítható, hogy az örvény-panel módszer vastag profilok, a kombinált forrás/nyelő- és örvény-panel módszer pedig vékony profilok és kormányfelület kitérítés esetén alkalmazható megfelelő eredményességgel.

Irodalomjegyzék

- [1] Gruber József, Blahó Miklós: Folyadékok mechanikája. Tankönyvkiadó, Budapest, 1971.
- [2] Konecsny Ferenc, Pásztor Endre, Steiger István: Műszaki hő- és áramlástan II. kötet. Műegyetemi kiadó, 2001.
- [3] Rácz Elemér: Repülőgépek. Műegyetemi kiadó, 2001 (161)
- [4] Gausz Tamás: Szárnyprofil szárny és légcavar vizsgálata Repülőgépek és Hajók Tanszék, 1995.
- [5] Applied Aerodynamics: A Digital Textbook 1987
- [6] Joseph Katz, Allén Plotkin: Low-speed aerodynamics. McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1991.
- [7] Robinson A., Laurmann J. A.: Wing Theory Cambridge University Press, 1956.
- [8] Ira H. Abbott, Albert E. von Doenhoff, Luis S. Stivers: NACA Report No. 824
- [9] Luké Jay Garner: Panel Method (Internet dokumentum)
- [10] Carl Ollivier-Gooch: Numerical Methods for Estimating Airfoil Performance, Overview of Vortex Panel Methods. (Internet dokumentum) 2001.
- [11] H. J. Wirz, J. J. Smolderen: Numerical Methods in Fluid Dynamics, von Karmán Institute for Fluid Dynamics, Rhode-Saint-Genése, Belgium, 1978
- [12] Applied Numerical Methods Pdf dokumentum
- [13] MATLAB 5.3 (R11) Help Desk
- [14] MATLAB 5.3 (R11) Online Manuals in Pdf

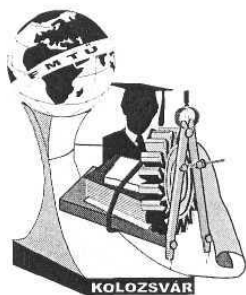
Név: Bauer Péter

Tudományos fokozat: IV. évfolyamos hallgató

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Repülőgépek és Hajók Tanszék

Cím: H-111 Budapest, Stoczek u. 6.

E - mail: bp309@hszk.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

GYÁRTÓRENDSZEREK MODELLEZÉSE EGYES BIOLÓGIAI ANALÓGIÁK SEGÍTSÉGÉVEL

Bakos Levente

Konzulens: dr. Gyenge Csaba, egyetemi tanár

Abstract

Biological organisms and manufacturing facilities are both examples of complex systems that exist in changing environments. The purpose of this paper is to examine some possible analogies from nature and to discuss their relevance to engineering systems. The biological systems with their adaptive and self organising feature represent a challenging alternative to the present hierarchical manufacturing systems.

A biológiai szervezetek és gyártórendszerek, olyan komplex rendszerek, amelyek folyamatosan változó környezetben léteznek, és amelyek olyan fontos tulajdonságokkal rendelkeznek, mint az önszerveződés és az adaptivitás. A jelenlegi központosított, hierarchikus gyártórendszerek, determinisztikus modellre épülnek, 'a priori' megadott információkra alapoznak, és nem rendelkeznek az előbb említett fontos tulajdonságokkal.

Jelen dolgozatban olyan analógiákat mutatunk be, mint termékmodellezés és az evolúciós folyamat, a gyártórendszer és hangyaboly, gyártási technológia és természetes szelekció, stb.

Bevezetés

A valós rendszerek dinamikusak, állandó fejlődésben, átalakulásban vannak. Bármely gyártórendszerben a kisebb-nagyobb változások napi rendszerességgel jelennek meg. Ez az egyébként természetes helyzet kezelése sosem jelenik meg a jelenlegi rendszerek üzemszervezésében. A rövid ideig tartó megszakítások, a tervezettől történő eltérések, úgy a technológiai folyamatban, mint a darabok műszaki paramétereiben, rutinszerűen kezelendő, azaz a rendszer képes kell legyen az ilyen esetekben az azonnali alkalmazkodásra anélkül, hogy a rendszer sajátos kríziskezelő mechanizmust kelljen elindítson. Mivel a gyártórendszeren belüli elemeket stochasztikus tulajdonságok valamint nem folytonos, nem lineáris viselkedés jellemzi, ezeket formális matematikai modell segítségével nem lehet leírni. Ez volt az a felismerés amely paradigmaváltást tett szükségessé a gyártórendszer modellekben. Az elmúlt évtizedben több világméretű program született erre a témakörre, közöttük IMS (Intelligent Manufacturing System) program a legnagyobb (21 ország, közel 500 kutató). A kidolgozott új modellek tartalmaznak néhány közös jellemzőt, mint például:

- decentralizált döntéshozatali mechanizmus
- rekurzív egész-rész viszonyú architektúra
- az alkotó elemek autonóm egységek, kooperációs és intelligens viselkedés jellemzi őket
- folyamatos alkalmazkodás a környezet pillanatnyi állapotához
- hierarchikus és horizontális koordináció, gyors hatékony kommunikáció
- rugalmas, újra konfigurálható struktúra
- önszerveződés
- terület specifikus tudás, tanulás

A modern rendszerelméleti kutatásokra az interdiszciplinaritás a jellemző. Így, az egyes fejlett gyártórendszer modellek gyakran keresnek hasonlóságokat más tudományterületeken levő rendszerekkel. Emiatt, elég szép számban jelen vannak, azok a kutatások is, amelyek arra figyeltek fel, hogy az elő

szervezetek, és különösen az emberi szervezet, mennyire könnyen képes alkalmazkodni az előre beláthatatlan helyzetekhez.

Biológiai analógiákra épülő gyártórendszer modellek

1. Bionikus (biológiai) gyártórendszer. (Ueda, Okino, 1992)

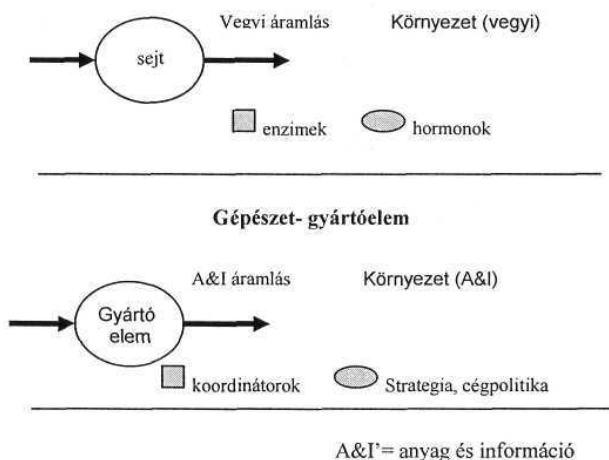
Az un. bionikus (biológiai) gyártórendszer modell (BMS) a termékek tervezésénél, kivitelezésénél olyan analógiákat, törvényszerűségeket keres, amelyek a természetben érvényesülnek. Így például a természetben jelen levő komplex formák alakulása-alkalmazkodása a környezethez. Mint ismeretes, a természet olyan bonyolult formákat hoz létre, komplex fejlődési algoritmus alapján, amelyek kitűnően alkalmazkodnak a környezetnek.

Különösen Japánban nagy az érdeklődés ez a modell iránt. A Fuji cég közösen a Fujitsu, Honda, Komatsu és Sony cégekkel valamint a kobe-i és a kyoto-i egyetemek kutatóinak sikerült modellezni és működtetni egy evolúciós és önszervező gyártósort biológiai analógiák alapján. Az evolúciót itt a darwini értelemben kell venni, azaz a folyamatokban analógiát használ az élő szervezetekre jellemző természetes szelekcióval, reprodukcióval, stb. A BMS modellben a gyártórendszert úgy tekintik mint egy élő szervezetet amely reagál a külső hatásokra és termékeket hoz létre. A koncepció szerint a rendszernek van „genetikai kódja”, amellyel a rendszer leírható. A BMS rendszerek kutatásában a fő kérdéskör a biológiai rendszerek evolúcióját biztosító replikátorok megfelelőjének a meghatározása. A mutációs és szelekciós folyamatért felelős replikátorok a természetben a gének. Ezek a DNS-ben vannak kodifikálva.

A DNS tartalmazza a szükséges információt a protein szintéziséhez. A pontos részletek, hogy milyen proteinre van szükség, a sejt környezetében lejátszódó külső tényezőktől függ. Emiatt a test fejlődése függ úgy a genetikai kódtól, mint a környezettől. A kromoszómákban levő gének „sikeressége” függ attól, hogy az általuk létrehozott szervezet mennyire képes, hogy biztosítsa a gének másolatainak a továbbadását a következő élő szervezetek számára. Az evolúció egy sokkal komplexebb folyamat mint egy véletlenszerű szelekciók és mutációk sorozata. Rendszerint, a jól működő

szervezetek jobb és több utódokat termelnek. Ezáltal a „jó” gének a fejlődő tendenciát mutatnak, míg a rosszak nem. Az evolúció egyik legfontosabb szabálya, hogy minden egyed elsődleges feladata a túlélés. A komplex rendszerek esetében, Zhao kimutatja, hogy a megmaradási erő sokkal nagyobb a véletlenszerű mutációknál, mert a mutációk veszélyeztetik az egyed túlélési esélyeit. Ugyanakkor a mutációk nem teljesen véletlenszerűek, valójában inkább egy következménye a túlélési törvényeknek, a hatékonyságnak és az óvatosságnak.

Amennyiben az evolúció helyet kap a gépészetben (gépészeti tervezésben) nem tiszta, hogyan létezhetnek majd hasonló mechanizmusok. A legtöbb ipari termék tervezését feltételezhetően a rajzok illetve az előírt megmunkálási terv segítségével kellene kodifikálni. Ezeknek az evolúciós fejlődése vezet el majd a végtermékekhez. A problémát az jelenti, hogy a gépészeti rajzok nem azonosak a DNS replikátorokkal, a gazdasági környezet nem működik pontosan úgy mint egy szelekciós környezet, és a gépészeti termékek pedig nem szaporodnak.



1. ábra: Biológiai és Gyártórendszer analógia, Forrás: [3]

2. Mesterséges élet (artificial life) modell

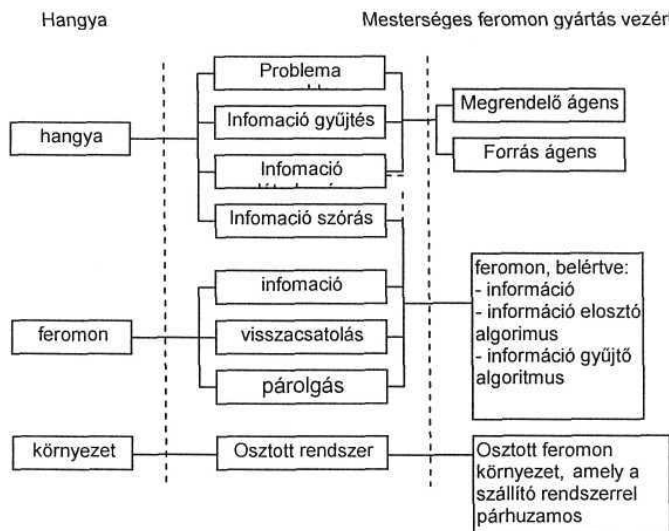
A biológia és a számítástechnika szimbiózisának egyik újabb keletű eredménye a "Mesterséges Élet" (Artificial Life, ALife) néven ismertté vált irányzat. Bár már Neumann János is foglalkozott közel harminc évvel ezelő a kérdéskörrel, a mai értelemben használatos definíciót Langton (1989) fogalmazza meg: "A mesterséges élet olyan rendszerek tanulmányozása, melyeket emberek hoztak létre és melyek olyan magatartást tanúsítanak, mely a természetes, élő rendszerekre jellemző. A mesterséges élet tudománya - számítógépek, vagy más médiák által szintetizált életszerű jelenségek vizsgálatával - kiegészíti azokat a tradicionális biológiai tudományokat, melyek az élő organizmusok elemzésével foglalkoznak." Az elmélet felhasználva a genetikai algoritmusok és a mesterséges neuron hálók kutatása terén elért eredményeket - újabb eszközt kínál a biológiai rendszerek és folyamatok modellezéséhez. Ez utat nyithat a "szintetikus biológia" kialakulása fele, mely az élő rendszereknek eddig egyedül lehetséges analitikus megközelítését termékeny módon egészítheti ki. A mesterséges élet a biológiát bővíti ki olyan létformák tanulmányozásával, melyek különböznek a Földön megjelenőktől. Úgy viszonyul a biológiához, mint a szintetikus vegyészet a kémiához. A mai munkák nagy része a számítógépekben létrehozható szabadon fejlődő rendszerekkel foglalkozik. Cél: hagyni, hogy az evolúció létre tudja hozni azt a komplexitást a digitális médiumban, melynek nagyságrendje összehasonlítható a szerves élet sokféleségével. A mesterséges élettel kapcsolatos kutatások, valószínűleg elég hamar olyan eredményeket hozhatnak, amelyek a gyártási rendszerek estében használhatók. Jelen pillanatban nincsenek kiemelkedő eredmények ilyen irányban, de a gépi tanulás fontosabb megközelítési módjai, így a mesterséges neuronhálók, megerősítéses tanulás (rejtett Markov modellek), genetikai / evolúciós algoritmusok, PAC (Probably Approximately Correct) tanulás, stb. továbbra is oly „forró” területek, ahol a fontosabb elméleti eredmények mellett néhány gyakorlati felhasználási területre is létezik, (pl.: adatbányászat, alakfelismerés, stb). Bár a modell egyike a legéletképebb adaptív rendszermodelleknek, de egyelőre a gépészetben gyakorlati alkalmazást a szerző nem talált.

3. Feromon alapú kommunikációra épülő modell. Hangya kolóniák.

Ez a gyártórendszer modell a hangya kolóniák kommunikációs mechanizmusának megfigyelésén alapszik. Ennek a kommunikációs koncepciónak az a lényege, hogy a hangyák tevékenységük közben egy a környezetbe a kibocsátott anyag- feromon - segítségével jelzéseket adnak le, más egyedek számára.

Így az egyedek egyszerű felépítése ellenére a hangya családok képesek olyan rendkívüli tevékenységekre is, mint a hangyabolyépítés, élelem raktározás, szervezett élelem felderítés, stb. A modell újszerűsége az indirekt kommunikációban rejlik, amely alapján az egyedek között a kapcsolat a helyi környezet megváltoztatása által történik. A kommunikációnak itt három eleme van: az egyed, a feromon, a környezet. Az egyedek arra használják a környezetet, hogy a többi egyed viselkedését irányítsák, az információhordozó pedig a feromonos jel, amely felerősödik akkor, ha egyes egyedek követik a nyomot és ezáltal további feromont bocsátanak ki. A feromon, mint információhordozó, két alapvető tulajdonsággal bír: 'erősség-intenzitás' valamint 'párolgás sebesség'.

Az egyednek négy különálló



feladata van: élelem keresés és szállítás, információ figyelés és elemzés, információ létrehozás valamint információt továbbítás.

Az ipari alkalmazások területén több kísérletet is leír a szakirodalom. A legismertebb ilyen kommunikációra kiépített modell leírása az [4]-ben található, ahol a Daimler Chrysler cég Németországi gyárának festő műhelyében mesterséges feromon alapú termelésirányítást dolgoztak ki. Itt párhuzamosan használták a régi szervezési formát, illetve az újat az eredmények összehasonlítása végett. A mesterséges feromon (amely valójában mint egy új ágens típusként jelenik meg) létrehozása által a következő előnyöket észlelték:

- (i) egyszerű koordinációs mechanizmus
- (ii) önműködő irányítás az optimális megoldások fele,
- (iii) dinamikus probléma megoldás.

A gyenge pontját a modellnek, elsősorban az az időbeni késés jelenti, amely megjelenik az új információ szórása miatt a környezetben. Ez a terjedési idő, azt eredményezheti, hogy az alkalmazáskor már nem az optimális megoldás születik. Ugyanakkor, a modell állandó állítási-finomítási visszacsatolási tevékenységet feltételez. Az rendszer hatékonysága a mesterséges feromonok számától, a párolgási-elévülési időtől függ.

Következtetések

A dolgozatban néhány élő rendszer és gyártási rendszer analógiát mutattunk be. Helyszűke miatt nem sikerült bemutatni, további gyártórendszer modelleket, amelyek interdiszciplináris elemeket tartalmaznak (így analógiákat az élő szervezetekkel is) mint például a holonikus, a fraktális, a multi-ágens, stb. gyártórendszer. Hasonlóan, a dolgozat kapcsán feltétlenül részletesen kellett volna szólni a neuronhálókról, a mesterséges intelligenciáról, genetikai algoritmusokról, hangya algoritmusokról, stb. amelyek szintén élőszervezet modellre épülnek, és amelyek a modern kutatások tárgyát és, egyre inkább, eszközeit képezik.

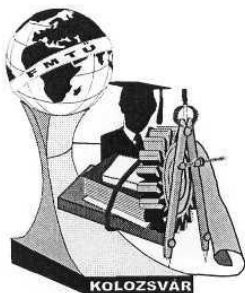
A biológiai analógiák keresése a műszaki feladatok megoldásában, valójában az ember több évszázados azon kísérleteinek a folytatása, amelyben a természet csodálatos teljesítményeit próbálta utánozni, (lásd pl. DaVinci madarokról mintázott repülőszárny modelljeit vagy az android robotok mítoszát a számítógépek őskorában).

Most, az információ évszázadának elején elképzelhető, hogy a talán a gépgyártás még mindig meríthet ihletet a természettől. Ugyanakkor, mint a dolgozatból is kiderül, a tökéletes analógiára sosem lesz lehetőség, és valójában nem is ez a cél.

Forrásanyag:

- [1.] Di Caro, G. Dorigo, *AntNet: distributed stigmergic control for communication networks*. *JArtifIntell Res* 9 (1998).
- [2.] Dorigo et. al.: *Ant algorithms and Stigmergy*. *Future Generation Computer Syst* 16 8 (2000)
- [3.] Mill, F., Sherlock, A: *Biological analogies in manufacturing*, *Computers in Industry*, Volume 43, Issue 2, October 2000,
- [4.] Peeters, P et. al: *Pheromone based emergent shopfloor control system for flexible flow shops*, *Artificial Intelligence in Engineering*, vol.15, issue4, 2001.
- [5.] Tharumarajah et. Al: *Comparison of Emerging Manufacturing Concepts*, www.smartspaces.csiro.au/
- [6.] Ueda, N.: 1997: *A concept for bionic manufacturing systems based on DNA-type of information.*, *CIM Proceedings*, of the IFIP TC5, Tokyo,

Bakos Levente, doktorandusz
Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhely
bakos@ms.sapientia.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

IDŐVEZÉRELT RENDSZEREK UML ALAPÚ TERVEZÉSE

Kovács Péter Tamás

Abstract: This paper presents how the advantages of visual design provided by UML can be used during the desing of embedded systems. The integration is achieved by interfacing the existing modeling tools. This way the advantages of both embedded systems' development environment such as platform-specific task and communication scheduling and fault tolerance, and UML such as documentation, model checking and support can be exploited.

Összefoglalás: Jelen dolgozat bemutatja, hogy hogyan használhatóak ki az UML nyújtotta vizuális tervezés előnyei beágyazott rendszerek tervezése során. Az integrációt a meglévő tervezőeszközhöz készített illesztések valósítják meg, amelyek révén mind a beágyazott rendszerek fejlesztőrendszereinek előnyei, mint a platformspecifikus taszk és kommunikáció ütemezés, vagy a hibatűrés, mind az UML által nyújtott dokumentáltság, modellellenőrzés, és a széleskörű támogatottság kiaknázhatóak.

Bevezetés

Az idővezérelt architektúra [2] (Time Triggered Architecture, TTA) napjainkban terjedőben van a szigorúan valós idejű és hibátűrő szolgáltatásokat igénylő beágyazott számítógépes rendszerekben (pl. gépjárművekben, repülőgépekben). Ez az architektúra, amely tipikusan egy elosztott rendszer, képes garanciát adni a válaszidőkre, támogatja a redundancia kialakítását, így használatával nagyfokú hibátűrés érhető el.

Ilyen rendszerek tervezésére szolgál a TTP-Tools, amely nem él a vizuális tervezés lehetőségeivel, ezen kívül az alkalmazás kódjának vizuális tervezését és automatikus generálását sem támogatja.

Célunk ezért a tervezés vizuálissá tétele a klaszter szintű tervezéstől egészen az alkalmazáskód generálásáig. A tervek előállításánál az UML eszközkészletére fogunk támaszkodni, mivel elterjedt, és számos eszköz támogatja. A vizuális tervezés megkönnyíti a rendszer létrehozását, mivel a tervet áttekinthetőbbé és könnyen módosíthatóvá teszi.

Az idővezérelt architektúra

Az *idővezérelt* kifejezés esetünkben azt jelenti, hogy a hálózaton történő kommunikáció időzítési viszonyai tervezési időben meghatározottak. Ennek a megközelítésnek számos előnye van: az üzenetek késleltetése előre meghatározott, a hálózat sohasem terhelődhet túl, illetve a csúcsterhelési viselkedés előre ismert, így a rendszer működése determinisztikus.

Egy TTA *klasztert* csomópontok alkotnak, amelyek redundáns kommunikációs sínen osztoznak. A *csomópontok* egy kommunikációvezérlőből és egy hoszt számítógépből épülnek fel. Az ezek közötti interfész a CNI (Communication Network Interface), amelyen keresztül a csomópontok periodikusan kapják az új állapotinformációkat. A csomópontokon futó alkalmazásoknak ezek alapján kell végrehajtaniuk a megfelelő akciót az előre meghatározott határidőn belül. A hibatűrő kommunikációt az FT-COM (Fault Tolerant Communication) réteg biztosítja az alkalmazások számára.

A TTTech tervezési folyamat

A TTA fejlesztői környezet [6] kétszintű tervezési filozófiát követ, amelynek nagy előnye, hogy a teljes rendszer és az alrendszerek tervezése élesen elkülönül egymástól. Klaszter szinten a tervező meghatározza a kommunikációs felületeket, majd az alrendszerek tervezői ehhez igazodva tervezhetik meg a hosztokat. A hosztok így egymástól függetlenül fejleszthetők, és a rendszer integrációja a hosztokból mint komponensekből várhatóan problémamentes lesz. A két szintet a fejlesztői környezet két tervezőprogramja, a TTPplan (klaszter szintű) és a TTPbuild (hoszt szintű) valósítja meg.

Ezeknek a programoknak alapvető hiányossága, hogy nem élnek a vizuális tervezés nyújtotta lehetőségekkel, továbbá az alkalmazáskód vizuális tervezését és automatikus generálását sem támogatják.

Vizuális nyelvek a rendszertervezésben

A Unified Modeling Language [4] a napjainkban legelterjedtebb grafikus modellezőnyelv, az Object Management Group szabványa. Az UML számos diagramtípusa a specifikációtól egészen a telepítésig segítséget nyújt. A tervek előállításánál során az osztálydiagramot és az aktivitási diagramot használjuk, ezért ezek néhány jellemzőjét ismertetjük az alábbiakban.

Az osztálydiagram a rendszer statikus felépítését mutatja meg. Az osztálydiagramok fő eleme az osztály, amely objektumok egy olyan készletét jellemzi, amelyek hasonló felépítéssel, viselkedéssel és kapcsolatokkal rendelkeznek. Az attribútumok egy osztály tulajdonságait írják le. Az asszociációk az osztályok közötti statikus relációkat jelölik.

Az aktivitási diagram a rendszer dinamikus viselkedését írja le. Az aktivitási diagram az állapottérkép olyan változata, ahol az állapotok bizonyos akciók elvégzését jelzik. Az aktivitási diagramot aktivitások, elágazások, kezdő- és végállapotok alkotják. Egy osztály viselkedését leíró aktivitási diagram az osztályhoz csatolható.

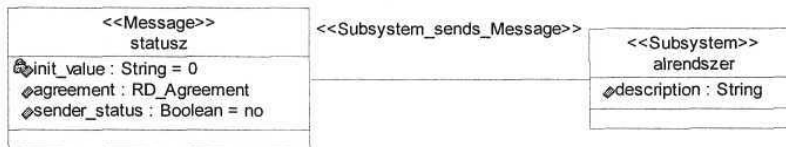
Az UML számos bővítési lehetőséget nyújt. Ilyenek a szabad formájú megjegyzések; a sztereotípiák, amelyek egy elem egy bizonyos kategóriához való tartozását jelzik; a címkézett értékek (tulajdonság-érték párok). Az UML specifikáció meghatározza továbbá az OCL nyelvet, melynek szerepe az, hogy a specifikációhoz tartozó olyan kötöttségeket, szabályokat is be lehessen vinni a modellbe, amelyeket egy diagramban másképpen nem tudnánk megadni.

Az UML jelölésrendszere testreszabható az UML profilok felhasználásával. Egy ilyen profil a bővítési lehetőségek kihasználásával kiterjesztheti a jelölésrendszert. Egy profilt általában sztereotípiák, címkézett értékek és korlátok felhasználásával adnak meg.

A TTA klaszter tervezésének támogatása

Az integráció lényeges kérdése az UML nyelven megadott terv betöltésének folyamata a TTTech programjaiba. A klaszter tervét elvben bármilyen UML modellező eszközzel előállíthatjuk, amely a modellt képes szabványos formátumba exportálni, de a Rational Rose-hoz a tervezést nagyban segítő bővítmények készültek. A modellek átvitelének szabványos formátuma az XMI [5], amely egy XML alapú leíró nyelv.

A vizuális tervben a TTP-Plan ill. TTP-Build objektumai - amelyek a klaszter és a csomópontok szoftver és hardver elemeit reprezentálják - sztereotípiával ellátott UML osztályokként jelennek meg. A közöttük levő kapcsolatokat pedig sztereotípiákkal ellátott asszociációk ill. asszociációs osztályok reprezentálják (ld. 1. ábra). Az elemek és kapcsolatok tulajdonságait azok attribútumai hordozzák (pl. az `init_value` a kezdőértéket jelenti). A használható elemek halmaza képezi az UML profilunkat.

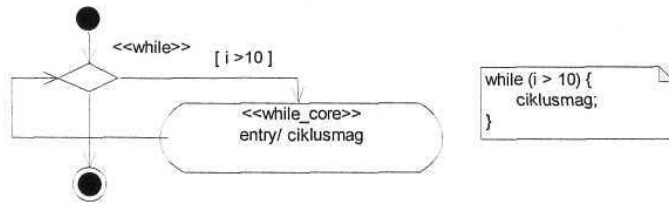


1. ábra Egy Message és egy Subsystem sztereotípiájú osztály,
Subsystem_sends_Message sztereotípiájú asszociációval összekötve

Azt, hogy elemeinknek kötelezően rendelkezniük kell a hozzájuk tartozó attribútumokkal, és hogy két meghatározott típusú elem között csak meghatározott típusú asszociáció húzódhat, OCL kifejezésekkel írtuk le.

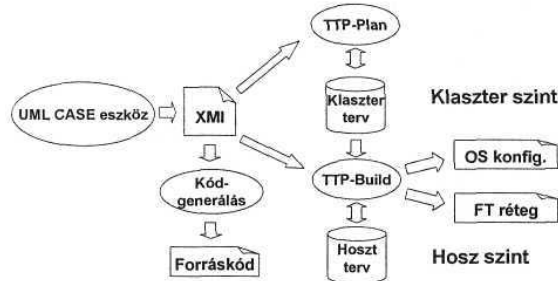
Tehát a tervezés során a profil által meghatározott osztályokat hozunk létre, módosítjuk attribútumaikat, meghatározzuk a köztük levő kapcsolatokat és a kapcsolatok tulajdonságait.

A csomópontokon futó alkalmazás kódját aktivitási diagramok formájában adjuk meg. Ahhoz, hogy az ezekből előálló kód struktúráit legyen, a vezérlési szerkezetek ábrázolását meg kell határoznunk. Azokat a vezérlési szerkezeteket valósítottuk meg, amelyek a hagyományos struktúráit programozási nyelvekben szerepelnek. Ilyenek az elágazások (if, if-else, switch), a ciklusok (while, for, do-while) és a függvények. Ezek jelöléséhez az aktivitási diagramokra egy profilt adtunk meg, amely a specializált elemeket definiálja.



2. ábra Elöltesztelő ciklus aktivitási diagramként

A modellt XMI formátumba exportáljuk, ezután a TTP-Plan-be töltjük be a klaszter tervét, és készítettjük el vele a kommunikáció ütemezését leíró információkat, majd a TTP-Build-be töltjük be egyenként a hosztok terveit, és generáltatjuk a taszkok ütemezési tábláit, az FT-COM réteg kódját és az operációs rendszer konfigurációját. Ezekből egy kódváz áll elő, amelybe az alkalmazáskódot egy külön program generálja a tervben található aktivitási diagramok alapján.



3. ábra A vizuális tervezési folyamat

Összefoglalás

Eddigi munkánk eredménye az UML profil, az UML és a meglévő eszközök közötti adattszformációt megvalósító eszközök, valamint a modell konstrukcióját és ellenőrzését segítő eszközök. A prototípus rendszer segítségével számos működő mintapéldát hoztunk létre, amely során világossá vált, hogy a vizuális tervezés valóban felgyorsítja a fejlesztési folyamatot, és eközben az idővézellt architektúra előnyeit sem veszítjük el.

Irodalomjegyzék

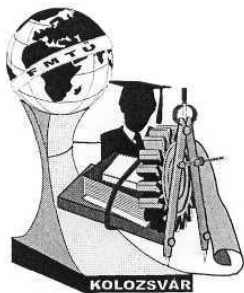
- [1] Kopetz, H.: Real-Time Systems, Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997.
- [2] Kopetz, H., Bauer, G.: The Time Triggered Architecture. Proceedings of the IEEE, Special Issue on Modeling and Design of Embedded Software, October 2002.
- [3] Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, L: UML User Guide. Addison-Wesley Publishing Company, 1998.
- [4] UML Specification version 1.4. Object Management Group, 2001. <http://www.omg.org/>
- [5] Object Management Group: *XML Metadata Interchange (XMI) 1.2*, 2002. <http://www.omg.org/technology/documents/formal/xmi.htm>
- [6] TTP-Tools. TTTech Computertechnik AG. <http://www.tttech.com/>

Kovács Péter Tamás / V. évf. műszaki informatika szakos hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék / 1117 Budapest, XI. Magyar tudósok körútja 2.

Telefon: (+36)30/515-07-55; E-mail: kovacsp@sch.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-21.

ÉTKEZÉSI (ŐSZI) BÚZÁK AGROFIZIKAI JELLEMZŐINEK KAPCSOLATA A SZEMKEMÉNYSÉGGEL

Gyimes Ernő, Véha Antal

Abstract

Knowing the agrophysical parameters of wheat is very important during the wheat processing from the harvest to cleaning of mill. The authors investigated the kernel size, bulk and kernel density, thousand kernel weight, porosity and kernel hardness of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. The influence of kernel hardness was traceable almost all of parameters. Significant difference was found between the kernel length and the kernel hardness class. Using with multivariate equation we can estimate the kernel thickness quite well.

Összefoglalás

Az aratástól a malmi tisztításig alapvető fontosságú ismerni a búzaszem agrofizikai jellemzőit. A szerzők az étkezési, őszi búzák (*Triticum aestivum*) szemméreteit, halmaz- és szemsűrűségét, ezerszem tömegét, porozitását és szemkeménységét vizsgálták. A szemkeménység hatása szinte minden jellemzőnél igazolhatónak mutatkozott. A vastagsági méret becslésére kidolgozott többváltozós egyenlettel jól lehetett becsülni.

Bevezetés és irodalmi feldolgozás

A gabonafélék közül a Kárpát-medence egyik legjelentősebb növénye a búza. A búza a világon termesztett növények közül az egyik legértékesebb, termőterülete is a legnagyobb. Elterjedtségét a búzafajok és fajták változatos éghajlati igénye és jó alkalmazkodóképessége tette lehetővé. Gyakorlatilag a legszélsőségebb éghajlati viszonyok kivételével (a trópusok, a sivatagok és a sarkvidékek) szinte mindenhol termesztik. Élelmiszeripari felhasználása leginkább őrlemények formájában történik. A búza őrlemények alkalmazási területe széleskörű, legnagyobbbrészt kenyeret készítenek belőle. A gabonafélék **szemméretének**, alakjának az egyik legtermészetesebb tulajdonság, amellyel a gabona faja, esetleg fajtája azonosítható. A búza vetőmagok méret és fizikai jellemzőivel, valamint a levegőben történő mozgásának tanulmányozását végezte CSIZMAZIA és NAGYNÉ P.I. (1996) valamint NAGYNÉ P. I. (2001). A szárítás során a fizikai jellemzők szerepe alapvető, a méret mellett a méret eloszlása - homogenitása -, a halmazsűrűség szerepe emelhető ki (BEKE, 1997). A **szemtömegből** vagy az ezzel analóg ezerszem tömegből mindenekelőtt a termés mennyisége kalkulálható. Azonos termőterületen nevelt növényeknél a kalászok száma és a szemek tömege közül az utóbbi öröklődik a legszilárdabban. *Aestivum* búzáknál a liszthozam és az ezertömeg közötti korrelációból kiindulva folytattak kísérleteket nagy ezerszemtömegű fajták előállítására WIERSSMA et al. (2001). A sűrűség vizsgálatoknál legelőször kell megemlíteni a halmaz sűrűséget is, amelynél a szemek közti gáz (levegő) térfogatát is a szemekével együtt mérjük. A halmaz sűrűségét gyakran térfogat tömegnek nevezi a szakirodalom, noha fizikai értelemben sűrűségnek tekinthetjük. Ez utóbbi jellemző a malomipari praktikumban sokat

használt és nagy jelentőséggel felruházott mutató, amelyet **hektolitersúlynak** neveztek. A hektoliter tömeg alacsony értéke gyakran kisebb liszthozamot jelez (KELLY et al., 1995), amely a malomipar számára rossz előjel, de bizonyos mértékig a várható lisztminőséget is prognosztizálja. A hektoliter tömeg értékét több tényező alakítja. A szemek mérete, a sérült szemek aránya, alakja valamint a belső szerkezete. Az érés során bekövetkező - jelentős részben az időjárási körülményekre visszavezethető- sérültség és magméret valamint a hektoliter tömeg korrelációját igazolta GAINES et al. (1997), rámutatva a töppedt szemek kiválasztásának szükségességére. A mezőgazdasági anyagok esetében az ún **valódi sűrűség** fontos jellemző, ennek ellenére nem frekvenciát vizsgált. NEMÉNYI (1988) kukoricahibridek vizsgálata során állapított meg összefüggést a sűrűség és a kémiai összetevők aránya között. A **kiörlés** a laboratóriumi körülmények között nyert liszt arányt jelenti a búza mennyiségéhez viszonyítva. Más terminológia szerint kiörlés a malom adott üzemállapota mellett az aktuális összes őrlemény mennyisége a malomra kerülő búzamennyiséghez képest. A fogalom tisztázása azért szükséges, hogy ne történhessenek értelmezési problémák.

A kísérleti munka célkitűzése: a búza esetében a szemstruktúra keménysége illetve puhasága alapvetően meghatározhatja malmi feldolgozás technológiáját, menetét és gazdaságosságát. Munkánk fókuszában a szemkeménység meghatározása valamint a szemszerkezet sajátágaival összefüggésben álló jellemzők megállapítása állt.

Anyag, módszerek és eszközök

Vizsgálati alanyként a Szegedi Gabonatermesztési Kutató Kht. fajtái szolgáltak. A szemtermések 1999-2002. évekből, Táplánszentkereszt, Fülöpszállás, Zsombó és Szeged termőhelyről származtak. A reprezentatív vizsgálati minták előkészítése a termőhelyről begyűjtött minták tisztítása (por és nagyobb szennyeződések eltávolítása céljából) után, sakktábla osztás módszerével történt. A fizikai jellemzők mérését szabványos módszerekkel, a **szemkeménység (HI: hardness index)** meghatározását PERTEN SKCS 4100 mérőműszerrel valósítottuk meg. A készülék a HI értéke mellett méri a szemek tömegét, méretét és a nedvességtartalmát, majd a háromszáz, szemenkénti mérés alapján átlagértéket szolgáltat. A minták mérése 3-3 párhuzamos vizsgálatot történt.

Vizsgálati eredmények

A mintákat kemény és puha osztályba sorolva külön-külön összehasonlítottuk a mért és számított tömeg értékeket. A puha mintáknál a különbség 10% körüli érték ($R^2=0,809$) a kemény szemű minták esetében nagyobb differencia - közel 17 % - mutatkozott, kiváló ($R^2=0,815$) determinációs együttható mellett. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a hasi barázda mélysége a kemény és puha szemű fajták között eltérő. Ebből az állapotból kiindulva alkottunk meg egy többváltozós egyenletet, amellyel nagy biztonsággal becsülhető a **vastagsági méret**.

A becsülő egyenleteket kemény és puha fajtákra szétbontva az alábbiakban mutatjuk be [v: vastagság (mm), ÉSZT: ezerszem tömeg (g), h: hosszúság (mm)]

$$\text{Kemény fajtákra (HI} \geq 50\text{): } v = 2,927 - 0,206 * h + 0,029 * \text{ÉSZT (R}^2=0,63\text{)}$$

$$\text{Puha fajtákra (HI} < 50\text{): } v = 2,588 - 0,166 * h + 0,031 * \text{ÉSZT (R}^2=0,72\text{)}$$

A fajták sűrűség vizsgálatát három módszerrel határoztuk meg: a *halmazsűrűséget* a hektoliter tömeg (HLT) mérés szerint, az általunk *burkolt sűrűségnek* nevezett, a szemek hasi barázdájának külső részén mért térfogatot is magába foglaló sűrűséget folyadék kiszorítás

elvén alapuló eszközzel, a *valódi sűrűséget*, amely a belső üregeket, kapillárisokat és zárványokat is magába foglalja, gáz (He) piknométerrel. A várakozásoknak megfelelően a **halmaz sűrűség** és a burkolt sűrűség mérések adatai a kisebb mértékben a fajták genetikai tulajdonságait, nagyobb részt a termesztés körülményeit (évjárat illetve termőhely) tükrözték vissza.

A **porozitás** értéke elsősorban az *évjárat* hatására módosult. Az évjárat mögött elsősorban a csapadék és a hőmérséklet hatása mutatható ki. Értéke az aszályos 2000 és 2002 években szignifikánsan különbözött mind egymástól, mind a többi évjáratától. A *fajták* között számottevő a különbséget a porozitás tekintetében nem lehetett felfedezni.

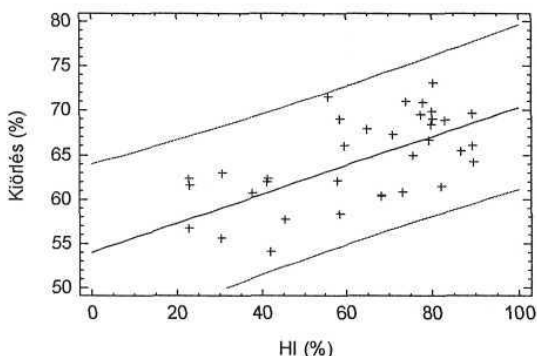
A hektoliter tömeg (HLT) és a számított halmaz **porozitás** (s) értékei fordított arányban állnak egymással (SITKEI, 1981), amely összefüggést a szemszerkezet keménysége lényegesen befolyásolja, amelyet a következő becslő egyenletek bizonyítanak. A kemény szemű minták esetében az összefüggés determinációs együtthatója $R^2 = 0,73$, míg a puha mintáknál $R^2 = 0,66$.

Kemény ($HI \geq 50$) búzáknál: $\varepsilon = 0,722838 - 0,00403237 \cdot HLT$ ($n=105$, $R^2=0,72$, $r = -0,850$)

Puha ($HI < 50$) búzáknál: $\varepsilon = 0,672659 - 0,00344793 \cdot HLT$ ($n=59$, $R^2=0,66$, $r = -0,811$)

A *szemkeménység* és a *lisztkihozatal* kapcsolatának vizsgálatát a 2002 évekből származó mintákkal végeztük, a 36 minta különböző termőhelyről származott.

Vizsgálataink alapján bizonyítható, hogy a szemkeménység és a ki őrlhető liszt mennyisége között **pozitív korreláció** áll fenn (1. ábra). A közepesen szoros korreláció bizonyítja a kemény fajták előnyeit és prediktálja a gazdaságos malmi őrlési tevékenységet.



1. ábra A szemkeménység és a lisztkihozatal kapcsolata ($n=36$; $r=0,63$)

A várható liszthozam a becslési pontossága sikerült tovább növelni. A szemkeménység és a szélességi méretre alapozott kétváltozós lineáris egyenlet alapján a kiörlés becsült és mért értékei között szignifikáns és szoros pozitív korrelációt igazoltunk [SZ: a búzaszemek szélességi mérete (mm), HI: a búzaminták hardness index értéke (%)].

$$\text{Kiörlés} = 3,40979 + 15,8725 \cdot \text{SZ} + 0,174489 \cdot \text{HI}$$

$$(R^2=0,5424, n=36, r=0,734)$$

Következtetések és javaslatok

Annak ellenére, hogy búzáknál a három jellemző szemméret függetlennek tekinthető egymástól, megfelelően pontosan lehet becsülni a vastagsági méretet, a hosszúság és az ezerszem tömeg értékeiből megalkotott kétváltozós modellel. Bizonyított korrelációt kapunk, amelyet azonban a szemkeménység lényegesen befolyásol. A puha szemszerkezettel jellemezhető minták esetében a determinációs együttható értéke magasabb volt, mint a

kemény szemű mintáknál, de a kapcsolat mindkét esetben szignifikáns és szorosnak mutatkozott. A vastagság becslésének egy célszerű alkalmazási lehetősége, hogy a mesterséges látással létrehozott 2D két elemzése és egy egyszerű tömegméréssel megbízható információt kapunk a búzaszem vastagsági méretére. A módszer roncsolás mentes, így a búzmagok más célokra felhasználhatók. Ennek a nemesítés során, a mezőgazdasági technológiáknál vagy a malmi folyamatoknál vehetjük hasznát.

Új eredményt jelentett, hogy a HLT és porozitás kapcsolata alapvetően a szemkeménységtől függ. A lineáris regressziós egyenlet állandója kvázi azonosnak tekinthető, a regressziós együtthatójak között azonban cca. 15% eltérés mutatkozott, azonos korreláció mellett.

A Hl adatainak elemzése során bizonyított, szignifikáns kapcsolat a vastagság, a burkolt sűrűség és a hektoliter tömeg értékek között volt. Jellemző módon az évjárat hatására mindhárom jellemző átlagértékeinek konfidencia intervallumai hasonló módon alakultak. Vagyis az aszályosabb években nemcsak a szemek lettek vastagabbak, a hektoliter tömegük magasabb, hanem a szemek keménységi értékei is nőttek. Valószínűsíthető tehát, hogy a korrelációt (legalábbis részben) nem a fenti agrofizikai jellemzők közötti direkt kapcsolat alakítja. Nézetünk szerint az időjárási hatás markánsan egy irányba torzítja az értékeket.

A malomipari tevékenység gazdaságosságának egyik legfontosabb fokmérője, hogy az adott búzából mekkora mennyiségű késztermék, azaz liszt gyártható. A búza fizikai jellemzőinek mérése ezért részben arra irányul, hogy megbecsüljük, a várható liszthozamot. A liszthozamot szokás még kiőrlésnek, lisztkihozatalnak is nevezni. Régi törekvése a malomiparnak, hogy legalább becsülni lehessen a búzák várható kiőrlhető mennyiségét. Kísérleti malmon mért kiőrlés és a hardness index között szignifikáns és közepesen szoros kapcsolatot tudunk igazolni. A keménység értékek alapján történő becslés pontosságát tovább tudtuk növelni, további háttérváltozókkal. A szélességi méret megfelelő fizikai jellemzőnek bizonyult, így meg lehetett alkotni egy kétváltozós becslő egyenletet, amely szerint a kiőrlés a szélesség és a hardness index értékei, valamint konstansok alapján jól becsülhetővé vált. A becslő egyenes és a laboratóriumi kiőrlés szoros korrelációban áll egymással.

Irodalomjegyzék

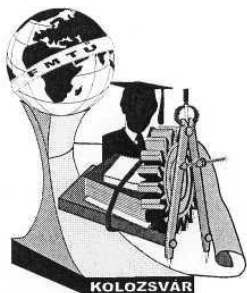
1. **Beke, J.** (1997): A szemes termények szárítása (in szerk Beke:Terményszárítás, Agroinform Budapest, pp9-419
2. **Csizmazia, Z. - Nagyné P. I** (1996): Búza vetőmag fizikai jellemzői, mozgása levegőben. XXVI. Óvári Tud. Napok, p. 946-952 p.
3. **Gaines, C. - Finney, P. - Andrews, L.** (1997): Influence of kernel size and shriveling on soft wheat milling and baking quality. Cereal Chemistry, Vol. 74, No. 6, p 4-10
4. **Kelly, J. - Bacon, R. - Gbur, E.** (1995): Relationship of grain-yield and test weight in soft red winter-wheat. Cereal Research Communacation, Vol. 23, No. 1-2, p. 53-57
5. **Nagyné. P. I.** (2001): Búza vetőmag fizikai jellemzői. PhD értekezés Debrecen
6. **Neményi, M.** (1988): Energiatakarékosán szárítható kukoricahibridek jellemzői, Akadémiai Kiadó, Budapest, p.5-88
7. **Sitkei, Gy.** (1981): Mezőgazdasági anyagok mechanikája, Akadémiai Kiadó, Budapest p. 11-461
8. **Wiersma, J. - Busch, R. - Fulcher, G. - Hareland, G.** (2001): Recurrent selection for kernel weight in spring wheat. Crop Science Vol. 41, No. 4, p. 999-1005

NÉV: Gyimes Ernő

MUNKAHELY: Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar
Élelmiszertechnológia és Környezetgazdálkodás Tanszék

MUNKAHELY CÍME: 6725 Szeged, Moszkvai krt. 5-7.

TELEFON:+36 62 546030; TELEFAX:+36 62 546034; EMAIL: gyimes@bibl.szef.u-szeged.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

KENYÉRGABONA SZEMKEMÉNYSÉGÉNEK APRÍTÁS- ENERGETIKAI MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ MEGHATÁROZÁSA, AZ ÖSSZEHASONLÍTÁS TAPASZTALATAI

Véha Antal, Gyimes Ernő

Abstract

To determine the physical hardness of wheat kernel they used the results of investigations into grinding energetics, namely the driving capacity demand, grits mass flow, the so called specific surface grinding energy demand (e_f : mWhcm^{-2} and kJcm^{-2}) which was determined by using a hammer mill from the parameters of specific grits surface increase. This was identified by introducing the notion of the so called "grinding resistance", or kernel hardness. The authors applied BÖLÖNI's (1998.) so called bivariate energetic function by developing RITTFINGER's modified grinding energetic equation. In accordance with the bivariate energetic model "grinding resistance", that is the hardness of the wheat kernel, can be defined as the quotient of specific energy demand (e_d : mWhg^{-1}) per grinding mass unit and the new specific grinding surface (Δa_d : cm^2g^{-1}) and it's a physico-mechanical feature characteristic.

Összefoglaló

A szemkeménység fizikai meghatározására az aprításenergetikai vizsgálatok eredményeit használtuk fel, nevezetesen a kalapácsos daráláskor mért hajtóteljesítmény szükséglet, daratömegáram, fajlagos darafelület-növekmény paraméterek segítségével meghatározott ún. fajlagos felületi darálási energiaigényt (e_f : mWhcm^{-2} ül. kJcm^{-2}) azonosítottuk a szemkeménységgel.

A darálás energiaegyenletének RITTFINGER-féle, módosított kifejtésével BÖLÖNI (1998.) ún. kétváltozós energetikai függvényét alkalmaztuk. A kétváltozós energetikai modell szerint az „aprítási ellenállás” - a búza szemkeménysége - a darálás tömegegységre vetített fajlagos energiaigényének (e_d : mWhg^{-1}) és az aprítás során képződött új fajlagos aprítványfelület (Δa_d : cm^2g^{-1}) hányadosaként értelmezhető, az adott fajtára jellemző fiziko-mechanikai tulajdonság amelyet a daráláskor mérhető e_d és Δa_d anyagjellemző determinál

Bevezetés

A búza szemszerkezete alatt elsősorban az endospermium, másnéven a megbelső struktúráját értjük. Az endospermium valójában két részből áll, az aleuron rétegből és keményítőben gazdag liszttestből. Az előbbi egy 50 mikron vastagságú, fehérjékben gazdag réteg, amelynek vastagság a szemmérettől független (EVERS és MILLAR, 2002). Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban endospermium alatti az aleuron réteg alatti részt értjük.

A szemszerkezet kialakulása elsősorban a genetikai sajátságokon múlik, amelyet a termesztési körülmények lényegesen módosíthatnak.

A lazább, lisztesebb magbelső és a sűrűség között vélt összefüggést felfedezni CHANG (1988) és hasonló eredményről számol be FANG és CAMPBELL (2000).

A keményebb szemű magvak őrlésének nagyobb az energia igénye, mint arra GYIMES és VÉHA (1998), VÉHA és GYIMES (2000) utal. Az energiaigény vizsgálták PUJOL et al. (2000) is, amikor is megállapították, hogy a szemszerkezet keménysége és az aprítási energia igény között közepesen szoros, pozitív kapcsolta van.

A keménység és az acélosság rokon fogalom, ugyanakkor lényegesen eltérő tulajdonságot takar. Az acélos-üreges magbelső alapvetően bármilyen búzafajtánál kialakulhat. Feltétele, hogy a környezeti és agronómiai tényezők kedvezőek legyenek, azaz a megfelelően magas hőmérséklet és elegendő N ellátottság biztosítva legyen. A keménység viszont egy genetikai tulajdonság, amely örökletes és az adott fajtára jellemző (BÉKÉS, 2001).

A napi gyakorlatban több szemkeménység mérési módszer ismeretes:

- A szemcseeloszlás mérésén alapuló PSI (Partiele Size Index), amely a hatvanas években szabványosították az USA-ban és a mai napig referencia módszer. A laboratóriumi malmon megőrölt mintát adott lyukbőségű szitán osztályozzák és a méret eloszlásból határozzák meg a keménységet
- A Perten-féle SKCS 4100 (Single Kernel Characterization System) műszer 300 db gabonamag szemenkénti aprítása során kapott erő-deformáció adat alapján határozza meg a hardness index értéket, adott algoritmus alapján.
- Aprítási ellenállás (mWh/cm^2) a gabonák aprítása során meghatározott, a szemstruktúra keménységére utaló fizikai mennyiség (a módszer leírása később)
- A spektroszkópiai vizsgálatok során az egész magok illetve az őrlemény elemzése alapján adja meg a keménység értékeket. Mivel összehasonlító eljárásról van szó, előzetes kalibrációt igényel. Előnye, hogy a keménység mellett számos más, fontos jellemzőre is kalibrálni lehet a készüléket (pl. nedvesség-, siker-, fehérje tartalom).

Anyag, eszköz, módszer

A szemkeménység, mint szerkezeti tulajdonság meghatározása

Az étkezési céllal termelt búzák esetében, akár közönséges (*Triticum aestivum*), akár durum (*Triticum durum*) fajtákról is van szó, a malomipari és lisztfelhasználó ipari - azaz minőségi - megítélésekor kiemelt jelentőséget kap a szemek keménysége. Az endospermium struktúra szilárdsága vagy laza kötési állapota jól előrejelzi a búzafajta beltartalmi kategóriáját. A keménység ilyen vonatkozásban értékmérő és ármeghatározó fajtajellemző.

A búzák szemkeménységének objektív, dimenzionálható meghatározására évek óta jelentős kutatómunka irányul.

Az aprítási ellenállás mérése kalapácsos darálóval

"Őrlési ellenállásnak" a kalapácsos darálóval állandó e_d (kWh/t) fajlagos darálási energiaszükséglet mellett végzett aprítás fajlagos felületi darálási energiaigény (kWh/cm^2) elnevezésű jellemzőjét tekintjük (BÖLÖNI et al., 1997, VÉHA-GYIMES 1999). BÖLÖNI és BELLUS (1999) által közölt kétváltozós energetikai modell szerint, ahol az e_d (kWh/t) fajlagos darálási energia igény már az \bar{x}_d dara átlag-szemcseméret mellett az e_f (kWh/cm^2) fajlagos felületi darálási energia szükségletnek is függvénye:

$$e_f = \frac{e_d}{\Delta a_d} \quad (1)$$

Az e_d (kWh/t) a fajlagos darálási energiafogyasztás, vagyis a „fajlagos ütmunka”, amely az aprított anyag az *egyik* a fizikai tulajdonságát fejezi ki. Megmutatja, hogy adott kinematikai és geometriai paraméterekkel rendelkező darálóval egy bizonyos fajtájú és állapotú terményfélésekre (pl. fajtaazonos búzára) mekkora maradandó deformációt okozó energiát lehet átvinni, vagyis az anyag

mennyi fajlagos ütmunkát képes felvenni. A Δa_d (cm^2/g) fajlagos felületnövekedés, amely a fajta *másik* fizikai-mechanikai tulajdonsága. Azt mutatja meg, hogy az adott búzafajta az előző (e_d) fajlagos aprítási energia ráfordítás mellett milyen finomságú, szemcse-összetételű őrleményre esik szét.

A vizsgálati eredmények értékelése

A búzaszemek szerkezetére jellemző keménység jellemzőket kétféle módszerrel mértük és módunkban állt ezen módszerek összehasonlítása.

A következőkben az általunk kidolgozott, a minták fajlagos felületi darálási energiaigényének meghatározását jelentő eredményekről valamint a Perten SKCS 4100 mérőműszerrel mért hardness index mérés adatairól számolunk be.

1. táblázat a hardness index (HI:%) és az aprítási ellenállás (e_r ; $\times 10^{-12}$ mWh/cm²) értékei a vizsgált búzafajták esetében, növekvő aprítási ellenállás szerint rendezve

Fajtanév	Év	Hi (%)	e_r (mWh/cm ²)
Kata	1997	6,49	24,3
Kata	1995	9,92	26,5
Öthalom	1997	49,34	28,7
Öthalom	1995	64,66	30
Kata	1998	14,65	34,2
Jubilejnaja-50	1996	52,12	37,3
Csűrös	1997	53,5	41,1
MV23	1997	14,87	41,7
Csűrös	1998	35,9	44,1
Duna	1996	71,2	44,9
MV 17	1995	34,47	46,2
Magvas	1998	73,69	50,5
MV22	1997	48,93	52,2
Summa	1998	19,72	57,1
Duna	1998	62,5	60,2
Öthalom	1998	58,2	61,9
MV 16	1994	75,01	62,7
MV21	1995	76,11	63,7
Fatima	1998	65,68	74,2
MV 15	1994	75,99	76
Bétadur	1998	99,75	80,08
Pálma	1998	72,11	98,7

Az általunk kidolgozott mérési módszer által kapott eredményeket (aprítási ellenállás e_r ; $\times 10^{-12}$ mWh/cm²) összehasonlítottuk a Perten -féle hardness index (HI:%) értékekkel. Az 1. táblázat a mérési eredmények átlagértékeit mutatja be. **Ki kell emelni, hogy helyesen megválasztott határértékek mellett a fajták keménységi osztályba sorolása mindkét módszerrel lehetséges.**

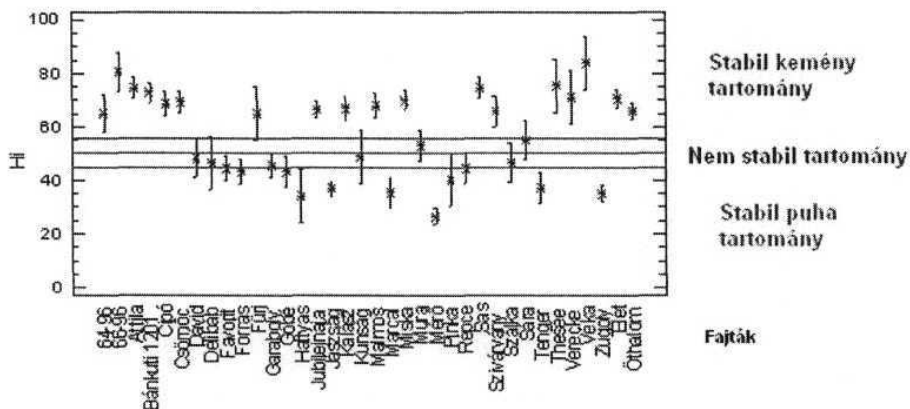
A nemzetközi gyakorlatnak megfelelően két szemkeménységi osztályba soroltuk a mintákat.

A **HI \geq 50 értéktartományba** eső mintákat **KEMÉNY**, a **HI < 50 tartományba** tartozó mintákat **PUHA** szemszerkezetűnek tekinthetjük (1. ábra).

A fajták szerint értékelésnél jól megkülönböztethetők a kemény és a puha minták. Az osztályba sorolásnál komolyabb nehézséggel akkor kell szembe nézni, amikor olyan fajták értékelését végezzük, mint pl. a DÁVID, a DÉLIBÁB, a KUNSÁG vagy a MURA. Ezen fajták esetében a keménység nem stabil

fajtajellemző. Vagyis az időjárási vagy környezeti hatás változását érzékenyen és határozottan reagálják le.

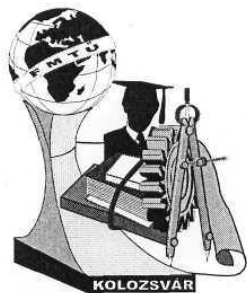
Az általánosan **jobb évjáratokban**, amikor a csapadék mennyisége és a hőmérséklet is elegendő, a termőhely is megfelel a fajta igényeinek, az eredeti fajtajellemzők kidomborodnak és a **keményiségi érték magas** lesz. **Roszbabb körülmények** között azonban a fajta genetikai adottságai nem képesek felszínre kerülni és a **szemszerkezet lazább, puhább** lesz. Fontos megjegyezni, hogy a szemszerkezet keménysége általában jól és a legtöbb fajtánál stabilan öröklődő tulajdonság (GYIMES et. al, 2002.).



**1. ábra A búzafajták keménységi stabilitásának alakulása
1999-2002. években (n=173)**

Irodalomjegyzék

1. **Békés, F.** (2001): A búza endospermium szerkezetének szerepe néhány minőségi búzát termelő országban, (in szerk Bedő, Z. :A jó minőségű, keményszemű búza nemesítése és termesztése, p. 25-34)
2. **Bölöni, L. - Véha, A. - Gyimes, E.**(1997): The influence of the wheat hardness on some energetic characteristics of grinding. I. International Wheat Quality Conference, Manhattan, Kansas, USA, May 18-22, p. 53
3. **Bölöni I. - Bellus Z.** (1999): Contribution to the verification of the two-variable energetic function. Hungárián Agricultural Engineering, Vol. 12. p. 75-77
4. **Chang, C.** (1988): Measuring density and porosity of grain kernels using a gas pycnometer. Cereal Chemistry, Vol. 65. No.(1), p. 13-15
5. **Evers, T. — Millar, S.** (2002): Cereal grain structure and development: Some implications for quality. Journal of Cereal Science, Vol. 36., No. 3, p. 261-284
6. **Fang, C. - Campbell, G.** (2000): Effect of measurement method and moisture content on wheat kernel density measurement. Food and Bioproducts Processing, Vol. 78, No (C4), p. 179-186
7. **Gyimes, E. — Véha, A.** (1998): New method for the determination of wheat hardness. 45.th Research Review Conference, USDA ARS - AACC Cincinnati Section Wooster, Ohio, USA
8. **Gyimes, E. - Neményi, M. - Véha, A.** (2002): Agrophysical features and stability of wheats. ICC Conference, Budapest, proceedings p. 120-125
9. **Pujol, R. - Letang, C. - Lempereur, I. - Chaurand, M. - Mabilhe, F. - Abecassis, J.** (2000): Description of a micromill with instrumentation for measuring grinding characteristics of wheat grain. Cereal Chemistry, Vol. 77, No. 4, p. 421-427
10. **Véha, A. - Gyimes, E.** (1999): Investigation of Kernel Hardness in Winter Wheat Varieties with Hammermill. Cereal Research Communication Vol. 27. No.4, p. 463-470.
11. **Véha, A - Gyimes, E.** (2000): Determining Kernel Kernel Hardness Through the Granulometric Parameters of Grinding. Hungarian Agricultural Engineering, Gödöllő Vol. 13, No. 1, p. 29-31.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

PET HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA ÚJRAFELDOLGOZÁSSAL

Csukat Gabriella, Rácz Ilona

Abstract

Results of our study regarding PET (polyethylene terephthalate) recycling by reprocessing are given in this report.

Due to the Hungarian selective waste collection program about 8-10 kt PET collection is predicted for 2005. From the side of small and medium enterprises there is a need of technological solutions for production of marketable, good quality products using the collected plastic wastes. Such an R&D work is carried out in the Bay Zoltán Institute for Materials Science and Technology with the support of the Hungarian Ministry of Education („Recycling of PET packaging wastes by reprocessing”, OMFB-00411/2002). The results of this project are reported below.

Összefoglaló

A cikkünkben a PET (polietilén-tereftalát) hulladék újrafeldolgozással történő hasznosítási lehetőségével foglalkozunk.

Magyarországon a szelektív hulladékgyűjtés eredményeként 2005-re várhatóan 8-10 kt PET hulladék kerül begyűjtésre. Szükség van olyan technológiai megoldások kidolgozására a kis és középvállalatok számára, amelyek segítségével a hulladék alapanyagból mind minőségben, mind árban versenyképes termék gyártható. A témában a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet az Oktatási Minisztérium által támogatott projekt keretében végez K+F munkát („Csomagolási PET hulladék hasznosítása újrafeldolgozással”, OMFB-00411/2002). A cikkben ezen fejlesztési eredményeinkről számolunk be.

A műanyagok mindennapi életünk számos területén töltenek be fontos szerepet. Alkalmazásuk széleskörű és egyre bővül, ami annak köszönhető, hogy sok esetben a műszaki és esztétikai igények összességét a hagyományos szerkezeti anyagoknál kedvezőbb költségszinten tudják kielégíteni. A környezeti erőforrásokkal való hatékony gazdálkodás és a környezeti kultúra növelése azonban megköveteli, hogy a műanyag hulladékokkal is ésszerűen gazdálkodjunk, minél nagyobb részét hasznosítsuk. A műanyag hulladékok anyagának illetve energiatartalmának hasznosítására több lehetőség van, de egyedüli üdvöztető módszer nincs.

A tanulmányban a PET (polietilén-tereftalát) hulladék újrafeldolgozással történő hasznosítási lehetőségével foglalkozunk, kitérve a technológiai, műszaki és piaci szempontokra.

1. A PET hulladék

Magyarországon 2002-ben 580 kt műanyagot gyártottak, amelynek 41%-a csomagolóeszköz. Figyelembe véve, hogy a műanyag csomagolóeszközök egy része tartós felhasználású, a Magyar Műanyagipari Szövetség becslése szerint 2002 évben 185 kt használat utáni csomagolási hulladék jelent meg, amelynek 10-12 % PET palack, azaz 18-22 kt hulladék (nyugat-európai átlag értékek alapján becsült arány). A több városban már bevezetett gyűjtőszigetes rendszer - bár működéséről hiteles gazdasági adatok még nincsenek -elsősorban a PET ásványvizés és üdítő italos palackok begyűjtésére alkalmas, így 2005-re 8-10 kt PET kerülhet ésszerű költség szinten begyűjtésre.

2. Az újrafeldolgozás mint hasznosítási technika

A műanyag hulladékok újrahasznosítási módjai a következők:

- a legmagasabb szintű újrahasznosítás a másodnyersanyagként, az újhoz hasonló alapanyagként való újrafeldolgozás.
- a kémiai újrahasznosítás (bontás) útján kismolekulájú szerves vegyületeket állítanak elő, amelyek új műanyagok szintéziséhez alkalmazhatók.
- hasznosítás energiahordozóként. A műanyag hulladékok fő alkotói PE (polietilén), PP (polipropilén), PS (polisztirol), PET energiatartalma megegyezik a legjobb fűtőolaj 44MJ/kg fűtőenergiájával, és teljes mértékben hasznosul.
- a hőre nem lágyuló, térhálós műanyag hulladékok aprított, örlött formában töltőanyagként használhatók fel többnyire építőipari termékekbe (pl. Syntumen).
- deponálás. A környezet kímélése érdekében ez esetben is gondoskodni kell a megfelelő aprításról.

Az újrafeldolgozás esetében meg kell különböztetni a gyártási hulladékok újrafeldolgozásának folyamatát a másodlagos, egy életciklust már végigjárt hulladék-műanyag termék újrafeldolgozásától.

A gyártási hulladék, mivel nem szennyezett és nem degradálódott, csak mechanikai aprítást igényel, amely után azonnal feldolgozható az eredeti anyaghoz keverve a gyártási hulladék keletkezésének arányában, ami ritkán több mint 5%. Ez az eljárás általában nem befolyásolja a termék minőségét.

A másodlagos, felhasználás utáni hulladék jellegű, hőre lágyuló műanyag termékek esetében számolni kell a használat során fellépő degradációval, illetve a használat és a begyűjtés során történő szennyeződéssel.

2. Az újrafeldolgozási receptúrák és technológiák

Az újrafeldolgozási receptúrák és technológiák kidolgozásához ismernünk kell az újrafeldolgozandó anyag jellemzőit. Vizsgálataink során a következő anyagszortok jellemzőit vizsgáltuk:

A vizsgált anyagszort származása	Jelölés
Primer PET VORIDIAN 9921W típusú,	PET-PR
Gyártásközi hulladék	PET-GyH
Egyutas PET palack darálék	PET-1U
Több utas PET palack darálék	PET-nU
Vegyes PET palackok daráléka (válogatott, mosott, tisztított, az újrahasznosítási piacon beszerezhető alapanyag)	PET-REC

1. táblázat: A vizsgált PET csoportok származása és jelölése

A következő vizsgálatokat végeztük: MFI (folyási mutatószám), FTIR (infravörös spektroszkópia), DSC (differenciál scanning kalorimetria), mechanikai jellemzők (szakító, hajlító és ütő-hajlító vizsgálat) meghatározása. A kísérletek és mérések részletes leírása jelen cikk kereteit meghaladja. A vizsgálatok alapján az alábbi következtésekre jutottunk:

- az első feldolgozás illetve a használat során fellépő degradáció hatással van az anyag viszkozitására. Ezt az anyagok extrudálása során is tapasztaltuk, illetve az anyagok folyási mutatószáma is ezt mutatja.
- az általunk végzett mérések nem mutatnak mérhető változást az anyag makromolekuláris szerkezetében.
- az anyagban nem jelennek meg mérhető mennyiségben (DSC, FTIR) idegen, szennyező molekulák,
- a különböző típusú daráiékok mechanikai anyagjellemzőit összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a *PET-REC* anyag merevsége a legnagyobb, a hajlító rugalmassági modulus 40%-kal nagyobb, mint a *PET-PR* esetében, az ütőszilárdsága 60%-kal kisebb, mint az adott primer anyagé. Ez azzal magyarázható, hogy a vegyes daráiékok több típusú PET alkotja, ennél fogva a mechanikai jellemzői különböznek az adott primer anyagjellemzőitől.

Receptúra	σ [MPa]	ϵ [%]	E [MPa]	σ_H [MPa]	E_H [MPa]	a [kJ/m ²]
<i>PET-PR</i>	55,7	5,3	1300	36,5	2354	54
<i>PET-REC</i>	54,4	5,2	1300	81,6	3495	20

2. táblázat: *PET* anyagjellemzők

A szakirodalom elemzése és előzetes tapasztalataink, továbbá gazdaságossági megfontolások alapján 15 különböző adalékolási receptúrát dolgoztunk ki annak érdekében, hogy jó minőségű, a megcélzott termékcsaládok alapanyagául szolgáló re-granulátumot állítsunk elő.

A re-granulátumok gyártása során mindig a vegyes (egy utas és több utas palackot is tartalmazó), válogatott, tisztított daralékból indultunk ki (jelölése *PET-REC*), mivel ez a reciklált anyagok piacán nagy mennyiségben, bárki számára beszerezhető alapanyag. A jelen cikk keretei csak néhány receptúra és felhasználási terület tárgyalását teszik lehetővé.

A felhasználók a műanyag fröccstermékek esetében az alkalmazott anyagokat tekintve a következő igényeket támasztják: az alapanyagoknak jó folyóképeséssel, jó mechanikai tulajdonságokkal (megfelelő merevség, jó ütőszilárdság), megfelelő hőstabilitással, jó vegyszerállósággal és UV stabilitással kell rendelkezniük. A 3. táblázatban ismertetjük azokat a re-granulátumokat, amelyek a kísérleteink során jól fröccsönthetőek voltak, és jó mechanikai tulajdonságúak, alkalmasak közepes méretű csomagolóedények, zárókupakok, vödrök, tálcák, ládák, virágcserepek, játékok, autóalkatrészek (kárpit tartóelemek, szellőző berendezés elemei) gyártására:

Összetétel	σ [MPa]	ϵ [%]	E [MPa]	σ_H [MPa]	E_H [MPa]	a [kJ/m ²]
<i>PET-REC + 10% talkum</i>	43,2	4,2	1330	50,6	2812,5	28,3
<i>PET-REC + 0,025% szerves gőcképző</i>	40,6	4,1	1217	56,3	2220,4	42,2
<i>PET-REC + 1,5% UV elnyelő adalékanyag</i>	25,4	2,7	1156	55,7	2320,3	24,3
<i>PET-REC + 1,5% HALS UV stabilizátor</i>	25,4	2,6	1182	72,0	2634,1	21,6
<i>PET-REC + 10% PET-PR</i>	47,7	4,9	1161	75,4	2757	26,6

3. A fröccsalapanyagok jellemzői

Lemez termékek gyártására, például autóbusz pavilonok oldal és tetőlemezeinek előállítására extrudálással, az alábbi re-granulátumokat tartjuk alkalmasnak:

Receptúra	σ [MPa]	ε [%]	E [MPa]	σ_H [MPa]	E_H [MPa]	a [kJ/m ²]
PET-REC + 10% üvegszál + 2% szilán + 10 % PET-PR	56,6	3,8	1814	67,5	3616,1	12
PET-REC + 10% üvegszál + 0,5% szilán + 10% PET-PR	50,9	3,3	1857	80,4	4021,9	11,56
PET-REC + 10% PC	39,8	3,9	1192	72,6	2941,7	24,14
PET-REC + 20% PC	41,5	5,6	1156	75,9	2712,1	N.B.
PET-REC + 30% PC	52,4	5,8	1186	56,3	2109	N.B.

4. táblázat: Az extrúziós re-granulátumok anyagjellemzői

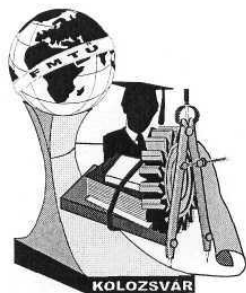
A re-granulátumok árkalkulációját az 5. táblázat tartalmazza (összehasonlítási alapként: általános fröccsalapanyag ár PP 250-300 Ft/kg, a primer PET 350 Ft/kg, PC műszaki műanyag 1000 Ft/kg).

	PET REC Ft/kg	Adalékanyagok	Kompaundálás Ft/kg	ÁR Ft/kg
PET-REC + 10% PET-PR	80	35	80	195
PET-REC + 10% talkum	80	30	80	190
PET-REC + 10% üvegszál + 0,5% szilán + 10% PET-PR	80	40 35	80	235
PET-REC + 10% PC	80	100	80	260

5. táblázat: Árkalkuláció

A kifejlesztett re-granulátumokból jellemzően fröccsöntéssel és extrudálással gyártható végtermék. A fejlesztési munka során meghatároztuk a gyártástechnológia kiindulási paramétereit, ezeket természetesen a gyártott termék mérete, vastagsága, a gyártóberendezés és szerszám adottságai ismeretében optimalni kell.

Faurné Csukat Gabriella
 Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet
 H-1116 Budapest, Fehérvári út 130.
 Tel: (+36 1) 463 0500, Fax: (+36 1) 463 0529
csukat@bzaka.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

IPARI FELHASZNÁLÁSÚ KENDERTERMESZTÉS GÉPESÍTÉSI TECHNOLÓGIÁJÁT MEGALAPOZÓ VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Dr. Kelemen Zsolt, Pető Vilmos

Summary

In order to achieve higher economical results, in the case of industrial used appropriated hemp are aimed to increase the amount of cultivated stalk and the volume of seed-crop, moreover we reduced the loss of harvesting. We have developed a new harvesting technology for double inside-crop hemp.

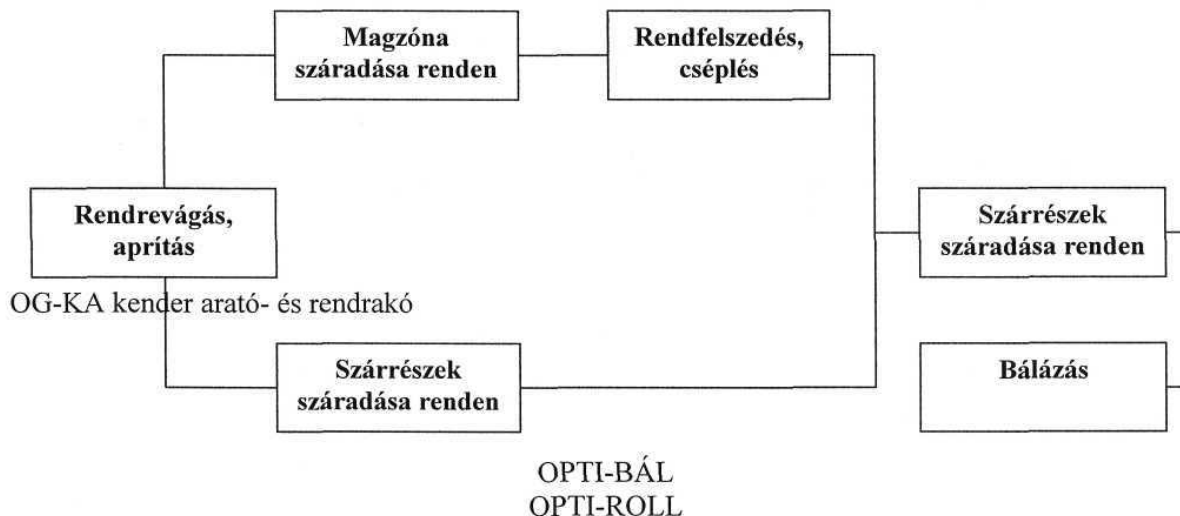
Összefoglaló

Az ipari felhasználású kender esetében a termesztés gazdaságosságának, illetve jövedelmezhetőségének biztosítására, a termőterületen megtermelt szár mennyiségének és a magtermés volumenének növelésére, és ennek minél kisebb veszteséggel történő betakarítására kell törekedni. Az ily módon a kettős hasznosítású kender betakarítására új technológiát dolgoztunk ki.

Az élelmiszer alapanyag termelésből kivont mezőgazdasági területek hasznosítására a kender termesztése jó lehetőségnek látszik. A szövőipari célra használt kender termesztéstechnológiáját a kendergyárak feldolgozási technológiája meghatározza. Az egyéb ipari célra termesztett kender termesztéstechnológiája mind az agrotechnikát, mind a műszaki háttérrel tekintve eltér a hagyományos technológiától. Az OM által támogatott (NKEP-4/0030/2002) program keretében a az IKR Rt., Bábolna, az OPTIGÉP Kft., Békés és Fleischmann Rudolf Kutató Intézet közreműködésével kidolgoztuk az ipari felhasználású kender termesztéstechnológiáját és annak műszaki háttérét.

A betakarítás nehézségét a rostos szárrészeknek a forgó alkatrészekre történő feltekeredése, a magot tartalmazó és a rostot tartalmazó szár részek külön választása jelenti. A betakarítás további nehézsége, hogy sem a szárrészek, sem a magtermés nem homogén beérésűek.

Mindezen problémák megoldása az együttműködő partnerekkel kidolgoztunk egy kétmenetes betakarítási technológiát az alábbiak szerint:



A technológia egyes munkaműveleteinek elvégzéséhez a rendelkezésre álló szántföldi gépek nem minden tekintetben alkalmasak, ezért egyes gépeket ki kellett fejleszteni, pl. rendrevágó-, aprítógép, más gépeket, pl. arató-cséplő gép jelentős mértékben át kellett alakítani, és el kellett készíteni egy funkciómodellt, a rendkezelő- és bálázógépeken csak kisebb átalakításokat kellett végezni.

A vizsgálatok során meghatároztuk a munkaműveletek végzése közben elérhető teljesítménymutatókat, a gépek munkaminőségi jellemzőit és az üzemeltetésükhöz felhasználható hajtóanyag0 mennyiségét.

A kifejlesztett *OG-KA* típusjelű gép az ipari célra termesztett kender rendrevágására, felaprítására és rendrerakására alkalmas vontatott berendezés.

A vontatott gép vázkeretét zárt szelvényből kialakított hossz- és keresztartók alkotják. A vázkeretet két fűvott gumiabroncsos kerék támasztja alá szállítási- és munkahelyzetben. A vázkeret mellső részéhez függőleges csappal kapcsolódik a kovácsolt, torroid kialakítású vonószemmel szerelt vonórúd. A vonórúd szállítási helyzetben a gép szimmetriatengelyébe behajtható, munkahelyzetben pedig hidraulikus munkahenger segítségével kifordítható.

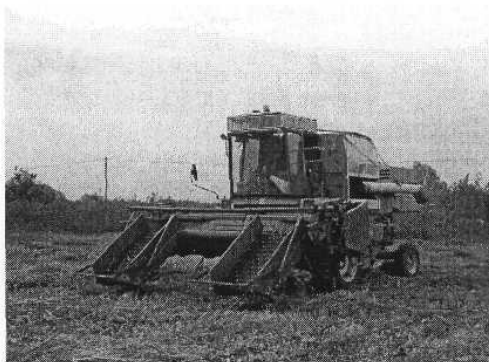
A gép vágószerkezetét két egymással szemben forgó fűrész fogazató tárcsa alkotja. A tárcsák a hajtásukat az üzemeltető traktor TLT-jéről kapják kardántengelyen és szöghajtóművön keresztül. A tárcsákra függőlegesen 2 db nagy átmérőjű hengert építettek. A hengereken elhelyezett fülesláncok viszik a levágott és a tárcsák által felaprított anyagot a gép mögé és rakják rendre.

A kendermagot tartalmazó szárrészek pedig a gép vonórúdjára elhelyezett oldalra hordó szalagra kerülnek és a szalag külön rendre rakja azokat. A szárrészek rendről történő felszedését és bálázását szögletes kis- és hengeres nagybálázóval végeztük.

A vizsgált E-514 -es arató-cséplő gép a kender rendről történő felszedésére és a mag kicséplésére átalakított magajáró gép.

Az OG-KA rendrevágó gép által kettős rendekre rakott anyagból a magot tartalmazó rendet a gép vágóasztalára kétoldalt felszerelt rendfelszedő adapter szedi fel. A rendfelszedő adapterek gumihevederes kialakításúak, hajtásukat hidromotorokról kapják. A felhordó szalagokra műanyag ujjakat szereltek a jobb munkaminőségű felszedés és anyagtovábbítás érdekében. Az adaptert a gép átalakított ferdefelhordójához csatlakoztatták. A felhordóban az eredeti láncos rédler helyett gumihevedert építettek be a kenderszár feltekeredésének megakadályozása céljából. A szalagon keresztben műanyag léceket helyeztek el az egyenletes anyagtovábbítás és anyagáram biztosítására. A hagyományos cséplődob helyett lengőujjas szerkezetet építettek be, ahol minden második ujj műanyag, illetve acél. A dob utáni anyagtovábbítást és utóverést gumilapátos dob végzi. A szem leválasztásra a dob alatti eredeti kosarat léces dobfenékkal helyettesítették. A szalmaleválasztásra szolgáló szalmarázó-ládákat kiserelték, helyettük háromszög keresztmetszetű anyagtovábbító hengerek kerültek beépítésre, hajtásukat láncos szerkezettel biztosították. A hengerek tengelyei kívül lettek csapágyazva a kenderfeltekeredés elkerülése céljából.

A kombájn többi része teljesen megegyezik az átalakítás alapjául szolgáló E-514 -es alaptípusával. A betakarítási technológiai vizsgálatot Békésen az OPTIGÉP Kft. kísérleti kendervetésének betakarításában végeztük el. A vizsgálatok eredményei a következők:



Az E-514 kender kombájn szántóföldi mérővizsgálata során mért teljesítmény mutatók

1. táblázat

Vizsgálat helye: Békés
Vizsgálat ideje: 2003.10.20.
Termény: kender

Mérés száma	Felszedési idő	Megtett út	Munkasebesség	Terület teljesítmény	Felfogott szem tömege	Szemtömeg teljesítmény	Terület egységről felszedett magm.
—	(s)	(m)	(km/h)	(ha/h)	(kg)	(kg/h)	(kg/ha)
1	683	272	1,43	0,81	7,56	39,85	48,93
2	558	272	1,75	1,00	8,04	51,87	52,04
3	618	272	1,58	0,90	8,05	46,87	52,08
4	610	272	1,61	0,91	7,78	45,91	50,36
Átlag	617	272	1,59	0,91	7,86	46,13	50,85

Az E-514 kender kombajn szántóföldi mérővizsgálata során mért energetikai mutatók

2. táblázat

Vizsgálat helye: Békés
 Vizsgálat ideje: 2003.10.20.
 Termény: kender

Mérés jele	Munka sebesség	Szemtömeg teljesítm.		Hajtóanyag felhasználás		Motortelj, igény
		(kg/s)	(kg/h)	(l/h)	(kg/h)	
—	(km/h)					
1	1,43	0,0111	39,85	11,39	9,46	35,68
2	1,75	0,0144	51,87	11,96	9,93	37,45
3	1,58	0,0130	46,87	12,43	10,32	38,93
4	1,61	0,0128	45,91	12,38	10,27	38,77
Átlag	1,59	0,0128	46,13	12,04	9,99	37,71

A vizsgált gépek az ipari termesztésű kender gépesített termesztéstechnológiájának alapgépei lehetnek. Az ipari termesztésű és kettős hasznosítású kender betakarítására mind a mag, mind a szárrészek gépi betakarítása a vizsgálatban szereplő és átalakított gépek, ül. a funkció-modellek további fejlesztőmunka eredményeként alkalmasak lehetnek.

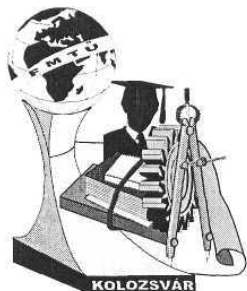
Az eddigi vizsgálati eredmények alapján a kettős hasznosítású kenderbetakarító gép sorát főként a kis szögletes és a nagy hengeres bálázó gépeket a betakarítási teljesítmény növelése céljából kell továbbfejleszteni. Ugyanez a feladat jelentkezik az arató-cséplő gépek vonatkozásában is, de ebben az esetben a magrészek betakarítási veszteségének csökkentésére is törekedni kell. További feladat a termelés agrotechnikai feltételeinek és műszaki lehetőségeinek további egymáshoz való közelítése.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Szendrő Péter, Mezőgazdasági géptan, Mezőgazda kiadó, 1993, Budapest
- [2] Dr. Kelemen Zsolt, Mezőgéptest, OG-KA rendrearató, 2004, Gödöllő
- [3] Brian Bell, Farm Machinery

Pető Vilmos

FVMMI GM Gépmínősítő Közhasznú Társaság
 Tel. 06 70 318 7678
 E-mail: petovili@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ MEZŐGAZDASÁGI ERŐGÉPEK MŰSZAKI-ÖKONÓMIAI VIZSGÁLATÁHOZ

Dr. Kovács Imre

Abstract

We targeted to investigate some characteristics of farm machines of serial production (tractors, combines) such as their usability, operation safety, profitability, technical safety level, return of investment and customers' satisfaction based on working experiences and observations. We used a questionnaire to collect data. The questionnaire contains the circumstances of monitoring, the experiences of installation and furthermore the evaluation of working performance and operation safety of the machines.

Összefoglalás

A műszaki-ökonómiai vizsgálataink feladata a mezőgazdasági üzemekben dolgozó, sorozatgyártású erőgépek alkalmazhatóságának, üzembiztosságának, gazdaságosságának, biztonságtechnikai szempontból való alkalmasságának, a gépberuházás megtérülésének, a vevők megelégedettségének, a géphasználati adatok és üzem közbeni megfigyelések és a felhasználói vélemények alapján történő megállapítása. A vizsgálat adatainak begyűjtéséhez egy adatlapot készítettünk, amely a vizsgálat körülményeinek, az üzembe-helyezési tapasztalatoknak, a gépek üzemi munkájának és a vélelmezett üzembiztosságnak az értékelését tartalmazza.

Bevezetés

A mezőgazdasági termelési feladatokat csak jól tervezett, magas színvonalon gyártott és gazdaságosan üzemeltetett gépekkel lehet ésszerűen megoldani. Ezért, fontos feladat a sorozatban gyártott gépek üzemi körülmények közötti használhatóságának ellenőrzése, vizsgálata, a jelentkező hibák elemzése és a vizsgálati eredményeknek a gyártók és a forgalmazók felé történő visszacsatolása. Ezzel elősegíthető a gyártmányfejlesztés és az üzembiztosság növelése. Fontos, hogy a géptípus használatának gazdaságossági jellemzőit és a befektetések megtérülését meghatározzuk és értékeljük a vevői megelégedettséget.

Anyag és módszer

Mindezek szellemében a műszaki-ökonómiai vizsgálataink feladata a mezőgazdasági üzemekben dolgozó, sorozatgyártású erőgépek alkalmazhatóságának, üzembiztosságának, gazdaságosságának és biztonságtechnikai szempontból való alkalmasságának, a gépberuházás megtérülésének, a vevők megelégedettségének a géphasználati adatok és üzem közbeni megfigyelések és a felhasználói vélemények alapján történő megállapítása.

A műszaki-ökonómiai vizsgálatok módszere a használati időszakra vonatkozó üzemi *adatgyűjtésen* és géptípusonként minimálisan 3 -10 db gép üzemi körülmények közötti, folyamatos *megfigyelésén* alapszik.

Az általunk alkalmazott módszer alapján sor kerül a *teljesítmény- és időadatok*, a *technológiai és műszaki hibák* felmérésére, valamint a gép *kezelhetőségével, karbantarthatóságával, szerelhetőségével, alkatrészellátásával* kapcsolatos felhasználói vélemények, a *költség és bevételi* adatok, valamint a *vevői megelégedettséget* kifejező információinak összegyűjtésére. Az adatokat az üzemi nyilvántartásból és a megfigyelések alapján szerezzük be.

A vizsgálat **három** részből áll:

- 1) Az idénykezdés előtti vizsgálat.
- 2) Az idény közbeni vizsgálat.
- 3) Az idény befejezése utáni vizsgálat.

Az **idénykezdési előtti vizsgálat** azt a célt szolgálja, hogy az üzemi információgyűjtés az idénymunka megkezdése előtt elkezdődjön. Ennek érdekében a *vizsgáló feladata*:

- Idénykezdéskor felkeresi a vizsgálatban résztvevő gazdaságokat, és egyeztet a vizsgálati programot.
- A gép üzemeltetőjével megbeszéli a vizsgálatához szükséges adatok értelmezését, az adatgyűjtés módját.
- Megvizsgálja az üzemeltetési körülményeket, annak jellemzőit külön adatlapra feljegyzi, fényképfelvételeket készít dokumentálás céljából.

Az **idény közbeni vizsgálat** során a témafelelős legalább három alkalommal 1-1 napot vizsgálattal tölt és az előzőekben megbeszélte adatokat, információkat rögzíti az üzemeltető szakembereivel.

Az **idény befejezése utáni vizsgálat** során a témafelelős és az üzemi szakemberek együtt összegezik a vizsgált gépnek a teljes idényre vonatkozó teljesítmény, munkaminőség, üzembiztosság, vevőszolgálat, vevői megelégedettség, költség és bevétel adatait.

Eredmények

A vizsgálat adatainak begyűjtéséhez egy adatlapot készítettünk, amely a következő elemeket tartalmazza[1.]:

❖ A vizsgálat körülményeinek értékelése

- a vizsgálatban résztvevő gépek száma, az értékelhető gépek száma,
- a vizsgált időszak, az üzemeltetők megoszlása (magánvállalkozó, kft. stb.),
- az üzemeltetés körülményei, a talaj és a növényzet állapota, az átlagos időjárási viszonyok.

❖ Az üzembe-helyezési tapasztalatok értékelése

- a leszállított gép komplettsége, gyári szerelési hiányosságok,
- az összeszerelésre fordított munkaóra,
- a műszaki dokumentáció megléte, munkavédelmi bizonyítvány vagy gyártói munkavédelmi minőségtanúsítás megléte,
- a kezelési és karbantartási utasítás minősége.

❖ A gépek üzemi munkájának értékelése

- az összes gépre vonatkozó és a fajlagos teljesítmény adatok a géptípus jellegének megfelelően,
- " az összes gépre vonatkozó és fajlagos időadatok,
- műszakóra,
- üzemóra,
- technológiai üzemzavar elhárítási ideje,
- műszaki hibajavításának ideje,
- fajlagos hajtóanyag-fogyasztás és motorolaj-fogyasztás,
- az előfordult technológiai üzemzavarok jellege, oka, elhárítási módja,
- az előfordult műszaki hibák gyakoriságajellege, oka, a javítás módja, típushibák elemzése,
- kezelhetőség, karbantarthatóság, szerelhetőség,
- garanciaszolgálat és alkatrészellátás helyzete,
- vevői megelégedettség megítélése,
- ergonómiai észrevételek, munkabiztonság értékelése,
- a beruházás forrásainak értékelése,
- költség adatok értékelése,
- bevétel adatok értékelése,
- megtérülés számítás.

❖ Vélelmezett üzembiztosság értékelése

Technológiai üzemzavarok és műszaki hibák időosztályba sorolása

Az egyes üzemekben felvett és az adatlapon rögzített technológiai elhárítási (T_l), illetve műszaki javítási (T_m) időből az időosztályba sorolással kell a géptípusra jellemző technológiai üzemzavar elhárítási átlagidőt (T_l') és műszaki hibajavítási idejét (T_m') meghatározni.

A vélelmezett üzembiztossági tényezők

A vélelmezett technológiai üzembiztossági tényezők:

$$K_t = \frac{n \cdot T_{\bar{u}}}{n \cdot T_{\bar{u}} + \sum T_t'}$$

n = vizsgált gépek száma [db]

$T_{\bar{u}}$ = az idényben teljesített üzemóra átlag [h]

T_t' = összes technológiai üzemzavar számított elhárítási ideje [h]

Vélelmezett műszaki üzembiztossági tényező

$$K_m = \frac{n \cdot T_{\bar{u}}}{n \cdot T_{\bar{u}} + \sum T_m'}$$

T_m' = összes számított javítási idő [h]

Vélelmezett összesített üzembiztossági tényező

$$K_{\bar{o}} = \frac{n \cdot T_{\bar{u}}}{n \cdot T_{\bar{u}} + \sum T_t' + \sum T_m'}$$

Az üzembiztossági mutatók minősítési határértékei új gépeknél a következők:

Ha:

$K_{\bar{o}} = 0,98 - 1,00$	kiváló,
$K_{\bar{o}} = 0,94 - 0,98$	jó,
$K_{\bar{o}} = 0,90 - 0,94$	megfelelő,
$K_{\bar{o}} < 0,90$	nem megfelelő.

Ezen adatlapos felmérés segítségével az elmúlt 7 évben több, mint 10féle mezőgazdasági erőgép vizsgálatát végeztük el és tettünk javaslatokat a hatékonyabb munkavégzésre az üzemeltetőknek és a gépforgalmazóknak egyaránt.

Irodalomjegyzék

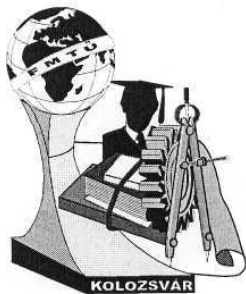
1. Dr. Peszeki Z.: A magyar mezőgazdaság technikai erőforrásainak vizsgálata a '90-es években. SZIE GÉK, PhD. doktori értekezés, Gödöllő, 2000. pp.:36-39.

Dr. Kovács Imre egyetemi adjunktus

SZIE GÉK MÜGT, Gödöllő

H-2103 Gödöllő, Páter K.u.l. Tel.:+36-28-522-044,

E-mail: kovacs.mugt.mgk@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MIKROHULLÁMMAL KEZELT TEJ MIKROBASZÁM VIZSGÁLATA

Kovácsné L. Mariann

Abstract

Demand is ever growing for foodstuffs that are free of artificial ingredients, that have safe, long-life, that contain low-level preserving treatment, but their inner values do not change significantly during storage. One of the technical solutions, meeting this demand, is the usage of microwave energy for heat treatment which is already being used to some extent for pasteurising and sterilising foodstuffs, but it has not been a prevalent practice in the processing industry yet. During my research I analysed microwave treated milk. On the basis of the coagulation and the pH-value change of the treated milk, I was looking for the treatment time which results in a temperature value close to the value achieved with the traditional pasteurisation process. Henceforward, I analysed the change of total germ-number in the samples.

Összefoglalás

Napjainkban egyre nagyobb az igény olyan élelmiszerek iránt, amelyek nem tartalmaznak mesterséges anyagokat, hosszú ideig biztonságosan eltarthatók, kezelési, tartósítási eljárást minimálisan alkalmaztak, ugyanakkor beltartalmi értékeik nem változnak meg jelentősen a tárolás során. Ennek megvalósítására kínál technikai megoldást a mikrohullámú energia hőkezelésre történő felhasználása, amelyet korlátozott mértékben már alkalmaznak az élelmiszerek pasztörözésére, sterilizálására, de nincs elterjedve a mindennapi nagyüzemi feldolgozóipar gyakorlatában.

Kutatásaim során a mikrohullámmal kezelt tejet vizsgáltam. A kezelt tejminták pH-érték változása és alvadása alapján kerestem azt a kezelési időt, amely során a minta a hagyományos pasztörözési technikához hasonló hőmérsékleti értéket ér el, majd ezután vizsgáltam meg a minták összcsíraszám-változását.

Bevezetés

A kifejt tejbe a fejtés, kezelés, gyűjtés, szállítás és átvétel során igen sok betegséget okozó (patogén) vagy egyéb baktériumféleség kerülhet, ezért nem tartható el. A nyers tej könnyen megsavanyodik, vagy más módon megromlik, ezért nyers állapotban nem is fogyasztható. A tejben található összes élő baktériumok számát összcsíraszámnak nevezzük. A mikroorganizmusok életműködésükkel csökkentik a tej minőségét, és rontják annak eltarthatóságát, ezért nemkívánatosak a tejben. A romlást okozó mikroorganizmusok számának a kívánt szintre csökkentése vagy teljes körű elpusztítása hőközléssel lehetséges. [1]

A mikroorganizmusok hőtűrése azt mutatja, hogy a romlást okozó mikroorganizmusok szaporodása csak meghatározott hőmérséklet tartományban lehetséges. Ennél magasabb hőmérsékleten a mikroorganizmusok elpusztulnak. A szaporodási hőmérséklet szerint a mikroorganizmusokat öt csoportba szokás osztani. [4]

Csoport megnevezése	Hőmérséklet (°C)		
	Minimális	optimális	maximális
Pszichrofil	-10	10-15	25
Pszichrotrof	-5	20-30	35
Mezofil	5	30-37	45
Termotrof	15	42-45	50
Termofil	30	45-55	80

A hagyományos technológiák során a tejet kb. 72 °C-ra melegítik és kb. 2 percig hűtő tartják. Az un. UHT-eljárással 140 °C-os hőmérsékleten 4-6 másodperces hűtő tartással biztosítják a tej mikrobiológiai biztonságát. Már 1969-ben kidolgozták a tej mikrohullámú pasztörözését, azonban a mai napig nem terjedt el az élelmiszeriparban. [2] Az okként megemlíthető, hogy a berendezések költségesek, és még nem áll rendelkezésre elegendő adat a mikrohullámú hőkezelési technikát illetően. A mikrohullámú hevítési móddal a pasztörözés, sterilizálás és más kezelések jobb minőségmegőrzés mellett hajthatók végre, mint a hagyományos hevítési módokkal. A minőség jobb megőrzését elsősorban a műveletek nagyobb sebessége, a rövidebb hevítési idő határozza meg. A rövidebb hevítési idő következtében a beltartalmi érték jobban megőrizhető, a tárolási paraméterek javíthatók. [3]

Anyag és módszer

Kutatómunkám jelen fázisában a tej mikrohullámú kezelésével és ezen kezelés hatására bekövetkező pH-érték csökkenés, illetve összcsíraszám változás vizsgálatával foglalkozom.

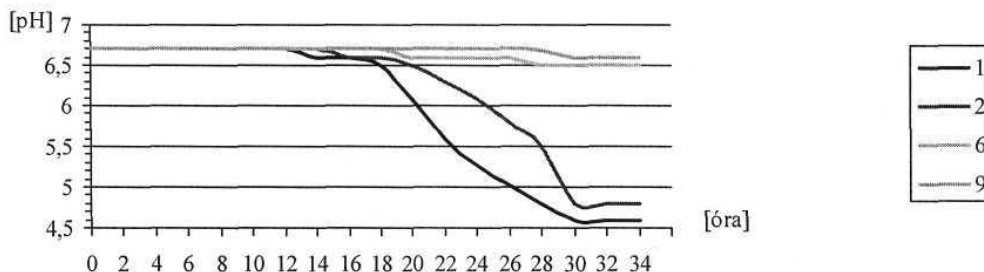
Kísérletem során frissen fejt, 2 dl mennyiségű, előhűtött (9°C) tehéntejet kezeltem Whirlpool M263 Talent típusú - a háztartásokban is használatos - mikrohullámú berendezéssel. Első lépésként a kezelt

tejet 20 ml-es kémcsövekbe töltve vizsgáltam tovább. Minden egyes mérési sorozat során 1000 W-os kimenő teljesítménnyel különböző ideig hőkezeltam a tejet. Az 1. sz. táblázatban láthatóak a minták kezelési ideje, az elért vég hőmérséklet, valamint a kezelést követő órákban történt pH-változás. A mintákat minden esetben termosztátos vízfürdővel szobahőmérsékletre hűtöttem vissza, és ezt követően háromóránként mértem a minták pH-értékét. A minták hőmérsékletét T - típusú Cu-CuNi hőelemmel, és ALMEMO mérőegységgel mértem. Ez utóbbi mérőegység egy pH-mérő szondával kiegészítve lehetővé tette a minták folyamatos pH-ellenőrzését is.

Második lépésben a tej összes mikrobaszámát határoztam meg telepszámlálással az MSZ ISO 6610:1993 számú szabvány szerint. E mérések elvégzéséhez segítséget nyújtott egy akkreditált mikrobiológiai laboratórium. E szabvány tárgya a 30 °C-on tenyésztett mikrobák telepkepző egységei (CFU: Colony Forming Unit) számának meghatározása tejben. A módszer elve: Lemezőntéseket készítettem TGE táptalajból és a vizsgálati minta előírt mennyiségéből. A többi lemezt azonos körülmények között készítettem a vizsgálati minta decimális hígításait használva. A lemezeket aerob körülmények között inkubáltam 30°C hőmérsékleten, 72 óráig. A mikrobák telepkepző egységeinek (CFU) számát határoztam meg a minta 1 ml-ére vonatkoztatva, olyan lemezeken nyert telepszámok alapján, amelyek hígításai számlálásra alkalmasak voltak.

Eredmények

A mérések azt mutatják, hogy azon mintákban, amelyeket alacsonyabb hőfokra hevítettem, a kezelést követő 18. órában megindult a tejsavas alvadás. Az inkubációs idő letelte után, a pH-értékeik egyre savasabb közeget mutattak, míg elérték a 4,7-es értéket, ami azzal magyarázható, hogy a tejsavtermelő baktériumok szaporodtak el bennük nagy számban. Ezen mintákon belül, a hőmérséklet emelkedésével, az inkubációs idő hossza nőtt, vagyis ki lehetett tolni az inkubációs idő hosszát, a baktériumok száma a nagyobb hőfoknak köszönhetően, kezdett alacsonyabb szintet elérni. A magasabb hőfokra hevített tejmintákban nem indult meg a tejsavas alvadás, a pH-értékeik a semleges közegben maradt. Ez azzal magyarázható, hogy a tejsavtermelő mikroorganizmusok számát sikerült olyan mértékben lecsökkenteni, hogy nem mutatható ki a szaporodásuk, ezért nem változott a tejnek a pH-értéke. Az 1.sz. ábrán jól látható az inkubációs idő után a hirtelen bekövetkező pH változás, illetve a magasabb hőfokon kezelt mintáknak a semleges tartományban futó görbéje.



1. ábra: A tej savanyodása az idő függvényében

A mérések során 5 mintát választottam ki, melyeken mikrobaszám vizsgálatot végeztem el a FOODMICRO Kft Akkreditált Laboratóriumával. (1. táblázat)

1. táblázat

Vizsgálati minta	Mikrobaszám/ml
Frissen fejt tej	$5,7 \cdot 10^4$
45 sec kezelést kapott minta	$1,7 \cdot 10^4$
90 sec kezelést kapott minta	$7,0 \cdot 10^1$
100 sec kezelést kapott minta	$5,0 \cdot 10^1$
105 sec kezelést kapott minta	$2,0 \cdot 10^1$

A táblázatból jól látható, hogy az alacsonyabb hőfokon kezelt tejminta mikrobaszáma még elég magas értéken maradt. Ezzel szemben a magasabb hőfokot elért mintákban már jól látható a mikroba pusztulás mértéke

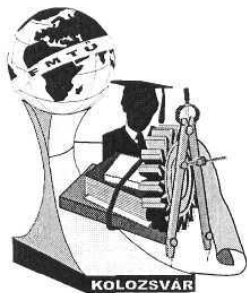
Ezen vizsgálati eredményeket, további bakteriológiai, illetve beltartalmi vizsgálattal kibővített, újabb kutatásoknak kell követniük.

Irodalomjegyzék

- Balatoni M. - Ketting F. (1981): Tejipari kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 773 p.
- Decareau R.V. (szerk.)(1985): Microwaves in the Food Processing Industry. Academic Press, Inc. 229 p.
- Sembéry P. - Kovácsné L.M. - Douba M. (1999): Élelmiszer alapanyagok nagyfrekvenciás dielektromosjellemzői. MTA AMB Kutatási Fejlesztési Tanácskozás, Gödöllő
- Várszegi T. (1997): Az élelmiszer-ipari műveletek hatása a termék minőségére. Eurofood Tempus-Phare JEP S-JEP 07631/94. Gödöllő, p. 234.

Kovácsné Lukács Mariann, tanszéki mérnök
Tel.: 28/522 046, Fax: 28/410 804,

2103 Gödöllő, SZIE GMK AEÉT, Páter K.u. 1.
e-mail: lukacs.aet@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MEGBÍZHATÓSÁGI MODELLEK AUTOMATIKUS GENERÁLÁSA GRÁFTRANSZFORMÁCIÓVAL

Domokos Péter, Majzik István, Varró Dániel

Abstract

In the paper, we introduce a transformation to derive a stochastic dependability model from an UML class diagram representing the system architecture. The UML model is extended with the dependability attributes of the components. The system level dependability attributes are computed using the model derived by the transformation.

Összefoglaló

A dolgozatban bemutatunk egy transzformációt és annak implementációját, amelynek segítségével a rendszerarchitektúrát leíró, a komponensek megbízhatósági jellemzőivel kiegészített UML osztálydiagramokból automatikusan egy időzített Petri hálót hozunk létre. A Petri háló segítségével származtathatók a rendszerszintű megbízhatósági jellemzők.

Bevezetés

Nagy megbízhatóságú rendszerek tervezése során fontos, hogy a megbízhatósági jellemzők már a tervezési folyamat során megbecsülhetők, meghatározhatóak legyenek, hiszen ennek függvénye lehet, hogy egy adott architektúra megfelel-e a rendszerrel szemben támasztott követelményeknek. Ilyen megbízhatósági jellemzők például a rendelkezésre állás (annak valószínűsége, hogy a rendszer az adott időpillanatban helyes szolgáltatást nyújt), ill. a megbízhatóság (annak valószínűsége, hogy a rendszer az adott időpillanatban helyes szolgáltatást nyújt, feltéve, hogy nem javítjuk a meghibásodásokat).

A megbízhatósági modellek segítségével a tervezési fázis során összevethetőek különböző architektúrák és megoldások, és így kiválasztható a tervező céljainak leginkább megfelelő változat. A megbízhatósági modell egy matematikai modell, amely leírja az egyes komponensek meghibásodási és javítási folyamatait, valamint a komponensek közötti hibaterjedést. A modell alapján így meghatározható, hogy a komponens hibák hatására mikor adódik rendszerszintű hibajelenség.

Célkitűzésünk a rendszer architektúra modelljéből a megbízhatósági modell előállítás. A rendszer architektúrát UML-ben írjuk le. Az UML (Unified Modeling Language) modellezési nyelv a teljes rendszerfejlesztési folyamatot támogatja: mind a követelményelemzést segítő viselkedési modellek (pl. aktivitás diagramok, állapotgépek), mind a rendszertervezést segítő strukturális modellek (pl. osztálydiagramok, objektumdiagramok), mind pedig az implementációt segítő modellek (pl. állapotgépek) leírhatóak benne.

Ezen modellek közül mi az architektúrát leíró strukturális modellekre, azon belül is az osztálydiagramokra koncentrálunk. Az osztálydiagramok általánosságban jelenítik meg a rendszerben megjelenő objektumokat és a köztük lévő lehetséges kapcsolatokat.

A mi megközelítésünk szerint mind a hardvert, mint a szoftvert UML-ben modellezzük. A tervezési folyamat korai fázisaiban tipikusan az architektúrális modellek készülnek el (mint például osztály- és objektumdiagramok), az implementációs modellek (mint például állapotgépek) csak később készülnek el. Ezen architektúrális modelleket kiegészítjük ún. címkézett értékekkel, amelyek az adott komponens megbízhatósági jellemzőit adják meg, ha azok ismertek (ilyen jellemzők pl. a hiba előfordulási valószínűsége, a hiba megjelenésének késleltetése, az állandósult hibák aránya és a javítás késleltetése).

Többféle megbízhatósági modell formalizmus használatos, ilyenek a Petri hálók, a Markov láncok és a sztochasztikus processz algebrák. Mi a Petri hálókat használjuk, amelyeknek létezik grafikus reprezentációjuk és alkalmasak konkurens rendszerek modellezésére is.

Az UML osztálydiagramokon szerepelnek a rendszert alkotó komponensek, az ezek közötti kapcsolatok, továbbá azon komponenseknél, amelyeknél ez rendelkezésre áll, a megbízhatósági paraméterek. Az osztályok közötti kapcsolatokat, mint hibaterjesztési utakat figyelembe véve, egy időzített Petri hálót állítunk elő a hibaterjedés modellezésére, amelynek segítségével a rendszer szintű megbízhatósági paraméterek származtathatóak.

Ebben a cikkben az UML osztálydiagramok időzített Petri hálókka történő transzformációjának elméleti hátterét [1], ill. egy implementációját mutatjuk be.

UML osztálydiagramok transzformációja időzített Petri hálókka

Az osztálydiagramokat két lépésben transzformáljuk Petri hálókka. A rendszerszintű megbízhatósági paraméterek kiszámítására csak az egyes komponensek jellemzőire, illetve a köztük lévő hibaterjedési útra van szükségünk. Mivel a kiindulási modellünk ennél lényegesen több információt tartalmaz, az első lépés egy *absztrakciós lépés*, amelynek során előállítunk egy *köztes modellt*, amely csak a komponensek paramétereit, ill. a köztük lévő hibaterjesztési utakat tartalmazza. Második lépésként ezt a köztes modellt transzformáljuk *időzített Petri hálóvá*.

A köztes modell a rendszer komponenseit reprezentáló *csomópontokból*, az ezekhez csatolt *megbízhatósági paraméterekből*, és a csomópontok közti hibaterjesztést leíró „*használja ...*” (U) relációkból áll. A köztes modell előállításánál során a következő leképezéseket hajtjuk végre:

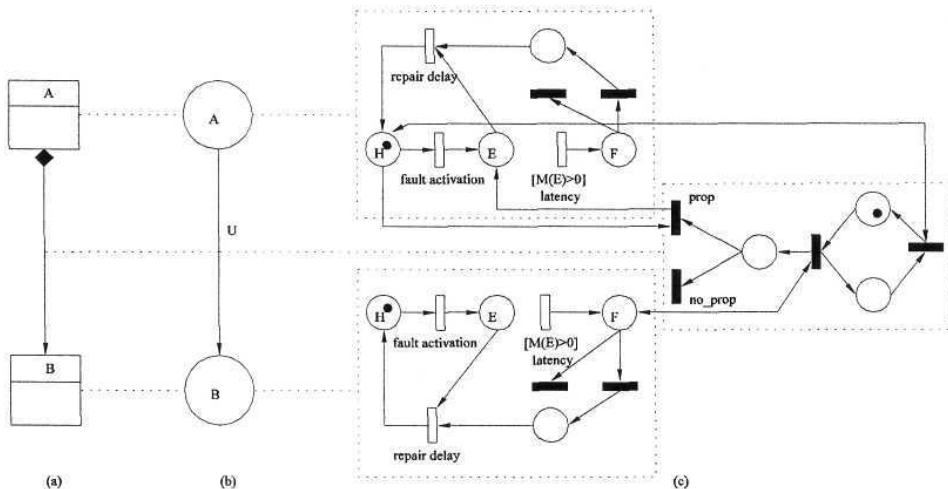
- Az *osztályokat csomópontokba* képezzük le, amely tartalmazza az osztályhoz rendelt megbízhatósági jellemzőket.
- Egy *asszociáció* két osztály között kétirányú hibaterjesztési utat definiál, ezért ezt *két U relációra* képezzük le, amelyek ellentétes irányban mutatnak a megfelelő két csomópont között.
- Egy *aggregáció* egy egyirányú hibaterjesztési utat ír le, ezért ezt egyetlen *U relációra* képezzük le.

- Az öröklés nem definiál explicit módon hibaterjesztési utat, ezért ezt nem képezzük le a köztes modellbe, a tartalmát azonban figyelembe vesszük (azaz, ha két osztály ősei között lehet egy asszociáció, akkor köztük is lehet).

A köztes modell előállítás után abból egy időzített Petri hálót állítunk elő. Ennek során minden egyes csomópontnak, és minden egyes U relációnak egy-egy alhálót feleltetünk meg, majd ezeket a megfelelő módon összekötjük. Az alhálók definíciója megtalálható az [1] irodalomban.

Az 1. (a) ábrán példaként egy egyszerű osztálydiagram látható, amely mindössze két osztályt tartalmaz, és az egyik aggregálja a másikat. Az 1. (b) ábrán látható a fentiek alapján származtatott köztes modell, míg az 1. (c) ábrán a megfelelő Petri háló. A Petri háló három alhálóból áll: egy-egy alháló felel meg az A és a B csomópontoknak, egy harmadik pedig a köztük lévő U relációnak. Az alhálók és a többi modell elemei közti megfeleltetést a pontozott vonal mutatja.

A csomópontoknak megfelelő alháló modellezi a meghibásodási és a hibajavítási folyamatot. A H helyen lévő token jelképezi a rendszer hibátlan működését, míg az E helyen lévő token a rendszer hibás állapotát jelöli. Az F helyen lévő token jelenti, hogy a rendszer hibás állapotának hatására kívülről is látható hibás szolgáltatás állt elő. Az erre a helyre a tokeneket eljuttató forrás tranzíciót egy *őrfeltétel* védi, hogy csak akkor kerülhessen ide token, ha a rendszer valóban hibás állapotban van.



1. ábra: UML osztálydiagram (a), köztes modell (b), időzített Petri háló (c)

Az alháló többi része a hibás állapotjavítását célozza, míg a harmadik alháló a két csomópont közti hibaterjesztést modellezi.

Implementáció

Mindkét transzformáció (osztálydiagramból köztes modell, ill. köztes modellből Petri háló) implementációjára a *gráftranszformációt* választottuk, mint formalizmust. A gráftranszformáció a Chomsky-féle nyelvtanok gráfmintákra történő kiterjesztésének tekinthető, amely a szabály bal oldalán található gráfminta egy illeszkedését cseréli le a szabály jobb oldalán található gráfmintára.

Az osztálydiagramból a köztes modell előállítását végző transzformáció 16 gráfranzformációs szabályból áll. Az első lépés az eredeti modellben megtalálható *implicit* információk *explicit* információkká alakítása: az öröklések kezelése. Azaz, ha a B osztály az A osztály leszármazottja, továbbá a C osztály a B leszármazottja, akkor C is leszármazottja. Hasonlóan járunk el az attribútumok és asszociációk esetén is: ha egy attribútum vagy egy asszociáció hozzátartozik az A osztályhoz, akkor azt föl vesszük a B és C osztályhoz is.

A következő lépés az osztályok példányosítása, azaz a köztes modell csomópontjainak a létrehozása. Ennél a lépésnél különös figyelmet kell fordítani azon osztályokra, amelyekből valamely asszociáció több példány létrehozását írja elő. Éppen ezért ezt a lépést két allépésre bontjuk: először példányosítjuk azokat az osztályokat, amelyekből csak egyetlen példányt kell létrehoznunk, majd azokat, amelyekből többet is. Utóbbiak esetén először létrehozunk egy példányt az adott osztályból, majd minden, hozzá tartozó asszociációnál csökkentjük a multiplicitást. Ily módon pontosan annyi példányt hozunk létre az adott osztályból, amennyire minimálisan szükségünk van.

Miután létrejöttek a köztes modell csomópontjai, a köztük lévő kapcsolatoknak megfelelő U relációkat kell létrehoznunk, és összekötnünk a csomópontokkal.

A köztes modellből a Petri hálót előállító transzformációt 5 szabály valósítja meg, azonban ezek már lényegesen komplexebb mintákra illeszkednek. A transzformáció során minden egyes csomópontnak, és minden egyes U relációnak egy alhálót feleltetünk meg, majd ezek között létrehozuk a megfelelő összeköttetéseket (éleket).

A Petri háló megoldása, azaz a rendszerszintű H ill. F helyeken a token tartózkodás valószínűségének számítása adja meg a rendelkezésre állási jellemzőket. Ha a modellben nincs javítás, akkor megbízhatósági értéket kapunk.

Összegzés

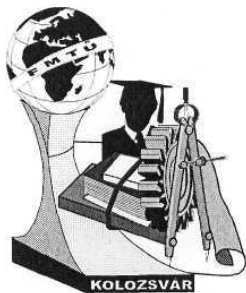
A fent leírt transzformációt a VIATRA (VIsual Automated model TRAnsformation) [2] modelltranszformációs rendszerben implementáltam és sikeresen alkalmaztam kisebb mintamodellekre.

Hivatkozások

- [1] I. Majzik, A. Pataricza, and A. Bondavalli. Stochastic dependability analysis of system architecture based on UML models. In Rogério de Lemos, Cristina Gacek, and Alexander Romanovsky, editors, *Architecting Dependable Systems*, volume LNCS-2677, pages 219-244. Springer, 2003.
- [2] Gy. Csértán, G. Huszerl, I. Majzik, Zs. Pap, A. Pataricza and D. Varró. VIATRA: Visual automated model transformations for formal verification and validation of UML models. In Proc. ASE 2002: 17th IEEE International Conference on Automated Software Engineering, Edinburgh, UK, September 23-27 2002.

Domokos Péter
doktorandusz
e-mail: pdomokos@mit.bme.hu

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
H-1521, Budapest,
Magyar tudósok körútja 2.
fax: +36 1 463 2667



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

WEB SERVICE RENDSZEREK

Gönczy László

Abstract

As use of Internet spreads dynamically in distributed applications there is a growing demand on loosely coupled systems. These integrate services running in heterogeneous environments of different providers without a knowledge of their implementation details. Web services architecture is the most current solution of this problem. However, there are a lot of open questions and uncovered aspects. Such aspects are optimization and automatic process composition. P-graphs (process graphs) developed for process synthesis provide an answer to these questions.

Összefoglaló

Az Internet széles körű elterjedésével párhuzamosan egyre nagyobb az igény olyan lazán csatolt alkalmazásokra, melyek több szervezet heterogén környezetben futó szolgáltatásait integrálja azok belső felépítésének és megvalósításának ismerete nélkül. Ennek egy megvalósítása a Web services architektúra, mely mindazonáltal jelenleg számos problémát nem fed le. Ilyen többek között az optimalizálás, illetve az összetett szolgáltatások automatikus kompozíciója. Erre egy lehetséges megoldás a folyamatszintézisre tervezett P-gráfok használata.

Bevezetés

Az Internet széles körű elterjedésével párhuzamosan egyre nagyobb az igény olyan lazán csatolt alkalmazásokra, melyek több szervezet heterogén környezetben futó szolgáltatásait integrálja azok belső felépítésének és megvalósításának ismerete nélkül. Ennek egy megvalósítása a Web services architektúra, mely mindazonáltal jelenleg számos problémát nem fed le.

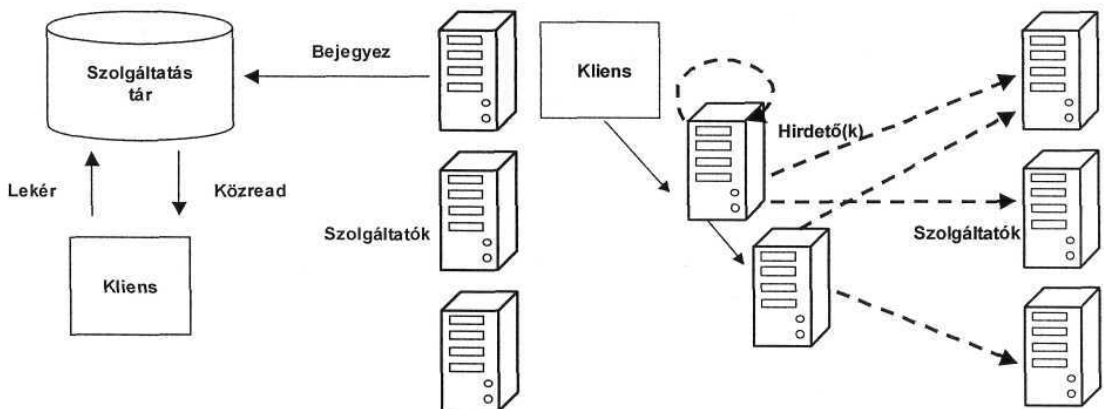
A Web services architektúra

A Szolgáltatásközpontú Architektúra (Service Oriented Architecture) paradigma lényegében a már említett lazán csatolt alkalmazások szemléletét tükrözi. Ellentétben a ma már széles körben használt objektum orientált modellezési és programozási nyelvekkel, a központban nem a rendszer objektumai és a kívülág számára elérhető metódusai, hanem a rendszer által nyújtott szolgáltatások és azok interfészei állnak, tehát magasabb szinten modellezzük az elosztott alkalmazásokat. A szolgáltatások belső működése ismeretlen, csak az interfész (mely lényegében input/output paraméterek összessége) és a szolgáltatás konkrét helyét jelölő mutató (pointer) ismert, melyek közül az utóbbi lehet akár egy webes környezetben megszokott URL is.

A Szolgáltatásközpontú Architektúra egy lehetséges megvalósítása a Web services architektúra. A *Web service* kifejezésre nincs általános definíció, egymással XML üzenetekben kommunikáló, elosztott, heterogén környezetben megvalósított, URI címükkel azonosított alkalmazásokat értünk alatta.

Szabványosnak tekinthető viszont a szolgáltatásokat leíró WSDL nyelv, ami leírja a szolgáltatás *portjait* (műveletek) és azok input/output paramétereit, tehát lényegében a szolgáltatás meghívásának *szintaktikáját*. Szintén széles körben elterjedt a SOAP (Simple Object Access Protocol), mint kommunikációs protokoll használata. A SOAP gyakorlatilag bármilyen szállító réteg (ahol ez nem feltétlenül jelent ISO szállítási réteget, lehet HTTP, JMS¹, FTP, stb.) felett működhet, elrejt az alkalmazás elől a hálózati megvalósítást, gondoskodik az *üzenetváltás* lebonyolításáról.

A szolgáltatás igénybevételéhez szükség van egyfajta katalógusra, melyben keresni tudunk kategóriák szerint. Ez a katalógus a UDDI Registry, amely egyfajta Arany Oldalak funkciót ellátva tárolja a szolgáltatások leírását (és a WSDL leírásokat). Egy másik felfogás szerint egy központi tár helyett különböző hirdetőik összesítik a szolgáltatásokat egy-egy WSIL (Web Service Inspection Language) leíróban, mely tartalmazhatja további WSIL leírók címét is, így oldva meg a *keresés* problémáját.



1. ábra Keresés a szolgáltatások közt (UDDI, WSIL)

Mint a fenti ábrán is látható, a két módszer közt az a lényeges eltérés, hogy a UDDI katalógus használatakor egyetlen központi tárból kereshetünk, míg a WSIL többszintű keresést tesz lehetővé (a hirdetőik maguk is lehetnek szolgáltatók és hirdethetnek más hirdetőket is).

Nyitott kérdések

A fent ismertetett architektúra számos kérdést megválaszolatlanul hagy. Az egyik legfontosabb nyitott probléma a szolgáltatások *szemantikájának* megadása (pontosan mit csinál az adott szolgáltatás). A szemantikus kibővítés szükséges mind összetett szolgáltatások létrehozásához (mely szolgáltatások

¹ Java Message Service, <http://java.sun.com/products/jms>

kimenetét tudják más szolgáltatások bemenetként értelmezni), mind robusztus rendszerek tervezéséhez (mely szolgáltatások helyettesíthetők másokkal).

A szemantikus leírás egyik eszköze lehet az ontológiák használata. Az ontológia szó számítástechnikai környezetben a világ leírásának egy módját jelenti, itt „adott környezetben érvényes fogalmakat” ír le. Az ontologikus leírás ez esetben különböző profilok bevezetésével kategorizálja a szolgáltatásokat, a profilokon belül a szolgáltatások egymással felcserélhetők, mindezt a DAML-S nyelvvvel írhatjuk le. A DAML-S hátránya [1], hogy gyakorlati tapasztalat nem áll rendelkezésre a módszer működőképességéről.

Az interfészűkkel adott folyamatok összekapcsolása (kompozíciója) egy összetett folyamattá újabb kérdéseket vet fel. Egyrészt az üzleti folyamat modellezés egy lehetséges megvalósítása lehet a Web service alapú rendszerfejlesztés, másrészt nagyobb feladatok struktúráját meghatározva fel lehetne azokat bontani kisebb részfeladatokra, melyek optimális megoldásait keresve az egész rendszer egy optimális megoldását kaphatnánk.

Az első kérdésre több megoldási kísérlet is létezik, a legelterjedtebbnek a BPEL4WS (Business Process Modeling Language for Web Services) mondható [2]. Ez a specifikáció egy olyan nyelvet ír le, mellyel Web szolgáltatásokból építhetünk folyamat alapú rendszert, ahol az egyes lépéseket akár külső partnerek által nyújtott Web service-ek is végrehajthatják, míg az egész folyamat maga is meghívható egy Web service-ként. Erre példa egy online jegyrendelő rendszer, ami egyrészt több légitársaság kínálatát egyesíti - ezen légitársaságokat Web service interfészen keresztül lekérdezve —, másrészt más helyfoglaló rendszerek, utazási irodák számára meghívható szolgáltatást nyújt. A második kérdésre egy lehetséges megoldás a folyamatgráfok (P-gráf) használata.

Egy lehetséges megoldás: a P-gráfok használata

A P-gráf (Processz-gráf) konstrukciót eredetileg vegyipari folyamatok szintéziséhez találták ki, de alkalmas bármilyen folyamat leírására, mely valamilyen bemenő adatokból operátorok segítségével kimenetet állít elő [3]. Ezek a bemenő adatok vegyipari rendszereknél a folyamat nyersanyagai, a kimenet az előállítandó termék, az operátorok pedig a vegyipari folyamatok alapelemei, melyek lehetséges bemenet/kimenet párokka és költséggel adottak. Ilyen lehet például egy desztilláló egység, amely A anyagot B és C anyagokra bontja. Ehhez hasonlóan a P-gráfok alkalmazhatók processzor tesztelés leírására is, ahol a processzorok hibaállapota a bemenet, a lehetséges döntések (valószínűségükkel együtt) az operátorok, és a teszteredmény a kimenet [4].

A fentiek analógiájára a P-gráfokat Web service rendszerek leírására is alkalmazhatjuk. A bemenet itt a rendszerhez intézett kérdés vagy szolgáltatáskérés, a kimenet a rendszer várt válasza, az operátorok

pedig a Web service komponensek, melyeknek adott valamilyen költsége, valamint a lehetséges bemeneteik és a rájuk adott válasz típusa. Mindennek az a mérnöki előnye van, hogy a P-gráfokon sokféle optimalizációs algoritmus értelmezhető, melyek egy része a hatékony ún. gyorsított branch-and-bound keresésre épül, mellyel akár 10,000-szeres gyorsulás érhető el. Ennél a módszernél korlátok adhatóak, melyek szűkítik a keresési teret (pl. bizonyos operátort letilthatunk, stb.) és ezzel jelentősen gyorsítják a keresést.

További feladat egy mintarendszer optimalizálása P-gráfok segítségével, valamint az S-gráfok lehetőségeinek vizsgálata. Az S-gráfokon (scheduling=ütemezés) értelmezett algoritmusok a folyamatszintézis időbeli viselkedést is figyelembe vevő kérdéseit oldják meg. Az időbeli viselkedésre vonatkozó megkötés lehet például egy részfolyamat lefutásának határideje vagy két lépés közt eltelt idő, ami a szolgáltatások esetében a kommunikációs késleltetésnek felel meg.

Összegzés

A cikkben leírtam egy dinamikusan fejlődő új technológiát, a Web service architektúrát, mely heterogén rendszerek laza összekapcsolását teszi lehetővé. Ezen technológia alacsony szintű megoldásai (szolgáltatás szintakszis, üzenettovábbítás, keresés) szabványosnak mondhatók, de számos nyitott kérdés marad megválaszolatlanul. Ezek közül a folyamatszintézis és optimalizáció problémájára javasoltam egy megoldást, a más területen már bevált a P-gráfok használatát, melynek részletes vizsgálata és tesztelése doktoranduszi munkám következő feladata.

Köszönetnyilvánítás

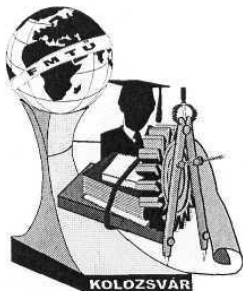
Köszönettel tartozom konzulensemnek, Dr. Bartha Tamásnak és Dr. Pataricza Andrásnak észrevételeikért, hasznos tanácsaikért, melyekkel munkámat segítették.

Hivatkozások

- [1] M. Sabou, D. Richards, S.v. Splunter, "An experience report on using DAML-S" in *Proc. of Twelfth International World Wide Web Conference Workshop on E-Services and the Semantic Web*, 2003.
- [2] Business Process Execution Language for Web Services, <http://www.bpmi.org/downloads/BPML-BPEL4WS.pdf>
- [3] Friedler, F., L. T. Fan, and B. Imreh, "Process Network Synthesis: Problem Definition", *Networks*, 28(2), 119-124
- [4] B. Polgár, „Multiprocesszoros rendszerek maximum likelihood diagnosztikája”, *Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka*, Kolozsvár, 2003.

Gönczy László, doktorandusz

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
 Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
 H-1521, Budapest, Magyar tudósok körútja 2.
 tel: +36 1 463 3579 fax: +36 1 463 2667
 e-mail: gonczy@mit.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

AZ ALKATRÉSZEK CSOPORTOSÍTÁSA "MATR_GROUP" PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL

Mezei Sándor, ifj. Mezei Sándor

Summary

Parts manufactured in small and medium series are extremely varied both as shape and technology. Their execution is only advantageous by means of group technologies on flexible manufacturing systems. With this end in view they must be grouped on the basis of their identity or resemblance of shape and technology. The "MATR_GROUP" software uses the p-Median Model in order to find the most convenient grouping.

For an M matrix with 0-1 elements, the program performs permutation of columns for each combination of the machine-tools until the sum of elements 1 is maximum in the diagonal submatrix. The number of cases is so large that their accomplishment cannot even be reduced by introducing some restrictions (number of parts and that of machine-tools belonging to a group, size of the group, etc.)

Összefoglalás

A kis- és közepes sorozatokban gyártott alkatrészek nagyon változatosak úgy mint alakra, mint technológiára. Gazdaságosan csak csoporttechnológiával gyárthatók rugalmas gyártórendszereken. Ez érdekében az alkatrészeket csoportosítani kell, alak és technológiai azonosságuk és hasonlóságuk alapján. A "MATR_GROUP" program a p-Median Model alapján a legmegfelelőbb csoportosítást végzi.

Egy adott 0-1 elemes M mátrix esetében a számítógépes program addig permutálja az alkatrészeket minden egyes gép kombinációra, míg az 1-es elemek összege az átlós részmátrixokban maximális lesz. Az esetek száma nagyon nagy és el sem képzelhető kivitelezése a számítógép segítségével nélkül. Az esetek számát csökkenteni lehet a korlátok bevezetésével (korlátozható az egy csoporthoz tartozó alkatrészek száma vagy gépek száma, a csoport mérete, stb.).

Bevezetés

A kis- és közepes sorozatokban gyártott alkatrészek esetében a csoporttechnológia az ami hatékony és gazdaságos megoldást hozhat. Az alakra és technológiára nagyon változatos darabokat először hasonlóságuk szerint csoportosítani kell, utána pedig minden csoportnak csoporttechnológiát kell írni a már ismert módszer alapján. Az alkatrészek csoportosítására több módszer ismert:

- Minkowski Distance Method
- Hamming Distance Method
- p-Median Model (Kusiak)
- ROC- Rank Order Clustering (King)
- MODROC - Modified Rank Order Clustering
- SCM - Similarity Coefficient Method (McAuley, Seiffodini)
- Jaccard coefficient Method
- PFA - Production Flow Analysis (Burbridge)
- ZODIAC - Zero-one Data : Ideal Seed Algorithm for Clustering (Chandrasekharan, Rajagopalan)
- BEA - Bond Energy Analysis (McCormick)
- Direct Clustering Analysis (Chan, Milner)
- csoportosítás halmazelmélet segítségével (Mezei)
- csoportosítás a "Group" program segítségével (Mezei), stb.

Valamelyik módszer alkalmazása az alkatrészek számától és komplexitásától függ, meg attól hogy a csoportosítást végző szakember melyiket ismeri és milyen számítógépes háttérrel rendelkezik.

A "MATR_GROUP" program

A csoportosítás újabb módszerét jelenti a **MATR_GROUP** program. Működése a p-Median Model szerint van. Egy adott megmunkáló időket tartalmazó T mátrix (1. ábra) elemeit 0-1-es elemű mátrixra alakítjuk át (2.ábra) a **Matrtrans** program segítségével.

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & t_{1j} & \cdot & t_{1p} \\ t_{21} & t_{22} & \cdot & t_{2j} & \cdot & t_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ t_{i1} & t_{i2} & \cdot & t_{ij} & \cdot & t_{ip} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ t_{m1} & t_{m2} & \cdot & t_{mj} & \cdot & t_{mp} \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

1. Ábra Megmunkálási idők mátrixa

2. Ábra (0-1) elemek mátrixa

A **MATR_GROUP** program arra törekszik, hogy az 1-es elemeket a mátrix átlója mentére csoportosítsa (3. ábra).

Ennek érdekében a p alkatrészeket permutálja az m gépek/műveleteket pedig úgy kombinálja, hogy a műveletek sorrendje ne változzon meg. Az összes lehetséges esetek közül kiválassza azt az átrendezést melyben az átlós részmátrixban az 1-es elemek száma maximális, a következő képlettel:

$$N_1^{\text{in}} = \sum_{i=1}^{i=k_1} \sum_{j=1}^{j=k_1} a_{ij} + \sum_{i=k_1}^{i=k_2} \sum_{j=k_1}^{j=k_2} a_{ij} + \dots + \sum_{i=k_{g-1}}^{i=m} \sum_{j=k_{g-1}}^{j=p} a_{ij} \rightarrow \text{MAX} \quad (1)$$

ahol: - N_1^{in} - az 1-es elemek száma az átlós részmátrixban

- a_{ij} - az M mátrix egyik eleme
- i - a sorok száma
- j - az oszlopok száma
- m - a gépek/műveletek száma
- p - az alkatrészek száma
- g - a csoportok száma
- l_1, l_2, \dots, l_{g-1} - az oszlopok csoportra bontásának határai
- k_1, k_2, \dots, k_{g-1} - a sorok csoportra bontásának határai

$$M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & | & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & | & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & | & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & | & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & | & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & | & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

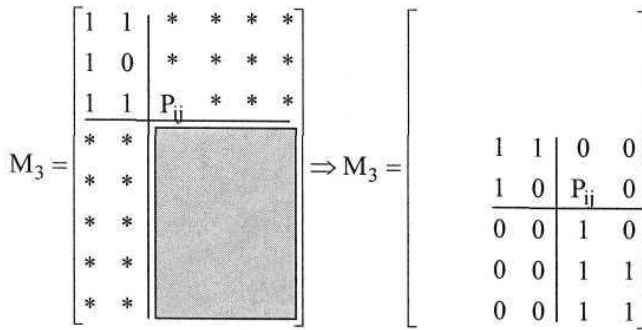
3. Ábra Átrendezett 6x6-os mátrix

$$M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & | & 0 & 0 & | & 0 & 0 \\ 0 & 1 & | & 0 & 0 & | & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & | & 1 & 1 & | & 0 & 0 \\ 0 & 0 & | & 1 & 1 & | & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & | & 0 & 0 & | & 0 & 1 \\ 0 & 0 & | & 0 & 0 & | & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

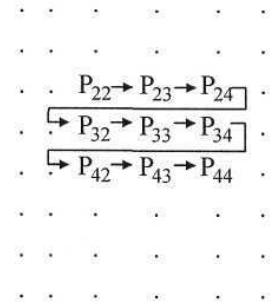
$\begin{matrix} \textcircled{l_1} & \textcircled{l_2} \\ \textcircled{k_1} \\ \textcircled{k_2} \end{matrix}$

4. Ábra Három csoportra bontott 6x6-os mátrix

A **MATR_GROUP** program nagyobb mátrixok esetében miután megkapta az első csoportosítást, a maradék részhalmazra újra alkalmazza a csoportosítási eljárást más csoportokat keresve (5.ábra).



5.Ábra A mátrix csoportosítása



6. Ábra Pontok változtatása

A program algoritmus a P_{ij} pont kiválasztásán működik (5. ábra), mely négy részmátrixra osztja az adott mátrixot és utána összeadja a nemnulla elemeket az átlós részmátrixban.

Ennek a pontnak az első helye ott van ahol legalább két alkatrész van és legalább két gép (2x2) és legvégén ott fejeződik be, ahol megmarad még legalább két alkatrész és két gép $((m-2) \times (p-2))$ azért, mert egy alkatrész vagy egy gép csoportosításának nincs értelme.

A megnevezett két pozíciót változtatni lehet a korlátok bevezetésével. A pont vízszintesen növekedik, azután pedig függőlegesen a két határérték között (6. ábra).

A program minden esetben kiszámítjuk a mátrix 1-es elemeinek számát az átlós részmátrixokban és a legnagyobb értéknek megfelelő eredményt kinyomtatja. Ha a maradék részmátrix nagy és kap újabb megoldásokat, akkor az adott esetben nem két csoport, hanem több csoport is kialakulhat.

Korlátok nélkül egy adott mátrix csoportosítását a program nagyon sok esetben vizsgálja, ezeknek a számát a következő képlet adja :

$$N = p!(p-3) \sum_{k=2}^{m-2} C_m^k \quad (2)$$

Az esetek számát csökkenthetjük korlátok bevezetésével :

$$|l_j - l_{j-1}| \leq N_p \quad j = 1, 2, \dots, g \quad (3)$$

$$|k_i - k_{i-1}| \leq N_m \quad i = 1, 2, \dots, g \quad (4)$$

$$|l_j - l_{j-1}| |k_i - k_{i-1}| \leq N_g \quad i = 1, 2, \dots, g \text{ és } j = 1, 2, \dots, g \quad (5)$$

Bármelyik korlát rövidíti a program munkaidejét, mert a lehetséges eseteknek csak egy részét számolja ki, mert a P_{ij} pont nem kell minden helyzetet elfoglaljon, csakis azokat a helyzeteket, melyeket a korlát értékek megengednek.

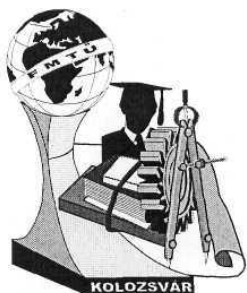
7. Ábra A "MATR_GROUP program vázlata

Irodalom

1. Gupta T., Seifoddini H. : Production data based similarity coefficient for machine-component grouping decisions in the design of a cellular manufacturing system, Int. J. Prod. Res., 1990, Vol. 28, no. 7, p. 1247-1269.
2. Kusiak A. : The generalized group technology concept, Int. J. Prod. Res. 1987, Vol. 25, no. 4, p. 561-569.

Mezei Sándor, doktorandus

Traian Vuia Iskolaközpont, Marosvásárhely Dózsa Gy. utca 102 szám
0040-265-214511, smezei@fx.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

SPIROID HAJTÁSOK GEOMETRIAI MÉRETEZÉSE ÉS VÉGESELEMES ANALÍZISE

Dr. Bányai Károly, Felhő Csaba, Prof.Dr.Dr.h.c. Dudás Illés

Abstract

The spiroid drivings (conical pinion connected with plate gear by non-crossing axis) plays more and more significant role in driving technics due to its advantageous properties (big transmission ratio, good efficiency, low space for installation, high performance to take over, etc). The worthy usage is hindered by its troubles during manufacturing, which are caused by the complicated contact conditions and the technology used for manufacturing. The patenter and manufacturer factory (Illinois Tool Works, USA) protects all of this informations by hidden patents, but they announces a method for design calculations based on practical values which are widely used in industry but not suitable for all ranges. We would like to deal with this trouble in this presentation and show a possible solution for it.

Összefoglaló

A spiroid hajtások (kúpos csiga kapcsolódása tányérkerékkel, kitérő tengelyekkel) egyre nagyobb szerepet kapnak a hajtástechnikában előnyös tulajdonságaik miatt (nagy áttételi tartomány, jó hatásfok, kis helyszükséglet nagy átvihető teljesítmény mellett, stb.). Előnyeikhez méltó elterjedését méretezési és gyártási nehézségei gátolják, amelyek a bonyolult kapcsolódási viszonyokból és a gyártástechnológiából adódnak [1]. A szabadalmaztató és gyártó (Illinois Tool Works) mindezeket titkos szabadalmakkal védi, de a méretezésre egységes - az ipari gyakorlatban elterjedt, de nem minden tartományban használható, tapasztalati értékeken alapuló - méretezési módszert közöl. Ebben az előadásunkban a problémát szeretnénk feltárni és megoldást közölni.

1. GEOMETRIAI MÉRETEZÉS

Az 1. ábrán a hajtópár geometriai méretezéséhez szükséges legfőbb paraméterek szerepelnek.

Spiroid hajtás alapvető geometriai méretei

```

graph TD
    Start([Start]) --> Tengely[Tengelytáv: C  
Áttételi viszony:  $m_s$   
Csigakerék fogszáma (diagramból):  $N_2$ ]
    Tengely --> Csigaszam[Csiga fogszáma:  $N_1$   
Pontos áttételi viszony meghatározása]
    Csigaszam --> Csiga[Csiga közpőtgének megválasztása:  $r: (5 \cdot 10^4)$   
"szigma" szög megválasztása:  $\sigma_s$   
Kerék és csiga osztókör átmérő hányadosa (diagramból):  $R_2/R_1$ ]
    Csiga --> Param[ $\Phi_s$  főpont-koordináta  
Csiga osztókör sugár:  $R_1$   
Csigakerék osztókör sugár:  $R_2$   
Kőpos menetemelkedés: L  
Főpont x koordináta:  $X_s$   
Csiga "0"-síkbeli sugara:  $r_s$   
Főpont y koordináta:  $Y_s$   
Főpont z koordináta:  $Z_s$   
Határ kapcsolószög:  $\Psi_{s1}$ ]
    Param --> Hatar[Hátrahajtás oldali (határ) kapcsolószög (táblázatból):  $\Psi_{s1}$ ]
    Hatar --> D1{ha  $\Psi_{s1} \leq 35^\circ$   
 $\rightarrow$  új  $R_2/R_1$   
választás}
    D1 --> Kapcsol[Kapcsolószög választás (táblázatból):  $\Psi_1, \Psi_2$ ]
    Kapcsol --> Muokod[Működő fogmagasság: Dw  
Középső fejkörátmérő:  $D_{p0}$   
Középsík x-irányú távolsága (kezdeti): X  
Középsíkbeli labkörűsugár: r  
Középsík z-irányú távolsága (kezdeti): Z  
K' kiszámítása  
K" kiszámítása]
    Muokod --> D2{ $k'' = k' \pm 0,005$ }
    D2 --> Z2[ $Z_2 = \sqrt{k''^2 - (C - Z)^2}$ ]
    Z2 --> Acsiga[A csigatengely és a belső foglél távolsága: y  
Csiga közepes sugara:  $r_m$   
Csiga közepes emelkedési szöge:  $\lambda_m$   
ha  $\lambda_m < 15^\circ$   $\Psi_s = 10^\circ$ , különben  $\Psi_s = 15^\circ$ ]
    Acsiga --> D3{Megegyezik-e a  
korábban választott  
 $\Psi_1$ -el?}
    D3 -- n --> Kapcsol
    D3 -- i --> Szalag[Csiga külső átmérője:  $D_{0p}$   
Kerék külső átmérője:  $D_{0s}$   
Csiga hossza: F  
Kerék tengely és csiga éltávolsága  
Csigatengely átmérője kis és nagy oldalon  
Normál metzeti működő fogmagasság:  $D_N$   
Labhézag: CLR  
Szalag szélességek, fej- és fenékszalag]
    Szalag --> VEGE([VEGE])
  
```

A geometriai méretezés folyamatábrája

2. SZÁMÍTÓGÉPES PROGRAM

Az általunk készített geometriai méretezést végző szoftver („Spiroid geom”) be- és kimenő adatait mutatja a 3. és 4. ábra.

3. ábra

A program bemenő adatai

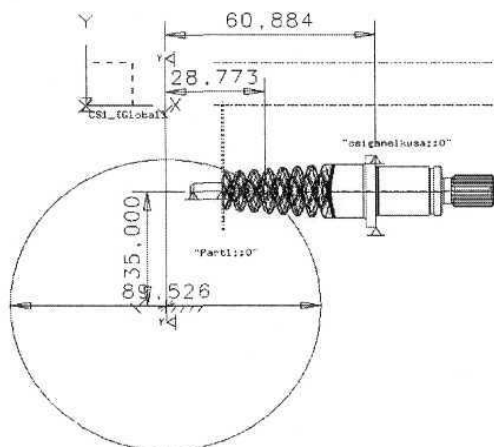
4. ábra

A kiszámított értékek

3. FUTTATÁSI EREDMÉNYEK

A „Spiroid geom” program bemenő adatait a [2] irodalomban található táblázatból határoztuk meg, az átvitendő teljesítmény és az áttétel függvényében.

Bemenő adatok:	Kapott eredmények (Geometriai méretek)
Csiga bevezetésének száma (Np).....: 2	Axiális menetemelkedés.....: 1.329342
Csiga és a kerék tengelytávja (C)/mm/.....: 35.0	A radiális menetemelkedés.....: 0.116302
Csiga "szigma" szöge (σ)...../fok/.....: 40.0	Tengelyir. menetem. nagysága./mm/....: 4.192203
Kapcsolószög kis oldalon (ψ_1).../fok/.....: 10.0	Csiga osztókör sugara (R _p).....: 6.402545
Kapcsolószög nagy oldalon (ψ_2)./fok/.....: 30.00	Kúpos menetemelkedés.....: 8.451204
Csiga félkúpszöge (τ)...../fok/.....: 5.0	A főpont x-koordinátája (x _p).....: 28.808337
Csiga osztóköri átmérő hányadosa (R _G /R _p)....: 7.0	A főpont y-koordinátája (y _p).....: 6.367648
A torokhenger sugara/mm/.....: 0.0	A főpont z-koordinátája (z _p).....: 0.667561
Menetemelkedés nagysága/mm/.....: 8.3525	A csiga "0"-síkbeli sugara (r ₀).....: 3.882142
Az áttétel nagysága (m _G).....: 30.000000	A csiga működő fogmagassága (D _w)....: 3.479392
	A csiga közép. x-irányú távolsága (x): 17.812690
	A csiga közép. z-irányú távolsága (z): 0.832990
	A csiga középsík lábkör átmérője (d): 10.143372
	A csiga ten. táv. a fog bel. élsíkj.... (y): 5.002812
	A csiga közepes átm. (d _m).....: 9.780796
	A csiga közepes em. szöge (λ_m).....: 0.269379
	A csiga külső átmérője (D _{op}).....: 17.444372
	A csiga hossza (F _p).....: 25.578000
	A csiga éltáv. a kerék teng.-től.....: 41.730500
	A csigatengely átmérő nagy oldalon.: 11.025908
	A csigatengely átmérő kis oldalon.....: 7.383666
	A csiga normál működő fogmag. (D _N): 3.466153
	A csiga lábhézagja (CLR).....: 0.297792



5. ábra

A program által számított csiga vázlata

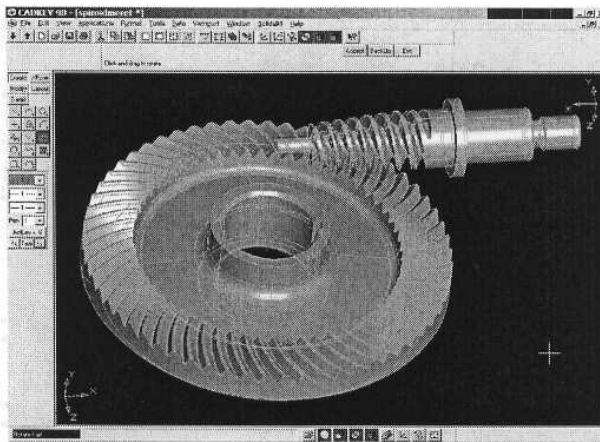
4. A HAJTÁS 3D MODELLJÉNEK ELŐÁLLÍTÁSA

A csiga és csigakerék fogfelületének illetve adott φ elforgatási szöghöz tartozó érintkezési vonalainak meghatározására egy, az [1] irodalomban ismertetett kinematikai módszerre alapozott számítási program került kidolgozásra. A program adott geometriájú csiga esetén számítja az elméleti érintkezési vonalakat, melyre illesztett burkolófelület a csigakerékhez kötött vonatkoztatási rendszerben megadja a csigakerék fogfelületét, így lehetővé teszi a hajtópár geometriai modelljének generálását a végeselemes programrendszer számára. Ezen túlmenően meghatározza az érintkezési vonal pontjaiban a felületi normális irányát, amely a fogfelületre merőleges terhelés megadásához szükséges.

Ezek alapján lehetséges a hajtópár geometriai modelljének előállítása CAD rendszerben. Erre a célra mi a CADKEY programot használtuk a következő módszert alkalmazva

Az előzőekben ismertetett programmal meghatároztuk egy fog koordinátáit a keréken. Ezt úgy kell elképzelni, nagyon leegyszerűsítve, mintha egy fog egy negyed hengeres gyűrű lenne. Ennek van 8 pontja, amit egyenesek és körívdarabok kötnek össze. Ezt alkalmaztuk mi is 16 db ponttal csak itt ezeket szplájnokkal kötöttük össze. Ezek ismeretében már csak sokszorozni kellett körbe a fogszámnak megfelelően a fogak nélküli keréken. A csigát is drótvázból építettük fel. A fejszalagot és a lábszalagot térbeli szplájnokkal modelleztük, amikből később test lett. A fejszalag és a lábszalag szplájnait fordulatonként 4 pontból határoztuk meg a geometriai adatokból. A modell pontosságát nagyban befolyásolja a koordináták száma.

Az így kapott 3D modell látható a következő ábrán:



6. ábra

Spiroid hajtás 3D-s geometriai modellje

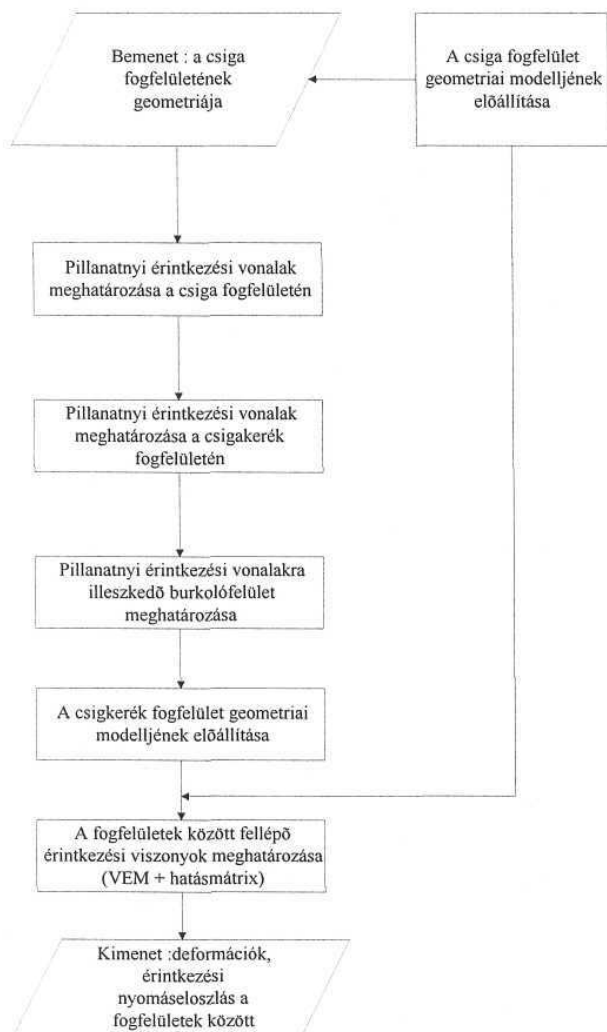
5. VÉGESELEMES ANALÍZIS

A cél az, hogy szimulálva a kapcsolódás közben ébredő terheléseket (befogás és egyéb erők) kimutassuk a károsodás, deformáció helyét és mértékét, valamint tájékozódjunk a feszültségek nagyságáról.

A végeselemes vizsgálatokat az MSC.Marc programmal végezzük. Ez a rendszer képes arra, hogy a kontakviszonyokat speciális kontaktelemek használata nélkül, térfogatelemek kapcsolódásának vizsgálatával oldja meg. Ez nagyban megkönnyíti az ilyen típusú elemzések elvégzését.

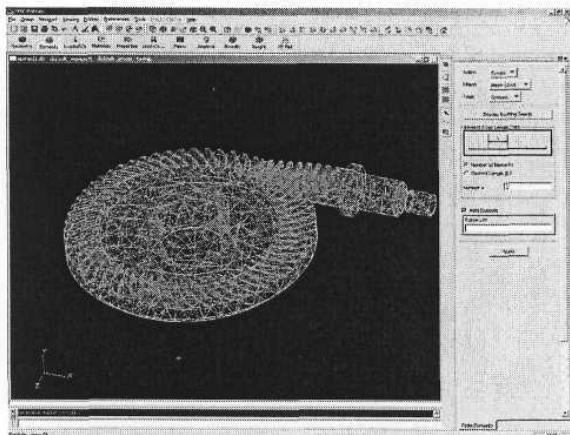
A végeselem-háló MSC.PATRAN rendszerben készült, automatikus hálógenerálással, 4 csomópontos tetraéder elemekből, a kapcsolódásban lévő fogpárok felületein megfelelő sűrítéssel. A csiga végeselem-modellje 64100 elemet és 15600 csomópontot tartalmaz.

A csigakerék végeselemes modellje a teljes kerék helyett csak 5 fogat vizsgál, mivel a legördülés során 3-5 fogpár van egyidejűleg kapcsolatban, a többi a kapcsolódáson kívül esik, merevítő hatásuk kicsi, és a teljes kerék modellje olyan nagy csomópontszámot eredményezne, amelyet az alkalmazott végeselemes szoftver már nem tud kezelni. Így a kerék végeselem-modellje 36000 elemet és 8700 csomópontot tartalmaz. Peremfeltételként, a csigakerék nem modellezett részéhez kapcsolódó csomópontokban, merev rögzítés került megadásra. A terhelés a kerék esetében is az érintkezési vonalakhoz lehető legközelebb eső csomópontokban, koncentrált erőként lett modellezve. A számítást acél csiga és bronz csigakerék esetére végeztük el.



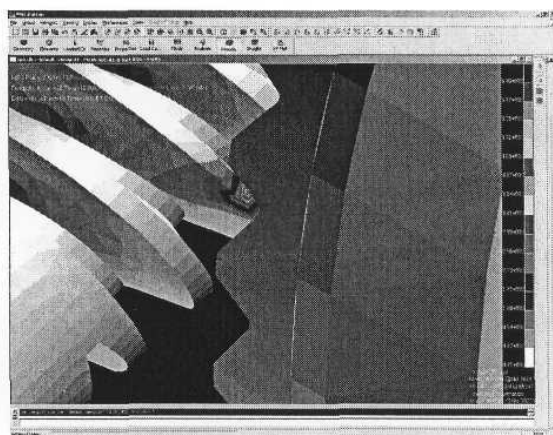
7. ábra

Végeselemes módszer (VEM) folyamatábrája [1]



8. ábra

A végeselemes térháló



9. ábra

Egyenértékű feszültségeloszlás a csiga fogfelületén

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Elemzéseink alapján megállapíthatjuk, hogy a tervezés alapjaként felvett főpont helyzete nagyon jó közelítéssel egybeesik az általunk korábbi kutatásaink során megállapított optimális koronglehúzási hellyel, mellyel a spiroid hajtás csigáját köszörüljük [1].

Különböző φ mozgásparaméterekhez tartozó kapcsolódási helyzeteket végeselemes analízissel vizsgálva megállapítható, hogy a pillanatnyi érintkezési vonalsereg által meghatározott kapcsolódási mező szélein található az érintkezési feszültségek maximális értéke, mely kb. 1,5 -szer nagyobb az átlagos érintkezési feszültségnél.

Az érintkezési feszültségek értékelése módosíthatja a geometriai méretezés kiindulási adatait is.

Ez a dolgozat a T038288 számú OTKA pályázat támogatásával készült (Témavezető: Dr. Dudás Illés) az MTA-ME Gépgyártástechnológiai Kutatócsoport keretében.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DUDÁS, I.: **Theory and Practice of Worm Gear Drives**, Penton Press, London, p 332
- [2] DUDLEY, D. W.: **Gear Handbook. The Design, Manufacture, and Application of Gears**, McGraw-Hill Book Company, New York, 1962
- [3] BÁNYAI, K., DUDÁS, I.: **Geometrical Development Of Spiroid Drivings**, microCAD 2003
- [4] Hegyháti J.: **Untersuchungen zur Anwendung von Spiroidgetrieben**, Diss.A.TU.Dresden, 1988. p.121.
- [5] LITVIN, F. L.: **Development of Gear Technology and Theory of Gearing**, National Aeronautics and Space Administration, Lewis Research Center, 1997, p.: 113

Dr. Bányai Károly tanszéki mérnök

Prof.Dr.Dr.h.c. Dudás Illés tanszékvezető, egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora

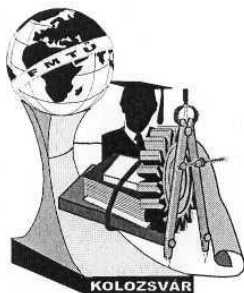
Felhő Csaba tanszéki mérnök

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék

3515. Miskolc, Egyetemváros, Magyarország

Tel: +36-46-565-160; Fax.: +36-46-364-941

E-mail: _ggvtfcs@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

SZUPRAVEZETŐ MINTÁK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS EZEN ANYAGOK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Kósa János

Abstract

Three teachers at the Faculty of Mechanical Engineering and Automation of Kecskemét College have produced samples of high temperature superconductors. The composition of their matériái is $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. The purpose of research is to examine the manufacturing parameters and electric applications of superconductors.

Superconductors have special qualities. They can be charectised by zero resistance, ideál diamagnetism and fixing of flux. Nowadays engineers use superconductors in industrial practice.

Összefoglaló

A Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Karának 3 tanára magas hőmérsékletű szupravezető mintákat készített. Az anyag összetétele $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. Kutatás célja a szupravezetők gyártási paramétereinek és villamos alkalmazási lehetőségeinek, vizsgálata.

A szupravezető anyagok speciális elektromos és mágneses tulajdonságokkal rendelkeznek, de csak abban az esetben, ha bizonyos feltételek teljesülnek. Napjainkban történő ipari jellegű alkalmazáskor a következő fizikai tényeket hasznosítják: ellenállásmentes vezetés (egyenáramok esetén), erős diamágneses tulajdonság, valamint a fluxusrögzítés ténye.

Bevezetés

A Nemzetközi Szupravezetőipar 7. Csúcstalálkozóján 1998 - ban fogalmazódott meg a következő kijelentés:

„Superconductivity coming to market. - A szupravezetés közeledik a piachoz.”

A szupravezetők alkalmazásának kutatása eljutott arra a szintre, hogy iparilag gazdaságosan kivitelezhető berendezéseket gyártsanak és üzemeltessenek.

Felismerve a lehetőségeket, még intenzívebb kutatómunkákat végeznek.

Az alkalmazási lehetőségek kutatásához az Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék, valamint a Mechanikai Technológiai Tanszék közös munkájával sikerült szupravezető mintákat előállítani. Az anyagjellemző fázisösszetétele: $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$.

A Főiskolán lebegtető hatásával lett kimutatva a szupravezető jelenléte. A szilárd fázissal előállított minták közül az egyik a tömegének 1,5-szeresét is képes volt lebegtetni. Az elkészített 6 darab pasztilla különböző nyomásokon készült el egy speciálisan az erre a célra tervezett lebegő matricás sajtoló szerszámmal. A kritikus hőmérséklet mérése Budapesten a BME SuperTech Laboratóriumában történt induktivitás méréssel.

A tervezést és a gyártást végezte:

Kosa János főisk. adj. doktorandusz Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék.

Dr. Végvári Ferenc főisk. tanár Mechanikai Technológiai Tanszék

Dr. Bernáth Mihály főisk. adj. Mechanikai Technológiai Tanszék

1. Rövid történeti áttekintés

A szupravezető kutatás **1911-ig** nyúlik vissza. **Kamerlingh Onnes** holland fizikus vette észre, hogy a Hg ellenállása 4,2K hőmérsékleten ugrásszerűen egy nem mérhető értékre csökken. Ekkor még csak ezt az egy tulajdonságát ismerték fel. 1933-ban Meissner és Ochsenfeld új ismerettel gazdagította a fizikát, ugyanis igazolták a mágneses erővonalak kiszorulását a szupravezetőből. Ettől a pillanattól kezdve már két lehetőség kínálkozott az alkalmazásokra. 1986 szintén fordulóponthoz vezetett, hiszen az eddig legmagasabb T_c (kritikus hőmérséklet) maximuma kb. 20 K volt. Ezek az AHS (alacsony hőmérsékletű) szupravezetők.

1986-ban George Bednorz és Alex Müller előállították elő az első kerámia alapú szupravezetőt, melynek a T_c hőmérséklete az eddigiekénél már lényegesen magasabb volt. Ezek az úgynevezett MHS anyagok (magas hőmérsékletű szupravezetők). Ez nagy áttörést jelentett, mivel megnyílt a lehetőség az intenzívebb szupravezető kutatásoknak. 1986-ban már a 4. Nobel-díjat ítéltek oda e szakmai területen.

Jelenleg a kutatások két irányban folynak. Elsősorban magasabb T_c hőmérsékletű, nagyobb kritikus mágneses térerővel és nagyobb kritikus árammal rendelkező szupravezetők előállítása a cél, másodszorban pedig új gépek, berendezések, energiatárolók megvalósítása, melyek a jelenlegi alkalmazásoknál gazdaságosabban üzemeltethetők.

2. Hazai kutatási eredmények

Az erősáramú szupravezető alkalmazás magyarországi központja „**SuperTech**”, mely a MEE elnökségi bizottságaként, konzorciumi keretben működik. A „SuperTech” hazai tagintézményei a BME Villamos Energetika Tanszéken működő kutatócsoport, a Metalltech Kft., valamint az ELTE TTK

Általános Fizika Tanszéken működő kutatócsoport és ehhez még csatlakoznak hazai és külföldi partnerintézmények.

Együttműködés keretében **Dr. Vajda István** egyetemi docens MTA doktora főiskolánk meghívott oktatója heti két órában tartja a „Szupravezetők alkalmazása” című fakultatív tantárgyat, melyen hallgatóink szép számmal vesznek részt. Diákjaink lehetőséget kapnak Budapesten bemutató mérés keretében a szupravezetős alkalmazások megtekintésére.

A hazai „SuperTech” fejlesztésének eredményeképpen a következő MHS modellek valósultak meg:

- lebegtetett csapágy villamos forgógépekhez
- lebegtetett jármű
- mágneses tengelykapcsoló
- zárlati áramkorlátozó
- lendkerék lebegtetéssel

Ki kell emelni a 12 kVA teljesítményű 0,4 kV feszültségű háromfázisú szinkron gépcsoport védelmére kifejlesztett **MHS ZÁK** (zárlati áramkorlátozó) modellt. A lebegtetett járművet és az előbb említett MHS ZÁK modellt hallgatóink itt a főiskolánkon egy előadássorozat keretében működésközben meg is tekinthették.

3. Néhány külföldi alkalmazás:

SMES

Ipari méreteket említve érdemes megjegyezni a Graz mellett létesített 3MJ-os mágneses energiatárolót (SMES=Superconducting Magnetic Energy Storage).

Ezt a berendezést az American Superconductor Inc. fejlesztette és konténerben szállítva helyezték üzembe, telepítve egy gyár mellé. A gyárnak igénye volt minőségi villamos energia ellátásra. Ezeket az energiatárolókat ott célszerű alkalmazni, ahol nem engedhető meg például egy 100 ms — os feszültségcsökkenés sem.

Zárlati áramkorlátozó (MHS ZÁK)

A villamos energiarendszerek fejlődése a zárlati teljesítmények növekedésével jár együtt. Többek között mind a dinamikus, mind a termikus igénybevételek növekednek, valamint a zárlati áram meghaladhatja a megszakítók névleges teljesítményét. A zárlati áramok növekedése megköveteli a berendezések és készülékek nagyobb kivitelezését.

A világon már léteznek 1,2 MVA névleges teljesítményű zárlati áramkorlátozók. Például a General Atomics 12,5 kV-os 1200 A-es névleges értékű szupravezetős zárlati áramkorlátozót helyezett üzembe vizsgálat céljából a norwalki Southern California Edison cég alállomásán.

Japánban a Toshiba és a TEPCO cég készít rezisztív ZÁK-ot.

Lendkerekes szupravezetős energiatárolók

Japánban megvalósítottak egy közép méretű lendkerekes energiatárolót, amely 10 kWh-t képes tárolni, miközben 334 kg-os forgórésze 17200 -at forog percenként.

USA-ban a Boeing cég már korábban elkészített egy 2 kWh-s szupravezetés csapágyazású lendkerekes energiatárolót. Teljesítménye 3 kW volt.

Szupravezetős szinkrongépek

Említésre méltó, hogy Japánban 1999-ben elkészült egy 70 MW-os generátor, melynek tekercseléséhez NbTi huzalt használtak.

Szupravezetős egyenáramú gépek

Jelenleg az egyenáramú gépek területén jelentős kutatást csak az Egyesült Államok Haditengerészete folytat.

A haditechnikai alkalmazás azért célszerű, mert közvetlen hajtás valósítható meg, tehát nincs áttétel, csendesen járnak, különösen akkor, ha a csapágyazás is szupravezetős.

4. Tervek, tervezés a GAMF Karon

A különböző geometriával és különböző érintkezési megoldásokkal legyártandó minták lehetőségét kínálnak majd az alkalmazáshoz szükséges villamos és mágneses mérések elvégzésére.

Természetesen a gyártási kísérletsorozatot oly módon terveztük, hogy lehetőség nyíljon a gyártási és technológiai folyamatok vizsgálatára is, mellyel komplexebb kutatómunkát végezhetünk.

Kiindulási anyagnak a következőket szereztük be:

Y_2O_3	50g	99,99%	tisztaságú
$Ba(OH)_2$	500g	98%	tisztaságú
CuO	100g	99%	tisztaságú

Ez a mennyiség kb. 28 db 10 grammos szupravezető mintadarabdarab elkészítésére elegendő.

Reakcióegyenlet (rendezve):

$Y_2O_3 + 4 Ba(OH)_2 \cdot 8 H_2O + 6 CuO = 2 YBa_2Cu_3O_y + \text{valamennyi } H_2O$ de ezt itt nem kell figyelembe venni, mert elpárolog.



$225,809g Y_2O_3 + 4 \cdot 315,48g Ba(OH)_2 + 6 \cdot 79,5454g CuO = 2 \cdot 666,1997g YBa_2Cu_3O_y$ (7 oxigén atommal számolva.)

A felhasználható kiindulási alapanyag mennyisége adott volt. Ezt kellett optimálisan felhasználnunk.

Például egy 10 grammos minta elkészítéséhez a következő anyagmennyiségek szükségesek:

$$X = (10/1332,3993) \cdot 225,809 = 1,6947 \text{ g } Y_2O_3 \text{ g}$$

$$Y = (10/1332,3993) \cdot 1261,92 = 9,4710 \text{ g } Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O \text{ g}$$

$$Z = (10/1332,3993) \cdot 477,2724 = 3,5820 \text{ g kell CuO}$$

A gyártás folyamán két szempontot érvényesítettünk. Az egyik az volt, hogy a bevált klasszikus út keretén belül a megszokott eljárásokkal biztosan állítsunk elő szupravezetőt, a másik pedig az, hogy a technológián változtatva megpróbáljunk szintén szupravezetőt előállítani. Természetesen az eredményekből a kiértékelés nem maradhat el.

Vizsgálataink még rá fognak irányulni az érintkezési pontok vizsgálatára is, hiszen a porkohászati úton előállított mintákhoz csak speciális módon lehet a jó villamos érintkezést biztosítani. Ezekkel a mintákkal villamos és mágneses méréseket fogunk végezni.

A porkohászati szupravezető sajtolására egy lebegőmatricás sajtolószerszámot terveztünk. A sajtolásnál fellépő nagy nyomásoknak való ellenállást a szerszámelemek pontos anyagminőség meghatározásával és szükséges hőkezelésével biztosítottuk.

A szupravezető minták hőkezelésére egy speciális kemencét terveztünk, mellyel a kutatási terveinket hosszabb távon tudjuk biztosítani, hiszen több paramétert is szükséges változtatni a gyártás folyamán.

Első lépésként hat darab mintát készítettünk különböző nyomással sajtolva, majd 12 órás hőkezelés után egy meghatározott sebességgel hűtve mintáink a folyékony nitrogén forráspontján (kb. -196°C) szupravezető állapotba kerültek. Ez lebegtetéssel volt kimutatható, ugyanis egy szupravezető tömb fölé helyezett mágnes lebeg a szupravezető felett.

Ebben az állapotban két jelenség érvényesül, az egyik a Meissner- Ochsensfeld effektus amikor az anyag tökéletes diamágnessé válik, valamint a pinning centrumokon keresztül a fluxusrögzítés hatása.

A fluxusrögzítés teszi lehetővé a mechanikailag stabil állapotot létrejöttét. Ezt azért érdemes megemlíteni, hiszen két mágnes tasztító ereje tud érvényesülni, de egymásföle helyezve őket, nem tudnak stabil helyzetet felvenni.

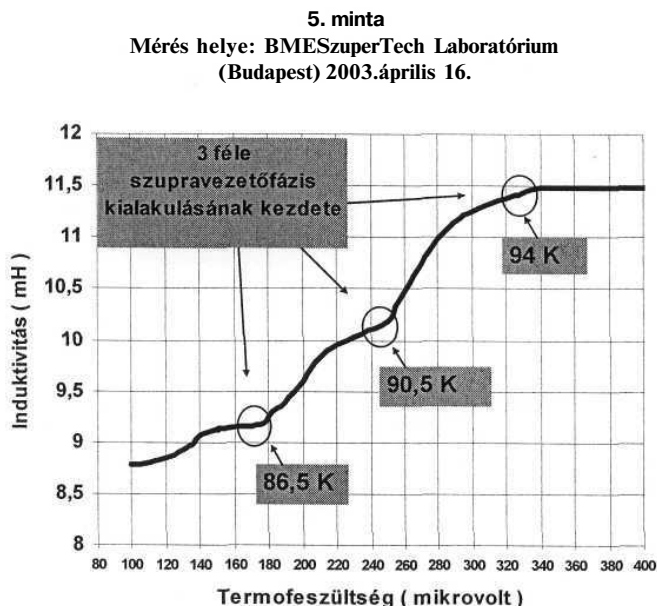
A lebegő vonatok modelljeinél a fluxus rögzítés ténye nem engedi leesni a kanyarban a járművet a sínről. A fentiekben említett kevert állapot az úgynevezett magas hőmérsékletű szupravezetőknél érvényesül. Ezeket röviden MHS anyagoknak nevezzük. Összetételüket tekintve oxid alapú kerámiák és sok változat létezik.

Meg kell említenünk, hogy a szupravezetők ipari felhasználás szempontjából tekintve a lebegtetésen kívül más jelentős tulajdonsággal is rendelkeznek. Ez nem más, mint az ohmos ellenállás „eltűnése” egyenáramon, tehát veszteség nélkül lehet szállítani az energiát.

A szupravezetők felhasználását, alkalmazását tekintve a kutatások mind a két irányt erősen megcélozzák. Gondoljunk a lebegő vonatokra, az energiatárolás lehetőségére (SMES), gondoljunk a zárati áramkorlátozókra. Meg kell említenünk, hogy az utóbbi témával nagyon intenzíven foglalkoznak a BME SuperTech Laboratóriumában Dr. Vajda István egyetemi docens MTA doktora irányításával.

A lehetőségek korlátlanok, cél a minél magasabb hőmérsékletű szupravezető előállítás, illetve ezen anyagok alkalmazása. Természetesen ameddig nem léteznek szobahőmérsékletű szupravezetők, addig bizonyára cél lesz az olcsóbb „hideg” előállítása is, bár ezt más igények is alátámasztják.

A Kecskeméti Főiskola GAMF Karán gyártott Y-Ba-Cu (123)-ra tervezett szupravezető (2003. március12.) kritikus hőmérsékletmérésének (5. minta) eredményét a következő oldalon lévő 1. ábra mutatja.



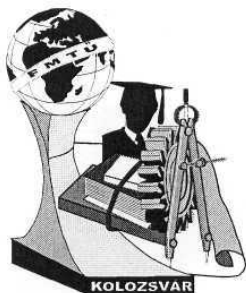
1. ábra

Az ábrából az is látható, hogy 3 fázis szupravezető fázis van jelen a szupravezető anyagban.

Ezek a kapott értékek más és más anyagösszetétel és gyártási paraméter esetén különbözőek. Célunk az ezek közötti összefüggések vizsgálatai, valamint az alkalmazási lehetőségek ipari célú bővítései.

IRODALOM

- [1] V. Sokolovsky, V. Meerovich, Semperg S., Dr. Vajda L: Magashőmérsékletű szupravezető zárlati áramkorlátozók. Elektrotechnika 2000. 93. évfolyam 10. szám 364-367. oldal
- [2] Dr. Vajda István, Szalay András, Porjesz Tamás: Szupravezetők az erősáramú iparban: Helyzet- és jövőkép Elektrotechnika 2000. 93. évfolyam 7-8. szám 280-281. oldal
- [3] Dr. Vajda István, Szalay András, Porjesz Tamás: Szupravezetők az erősáramú iparban: Helyzet és jövőkép. Elektrotechnika 2000.93.évf. 7-8 szám
- [4] Dr. Rupert Schöttler, Dr. Gero Papst, Dr. Vajda István: Az ipari energia minőségének javítása szupravezető energiátárolókkal. Elektrotechnika 2000. 93. évf. 9. szám
- [5] Vladimír Sokoiovsky, Victor Meerovich, Semperger Sándor, Dr. Vajda István: Magashőmérsékletű szupravezető zárlati áramkorlátozók. Elektrotechnika 2000. 93. évf. 10. szám
- [6] Tobias Habisreuther, Lev Kovalev, Kohári Zsolt, Dr. Vajda István: Szupravezető Villamos Gépek. Elektrotechnika 2001. 94. évf. 2. szám
- [7] Kohári Zsolt, Dr. Vajda István: Szupravezetők a villamos gépekben. Budapesti Műszaki Egyetem, Villamos Energetika Tanszék, SuperTech Laboratórium



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

INNOMET TESZTVER FEJLESZTÉSE

Szántai Mihály^{*}, Dr. Boór Ferenc[†], Dr. Mikó Balázs[‡]

Összefoglalás / *Summary*:

A szerzők definiálják a teszter fogalmát, elemeit, a tesztelési terv felépítését, és az általános leírást követően egy a Leonardo program keretében szervezett INNOMET projekt rendszerének teszterjét mutatják be.

The authors define the concept, necessary elements and structure of a Testware as the result of detailed Testplan and provide an illustrative example from the Testware of INNOMET (Project of Leonardo programme).

1. Bevezetés

Az INNOMET - Európai Közösség által finanszírozott projekt - magyar résztvevőinek feladata volt az elkészített teszt verzió tesztelése. Mivel a rendszer a későbbiek folyamán a nagynyilvánosság számára az Interneten keresztül elérhető lesz, ezért a teszteléshez csak az olyan formális, működést vizsgáló technikák jöhetnek számításba, melyek fontos, mérhető követelményeket vizsgálnak, azonban ezek megvalósítása túl bonyolult és költséges. A magyar résztvevők ennek ellenére úgy gondolták, hogy a tesztelésre fordított munka legalább olyan fontos, mint a termék előállítására fordított munka.

2. TESZTVER

A teszter egy rendszer, amely vizsgálja és érvényesíti a vizsgált termék pillanatnyi állapotát és kapcsolatát a jövőbeli felhasználóval. A teszter önállóan is, de a vizsgált rendszerrel egy egészet alkotva is piacképes terméknek tekinthető. Egy teszter a következőket foglalja magába: eljárások, folyamatok és annak leírásai; dokumentumok; adatok; környezet.

Továbbá a teszternek tartalmaznia kellene a tesztelés tartalmi megoldását és a formális leírását, dokumentációját. Továbbá, a teszter a saját forrás dokumentumait is magában foglalja, melyeket tesztelés során a tesztelők használnak.

Egy jó teszter alapja egy jó tesztelési terv, ezért a teszter készítésekor a nehézséget a tesztelési terv készítése okozta.

Teszt terv felépítése (1. ábra)

Bevezetés fejezetben a tesztelés elve, célja, a tesztelendő funkciók, sajátosságok kerülnek meghatározásra. Továbbá ismertetik a szükséges definíciókat, rövidítéseket és műszaki kifejezések jelentéseit, és forrásanyagok tételes felsorolása. **Tesztelés szervezet** fejezet a tesztelési folyamat szerkezetét írja le. Meghatározza a tesztelés vezetőjét annak szerepkörét és felelősségét. Meghatározza

- Borító
- Címlap
- Tartalomjegyzék
- BEVEZETÉS
 - o Cél
 - o Tesztelési terület
 - o Definíciók, mozaikszavak, és rövidítések
 - o Forrás dokumentumok
 - o Rendszer tesztelési tervének áttekintése
- TESZTELÉS SZERVEZET
 - o Szervezet
 - o Tesztelési felelősségek
 - o Szervezés és képzés
- RENDSZER TESZT KÖRNYEZET
 - o Tesztelés erőforrás
 - o Tesztelési módszer
 - o Tesztelési eredmény dokumentumai
 - o Tesztelés ütemezése
 - o Megbukott/átment kritériumok
- TESZTELÉSI TERV
 - o Tesztelési esetek
 - o Tesztelési eljárások
 - o Tesztelendő tesztelési esetek
 - o Nem tesztelendő tesztelési esetek
- KOCKÁZATOK ÉS ESHETŐSÉGEK
- NYILATKOZAT
- FÜGGELÉK
- Minta teszt folyamat

a résztvevőket és azok szerepét. Leírja vagy megadja az elérhetőségét a tesztelési feladatok sikeres elvégzéséhez szükséges ismeretanyagoknak. A **rendszer teszt környezet** megadja a tesztelés sikeres elvégzéséhez szükséges erőforrások (tesztelők, szoftverek, hardverek, dokumentumok, egyéb eszközök) felsorolását és azok irányításának és kivitelezésének terveit. Itt kell ismertetni a tesztelés eredményeiről készítendő dokumentumokat, és a tesztelési tevékenységek ütemezését. Egyértelművé kell tenni egy elem tesztelése mikor bukott meg, és mikor felelt meg. **Tesztelési terv** határozz meg azokat az elemeket és tulajdonságokat, amelyek tesztelve lesznek figyelve arra, hogy olyan elemeket jelöljünk ki vizsgálatra, melyeknél egyértelműen mérhető a válasz. **Nyilatkozat** kitöltése nem formális, nagyon fontos.

3. Leonardo da Vinci program

1. ábra Teszter felépítése

A Leonardo da Vinci program a *szakképzési politika* közösségi szintű¹ megvalósításához járul hozzá, támogatva és kiegészítve a tagállamok törekvéseit (az Európai Uniót létrehozó szerződés 150 cikkelyének megfelelően). Célja a szakképzési irányelvek új, gyakorlati megközelítésének elősegítése. Az. Európai Tanács 1999/382/EC sz. határozata (továbbiakban Határozat) értelmében a program második szakasza 2000-2006-ig tart, melynek célja a szakképzés-politika új, gyakorlatias megközelítéseinek támogatása. 2003. január 1 .től két éves alprogram indult INNOMET néven.

INNOMET

A projekt fő célja bevezetni egy új eszközt, amely biztosítja a képzett munkaerőt a helyi és Európai cégek számára a gépiparban, a fémfeldolgozásban és a készülékgyártásban. Az elsődleges cél a képzési (oktatási) intézmények érzékenységeinek növelése az üzleti (ipari) igények felé, és javítani a (szakmunkás és magasabb végzettségű) szakember elérhetőségét a munkaerő piacon.

A cél elérésének érdekében, egy integrált valós idejű tanácsadó rendszert (továbbiakban INNOMET rendszer) készítenek, amelyik valós idejű adatbázist tartalmaz (a létező képzési lehetőségekről, különböző szintű tanulmányi programokról, az ipari igényekről az alkalmazottak képzési szintjére vonatkozóan.). A projekt keretében az INNOMET rendszer struktúrája és a teszt verziója kerül kifejlesztésre. Az INNOMET rendszer egy szoftveralkalmazás, mely elérhető az Interneten (angolul, észtül, magyarul, finnül, svédül és olaszul), és jelenleg a demo prototípus verzió készült el.

¹ A szövegben az Európai Közösség értendő a Közösség kifejezés alatt

4. INNOMET teszter

A létrejött adatbázis struktúráját, az adatbázist kezelő rendszerelemeket és a kapcsolódó dokumentumokat hivatott tesztelni. Sajátosságok:

- Előzetes tesztelés, mert félkész a rendszer és az adatbázis;
- Tesztelés kettős célú: adatbázis feltöltése és tesztelése;

INNOMET tesztelési terv tulajdonságai

A **tesztelés Bevezetés fejezet** tesztelés fő célja (a) az INNOMET adatbázis és az azt kezelő rendszer elemek módszeres tesztelése a partnerek régiókban, (b) a helyi együttműködő szervezetekben, (c) és cégeknél. A választott tesztelési módszer; **siker orientált** (*Test-to-Pass*), **dinamikus fekete doboz elv** szerinti teszt, míg a dokumentumok tesztelése **integrált** módszerrel, statikusan és dinamikusan történt. Az általában hat kategóriába és négy jellemzőbe sorolt teszt szempontokat az INNOMET rendszer érettségének megfelelően a szürkével jelölt szempontokra szűkítettük. Ezen szempontokra tartalmaz az INNOMET **Tesztver** (pass/fail) **kritériumokat** minden egyes tesztelhető esetre.

Szempontok	Jellemzők			
Funkcionálisság vagy Képesség	Megfelelősség	Együttműködő kép.	Pontosság	
Megbízhatóság és Biztonság	Kiforrottság	Hiba kezelés	Visszaállíthatóság	
Használhatóság	Érthetőség	Működőképesség	Megtanulhatóság	
Karbantarthatóság/Kezelhetőség	Átláthatóság	Rugalmasság	Tesztelhetőség	
Hatékonyaság vagy Teljesítmény	Idő igényesség	Használhatóság	Hatékonyaság	
Hordozhatóság vagy Rugalmasság	Rugalmasság	Alkalmazhatóság	Telepíthetőség	

A tesztelhető funkciókat az előzetes követelmény listából választott **14 tesztesetre** fogalmazza meg a Tesztver a rendszerjövőbeni felhasználóinak alábbiaknak megfelelően **szűkített** körére.

Kategóriák	Felhasználók						
Nyilvántartás	Regisztrált						Nyilvános
Érvényesség ²	Korlátlan					Korlátozott	Pillanatnyi
Szerep és szabály	Rendszer-gazda	Vállalat	Oktatási Intézmény	Vizsgáztató szervezet	Magánszemély	Ideiglenes látogató	Közönséges látogató
Jogosultság ³	admin	firm	edu	cert	guest	temp	-
Alszerop	Szervezetek				Egyéni		

² időtartam

³ félkövér már megvalósított

Az INNOMET Tesztver tesztesetei ezek alapján a következők:

Tesztelhető		Nem tesztelhető
Kurzus menedzsment	Képesség menedzsment	Szervezet profil menedzsment
Tantárgy menedzsment	Kurzus keresés	Felhasználó profil menedzsment
Vizsga menedzsment	Vizsga keresés	Biztonság menedzsment
Kérdőív menedzsment	Kérdőív kitöltése	Cég keresés
Szervezet menedzsment	Képzés igényjelentés	Beosztás keresés
Jogosultság menedzsment	Munkaerő igény táblázat	Regisztrált felhasználó keresése
Beosztás menedzsment	Help menü	

Tesztver

- Tesztterv
 - Forrás dokumentumok
 - Teszt- módszer, -eljárás
 - Ütemterv, határidők
 - Háttér (szervezet, rendszer adatbázis, Web elérés)
- Előzetes teszt eredmények
 - Előzetes tesztjelentés (hiba lista)
 - Frissített követelmény lista
- Teszt (eredmény) dokumentumok
 - Tesztjelentés formátum
 - Tesztjelentés példa
 - Teszteset űrlap
 - Teszteset kitöltési útmutató
 - Tesztelt követelmény lista
- Teszt honlap - funkciói
 - Terv lényeges elemei
 - Dokumentum letöltés
 - Teljes állapot jelentés
 - Résztevőnkénti állapot jelentés

Tesztelés szervezet fejezetben a tesztelésben résztvevő partner intézmények és ezen intézményektől a tesztelésért felelős személyek névsora, és a szükséges ismeretanyag került ismertetésre.

Tesztelési környezet: Internetes adatbázisról lévén szó a tesztelés is az Interneten keresztül történt.

Tesztelési terv: Ismertettük a partnerekkel a tesztelés alapszabályait, feltételeit.

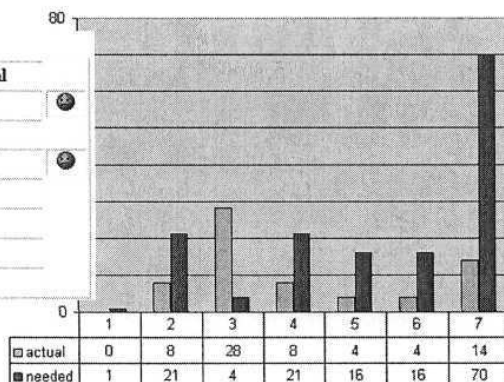
Az adatbázis struktúra és a dokumentumok tesztelése mellett, a tesztelés folyamata két célt szolgált, feltölteni az adatbázist valós adatokkal, és eközben tesztelni a keretprogramot. Ennek figyelembe vételével készült el a tesztelés részletes terve, lépései. **Függelékben** a BME

által készített tesztjelentési minta található, segítve a megértést és az egységes jelentések készítését, amely a kiértékelést is megkönnyíti.

A tesztelés aktuális állapotát követhették figyelemmel a résztvevők a www.manuf.bme.hu/innomet Web címen (Teszt honlapon).

Date: 02.13.2004.

	Needed	Actual
1 IPS correction	1	0
2 Registered user number	21	8
3 Non-registered user number	4	28
4 Registered organizations	21	8
5 Edited questionnaires	16	4
6 Reported questionnaires	16	4
7 Reported test cases	70	14

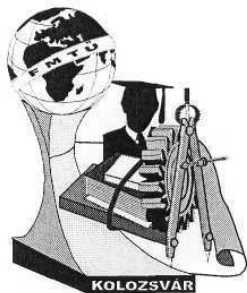


Az ábrán használt angol kifejezések magyar megfelelői: 1. Adatbázis hibájának kijavítása; 2. Regisztrált felhasználók; 3. Nem reg. felhasználók; 4. Regisztrált szervezetek; 5. Szerkesztett kérdőív; 6. Jelentett kérdőív; 7. Teszt esetek jelentése;

* Doktorandusz, BME GTT, H-311 I Budapest Egy J. u. 1. szantai@manuf.bme.hu

† Tudományos munkatárs, BME GTT, H-111 Budapest Egy J. u. J. boor@tmanuf.bme.hu

* Cascade Engineering Europe Ltd. H-2314, Halásztelek, Kisgyár u 23. Tel: (24) 521327, miko.balazs@freestart.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

AUTOMATIKUS PARAMÉTERVIZSGÁLATI ELJÁRÁS SZAKÍTÓKÍSÉRLETEK VÉGESELEMES SZIMULÁCIÓVAL SEGÍTETT KIÉRTÉKELÉSÉHEZ

Tatár Levente, Fekete Tamás

Abstract

Automatic solving of inverse problems during FEM modelling of tensile tests is performed. Results are presented for simulation of tensile tests on notched specimens.

A dolgozat a szakítóvizsgálatok végeselemes módszerrel történő szimulációja során fellépő inverz problémák megoldásának egy lehetséges automatizálási módját tárgyalja. Az eredményeket bemetszett próbatesten végzett szimuláció példájával illusztrálja.

Bevezetés

A mérnöki és kutatási gyakorlatban gyakran vetődnek fel inverz problémák. Az inverz feladatok lényege, hogy egy elméleti modellből kiindulva az abban szereplő paramétereket úgy kell meghatározni, hogy az eredmény a legjobban közelítse a valóságot. Az inverz feladatok megoldása általában összetett feladat, melynek bonyolultsága erősen függ a kiindulási elméleti modelltől. Ezért kézenfekvő, hogy az ilyen problémák vizsgálatába számítógépen jól alkalmazható numerikus módszereket vonjunk be. A témának ma már kiterjedt szakirodalma van. Az inverz problémák közé sorolhatjuk az anyag-vizsgálat számos feladatát is. [1][2]

Inverz problémák az anyagvizsgálatban

A szakítóvizsgálat az egyik legáltalánosabban használt anyagvizsgálati eljárás, melynek célja az anyagok rugalmassági és szilárdsági jellemzőinek meghatározása, melyeket a későbbiekben a mérnöki gyakorlatban felhasználhatnak. A szakítóvizsgálat két lépésből áll:

1. A szakítókísérletből, melyben egy kísérleti mintadarabot egyenletesen szakadásig nyújtanak, közben mérik a nyújtáshoz szükséges erőt, a próbatest megnyúlását és a kontrakcióját
2. A kísérlet kiértékeléséből, melynek során a mérésből nyert eredményekből egy elméleti szilárdságtani modell segítségével kiszámítják a vizsgált anyag keresett jellemzőit.

A szakítóvizsgálat szabványos eljárás; a szabvány viszont csak a legáltalánosabb mérnöki anyag-jellemzők (folyáshatár, szakítószilárdság, kontrakció) meghatározását írja elő. A számítások során használt modell sok egyszerűsítő feltételt tartalmaz, ezért az eljárást végrehajtani könnyű, de az eredmények pontossága korlátozott.

Az elméleti mechanika, a numerikus matematika és a számítástechnika utóbbi fél évszázadban elért eredményei megteremtették a lehetőséget arra, hogy a szerkezetek terhelési viszonyainak elemzése során a deformáció-mezőt igen pontosan határozzuk meg. A lehetőségek kiaknázásához az anyag-tulajdonságok pontosabb leírására is szükség van. Az anyagok tulajdonságainak leírására az utóbbi 50

évben az anyagmodellek sokaságát dolgozták ki. Ma a konstitutív modellek centrális szerepet játszanak az ipari berendezések viselkedését szimuláló számításokban. A fejlettebb anyagmodellek is tartalmaznak olyan jellemzőket, amelyeket kísérletek alapján úgy kell származtatni, hogy az eredmények a legjobban közelítsék a valós helyzetet. Belátható, hogy az anyagvizsgálati mérések adott konstitutív modellel történő kiértékelése inverz feladat. A probléma bonyolultságát növeli, hogy az újabb anyagmodellek általában több paramétert tartalmaznak

A mérések kellő pontosságú kiértékelésére legcélszerűbb numerikus szimulációt alkalmazni, melyekre ma már akár kereskedelmi forgalomban beszerezhető programok is alkalmasak. Ugyanakkor a legfejlettebb szimulációs szoftvereket sem az inverz problémák igényeit szem előtt tartva dolgozták ki, ezért az ilyen típusú feladatok megoldása további fejlesztések nélkül vagy nagyon nehézkes, vagy gyakorlatilag lehetetlen. A továbbiakban olyan modul fejlesztéséről számolunk be, amely alkalmas a szakító-kísérletek kiértékelése során fellépő paramétervizsgálatok automatikus elvégzésére.

Az anyagvizsgálati probléma

Az anyagvizsgálati probléma fő célkitűzése az volt, hogy határozzuk meg egy 15H2MFA típusú öregített reaktoracél folyási görbéjét, az anyag szívós töréshez tartozó instabilitásának modellezésével együtt. A folyásgörbe meghatározásához bemetszett próbatesten végzett kísérleti eredmények álltak rendelkezésre.

Tekintettel arra, hogy a feladat során célként tűztük ki az anyag szívós töréshez tartozó stabilitásvesztésének leírását is, elméleti modellként az ún. módosított Gurson modellt választottuk. A modell részletes leírása [3]-ban megtalálható, e helyen csak központi összefüggéseit ismertetjük vázlatosan. A módosított Gurson modell magja a következő folyási feltétel:

$$\phi = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_M^2} + 2f^* \cosh\left(\frac{\sigma_{kk}}{2\sigma_M}\right) - 1 - (q_1 f^*)^2 = 0 \quad (1)$$

ahol σ_M -a hibátlan mátrix anyag egyenértékű feszültsége, σ_e -a makroszkopikus egyenértékű feszültség, σ_{kk} -a makroszkopikus feszültségtenzor első skalár-invariánsa, f^* a károsodási paraméter, q_1 a folyási paraméter. A módosított Gurson modellben az f^* károsodási paraméter értéke:

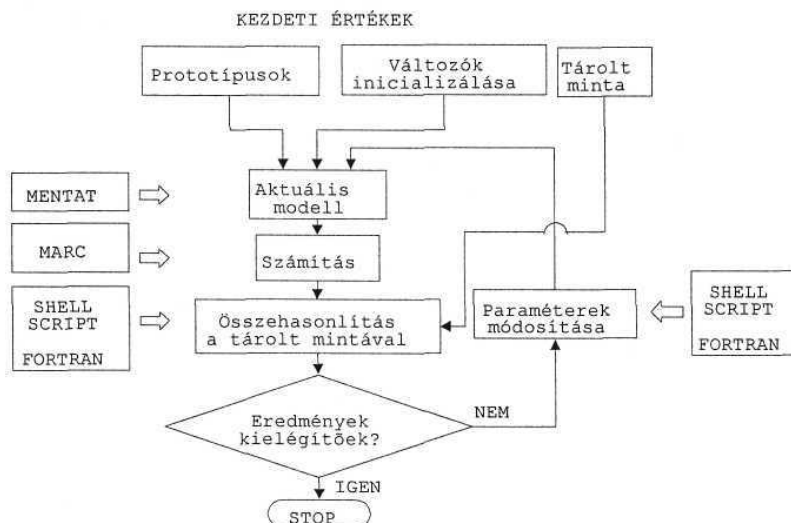
$$\begin{aligned} f^* &= f & \text{ha} & & f \leq f_c \\ f^* &= f_c + \frac{f_u - f_c}{f_F - f_c} (f - f_c) & \text{ha} & & f > f_c \end{aligned} \quad (2)$$

f a mikroüreg térfogati hányad az anyagban, f_c azt a kritikus térfogati hányadot jelöli amelynél a mikro-üregek összenövése megkezdődik, f_F - mikroüreg térfogati hányad a törésnél, f_u^* - a károsodási paraméter a törésnél $f_u^* = 1/q_1$, ekkor a mátrix teherviselő képessége kimerül. Az üregfejlődés két részből, az üreg képződésből és az üreg-növekedésből tevődik össze a következők szerint:

$$\dot{f} = \dot{f}_{nu} + \dot{f}_{gr} \quad (3)$$

Automatizált paramétervizsgálat

Tekintettel arra, hogy az előző pontban ismertetett anyagegyenlet meglehetősen bonyolult, és a károsodás leírására több paramétert tartalmaz, olyan paramétervizsgálatot végző modul kifejlesztését kezdtük meg, amely a paraméterek optimalizálását is elvégzi. A rendszer tömbvázlata az (1) ábrán látható.

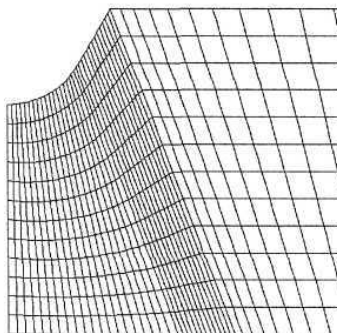


1. ábra: Automatizált paramétervizsgálat tömbvázlata

A rendszert a MARC-Mentát 2001 végeeselemes programrendszerhez illesztettük, Windows 2000 operációs rendszer alatt. A modulok Cygwin környezetbe illeszkedő shell scripteket és Fortran forrásnyelvű bináris rutinokat tartalmaznak.

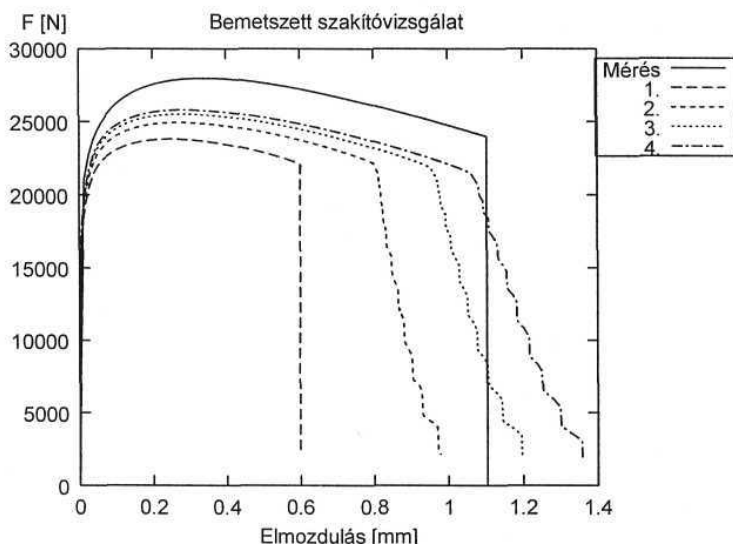
Eredmények

Az alábbiakban egyszerűség kedvéért egy, az f_0 kezdeti üreghányad értékeire végzett paramétervizsgálat eredményeit mutatjuk be. A szakító próbatest részletének geometriája és a végeeselemes háló a (2.) ábrán látható.



2. ábra: A vizsgálat során használt végeeselemes háló

A számítások indításához szükséges Gurson-paraméterek megegyeznek a [3]-ban megadott értékekkel; kivéve az f_0 kezdeti üreghányadot, melyet a működtető keretrendszer határozott meg. A számítást akkor tekintettük kellően pontosnak, ha a szakítás szimulációját valamely f_0 -ról indítva a szakadás megindulásához tartozó elmozdulás 2 %-on belül megegyezett a kezdeti értékkel. A kezdeti üreghányadot 0.00001 és 0.1 között változtatva, $f_0 = 0.06$ mellett a pontossági kritérium teljesült.



3. ábra: Az automatizált paramétervizsgálat eredményei

Továbbfejlesztési lehetőségek

A keretrendszer jelenlegi formájában még nem alkalmas több, a Gurson modellben alkalmazott paraméter egyidejű illesztésére, de moduláris felépítése lehetővé teszi, hogy az architektúra megváltoztatása nélkül azt is implementáljuk a megoldó algoritmusba.

Irodalom:

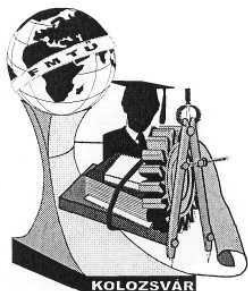
- 1 Corigliano Alberto, Mariani Stefano, Orsatti Barbara: Identification of Gurson-Tvergaard matériái model parameters via Kalman filtering technique. I. Theory, International Journal of Fracture Vol. 104, Issue 4 p.349-373 August 2000
- 2 Igor Grešovnik: A General Purpose Computational Shell for Solving Inverse and Optimisation Problems, Application for Metál Forming Processes, ph. D. thesis, University of Wales Swansea, Dept. of Civil Engineering, April 2000, <http://www.c3m.si/inverse/doc/phd/2003.07.18>.
- 3 Krállics György, Tatár Levente.: Sima próbatest szakítóvizsgálata a módosított Gurson-féle szívos törési elmélet alapján. Anyagvizsgálók Lapja, 1996.

Tatár Levente

KFKI Atomenergia Kutatóintézet
Konkoly Thege M. út. 29-33.
Tel: +36 1 395 2222 / 3403
e-mail: tatar@sunserv.kfki.hu

Fekete Tamás

KFKI Atomenergia Kutatóintézet
Konkoly Thege M. út. 29-33.
Tel: +36 1 395 2222 / 3403
e-mail: fekete@sunserv.kfki.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A BIOLÓGIAILAG LEBOMLÓ CSOMAGOLÓANYAGOK FOGYASZTÓI MEGÍTÉLÉSE

Mayer Melinda, Bakos Piroska, Varga Róbert

Abstract

Recently one of the most principally expedient compelling problems is the decline of our environmental state. To stop or to reconstitute this procedure is our main task and basic interest. It could be seen from statistical examination that the improper handling of the used packages and their accumulation as a waste matériái plays a main role in the growing pollution of our living area as well. The wider application of the biologically degradable packaging leads to the optimál chance for the partially suppression of the environmentally adverse packaging. Unfortunately the invention of the new packaging technologies is not enough, because the invention is the function of the acceptance and that is the case for the biologically degradable packaging. Our main aims are to survey how familiar the Hungarian consumers with the above mentioned materials, how they could imagine the possibility of the application of that and they are ready to accept them and if the answer yes what the conditions are?

Összefoglaló

Napjaink talán leginkább megoldást sürgető problémája környezetünk állapotának rohamos hanyatlása, melynek megállítása, illetve javítása mindannyiunk létérdeke és feladata. A statisztikai vizsgálatokból kitűnik, hogy életterünk elszennyeződésében kiemelt szerepet játszik (sok más tényező mellett) csomagolóanyagaink (eszközeink) eldobás utáni helytelen kezelése, azok hulladék formájában történő felhalmozódása. A természetben felhalmozódó, de hasznosulni nem tudó, mi több, a természetet károsító csomagolóanyagok (főként a különböző műanyagok) részbeni felváltásának optimális lehetőségét jelenti a "biológiailag lebomló csomagolóanyagok" minél szélesebb körű és egyre nagyobb arányú használata. A felhasználás szándéka azonban kevés, hiszen minden újítás esetében a bevezetés az elfogadás függvénye, így van ez a világon egyre népszerűbb, egyre támogatottabb "biológiailag lebomló csomagolóanyagok" esetében is. Munkánk során - ezen anyagok ismertségének felmérésén túl - arra kerestük a választ, hogy a magyar fogyasztói társadalom hogyan ítéli meg ezen környezetbarát anyagok alkalmazásának lehetőségeit, hajlandó-e befogadni azokat, és ha igen, akkor azt milyen feltételek mellett tenné.

A fosszilis nyersanyagok kimerülése, a növekvő energiaköltségek és a környezetszennyezés fokozódásának következtében új elvárások jelentek meg a csomagolóanyagokkal szemben. Ezek az új elvárások arra ösztönzik a csomagolóanyag-gyártókat/tervezőket, hogy olyan korszerű, a természet minőségét megóvni hivatott csomagolóanyagokat/csomagolási technológiákat alakítsanak ki, melyek széles körűen alkalmasak a hagyományosan alkalmazott anyagok/eszközök helyettesítésére. Elsődleges feladatunk a különböző műanyag csomagolóanyagok / eszközök kiváltása, felhasználásuk

csökkentése, hiszen ezek az anyagok inert jellegüknek köszönhetően felhalmozódnak környezetünkben, megsemmisítésük pedig csak nagyon költséges úton oldható meg a természet (és benne az ember) károsítása nélkül.

1. A biológiailag lebomló csomagolóanyagok jelentősége, jelenlegi piaci helyzete

A természet erőivel szemben ellenálló hulladékok képződésének és felhalmozódásának akut problémájára igaz, hogy csak részleges, de - ugyanakkor - rendkívül hatékony megoldást kínál a biológiailag lebomló csomagolóanyagok alkalmazása. A biopolimer alapú (azaz növényi és/vagy állati eredetű anyagokra épülő) csomagolóanyagok olyan anyagok, melyekből a használat után (hulladékká válásuk után) a talajban és a vízben élő mikroorganizmusok, a különféle gombák, és más lebontó szervezetek a fizikai feltáródáson keresztül néhány hét - néhány hónap alatt végeredményben CO_2 -t és vizet állítanak elő, mely anyagok visszatérnek a természetes anyagkörforgásba [1].

A környezetvédelmi szempontokon túl a biopolimer alapú csomagolóanyagok felhasználása, elterjedése egyéb előnyökkel is kecsegtet. Bevezetésük enyhíthet a mezőgazdaság szerkezeti gondjain, a biopolimerekre épülő csomagolóanyag - gyártás hasznosítási lehetőséget teremthet a rosszabb minőségű terményeknek, melléktermékeknek. Az új munkahelyek létesítése ugyanakkor enyhíthet a munkaerőpiacon uralkodó kedvezőtlen helyzeten is. Mindemellett ezen csomagolóanyagok másodlagos hasznosíthatósága is jelentős, szóba jöhetnek mint energiaforrások (biogáz), komposztanyagok (pl. kertészeti alkalmazások), de akár állati takarmányként való felhasználásuk is reális lehetőségnek mutatkozik [2].

A biológiailag lebomló csomagolóanyagok piaci áttörése mindeddig elsősorban magas árak miatt nem következett be. Jelenleg a tömeg műanyagokhoz képest ezek a csomagolások átlagosan legalább kétszer - háromszor többe kerülnek. A magas árat azonban rendszerint nem az előállításukhoz használt anyagok vagy a technológia okozza, hanem az, hogy a gyártott kis mennyiségek miatt magasak a fajlagos költségek, következésképpen a piaci lehetőségek bővülése egyben a biológiailag lebomló anyagok árának csökkenését vonná maga után [3].

Az amerikai Business Communications Company (BCC) felmérése szerint az USA-ban a biopolimer anyagokból/anyagkeverékekből főként térkitöltő, ún. párnázó csomagolóanyagokat állítanak elő, az ilyen célú alkalmazás az összes felhasználás 80%-át teszi ki jelenleg. A szakértők szerint 2005-re a piac 8%-át teszik majd ki az egyéb alkalmazások, mint például a mezőgazdasági takarófoliák, a higiéniai cikkek, stb. [4]. Az EU országaiban 2001-ben a felhasználás 25 - 30 kt (értékben kb. 100 millió euró) volt. Nagy Britanniában, Hollandiában, Olaszországban a szupermarketekben már

hagyománya van a biológiailag lebomló csomagolóanyagoknak, elsősorban gyümölcs, zöldség, és egyéb friss termékek, valamint az „igényesebb” fogyasztók által vásárolt biotermékek csomagolására használják azokat [3]. Magyarországon jelenleg nem gyártanak biológiailag lebomló csomagolóanyagokat, de az ez irányú fejlesztő tevékenység már közel egy évtizede megindult. A Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (KEKI) olyan merev falú, illetve fólia formátumú biológiailag lebomló csomagolóanyagokat hozott létre, melyek mind áruk, mind pedig a felhasználhatóságuk tekintetében biztonságosan helyettesíteni képesek számtalan (főképpen élelmiszeripari) alkalmazás esetében a hagyományos (műanyag) csomagolóanyagokat/eszközöket [5].

2. A fogyasztók választását meghatározó tényezők

A biológiailag lebomló csomagolóanyagok sikeres hazai bevezetésének előfeltétele a fogyasztók véleményének, elvárásainak megismerése, mely meghatározó az alkalmazandó marketing-stratégia oldaláról. Ennek okán 1000 potenciális vásárló bevonásával kérdőíves felmérést végeztünk, ügyelve arra, hogy a vizsgálat során a lakóhely, az életkor, a nemek, a jövedelemviszonyok és az iskolai végzettség tekintetében reprezentatív mintát kapjunk. Mindenekelőtt arra kerestük a választ, hogy mennyire fontos terméktulajdonság a környezetbarát jelleg. Az 1. sz. táblázat a csomagolóanyagok értékmérő tulajdonságainak a vizsgálat alkalmával kapott preferencia-skáláját mutatja.

Helyezés	Tulajdonság	Helyezés	Tulajdonság
1.	Minőség (alkalmasság)	4.	Praktikusság
2.	Ár	5.	Esztétikus megjelenés
3.	Környezetbarát jelleg	6.	Újdonság, eredetiség

1. sz. táblázat. A csomagolóanyagok értékmérő tulajdonságainak magyar preferencia skálája.

Amint azt az 1. sz. táblázat mutatja, a fogyasztók számára a legfontosabb választást meghatározó szempont a csomagolóanyagok minősége, ami érthető, hiszen a csomagolás az általa védett termékek minőségének meghatározója is. Igaz ugyan, hogy adott termék ára jobban befolyásolja a vásárlót (az ár a skála 2. helyére került), mint az, hogy környezetbarát-e a csomagolóanyag (3. hely), de nagyon fontos marketing információ, hogy ugyanazon termék esetében többen választanák a környezetbarát csomagolású terméket, még akkor is, ha elérhető lenne számukra egy nem környezetbarát csomagolású, ugyanakkor ismert márkával fémjelzett termék is. Felismerhető az a trend, miszerint növekszik azon fogyasztók száma, akik szociálisan érzékenyebb társadalmat szeretnének, szem előtt tartva a társadalom felelősségét a környezettel szemben [6].

Felmerül a kérdés, hogy a környezettel szembeni elkötelezettséget mennyiben módosítja a csomagolóanyagok ára. Ennek felmérése érdekében megkérdeztük a fogyasztókat, hajlandóak

lennének-e felárat fizetni a környezetbarát csomagolóanyagokért, és ha igen, mennyit. A következő válaszokat kaptuk: a megkérdezettek 8 %-a nem törődne azzal, hogy környezetbarát-e a csomagolás, mindenképpen az olcsóbbat vásárolná; a válaszadók 50 %-a a környezetbarát csomagolásút venné meg, ha az azonos árú a hagyományossal; 30 %-uk hajlandó lenne 10 %-os felárat fizetni; 6 % fizetne 20%-os felárat; 2 % pedig akár 30 %-os felárat is fizetne; a vásárlók 4 %-a pedig mindenképpen a környezetbarát csomagolásban árult terméket vásárolná. Összességében tehát a megkérdezettek 38-42 %-a fizetne több-kevesebb felárat. Ez az arány összecseng a nyugati országokban tapasztaltakkal. Példának okáért az USA-ban szintén a fogyasztók 42 %-a hajlandó magasabb áron megvenni a környezetbarát csomagolású termékeket.

A piackutatás során felmért szándék azonban nem biztos, hogy tettekben is realizálódik. Üzletláncok piackutatása alapján azt lehet mondani, hogy körülbelül a fogyasztók 7-10 %-a vásárolja meg valójában a kicsit drágább, környezetbarát termékeket [6]. Egy németországi felmérés szerint a vásárlók 80%-a jó minőségűnek értékelte ezeket az újfajta, környezetbarát csomagolásokat, és 87%-uk ismét vásárolna ilyet. A felmérés adatai szerint a német vásárlók harmada akár felárat is hajlandó fizetni ezekért a csomagolásokért [3].

3. A biológiailag lebomló csomagolóanyagok jövőbeni piaci érvényesülése

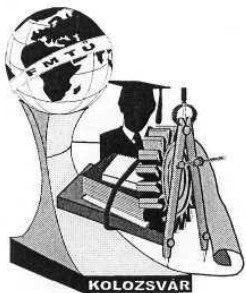
Igaz ugyan, hogy a tapasztalatok azt mutatják, hogy az elsődleges felhasználók körében folyamatosan nő a kereslet a biológiailag lebomló csomagolóanyagok iránt [7], a cél megvalósítása azonban további felhasználás-növelést sürget, melynek sarkalatos pontja az újabb felhasználási lehetőségek felkutatása, kialakítása. A biológiailag lebomló csomagolóanyagok elterjedésében, a felhasznált volumen növelésében ugyanakkor egyre nagyobb szerepe lehet az állami- (EU) támogatásoknak, szabályozásnak, melyeket idehaza ki kell egészítenie a Termékdíj-törvény felülbírálatának, átalakításának is. Mindemellett azonban nem elhanyagolható a tudatformálás szükségessége sem, melynek alakításában a médiának és az oktatásnak kulcsszerepe van.

Irodalomjegyzék:

- [1] Biacs P. (szerk.): Biológiai úton lebomló anyagok és eszközök magyarországi bevezetésének előkészítése; „Magyarország az ezredfordulón” (Tanulmánykötet), MTA, Budapest, 2001.
- [2] Bakos P. et. al.: A csomagolás új alternatívái: a biológiailag lebomló csomagolóanyagok; a XV. Országos Környezetvédelmi Konferencia kiadványa. Siófok, 2001. p. 341 -350.
- [3] Orbán Sz.: A biológiailag lebomló műanyag csomagolások; A+CS, 48. évf., 2003. nov. - dec.
- [4] www.bccresearch.com
- [5] Bakos P. et. al.: Szemléletváltás a csomagolástechnikában: műanyag helyett használjunk inkább biopolimert!; Packaging, 2003/26. p. 10-11.
- [6] Kotler, P.: Marketing menedzsment-elemzés, tervezés, ...; Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001.
- [7] Expansion of Biodegradables: macplas international-technical magaziné for the plastics and rubber industry, Italy, February 2003, p. 27.

Mayer Melinda, PhD-hallgató,

Biopack 2001 Kft., Mezőhegyes; Tel: 06 30 359-3631



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MÉRŐRENDSZER MOTOROK ÁLTAL HAJTOTT FORGÓGÉPEK DINAMIKUS TERHELÉSÉNEK ANALÍZISÉHEZ

Korzenszky Péter, Madár Viktor, Judák Endre, Szüle Zsolt

Summary:

For the analysis of the load of electromotor-driven rotary machines, an experimental device operating on base of optical principle has been designed. Previously a calibrating unit was constructed for dynamic torque measurement and it was checked by 15 measurements under laboratory conditions.

The measurement unit consists of the following parts: the driving motor of infinitely variable control with rated power of 750 W and maximum rotary speed of 1500 r.p.m. - a torque méter for conventional measuring the momentum (made by Kaliber factory) - carrier couplings for biting the tested shaft ends - discs for scanning the torsion with boreholes and reflecting surfaces - a laser beam transponder unit. The break disc driven by V-belt stands for adjusting the optional value of the loading torque. The values of torsion of the shafts were measured at different rotary speeds and under the same loading conditions. The equipment is capable of determining substance characteristics that can be used in practice.

Összefoglalás:

A villanymotorral hajtott forgógépek terhelésének analíziséhez elkészítettünk egy optikai elv alapján működő kísérleti berendezést. A dinamikus nyomatékméréshez előzetesen terveztünk egy hitelesítő berendezést, melyet laboratóriumi körülmények között 15 méréssel ellenőriztünk.

A mérőberendezés az alábbi részekből áll: fokozatmentes fordulatszám-szabályozás 750 W névleges teljesítményű, max. 1500 l/min, fordulatszámú hajtó motor, a nyomaték hagyományos mérésére szolgáló nyomatékmérő (Kaliber gyár), a vizsgált tengelyek befogására szolgáló menesztők, az elcsavarodást érzékelő tárcsák, furatokkal továbbá a reflexiót biztosító fényvisszaverő felületekkel, lézersugár-adó-vevő egység. Az ékszíjjal hajtott tárcsafék a terhelő nyomaték tetszőleges értékének beállítására szolgál. Különböző fordulatszámokon azonos terhelési viszonyok között mértük a tengelyek elcsavarodásának mértékét. A berendezés alkalmas a gyakorlatban használható anyagtulajdonságok meghatározására.

Anyag és módszer

A mérőberendezés fém váza, melynek egyik része a tengelycsere érdekében vízszintes irányban elmozdítható, így a tengely hossz is változtatható. A tengelyeket 10 és 20 mm átmérőre választottuk, melyeknek anyaga szerkezeti acél, színesfém (sárgaréz, alumínium) és műanyag. Ezek a tengelycserék

a mérőrendszer működését alapvetően nem befolyásolják, viszont lehetőséget adnak a mért és számított elcsavarodási értékek ellenőrzésére. A nyomaték értékeit a beépített hiteles Kaliber gyári nyomatékmérő szolgáltatja.

Egy nyomatékkal terhelt tengely elcsavarodása a következő képlettel számítható ki:

$$\varphi = \frac{M_{cs} \cdot l}{I_p \cdot G} \text{ (rad)}$$

M_{cs} - a csavaró nyomaték (Nm)

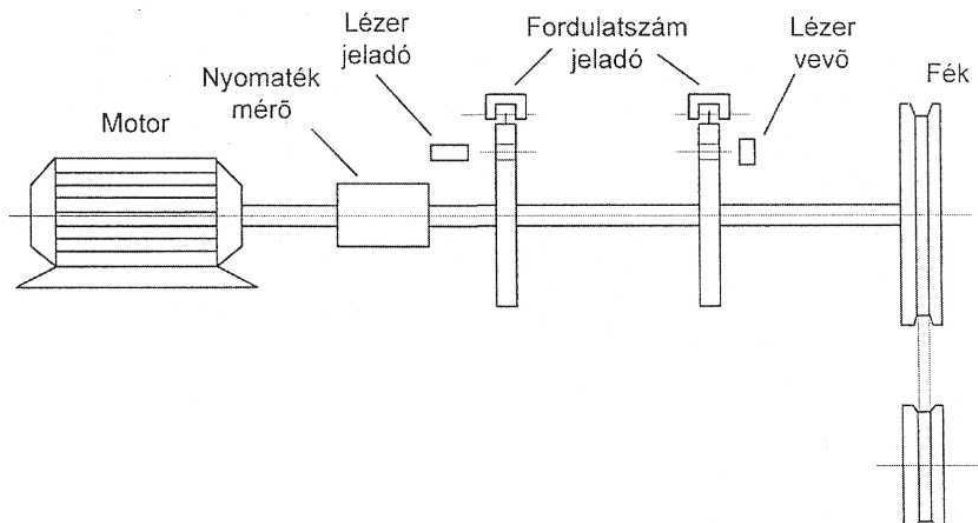
l - a rúd hossza (m)

I_p - poláris másodrendű nyomaték (m^4)

G - a csúsztató rugalmassági modulus ($\frac{N}{m^2}$)

Acélok esetében $G = 8 \cdot 10^{10} \left(\frac{N}{m^2} \right)$

A mérőberendezés tervezése előtt számításokat végeztünk a várható elcsavarodás értékére. A rendelkezésünkre álló inverteres fordulatszám szabályozóval ellátott villanymotor maximális fordulatszáma és teljesítménye: $n_{max} = 1500$ l/perc, $P_{max} = 750$ W. A mérési tartományt $\omega = 15 - 50$ l/s szögsebesség tervezve $d = 10$ mm átmérőjű acél tengely esetében jelentős a $\varphi = 0,5$ fokok elcsavarodáshoz $M = 2,28$ Nm nyomaték, míg $d = 20$ mm-es tengelyhez 36,5 Nm szükséges. A mérőrendszer ezt a követelményt biztonsággal teljesíti 1. ábra. Az optikai méréshez optikai kaput alkalmaztunk. Az optikapuk adói és vevői között a mérőtengelyre szerelt tárcsára rugárirányban rögzített „zászló” halad el. A tengelycsavarodásból adódóan az eredetileg együtt futó „zászlók” időben eltérő szélességű impulzusokat hoznak létre az impulzusok felfutó éle közti időkülönbség arányos lesz a terhelő nyomatékkal.



1. ábra A nyomatékmérő elvi rajza

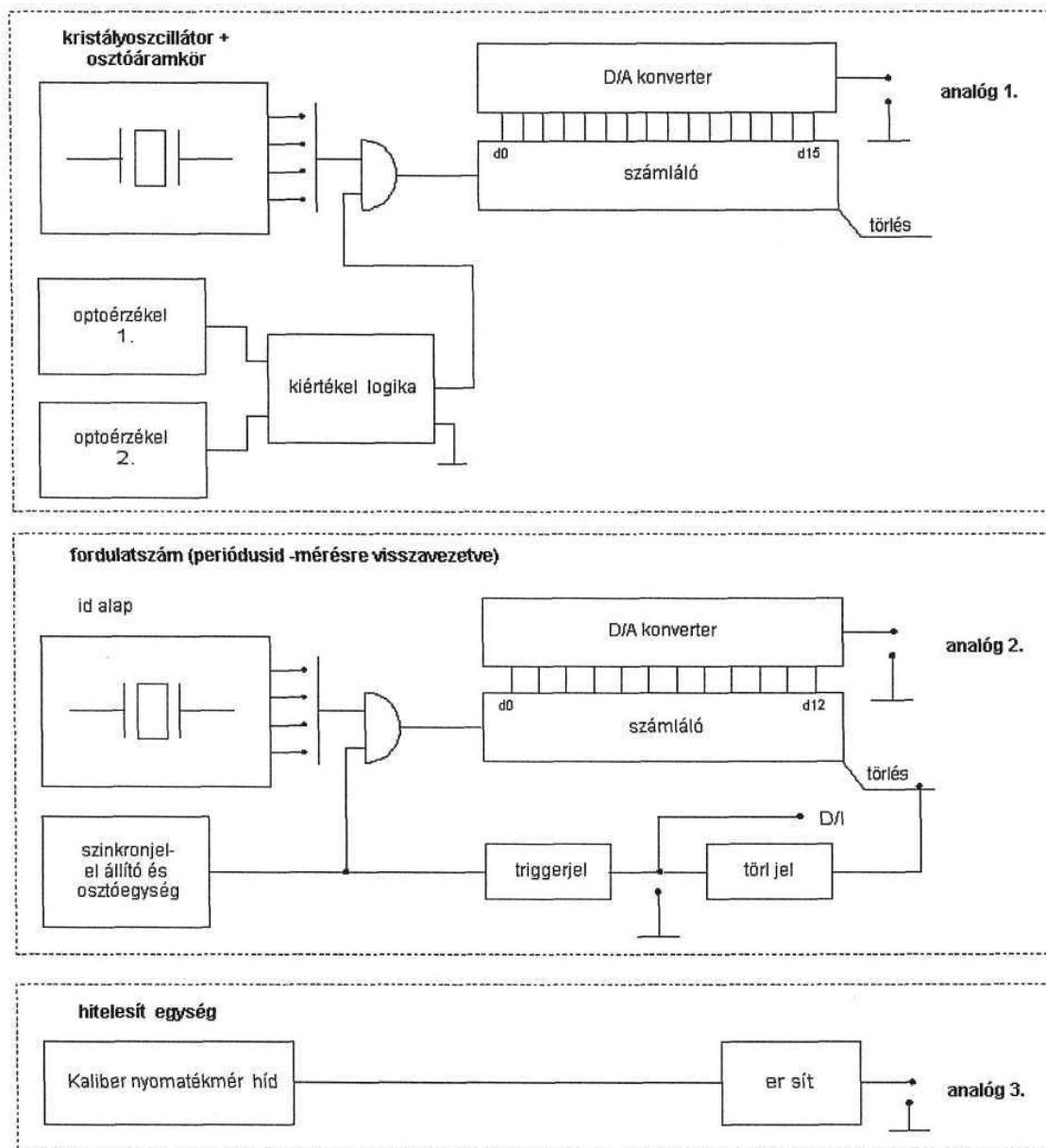
A három áramköri egység felépítését szemlélteti a 2. ábra.

a.) Az elcsavarodási szöggel arányos szélességű impulzus előállítására szolgáló elektronika, majd ebbe a kapuidőbe nagyfrekvenciás jelet számolunk be (15 bites felbontás). A számlánc kimenetére

D/A konvertert kapcsoltunk, így ez az információ analóg jel formájában is rendelkezésre áll, bővítve a további adatfeldolgozás lehetőségét, (analóg 1)

b.) A fordulatszámunként periódus időt mér, ami az M_{cs} összefüggésben a fordulatszám korrekciót valósítja meg. Itt is képeztünk analógjelet, (analóg 2)

c.) A Kaliber nyomatókmérő az általunk mért és számított értékek hitelesítését szolgálja, (analóg 3)



2. ábra A három áramköri egység

A méréseket számítógéppel összekötött saját fejlesztésű hardverrel végeztük. Az analóg és digitális jeleket mérőkártyán keresztül számítógép segítségével rögzítettük.

Az elcsavarodás szögértéke meghatározható:

$$\varphi = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \Delta t$$

Behelyettesítve a nyomaték képletébe: $M = f(n, \Delta t)$

$$M = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot I_p \cdot G}{l \cdot 60} \cdot \Delta t$$

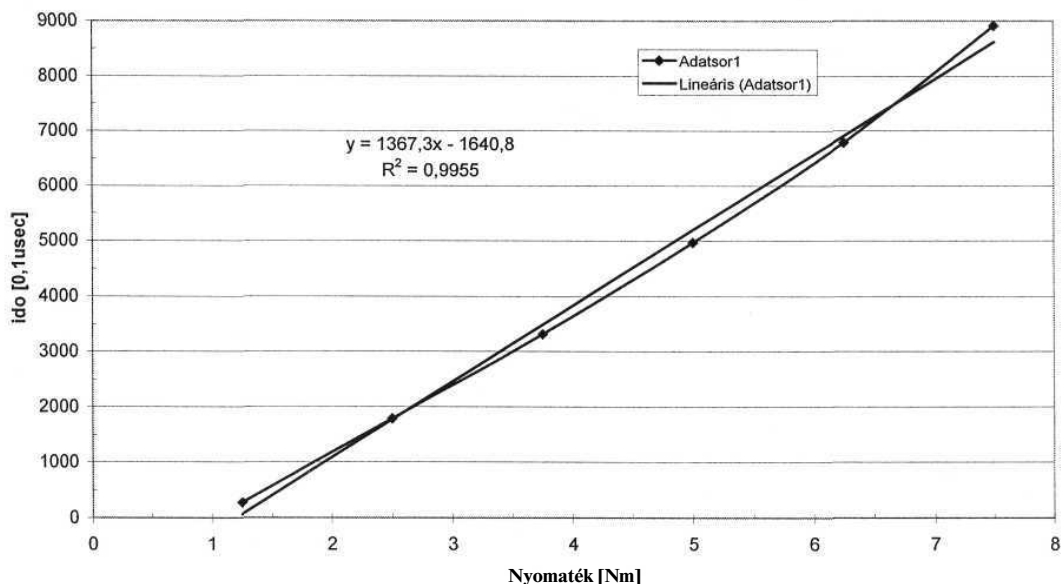
Egy adott fordulatszámon ($n=1500$ ford/perc) mérjük a nyomaték értékét (2. ábra: analóg 3) és mérjük a Δt értékét (2. ábra: analóg 1). A mért nyomatékhoz tartozó Δt -értékét számítással ellenőrizzük.

Eredmények:

A berendezés kialakításából adódóan több fordulatszámon különböző terhelési viszonyokat hoztunk létre. Az 3. ábrán egy fordulatszámhoz (500 ford/perc) tartozó $\phi 10$ mm-es acél tengelyt vizsgálva nyomaték értékeket ábrázoltunk. Az adatsort hat terhelési állapot alapján kiértékelve, magállapítható, hogy az általunk mért értékek (idő) alapján jó pontossággal, 1%-os hibával lineáris az összefüggés a terhelés növekedése és a mért elcsavarodás között.

A berendezés alkalmas - kalibrálás után - ismeretlen anyagú tengelyek gyors, a gyakorlat számára alkalmazható anyagtulajdonságainak (G -csúsztató rugalmassági modulus) meghatározására.

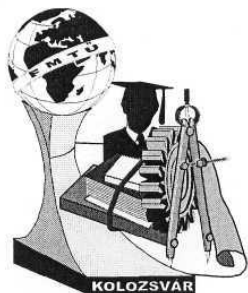
Acél csavarodási diagram [500 ford/perc]



3. ábra A $\phi 10$ mm-es acéltengelyen mért elcsavarodással arányos nyomaték értékek

Korzenszky Péter, tanársegéd
2100 Gödöllő Péter K. u. 1.
Dr. Judák Endre egyetemi docens
2100 Gödöllő Péter K. u. 1.

Madár Viktor, Ph.D hallgató
2100 Gödöllő Péter K. u. 1.
Dr. Szüle Zsolt egyetemi tanár
2100 Gödöllő Péter K. u. 1.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ÍVELT PROFILÚ CSIGA MÉRÉSE 3D GÉPEN

Dr. Bányai Károly, Szabó Péter, Szentesi Attila

Abstract: The paper contains the development of 3D-coordinate measuring technique, the possibilities of the 3D-coordinate machine. It contains the structure of the measuring program, suitable for measurement of worm geometry developed by us. The possibilities of the measuring machine type DEA being at the Department of Production Engineering at the University of Miskolc were shown. We have done measurements and we compared the results of the measurements by the theoretical values, which were determined by mathematical equations.

Összefoglalás: A cikkben ismertettük a háromkoordinátás mérés technika fejlődését, a háromkoordinátás mérőgép adta lehetőségeket. Ismertettük a csigamérésre szolgáló általunk kifejlesztett mérőprogramot. Bemutattuk a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékén található DEA mérőgép lehetőségeit. Méréseket végeztünk, melyek eredményeit összehasonlítottuk a matematikai egyenletekkel előállított elméleti értékekkel.

1. BEVEZETÉS

A gépgyártásban széleskörűen alkalmazott csigahajtások minőségileg megfelelő gyártása, illetve megbízható ellenőrzése számos problémát vet fel, melyek a csavarfelületek bonyolult geometriájából adódnak. A csiga és a csigakerék helyes kapcsolódásához biztosítani kell a csiga és a csigakerék megfelelőségét, a gyártás során az egyenletes minőség biztosítását. Biztosítani kell továbbá a gyártásgeometriával összefüggésben a csavarfelület elvileg is helyes ellenőrzési módszerét, mely biztosítéka az állandó minőség elérésének.

A tervezés során meghatározott paramétereket természetesen csak korlátozott pontossággal lehet a megmunkáló gépeken beállítani. Az ebből származó geometriai hibákat megfelelő mérési eljárással ellenőrizni kell. Az elektronizáció beépülése a termelési folyamatokba egyre nagyobb igényt támaszt a mérési módszerek korszerűsítésével szemben is. A számítógéppel összekapcsolt koordináta mérőgépek lehetőségét nyújtanak az alkatrészek méreteinek automatikus ellenőrzésére, illetve az értékek számítógépes feldolgozására [1].

A hengeres csigák hagyományos ellenőrzési módszere a csavarfelületek ellenőrzését kétdimenziós problémának tekinti. A csavarfelület azonban háromdimenziós alakzat, így azok ellenőrzését háromdimenziós feladatként kell kezelni. A koordináta mérés technika elterjedése és a számítástechnikával való ötvöződése új lehetőségeket teremtett ezen a téren. A számítógéppel összekapcsolt koordináta mérőgépek lehetőségét nyújtanak a hengeres csigák ellenőrzésére az új felfogás szerint.

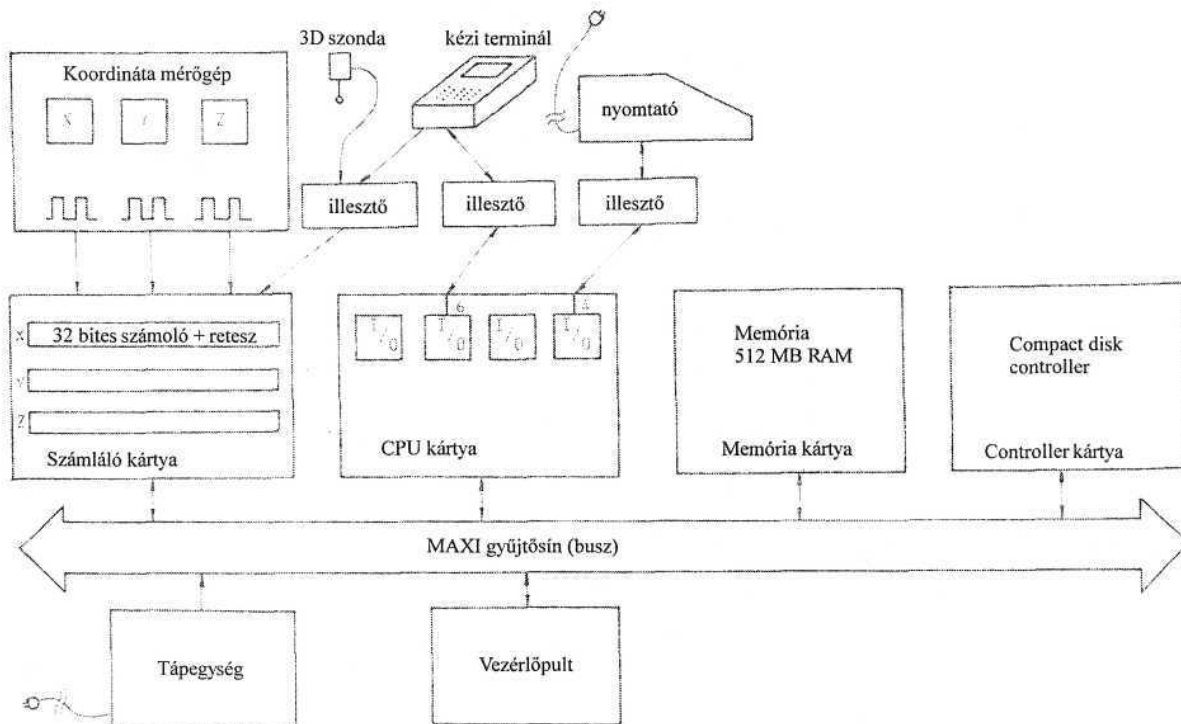
Természetesen az általános célú koordináta mérőgépen történő ellenőrzés mérőprogramja már elveiben is más követelményeket támaszt, mint a célgépek, a speciális kialakítású, ill. felszereltségű koordináta mérőgépek szoftverei.

2. HÁROMKOORDINÁTÁS MÉRŐGÉPEK RÖVID ISMERTETÉSE A MÚLT ÉS A JELEN...

Pár évvel ezelőtt még a CORDIMET-700 típusú háromkoordinátás mérőgépen történt a hengeres

csigák mérése, amely általános rendeltetésű, oszlopos kivitelű mérőgép, melynek a három tengely irányában történő mozgását kézzel kell végezni és a mérési eredményeket számítógép dolgozza fel. A számítógép BASIC nyelven programozható, mely programokba beépíthető a gépi szubrutinok hívása. Ilyen szubrutinok például a gömb, henger, kúp, stb. méréseire szolgáló programok az eredmények tárolásával együtt, valamint a különböző szolgáltatásokat végző programok. (Pl. koordináta-rendszer forgatás, metszésvonal, metszéspontszámítás, stb.) [1] [2]

Ma már a DEA típusú mérőgépet használjuk, (1. ábra) mely sokkal modernebb, pontosabb az elődjénél. Az új vezérlés (PC-DMIS) lehetővé teszi számunkra a könnyebb kezelhetőséget. A méréseket körasztal nélkül végeztük, a munkadarabot képező ívelt profilú csigának megtámasztását prizmával oldottuk meg.



1. ábra

A DEA mérőgép blokkvázlata (ME Ggyt)

A matematikai levezetéseket és képleteket regressziós egyenes meghatározása, felezési pont számítása stb. terjedelmi okok miatt nem közöljük.

3. ÍVELT PROFILÚ CSIGÁK MÉRÉSÉRE SZOLGÁLÓ MÉRŐPROGRAM FELÉPÍTÉSE [1] [2]

A kidolgozott mérőprogram az alábbi, blokkokból áll:

1. A mérőprogram és a mérőgép saját rendszerének beindítása.
2. A mérendő munkadarab saját koordináta-rendszerének kiállítása.
3. A mérendő csiga adatainak megadása.
4. Mérési pontok felvétele a csavarfelületen.
5. Elméleti pontok meghatározása.
6. Tényleges érintési pontok meghatározása.
7. A csavarfelület emelkedésének és emelkedési hibájának meghatározása.
8. A csavarfelület tengelymetszetének és hibájának meghatározása.
9. A csavarfelület radiális ütésének számítása.

ad 1) Ebben a blokkban történik a programban és a gép saját szoftver rendszerében használt változók, tömbök dimenzionálása és a tapintó hitelesítésének elvégzése. A hitelesítés egy - a mérőgép asztalára rögzített - pontosan megmunkált (0,0005 mm tűrésű) adott átmérőjű acélgömbnek (kalibráló golyó) a tapintóval több ponton való érintésével meghatározásra kerül a gömbtapintó középpontjának pillanatnyi koordinátája és sugara. Ezt a mérőgép szoftvere a későbbi számításokhoz tárolja.

ad 2) A legtöbb koordináta mérőgépnek így a DEA-nak is alapszolgáltatásai közé tartozik, hogy a mérési pontokat nemcsak a gépi koordinátarendszerben, hanem a felhasználó által kijelölt koordinátarendszerben is képes feljegyezni. Így a felhasználó mentesül a koordináta-transzformációnak a programba történő beépítéséről. A mérendő csigák saját koordinátarendszerét (az előzőekben kidolgozott matematika szerint) célszerű felvenni, mert a csavarfelületek egyenletei is e-szerint vannak felírva. A z_{IF} koordinátatengelyt tehát a csiga tengelyében kell felvennünk. Ezt a csiga alkalmasan választott hengerfelületének (csapágyhelyek felülete, fejhenger) több ponton történő érintésével érik el, mert a mérőgép a henger tengelyének helyzetét automatikusan rögzíti és tárolja.

Az y_{IF} tengelynek a fogárok szimmetriasíkjába történő felvételéhez a fogárok két átellenes pontját érintve a felezőpont koordinátái kerülnek feljegyzésre. A koordinátarendszer felvételére szóló utasítás hatására ezen adatok alapján a gép memóriája rögzíti a csiga koordinátarendszerét. A mérés további fázisaiban minden értéket ebben a koordinátarendszerben ad meg és ebben végzi a számításokat is.

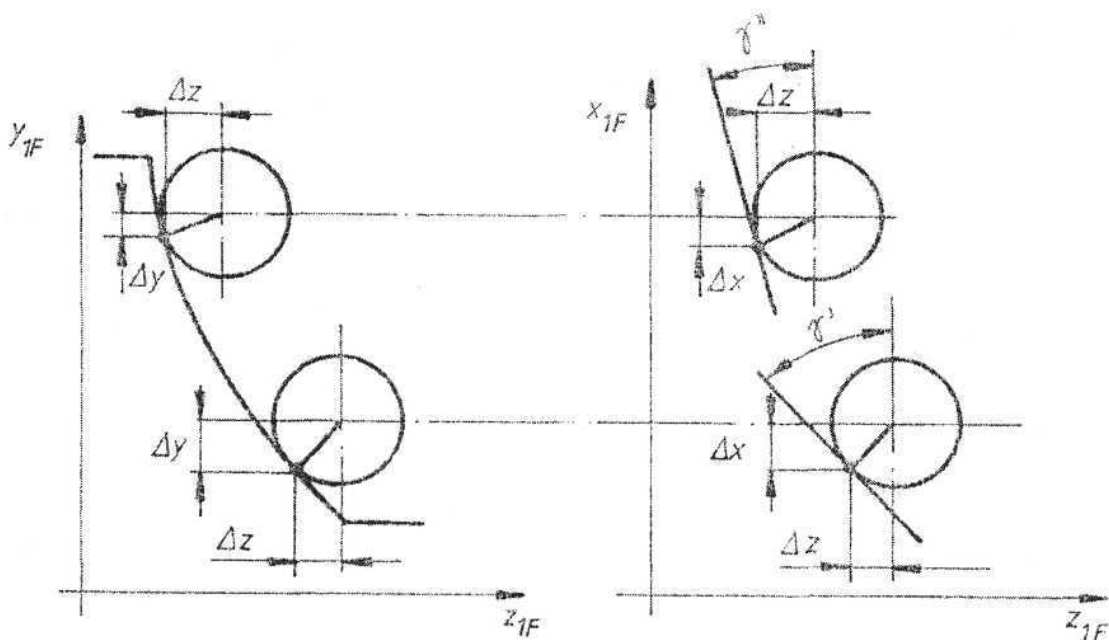
ad 3) A korábbiakban levezetett egyenletek alapján a mérőprogram a csiga típusától függően - amely szintén bemenő adat - interaktív módon kéri be a kézi terminálon keresztül a csavarfelületet jellemző adatokat (fogszám, modul, profilszög, stb.)

ad 4) A mérési pontok számának megadása után a mérést végző személynek a csavarfelületet - lehetőleg egyenletesen elosztva - a tapintóval meg kell érintenie, azaz fel kell vennie az "n" db mérési pontot. A gép memóriája minden érintésnél megjegyzi a gömbtapintó középpontjának koordinátáit a csiga saját koordinátarendszerében.

ad 5) Az elméleti pont koordinátáinak meghatározásánál abból indulunk ki, hogy egy gömbbel érintkező felület normálisa átmegy a gömb középpontján. Tekintettel arra, hogy a csavarfelületeknek - egy menetemelkedésen belül - minden pontjában más a normálvektor iránya, így meghatározható az elméleti (kiinduló értékkel adott) csavarfelületnek az a pontja, amelyhez tartozó normál vektor a gömbtapintó középpontján átmegy. Matematikailag ez a probléma egy adott ponton, átmenő adott irányvektorú egyenes egyenletének megoldásával meghatározható.

ad 6) A tényleges érintési pontok meghatározása az 2.ábra alapján történik. A tényleges érintési pont a tapintó középpontjától az előző pontban meghatározott normálvektor irányában a gömbtapintó sugarával egyenlő távolságra van. Az ábrán jelölt Δx , Δy és Δz értékekkel korrigálva a tapintó középpontjának X, Y, Z, koordinátáit, adódnak, a tényleges érintési pont koordinátái. Méréstechnikai szempontból ezek a koordináták természetesen csak közelítő értékűek, hiszen a normálvektor meghatározását az elméleti csavarfelület kiinduló paraméterei szerint végeztük. Mivel a valódi csavarfelület paraméterei eltérnek az elméleti értéktől, ezért a tényleges érintési pontok meghatározása a következőkben korrekcióra szorul.

A tényleges érintési pontok meghatározásai után a csavarfelület hibáinak megállapítására többféle módszer kínálkozik (pl.: térbeli regresszió a csavarfelületre).



2. ábra
Érintési pontok meghatározásának elve

ad 7) A csavarvonal emelkedését és annak hibáját az osztóhengeri csavarvonalon értelmezzük. Mivel a mért érintkezési pontok rendszerint nem az osztóhengeren vannak, ezért az értékeléshez szükséges azokat az osztóhengerre transzformálni a tengelymetszeti profil mentén. Az osztóhengerre transzformált "n" db pontra meghatározható egy regressziós egyenes, mely így statisztikai kiértékeléssel a mért pontok által alkotott csavarfelület emelkedését szolgálja. Ennek eltérése a kiindulásként megadott elméleti értéktől, jelenti az emelkedési hibát.

Amennyiben az emelkedési hiba meghaladja a tűrési értéket, akkor az új emelkedési paraméter figyelembevételével a tényleges érintési pontokat a csavarfelületen újra kell számolni.

ad 8) Az érintkezési pontokat is ugyanazon tengelymetszetbe - célszerűen az (y_{1F}, z_{1F}) síkba transzformáljuk. Így kiadódik a csavarfelületre jellemző tengelymetszet. Ennek értékelését, az elméleti tengelymetszettől való eltérését az elméleti csavarfelület normálvektorának irányában határozza meg a mérőprogram.

ad 9) A mérőprogram a tényleges érintési pontok sugárirányú eltéréseinek (az elméleti értékektől) értékeléséből határozza meg a csavarfelület radiális ütését.

4 A GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA TANSZÉK DEA TÍPUSÚ MÉRŐGÉPÉNEK ISMERTETÉSE

A mérőgép csúszó mozgásait a merev és a mozgó elemek között állandó mágnesekkel ellátott pneumatikus légsapályák biztosítják, melyek előfeszítettek. A pneumatikus rendszerben a szükséges nyomás: 4 bar.

A gép mérési tartománya X: 820mm; Y: 530mm; Z: 480mm.

A mozgások vezérlése lehet:

- manuális, vezérlőkaron keresztül és
- automatikus, számítógép segítségével.

A mérőgéphez tartozó számítógép lehetővé teszi az összeköttetést a központi egység és a periféria között, valamint az adat- és parancstárolást. A központi egység a tárolt parancsokat leolvassa, végrehajtja,

az input és output információkat ellenőrzi.

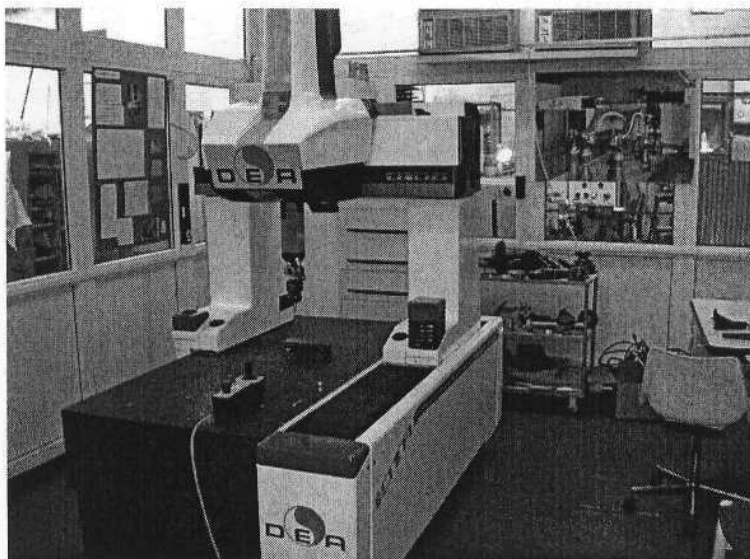
A mérőgép egy koordináta-rendszert testesít meg, amely a következőket definiálja:

- az abszolút kezdőpontot;
- a koordináta-tengelyeket;
- a koordinátasíkokat.

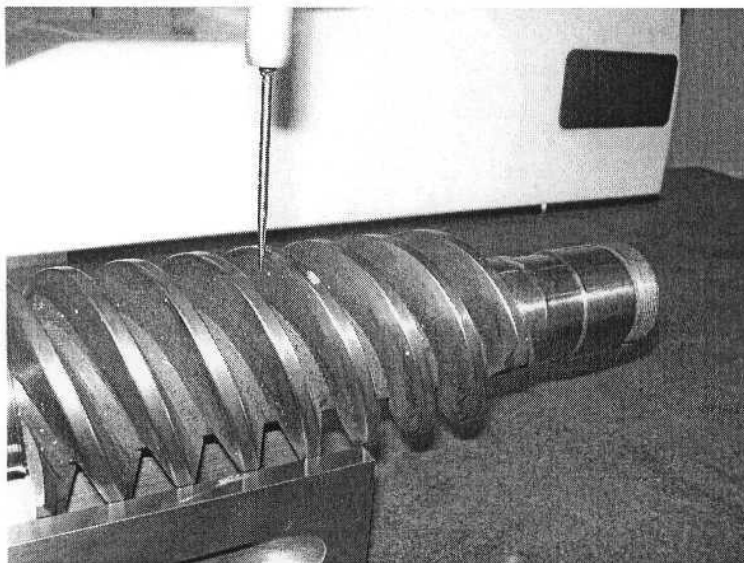
A mérésnél pontokat kell felvenni és a mért pontokból egy matematikai modell segítségével kell meghatározni a *mérendő alapelemeket*, amik lehetnek:

- pont, egyenes, sík, kör; kúp, gömb, ellipszis, henger.

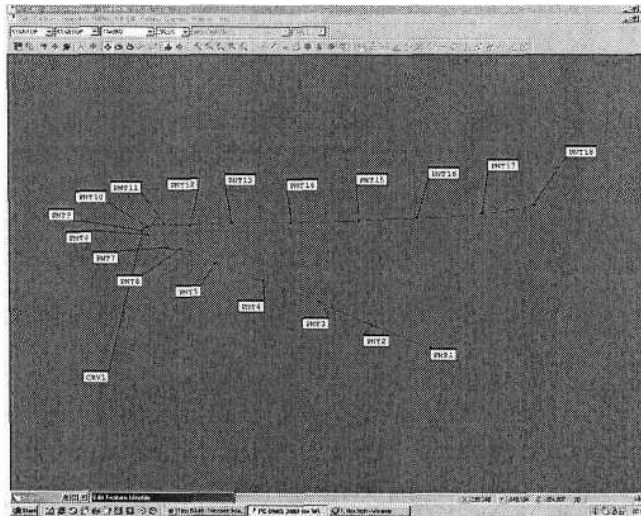
5. AZ ÍVELT PROFILÚ CSIGA MÉRÉSE ÉS KIÉRTÉKELÉSE



3. ábra: DEA 3D-s koordináta mérőgép melyen a méréseket végeztük (ME Ggyt)



4. ábra: Csiga profil mérése a DEA háromkoordinátás mérőgépen
($a=280\text{mm}$; $m=9\text{mm}$; $\phi_{ax}=36^\circ$; $Z_1=2$; Terv.: Dudás I. DIGÉP dróthúzógép)



5. ábra: A csiga profiljának felvétele a mért pontok alapján ($\varphi=180^\circ$)

Az $m=9\text{mm}$; $a=280\text{mm}$; $\alpha_x=36^\circ$; $Z_1=2$ bekezdésű csiga mérési eredményei:

Koordináta	Mért értékek	Korrigált értékek	Elméleti értékek	Eltérés
X_1	3,6071	3,5961	3,693	0,0969
Y_1	17,261	17,280	17,400	0,12
Z_1	-7,2312	-7,2764	-7,3395	0,0631
X_2	-7,8758	-7,9073	-7,8956	-0,0117
Y_2	11,031	11,033	10,932	-0,101
Z_2	0,85524	0,81120	0,90725	0,09605
X_3	-13,430	-13,456	-13,365	-0,091
Y_3	4,9034	4,8897	4,9634	0,0737
Z_3	3,4547	3,4009	3,4519	0,051
X_4	15,392	15,402	15,234	-0,168
Y_4	5,7234	5,7458	5,8274	0,0816
Z_4	21,360	21,312	21,348	0,036
X_5	5,0221	5,0107	4,9788	-0,0319
Y_5	15,243	15,266	15,193	-0,073
Z_5	26,513	26,564	26,522	-0,042

1. táblázat: Mérési eredmények

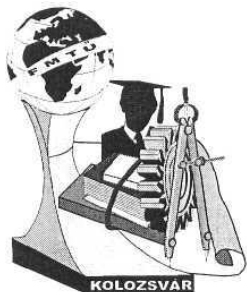
6. KÖVETKEZTETÉS

A 3D-s koordináta mérőgép és az új fejlesztésű szoftver segítségével lehetőség nyílik a csigák pontosabb és gyorsabb ellenőrzésére. A [2] irodalom alapján a kiértékeléshez szükséges geometriai összefüggések rendelkezésünkre állnak a ZTA csigákra vonatkozóan.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Bányai K.: Hengeres csigák gyártásgeometriája és ellenőrzése, Egyetemi doktori disszertáció Miskolc 1987.
- [2] Dudás L: Theory and Practice of Worm Gear Drives, 2000., London, Kogan Press, p. 314. ISBN1 8571 8027 5
- [3] Dudás L: Csavarfelületek háromkoordinátás mérőgépen történő ellenőrzése
Gépgyártástechnológia, 1988/89. pp. 426-429.
- [4] Dudás I.: ívelt profilú csigahajtás egyszerűsített gyártása és minősítése.
Egyetemi doktori értekezés Miskolc 1973.

Dr. Bányai Károly tanszéki mérnök, **Szabó Péter** tanszéki mérnök, **Szentesi Attila** egyetemi tanársegéd
Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros, +36-46-565-111/15-17, sp2002@freemail.hu, szentesiattila@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

3D MODELLEZÉS LEHETŐSÉGEI

László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós

Abstract

This paper presents designing methods used in a 3D modeler program. The three dimensional representation has a lot of well-known and widely used methods. This is the reason why the program uses beside the own methods the earlier developed and good working algorithms. The main step of the developed method is to generate three dimensional objects from minimai starting information. All 3D objects are considered a combination of base objects (like cube, cylinder etc). These objects are generated by equation of curved surfaces with different parameters. Doe to optimization for game programs the evaluation of the results was made by appearance. During evaluation we recognized that the sweetly usage of "Level of Detail" technique for generated 3d objects is possible in different environments. We adjusted that the developed methods is not efficient in all cases for automated texture coordinate calculations.

Összefoglaló

A dolgozat egy 3D modellező programot és az általa alkalmazott formatervező módszereket mutatja be. Tekintettel arra, hogy a 3D reprezentáció gazdag módszertannal rendelkezik, a program ötvözi a már jól bevált algoritmusokat a saját fejlesztésű módszerekkel. A módszer legfontosabb lépése a 3D objektumok képezése kevés kiinduló információ alapján. Minden háromdimenziós objektumot egyszerű alapobjektumok (hasáb, henger, stb.) kombinációjaként kezelünk. Az eljárás során az alapobjektumokat egy görbe felület egyenletének más-más paraméterezéséből kapjuk. Mivel ez a technika játékprogramokra lett optimalizálva, elégségesnek bizonyult a 3D objektumok végső aspektus szerinti kiértékelése. A módszer mérlegelése során kiderült, hogy a „level of detail” technikát használó programokban könnyen felhasználhatóak a generált 3D-s objektumok. Megállapítottuk, hogy a textúra koordináták automatikus kiszámítása nem minden esetben adott kielégítő eredményt.

I. Bevezető

A számítógépes grafika egyik fontos alkalmazási területe a komputeres játékok. Minden játékban a látvány alapját az előre megtervezett virtuális környezet alkotja, amelynek építőelemei az objektumok (egyszerű geometriai elemek kombinációi).

Mivel a lebegőpontos számítások rendkívül erőforrás-igényesek a grafika fejlődése az objektumok finomabb geometriai ábrázolása helyett az élethű textúrázás fejlesztésének irányába terelődött [1]. Úgy tűnik, hogy a formatervezés fejlődése ezen a téren eljutott egy lassú fejlődési szakaszba, amikor nem sok új modellezési technika jelenik meg.

Célunk egy olyan program készítése, amely a játékokban is felhasználható 3D alakzatokat generál. Legfontosabb feladat az eddig használt módszerek módosítása oly módon, hogy könnyebben programozhatóak legyenek, és lehetővé váljon az objektumok automatikus generálása [2].

II. Módszer ismertetése

Az objektumok létrehozásánál felhasznált matematikai módszerek legtöbbje a vektorokkal való műveletekre korlátozódik. Ahhoz, hogy változatos felületeket hozzassunk létre minél kevesebb bemeneti adat alapján, felhasználtuk a három kontrol-ponttal rendelkező Bezier görbe egyenletét:

$$B(t) = P_1 * (1-t)^2 + P_2 * 2*t*(1-t) + P_3 * t^2, t \in [0,1] \quad (1)$$

További felhasznált eszközök:

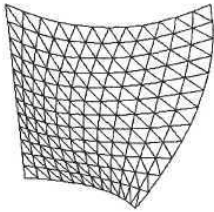
Képfeldolgozás: A *jpeg* formátumban megadott textúrákat egy erre a célra kifejlesztett program dekódolja. További információ a <http://www.ijg.org/> internetes címen található.

Multitexturing: a *Silicon Graphics* által készített *Glex.h* állomány segítségével a grafikus kártyák összetett-textúrák funkciója is kényelmesen használható. További, a rendszer által támogatott eljárások információi megtalálhatóak a <http://www.opengl.org/> címen.

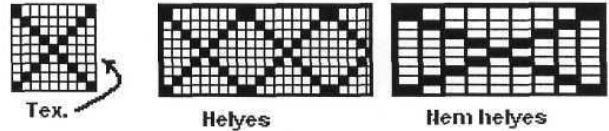
Egy bonyolult térbeli alakzat megjelenítéséhez szükséges a szerkezet lebontása egyszerűbb objektumokra, mint pl. kocka, gömb stb.. A háromdimenziós alapobjektumokat (gömb, kúp, kocka, hasáb, stb.) egy-egy különálló programmodul generálja. A modulok közös tulajdonsága, hogy az ún. "kontrol pontok" -ból kiindulva generálja az objektumokat leíró vertex (=térbeli pont) listát [1] és a textúra koordinátákat. A modulok közös vonásainak észrevétele leegyszerűsíti a programozási folyamatot. Elég csak egy általános objektumgeneráló modult készíteni, amely néhány paramétertől függően más és más objektumokat generál. így lehetővé válik a görbe felületek létrehozása is ugyanazzal a modullal, amely pl. gömböt, vagy kockát generál. Nagy előnye ennek az eljárásnak az, hogy gyorsan változtatható a generált objektumok kidolgozottsága. Ez a módszer a grafika gyorsításánál lényeges. Ha egy tárgy távol van, akkor nem szükséges minden apró részletét kirajzolni, ezáltal csökkentve a tárgyak formai részletességét, csökken a kirajzolt háromszögek száma. Ez egy

olyan „level of detail” megvalósítást eredményez, amely az objektumok legrelevánsabb karakterisztikáit hagyja meg.

Az alapobjektumokat egy-egy különálló modul generálja. A modulok közös tulajdonsága, hogy az ú.n. "kontrol pontok" -ból kiindulva hozzák létre az objektumokat leíró vertex listát, textúra koordinátákat és a háromszögeket. A Bezier görbe segítségével készíthető el az alábbi felület (1. ábra), amelyben minden egyes csomópontot két görbe metszéspontja ad meg. Négy rögzített pontból kiindulva kiszámíthatóak a közbeeső pontok amennyiben rendelkezésre áll még öt további görbületszabályozó pont. Minél sűrűbb felosztás szerint változik a Bezier görbe egyenletében (1)



1. ábra: Bezier görbe alkalmazása felületgenerálásnál.



2. ábra: Textúrázás

szereplő "t" változó értéke annál finomabb a generált felület. Sajnos a nagy felbontás megnöveli a felületet alkotó háromszögek számát.

Az objektumok textúrázása a textúra koordináták kiszámításával történik, az adott objektum méretének figyelembevételével [3]. A 3D-s objektum minden pontjában szükséges az (u,v) textúra koordináta kiszámítása, amely meghatározza, hogy a textúra melyik része illeszkedik az adott ponthoz. Ez a bonyolult folyamat egyszerűsíthető, ha figyelembe vesszük, hogy a Bezier görbével leírt görbe felületek felbonthatóak elemi téglalapokra. Egyszerű objektumok esetében a program önállóan számítja ki a helyes textúrázáshoz (2. ábra) szükséges arányossági együtthatókat. A használt eljárás viszont görbe felületek esetében nem használható.

Talán az egyik legfontosabb látványfokozó elem, a megvilágítás utánpótlására szolgáló *lightmap*. Ez valójában egy textúra [4]. A fényforrások paraméterei (koordináta, fényesség, hatótávolság, szín) meghatározzák a generált lightmap tulajdonságait [3]. Minden háromszögnek van egy hozzárendelt lightmap textúrája. Látni lehet, hogy a sok háromszögből álló modellek megvilágítása sok számítást igényel. Tehát a lightmap csak statikus megvilágítást valósíthat meg.

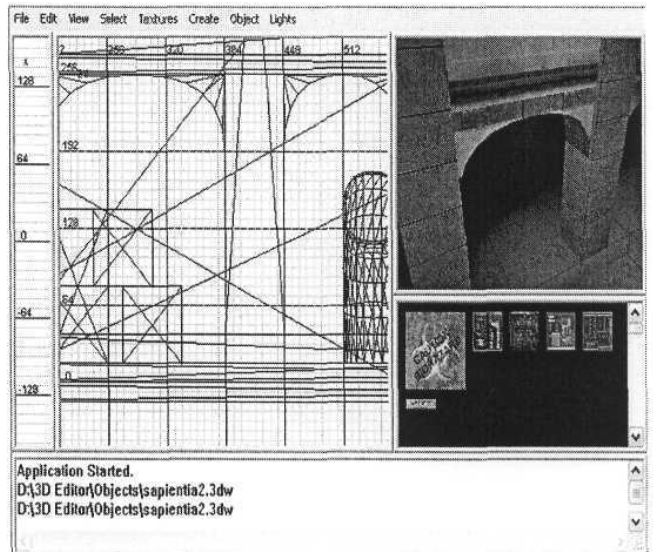
III. Eredmények

Az elért eredményként említhető a megvalósított program és a vele készített teszt "környezet" (3. ábra), amely a felhasznált eljárások hatásosságát bizonyítja. Az általunk használt objektumgeneráló módszer lehetővé teszi a generált 3D környezetek optimalizált megjelenítését, mivel a tárgyak kidolgozottsága változtatható, annak megfelelően, hogy a megjelenített tárgy mennyire közel helyezkedik el. Ugyancsak fontos eredmény, hogy a görbe felületek létrehozásánál a felhasználó

könnyen változtathatja a felület alakját befolyásoló paramétereket. Ezáltal a modellezési folyamatok könnyebben kezelhetők.

IV. Elemzés és következtetés

Az általunk kidolgozott módszer hatékonyan egyszerűsíti a háromdimenziós objektumok képezésének folyamatát. A legenerált objektumokat meghatározó információ mennyisége nagyon lecsökkent (megközelítőleg ezredrészére). Bizonyos esetekben hátrány lehet, hogy az adatokból minden későbbi felhasználás előtt egyszer ki kell számítani az objektumot leíró háromszöglistát, mivel a program csak a kiinduló adatokat tárolja. Hatalmas előny, hogy a későbbi felhasználásra elmentett információ mennyisége nem függ az objektumok kidolgozottságától.



3. ábra: A leírt megoldásokra alapuló program felhasználói

V. Könyvészet

- [1] Mark J. Kilgard "All About OpenGL Extensions" including specifications for some significant OpenGL extensions, NVIDIA Corporation
- [2] László Sándor Elek '3D World Editor', II. Műszaki Tudományos Diákköri Konferencia, Marosvásárhely 2003.
- [3] Jeff Molofee „OpenGL Tuotutorials”, www.nehe.gamedev.net
- [4] Jackie Neider, Tom Davis, Mason Woo „The Red Book” OpenGL Programming Guide

László Sándor Elek - Hallgató

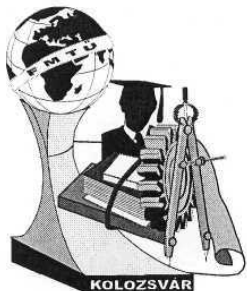
EMTE Sapientia - Marosvásárhely, Piata Trandafirilor 61

Tel.: 0265-257412 E-mail: sankoboy@yahoo.com

Szilágyi Sándor Miklós - Egyetemi Adjunktus

EMTE Sapientia - Marosvásárhely, Piata Trandafirilor 61

Tel.: 0265-264490 E-mail: szsander@hotmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MÉRNÖKI MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGA ÖSSZETETT GEOMETRIÁJÚ SZERKEZETEK KOMPLEX TERHELÉSE ESETÉN

Köves Tibor, Tóth László

ABSTRACT

Dominant ratio of the engineering structures, machine parts have local stress, strain concentrators. The reliability and safety of these elements are determined by the local behaviour of materials at different loading conditions. Stress raisers generally termed **notches** require special attention as their presence reduces the resistance of a component to fatigue failure and brittle fracture which both of them are very dangerous because they always occur at nominal stress level below the yield stress. The relationship between the load and the elastic-plastic notch tip strains and stresses is often approximated by the Neuber rule [2] or the Equivalent Strain Energy Density (ESED) equation [3] instead of the expensive sophisticated numerical modelling. But the reliability of these methods depends mainly on the material and the geometry, so the research of the applicability criteria is relevant and the aim of this work.

BEVEZETÉS

A mérnöki szerkezetek döntő többsége, gépalkatrészek, nagy valószínűséggel tartalmaznak valamilyen feszültséggyűjtő helyet, melyeknek jelenléte sorsdöntő lehet a szerkezet különböző terhelésekkel szembeni ellenállásának és így megbízhatóságának szempontjából. E kritikus helyek (**bemetszések**) mindig fokozott figyelmet igényelnek, mert csökkentik az alkatrészek ellenállását a fáradásos töréskimenetel és a fáradásos töréssel szemben. Mindkettő nagyon veszélyes, mert a töréskimenetel megtörténik akkor is, ha a névleges feszültség a folyási határ alatt van. A kapcsolatot a bemetszés csúcsában a terhelés és a rugalmas-képlékeny feszültségek és alakváltozások között gyakran közelítik a teljes alakváltozási energiasűrűség egyenlőségére épülő Neuber módszerrel [2], vagy az egyenértékű alakváltozási energiasűrűségek (ESED) egyenlőségét feltételező Glinka módszer [3], a költséges és modern numerikus-modellezés helyett. Ezen módszerek megbízhatósága azonban függ az anyagtól, a geometriától és az alakváltozás mértékétől. Az alkalmazhatósági kritérium kutatásában segít ez a munka.

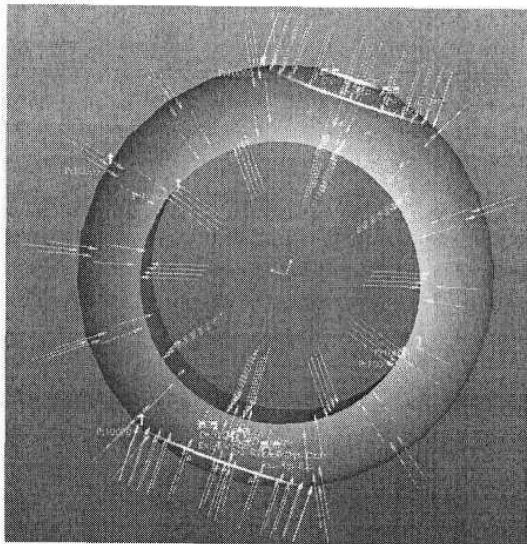
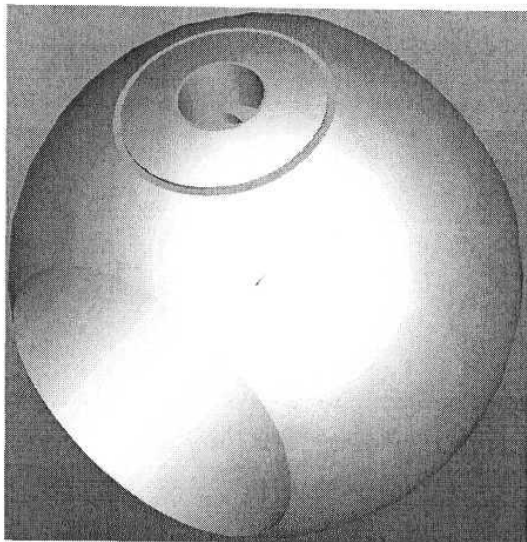
1. MÉRNÖKI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA ÖSSZETETT GEOMETRIÁJÚ SZERKEZETEK, KOMPLEX TERHELÉSE ESETÉN

Mivel egy összetett szerkezet esetén gyakorta igen nehezen határozható meg a valós, képlékeny alakváltozást is figyelembe vevő, feszültségállapot. Egyszerű alkatrészek (pl.: tengelyek, konzolok) feszültség gyűjtő pontjaira (pl.: vállak, beszúrások) azonban léteznek olyan mérnöki módszerek, melyek alkalmasak a szerkezet megbízhatóságának megítélésére. Ezért egy olyan módszer kidolgozásán fáradozom, amely nem csak egyszerű (elemi) esetekre alkalmazható.

Sok tervezéssel is foglalkozó cég a mai világ legkorszerűbb 3D-s CAD alkalmazásait használja a tervezéshez. Általában ezek a szoftverek lehetőséget adnak az elkészült alkatrész gyors VEM modellezésére is, de legtöbb esetben nem lehetséges a képlékeny számítás elvégzése ezekkel a programrendszerekkel. Rugalmas számítás esetén egyes feszültséggyűjtő helyeken akár néhány 1000 MPa-os feszültség is kiadódhat, ami, mint tudjuk, a képlékeny anyag esetében leépül. Az a kérdés hogy a kialakult feszültség a kritikus szintre emelkedik-e, ezzel az alkatrész károsodását okozva, vagy a feszültség csak kis területre koncentrálódva leépül a képlékeny alakváltozás hatására. Ez a kérdés az iparban egy rendszeresen visszatérő probléma. Megoldásának egyik alternatívája, hogy fejlettebb VEM alkalmazással, időigényes rugalmas-képlékeny számítást végezzük el, ami egy újabb szoftver beszerzését vonja maga után, továbbá egy olyan szakembert igényel, aki képes az adott programot használni. Egy másik alternatíva, hogy a már egyébként is (legtöbbször) elvégzett VEM számítás - az adott 3D-s CAD alkalmazás rugalmas VEM moduljával - eredményét felhasználva próbálunk következtetni - a kidolgozás alatt álló módszerrel - arra, hogy elviseli-e a szerkezet, feszültséggyűjtő hely az adott terhelést.

2. A SZÁMÍTÁS MENETE

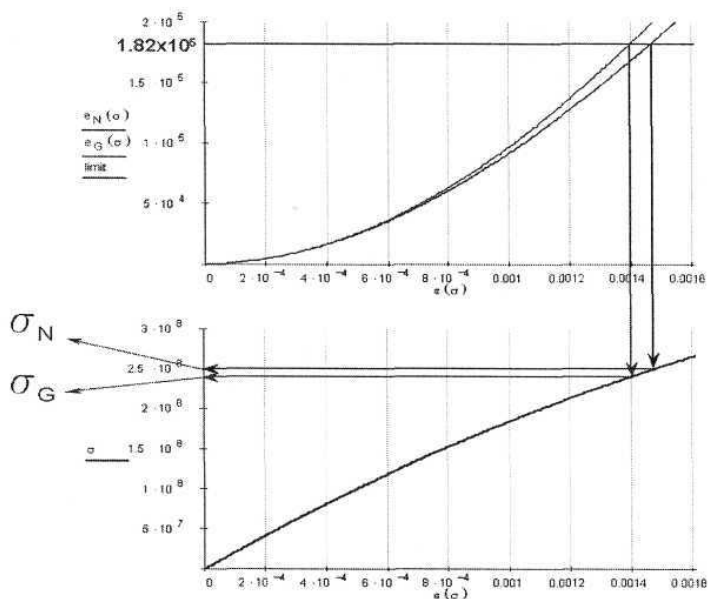
Számításomban egy 32"-os gömbcsapot vizsgáltam Pro/Engineer Wildfire programrendszerrel. Első lépésben a gömbcsap gömbjét modelleztem (1. ábra). A gömbcsap házának modellezését, a hálózási problémák miatt (globális-lokális geometriai sajátosságok), a későbbiekben kívánom elvégezni (2. ábra).



1. ábra

A gömbcsap gömbjének modellje és annak terhelései és kényszerei

A rugalmas-képlékeny anyagmodell alapján meghatározhatók a Glinka vagy Neuber módszer esetén szükséges alakváltozási energiák. A VEM számítás alapján kapott maximális alakváltozási energiát, valamint a Glinka és Neuber alakváltozási energia görbéket felhasználva meghatározható a rugalmas VEM számításból, hogy képlékeny anyag esetén az adott pontban (ahol a maximum volt) mekkora várhatóan a valós feszültség (4. ábra).



Rugalmas számítással a max. feszültség $\sigma_{FEM}=293.2$ MPa. Ugyanabban a pontban, képlékeny anyag esetén, Neuber módszerrel kb. $\sigma_N=250$ MPa, Glinka módszerrel kb. $\sigma_G=240$ MPa a számított feszültség.

4. ábra

Rugalmas VEM eredmények átszámítása képlékeny anyagra

HIVATKOZÁSOK

- [1] R. E. Peterson, *Stress concentration factors*, John Wiley and Sons, New York, USA (1974).
- [2] H. Neuber *Theory of stress concentration far shear-strained prismatical bodies with arbitrary nonlinear stress-strain law*, Journal of Applied Mechanics 26, No.4 (1961) 544-550.
- [3] G.Glinka, W. Ott, H. Nowack *Elastoplastic pláne strain analysis of stresses and strains at the notch root*, Journal of Engineering Materials and Technology, vol 110(1988) 195-204.

Köves Tibor¹, Tóth László²

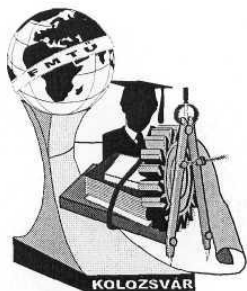
¹doktorandusz hallgató, ²egyetemi tanár

^{1,2}Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet, 3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 1.

Tel: ¹⁻²+3646560120

Fax: ¹⁻²+3646422786,

E-mail: ¹kovest@alpha.bzlogi.hu, ²TLaszlo@bzlogi.hu



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

GOLYÓ/SÍK ÉRINTKEZÉS ELVÉN ALAPULÓ LOKÁLIS KOPÁSVIZSGÁLATI ELJÁRÁS ALKALMAZÁSI FELTÉTELEINEK ELEMZÉSE

Kovács Tünde¹, Dr. Dévényi László²

Abstract

We analysed the conditions of ball-plane impact in wear- testing method, the limits of this method, especially its influence upon the exactiveness and reproductiveness of measuring results. We provide with calculations, that the traditional method's (experiniental distribution) main problem is that the warranty of constant load during this analysis meets theoretical obstacles. We showed that with the schematic modification of the experimental equipment we can avoid the mentioned measuring problems and improve the confidentiality of the measurement.

Összefoglaló

Elemeztük az ún. golyó/sík érintkezés elvén alapuló kopás-vizsgálati módszer alkalmazási feltételeit, a módszer korlátait, különös tekintettel a mérési eredmények pontosságára és reprodukálhatóságára. Számításokkal igazoltuk, hogy a hagyományos módszer (kísérleti elrendezés) legfőbb hátránya, hogy konstans terhelőerő garantálása a vizsgálat folyamán elvi nehézségekbe ütközik. Megmutattuk, hogy a kísérleti berendezés célszerű konstrukciós módosításával lehetőség nyílik a vázolt méréstechnikai problémák kiküszöbölésére, a mérés megbízhatóságának javítására.

1. Bevezetés

A koptatóvizsgálatokhoz a legkülönbözőbb elrendezésű berendezéseket, mechanizmusokat alkalmaznak. A kopás folyamatának leírására, kvantitatív jellemzésére is számos modell és módszer ismeretes. Vizsgálódásunk tárgya a szakirodalomból is ismert, az ún. golyó/sík érintkezés elvén alapuló kopás-vizsgálati módszer alkalmazási feltételeinek illetve korlátainak kritikai elemzése, különös tekintettel a mérési eredmények pontosságára és reprodukálhatóságára.

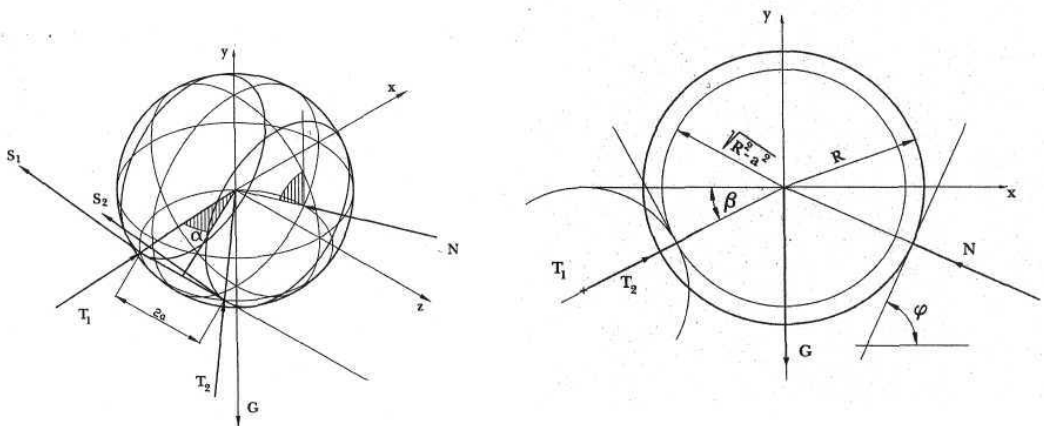
A hagyományos módszer (kísérleti elrendezés) legfőbb hátránya, hogy konstans terhelőerő garantálása a vizsgálat folyamán elvi nehézségekbe ütközik. Ez kedvezőtlenül befolyásolja a vizsgálati eredmények reprodukálhatóságát, negatív hatása a mérési adatok jelentős mértékű szórásában is jelentkezik. Jelen dolgozatban megmutatjuk, hogy a kísérleti berendezés elvi, konstrukciós módosításával lehetőség nyílik a vázolt méréstechnikai problémák többségének kiküszöbölésére, a mérés megbízhatóságának javítására.

A golyó-sík érintkezésen alapuló kopás-vizsgálati eljárást egyszerűsége miatt széles körben alkalmazzák. Előnye, hogy a kopási folyamat lokálisan vizsgálható, a folyamat során a kopás előrehaladottságának mértéke - a kísérlet időszakos megszakításával - jól nyomon követhető [3,4]. Nyugvó állapotban a terhelést a golyó súlyereje és a golyónak a beállítási szögektől függő beékelődése biztosítja. Meghajtott állapotban az érintkezési felületeken létrejövő súrlódó erők a golyót a beékelődésből kiemelni igyekeznek. Meghajtott állapotban tehát a terhelőerő nagysága a súrlódási együttható által determinált.

A vizsgálat kezdetén a golyó-sík érintkezés környezetében a fajlagos felületi igénybevétel igen nagy. A meghajtott golyó gömbsüveg alakú kopási nyomot hoz létre, ennek geometriai adataiból becsülhető a kopás mértéke, amelyet a gömbsüveg térfogatával arányos tömegvesztéssel szokás jellemezni. A kopás folyamán a gömbsüveg mentén érintkező felület nagysága fokozatosan növekszik, ebből adódik, hogy a kopás az idő függvényében csökkenő fajlagos felületi terhelés mellett megy végbe. Összehasonlító vizsgálatoknál a koptatás kezdeti szakaszát célszerű vizsgálni, ugyanis ekkor a legnagyobb a koptatóhatás. Nagyobb problémát jelent a kopási úthossz pontos meghatározása, ugyanis a golyó és az állandó fordulatszámmal forgó tengely közötti érintkezés nem stabil, azaz nem csuszás mentes (slip jelenséggel lehet számolni).

2.1. A koptatógolyó egyensúlya nyugalmi állapotban és a normálerő számítása

Az 1. ábráról leolvasható a kísérleti berendezésre és körülményekre vonatkozó legfontosabb geometriai adatok: a jelöli a meghajtó hajtó tengely horonyszélességét, r a tengely sugarát, R a koptató golyó sugarát, φ a próbatest felületének a vízszintes síkkal bezárt szögét, b pedig a próbatest felületének és a hajtó tengely középvonalának a távolságát.



1. ábra A golyó és a hajtótengely elrendezése, nyugalmi állapotban

Az egyes erőket vektorok reprezentálják: \mathbf{G} az m tömegű golyó által létesített súlyerő, \mathbf{N} a próbatest síkfelületét merőlegesen terhelő erő, \mathbf{T}_1 és \mathbf{T}_2 pedig a hajtó-tengely és a golyó között ébredő támasztó erők vektorai.

A \mathbf{T}_1 és \mathbf{T}_2 támasztóerők középsíkkal bezárt szöge α , a támasztóerők síkjának a vízszintes koordinátatengellyel bezárt szöge β . A geometriai viszonyok alapján az N terhelő erő és a \mathbf{T}_1 és \mathbf{T}_2 támasztóerők N , T_1 és T_2 nagyságát (azaz a vektorok abszolút értékét) az alábbi megfontolások alapján határozhatjuk meg:

A) Egyrészt a geometria adatok alapján könnyen igazolhatók az alábbi összefüggések:

$$b = R + \left(r + \sqrt{R^2 - a^2} \right) \sin(\varphi - \beta)$$

$$\beta = \varphi - \arcsin \left(\frac{b - R}{r + \sqrt{R^2 - a^2}} \right)$$

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{a}{r} \right)$$

B) Másrészt nyugalmi állapotra érvényes az erők egyensúlyára vonatkozó, vektor-egyenlet formájában megfogalmazott

$$\mathbf{T}_1 + \mathbf{T}_2 + \mathbf{G} + \mathbf{N} = \mathbf{O}$$

összefüggés. Ebben az egyes erőket és komponenseiket az alábbi formulák reprezentálják:

$$\mathbf{N} = (-N \sin \varphi, \cos \varphi, 0)$$

$$\mathbf{G} = (0, -mg, 0)$$

$$\mathbf{T}_1 = (T \cos \alpha \cos \beta, T \cos \alpha \sin \beta, -T \sin \alpha)$$

$$\mathbf{T}_2 = (T \cos \alpha \cos \beta, T \cos \alpha \sin \beta, T \sin \alpha)$$

A fenti képletekben N a próbatest felületére merőlegesen ható erő nagysága, T pedig a tengelyről a golyó felületére ható támasztó erők nagysága. Az egyensúlyi egyenletből az erők x , y és z irányú komponenseire rendre az alábbi összefüggések adódnak:

$$2T \cos \alpha \cos \beta - N \sin \varphi = 0$$

$$N \cos \varphi - mg + 2T \cos \alpha \sin \beta = 0$$

$$T \sin \alpha - T \sin \alpha = 0$$

A első két egyenlet alapján a próbatest felületére ható erő N nagyságára

$$N \cos \varphi - mg + \frac{N \sin \varphi}{\cos \beta} \sin \beta = 0$$

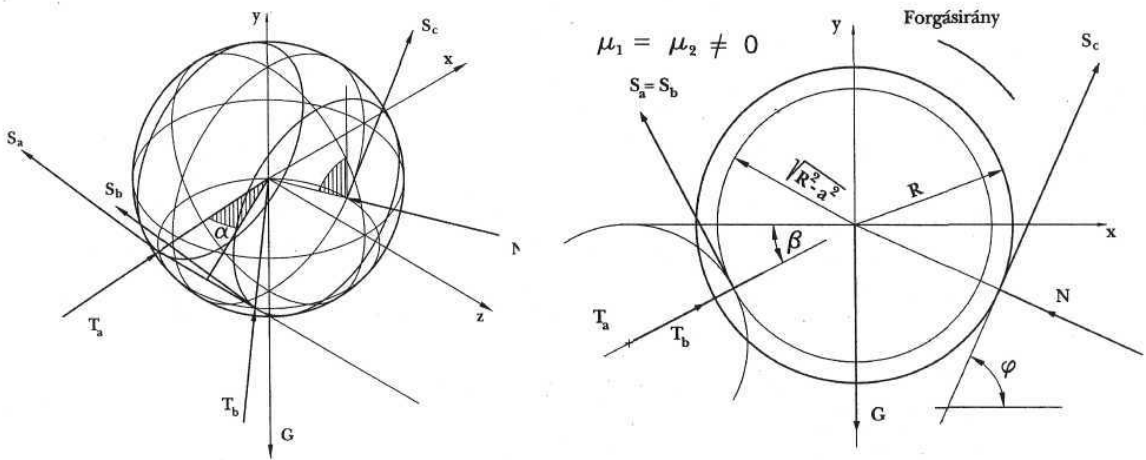
összefüggést kapjuk, ebből meghatározható a próbatest felületére merőlegesen ható erő N nagysága:

$$N = \frac{mg}{\cos \varphi + \sin \varphi \tan \beta}$$

Mint megállapítható, nyugalmi állapotban, (amikor is $\mu=0$), a koptató normálerő nagysága arányos **EME** a golyó m tömegével.

2.2. A koptatógolyó egyensúlya meghajtott állapotban és normálerő számítása

Feltételeztük, hogy a kopásvizsgálat folyamán (azaz meghajtott állapotban) a hajtótengely hornyának élein μ_1 ill. μ_2 súrlódási együttható nagysága, továbbá a golyó és a próbatest érintkezési tartományában $\mu_3 > 0$ a súrlódási együttható. Ez esetben az N koptató normálerő N nagysága az alábbi megfontolások alapján számítható. 2.ábra



2. ábra A golyó és a hajtótengely elrendezése meghajtott állapotban

Jelölje T_a , T_b a meghajtó tengely élein ébredő támasztó erőket, T_c pedig a koptatott felületről a golyóra ható támasztó erőt. A támasztó erőkhöz súrlódási erők rendelhetők hozzá. Jelölje S_a , S_b a meghajtó tengely és a golyó érintkezési pontjaiban ható súrlódási erőket, S_c pedig az N normálerő támadáspontjában (a golyó és a próbatest között ébredő) súrlódási erőt. A S_a , S_b súrlódási erők nagysága rendre $S_a = T\mu_1$ illetve $S_b = T\mu_2$. Továbbiakban feltételeztük, hogy az μ_1 és μ_2 súrlódási együtthatók, a szimmetrikus terhelési viszonyok miatt azonos nagyságúak, nevezetesen $\mu_1 = \mu_2 = \mu_{12}$. Ebből szükségképpen adódik, hogy $S_a = S_b = T\mu_{12}$. A fenti megfontolások alapján az erők egyensúlyára felírható a

$$\mathbf{G} + \mathbf{T}_a + \mathbf{T}_b + \mathbf{T}_c = \mathbf{0} \quad (1)$$

összefüggés. Az $\mathbf{M} = (M_x, M_y, M_z)$ nyomatéki vektorra hasonlóképpen érvényes az $\mathbf{M} = \mathbf{0}$ alakú egyensúlyi egyenlet. A nyomatéki vektor két első komponense zérus, azaz $M_x = M_y = 0$. A harmadik komponensre azonban az

$$M_z = R\mu_3 N - 2S_c \sqrt{R^2 - a^2} = 0 \quad (2)$$

összefüggés adódik, ahol T a korábban definiált T_1 és T_2 támasztó erők nagyságával, N az ismeretlen N normálerő nagyságával, S_c pedig az S_c súrlódási erő nagyságával azonos. A fenti összefüggések felhasználásával

$$2T \cos \alpha \cos \beta - 2S_c \sin \beta - N \sin \varphi + \mu_3 N \cos \varphi = 0 \quad (3)$$

$$-mg + 2T \cos \alpha \sin \beta + 2S_c \cos \beta + N \cos \varphi + \mu_3 N \sin \varphi = 0 \quad (4)$$

egyenletek adódnak eredményül. Figyelembe véve, hogy S_c a (2) egyenletből kifejezhető,

$$S_c = \frac{R\mu_3}{2\sqrt{R^2 - a^2}} N = \frac{\mu_3}{2 \cos \alpha} N \quad (5)$$

ekkor a (3) és (5) egyenletek felhasználásával a

$$2T \cos \alpha = \frac{\frac{\mu_3}{\cos \alpha} \sin \beta + \sin \varphi - \mu_3 \cos \varphi}{\cos \beta} N \quad (6)$$

összefüggéshez jutunk. Végül is a (4) formula alapján a normálerő N nagyságára

$$N = \frac{mg}{C \sin \beta + \frac{\mu_3 \cos \beta}{\cos \alpha} + \cos \varphi + \mu_3 \sin \varphi} \quad (7)$$

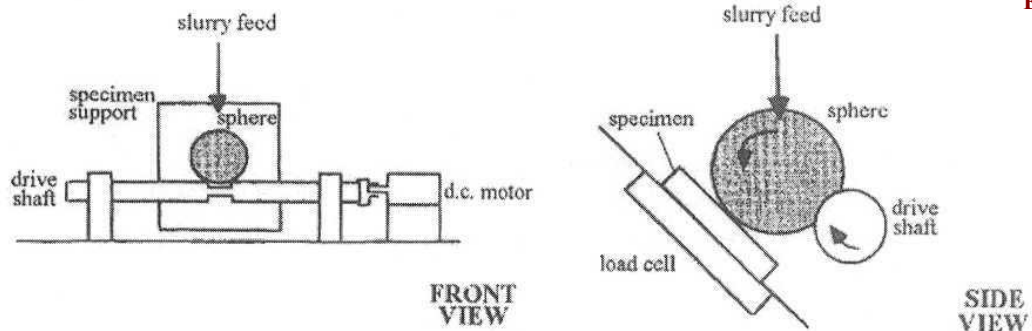
egyenletet kapjuk, ahol

$$C = \frac{\frac{\mu_3}{\cos \alpha} \sin \beta + \sin \varphi - \mu_3 \cos \varphi}{\cos \beta} \quad (8)$$

definíció szerint. Az elvégzett számítások alapján arra következtethetünk, hogy a normálerő nagysága függ a μ_3 súrlódási tényező mindenkori értékétől. E nem kívánatos körülmény azzal jár, hogy a kísérletek folyamán mindenképpen számolni kell a normálerő esetleges változásával, ingadozásával.

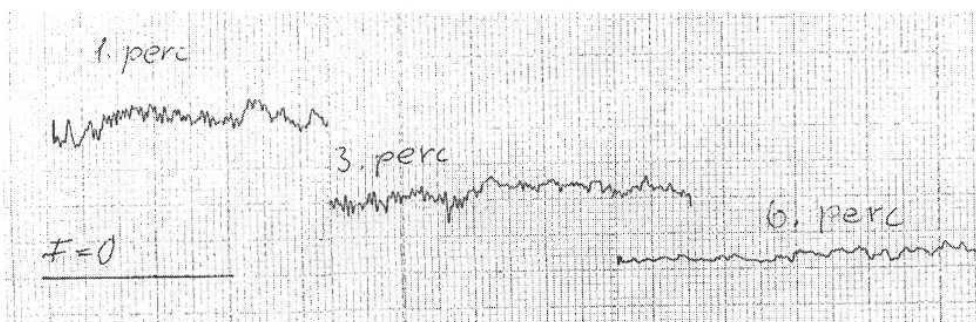
3. A számítások kísérleti ellenőrzése

A koptatási kísérleteket a 3. ábrán bemutatott koptató berendezéssel végeztük. A vizsgálatokhoz az erőmérőre felfogott Ø10x3 (mm) méretű próbatesteket használtuk. A koptatást Ø20 mm, GO3 anyagú golyóval végeztük. Az erőjelet 10 N méréshatárú nyúlásmérő bélyeges erőmérő rendszerrel regisztráltuk az idő függvényében.

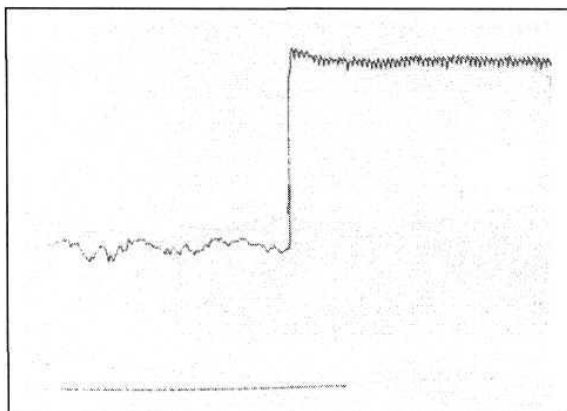


3. ábra Koptatási elrendezés [4]

A kísérletek eredményei az előzetes számításokat igazolták. Száraz zsírtalanított állapotban a golyó meghajtása bizonytalan. A golyó akadozva forog igen erősen változó slippel. Ennek következtében a terhelőerő is ingadozó 4/a. ábra. Kenőanyag vagy abrazív emulzió (gyémántpaszta vagy alumínium oxid) alkalmazása esetén a terhelőerő szintén jelentős ingadozást mutat 4/b ábra.



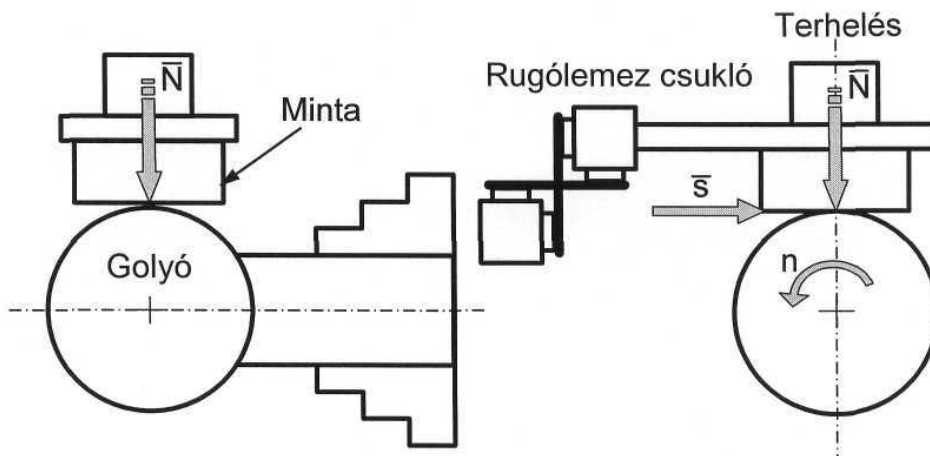
4/a. ábra Zsírtalanított felületen végzett száraz koptatás esetén a regisztrált terhelőerő az idő függvényében. Az erő az idő függvényében növekszik, tehát a súrlódási tényező is változik.



4/b. ábra A regisztrált terhelőerő változása kenőanyagcsepp hatására.

A vízszintes egyenes az $F=0$, erő bázisvonala. A normálerő egy csepp kenőanyag hatására ugrásszerűen nő. Megállapítható tehát, hogy a súrlódási tényező is változik.

A számításokkal elemzett és a gyakorlatban vizsgált elrendezés bizonytalanságainak kiküszöbölésére új konstrukciós elven alapuló kopásvizsgáló berendezést fejlesztettünk ki. Az elrendezést a 5. ábra mutatja be, ahol \bar{N} terhelésből adódó konstans normálerő, \bar{S} a súrlódási erő, n pedig a tengely fordulatszáma.



5. ábra Módosított elrendezés [2]

Az új berendezés jellegzetessége, hogy a golyót kényszerhajtással forgatjuk meg, így a kopási úthossz pontosan számítható [2].

Gömbsüveg mélysége, h (mm):

$$h = R - \sqrt{R^2 - r^2} \quad (9)$$

Kopási térfogat, V_v (mm³):

$$V_v = \frac{h \cdot \pi}{6} \left(\frac{3}{4} d^2 + h^2 \right) \quad (10)$$

Kopási úthossz, S (m):

$$S = n \cdot 2R \cdot \pi \cdot t \quad (11)$$

Kopási tényező, K (mm³/Nm)

$$K = \frac{V}{S \cdot N} \quad (12)$$

A módszer egyetlen hátránya az, hogy a golyó nem végez bolygó mozgást, így a koptatás egyetlen érintkező övezetre korlátozódik ezért minden méréshez új golyót kell alkalmazni. A koptató erő súlyterhelés biztosítja, kiegyenlített csuklós tartón keresztül, így az N normálerő nagyságát kizárólag a golyó tömege (súlyerő) határozza meg. A gömbsüveg térfogatából a szokásos módon (12) számítható a kopási tömegvesztés.

5. Összefoglalás

Részletesen elemeztük az ún. golyó/sík érintkezés elvén alapuló kopás-vizsgálati módszer alkalmazási feltételeit, a módszer korlátait, különös tekintettel a mérési eredmények pontosságára és reprodukálhatóságára. Számításokkal igazoltuk, hogy a hagyományos módszer (kísérleti elrendezés) legfőbb hátránya, hogy konstans terhelőerő garantálása a vizsgálat folyamán elvi nehézségekbe ütközik. Megmutattuk, hogy a kísérleti berendezés célszerű konstrukciós módosításával lehetőség nyílik a vázolt méréstechnikai problémák kiküszöbölésére, a mérés megbízhatóságának javítására.

Irodalom

- [1] I.M.Hutchings: Tribology:Friction and wear of engineering materials, 1992.Great Britain
- [2] T. Kovács, L. Kuzsella, L. Dévényi: Hypereutectic Al-Si-Ni alloy wear resistance function of the forming grade and comparison of alumínium and steel, microCad Miskolc, 2004.
- [3] R. Colaco, R Vilar: Abrasive wear of metallic reinforced materials, Wear 255, 2003. p.643-650.
- [4] J. Richter, I. M. Hutchings, T. W. Clyne, D. N. Allsopp, X. Peng: Tribological characterization of diamond like-speed steels, Material characterization 45, 2000. p.233-239.

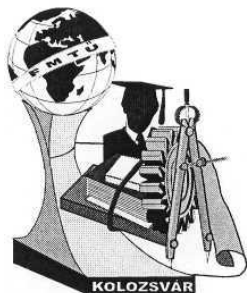
Kovács Tünde főiskolai adjunktus, Ph.D. hallgató

BMF, Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék

Budapest 1081 Népszínház u. 8

tel: (+36-1) 314-1438

kovacs.tunde@bgk.bmf.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

FOLYADÉKKRISTÁLYOS KÉPMEGJELÉNÍTŐK AZ ELEKTRONIKAI HULLADÉKBAN

Miklósi Péter

Abstract

The increasing amount of end-of-life electrical and electronic products is a significant environmental problem. Many of them contains hazardous materials, therefore it is particularly important to find the adequate practice for their disposal, if possible, by avoiding incineration and landfill. Recently liquid crystal displays have been appeared in electrical and electronic waste in increasing rate, but there is no technology that enables LCD recycling. For developing an adaptable technology, tests are needed to examine the efficiency of disassembly-, comminution-, and separation steps, considering economic and environmental aspects.

Összefoglalás

Az utóbbi időben az elektronikai hulladékokban egyre nagyobb mennyiségben jelennek meg a folyadékkristályos megjelenítők. Újrahasznosításukra széles körben elterjedt technológia nem ismert, így kezelésük jelenleg a lerakásra és elégetésre korlátozódik. A gyakorlatban is alkalmazható újrahasznosítási technológia kialakításához a szétszerelési, aprítási és szétválasztási lépések hatékonyságának meghatározására irányuló részletes vizsgálatokra van szükség, figyelembe véve a gazdasági és környezetvédelmi szempontokat is.

Bevezetés

A folyadékkristályos kijelzők elsőként a 70-es években jelentek meg a piacon. Az azóta eltelt évtizedek során a technológia fejlődése lehetővé tette nagyméretű, színes kijelzők előállítását is, így számos új alkalmazási terület jelent meg. Mára ezen eszközök számos előnyüknek köszönhetően a katódsugárcsöves képernyők egyeduralmát is megszűntették. Leginkább azon készülékekben alkalmazzák, ahol az alacsony energiafogyasztás és a kis tömeg alapvető követelmény. Emellett az asztali monitorokban is egyre elterjedtebb, 2002-ben az eladott monitorok 28%-a LCD volt, ez az arány 2007-re valószínűleg elérheti a 70-80%-ot is [1].

A piac bővülése egyben azt is jelenti, hogy a hulladékban is egyre nagyobb mennyiségben jelennek meg. Becslések szerint a hulladékká váló LCD kijelzők mennyisége 2005-re elérheti a 40 000 tonnát, égetéssel történő megsemmisítésének költsége pedig a 400 millió eurót.

Az Európai Bizottság a hulladékká váló elektromos és elektronikai berendezésekről szóló direktívájában (2002/95/EC) úgy rendelkezik, hogy a 100 cm^2 -t meghaladó méretű folyadékkristályos kijelzőket bontással el kell távolítani az azt tartalmazó berendezésből. A probléma megoldására szükségessé vált megvizsgálni ezen kijelzők ártalmatlanításának, esetleg újrahasznosításának lehetőségét.

Működési elv, felépítés

A folyadékkristályokat Fredreich Rheinizer osztrák botanikus fedezte fel 1888-ban. Nevük arra utal, hogy optikai viselkedésük a kristályos anyagokra emlékeztet, míg mechanikai tulajdonságaikat tekintve a folyadékok közé sorolhatók. Ezen anyagok nagy része rúd alakú molekulákból álló szerves vegyület. Az 1960-as években felfedezték, hogy a molekulák térbeli elrendeződése elektromos mező alkalmazásával nagymértékben befolyásolható [2].

Az LCD-k működése egy lemez átlátszóságának szabályozásán alapul, ahol egy szűrő szabályozható mértékben ereszti át a környezet vagy a háttérvilágítás fényét. Ez egymásra merőleges polarizációs síkú polárszűrők és a fény polarizációs síkját 90° -kal elfordító folyadékkristályos anyagok együttes alkalmazásával lehetséges. Elektromos tér hatására a folyadékkristályos anyag molekulái a tér erővonalaihoz párhuzamosan állnak be, ekkor a fény a rendszeren nem tud áthaladni (1. ábra) [2], [3].

A különböző felhasználási területeknek megfelelően a folyadékkristályos kijelzők számos típusa van jelen a piacon, az alábbiakban egy ún. „passzív mátrix” kijelző-panel általános felépítése kerül bemutatásra (2. ábra).

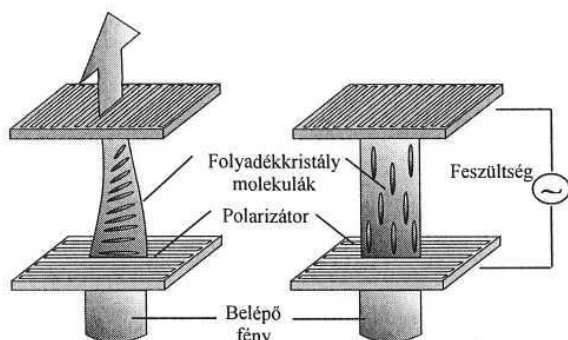
A folyadékkristály két üveglap között helyezkedik el. Az üveglapon átlátszó elektródák találhatók. Az üveg általában nátriumüveg, de egyes esetekben sokkal drágább bór-szilikát üveget alkalmaznak. Az üveglap vastagsága 0,4-1,1 mm [4].

Az üveglemezek külső felületét polikarbonátból készített, 0,2 mm vastagságú polarizációs réteg borítja. Az üveg belső felületén, az elektródákon található az orientációs réteg, amely a molekulák kezdeti elrendeződését határozza meg. Általában hidrokarbon polimereket, pl. polivinil-alkoholt vagy hőálló poliimidet alkalmaznak e célra. A réteg vastagsága 30-100 nm [5].

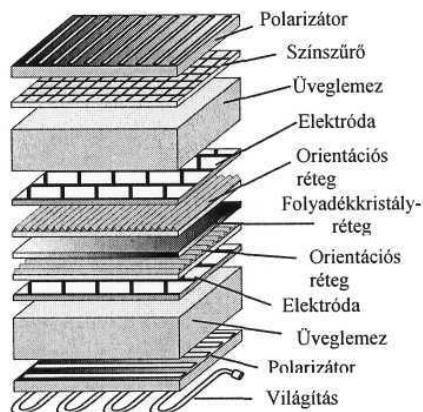
Az elektróda egy vékony, átlátszó fémréteg, pl. arany, ezüst, ón. Általában ón-oxidot, vagy indium-oxidot, de a leginkább a kettő ötvözetét alkalmazzák, mivel a bevont felületen kemény réteget alkotnak. Az indium-ón oxid elfogadható ára és megfelelő átlátszósága miatt lett a leggyakoribb. A réteg vastagsága 30-80 nm [6].

A kijelzőkben különböző folyadékkristályos anyagok 10-20 elemből álló keverékét alkalmazzák, hogy megfelelő sajátságú anyagot kapjanak. Évente több száz új anyagot, és több ezer új keveréket fejlesztenek ki és vizsgálnak, és a gyártók szerint ezek közül csak a legkevésbé toxikusok kerülnek

gyakorlati alkalmazásba [7]. Egyes vélemények szerint azonban ezek a toxikológiai vizsgálatok nem megbízhatóak, mivel nem független intézetek végezték el [8]. A réteg vastagsága 5 μm , mennyisége egy 15"-es képernyőnél kb. 350 mg.



1. ábra: LCD-kijelző működési elve



2. ábra: LCD-panel általános felépítése

A fény egy színszűrő rétegen is áthalad, amely piros, zöld, és kék területekből áll. A területek között fekete mátrix van, amely a fény színszűrők közötti kiszivárgásának megakadályozására szolgál. A fekete mátrix anyaga króm, króm-oxid, vagy valamilyen fekete gyanta. A színszűrő szerves vagy szervetlen polimer (zselatin, kazein, polivinil-alkohol, akril, epoxi, poliészter, poliimid), mely pigmenteket tartalmaz. A pigmentek általában karboxil-, amino-, vagy szulfoncsoportokat tartalmazó vegyületek. A réteg vastagsága 0,7-2,5 μm , a pigmentek 0,1 μm -nél kisebbek [9].

A kijelzők 90%-ában háttérvilágítást is alkalmaznak. A háttérvilágítás fényforrásból, tükörből, fényvezetőből és diffúzorból áll. Többféle működési elvet alkalmaznak, pl. elektrolumineszcens, LED, fluoreszcens fényforrásokat [10]. A tükör általában egy 25 μm vastag, 150 nm vastag ezüstréteggel bevont polimer. A polimer általában PET, és UV elnyelő adalékanyagot is tartalmaz [11].

Kezelés

Az LCD panel, a háttérvilágítás, a vezérlőelektronika, a kábelek és a burkolat együttesen alkotják az LCD modult. Az újrahasznosítás első lépése az eszközök, vagy egyes alkatrészeik változatlan formában történő újbóli felhasználása. Ehhez az alkatrészekben károsodást nem okozó szétszerelésre, és a működőképesség ellenőrzésére lenne szükség. Ennek legfőbb akadálya a piacon lévő termékek sokfélesége, és az egyes alkatrészek azonosításának nehézsége.

Az alkotórészek anyagában történő újrahasznosítása esetén a cél a tiszta frakciók kinyerése. Mivel az egyéb elektronikai hulladékokhoz képest a különbséget az LCD panel jelenti, első lépésként célszerű ennek elkülönítése az egyéb alkatrészekről. Megfelelő berendezéssel történő aprítást követően az egyes alkatrészekből származó frakciók mechanikai módszerekkel szétválaszthatók. E módszer hátránya az, hogy a veszélyesnek minősülő alkotók beszennyezhetik az egyes termékeket, és megnehezíthetik a tiszta végtermékek előállítását. Ez a probléma kézi bontás előzetes alkalmazásával oldható meg.

A panel további feldolgozásának esetében a fő problémát az jelenti, hogy a komponensek vékony ME filmréteggént, kis mennyiségben vannak jelen, ez egyrészt nem tesz lehetővé mechanikai szétválasztási eljárások alkalmazását, másrészt a tiszta alkotók kinyerése nem gazdaságos. A cél tehát elsősorban a tiszta üvegfrakció előállítása, esetleg az elektródát alkotó fém kinyerése lehet.

Az LCD-hulladékok kezelésére jelenleg a legelterjedtebb megoldás az égetés és a lerakás. Az égetés a szilárd települési hulladékok égetéséhez hasonló szennyezőanyag-kibocsátással jár, emellett azt feltételezik, hogy a folyadékkristályok magas hőmérsékleten keletkező bomlástermékei toxikusak lehetnek. A lerakással az a probléma, hogy a folyadékkristályos anyagok környezetre gyakorolt hatása ma sem pontosan ismert, de egyes vizsgálatok szerint veszélyt jelenthet az élővízekre, és biológiailag nehezen bontható le. Továbbá a háttérvilágítás esetleges higanytartalmával is számolni kell.

Németországban egy cég foglalkozik LCD-k kezelésével. Az eljárás során a képernyőket felaprítják, a folyadékkristályos anyagot alacsony nyomáson az üvegről eltávolítják, majd katalizátor jelenlétében magas hőmérsékleten, zárt rendszerben elégetik. A módszerrel az üveg 70%-a kinyerhető [8].

Japánban az LCD panelekből származó üveget egyéb szilikátokkal együtt a vas eltávolítására használják az acélgyártás során keletkező füstből, valamint a cink finomítása során, a keletkezett maradékanyagot pedig a cementgyártásban használják fel. Az eljárás során a szerves anyagok (folyadékkristályok, polarizátor, stb.) magas hőmérsékleten elégnek [12].

Befejezés

Az LCD-kijelzők forgalma világszerte egyre nagyobb ütemben növekszik. Ez természetesen együtt jár a belőlük keletkező hulladék mennyiségének növekedésével, mely magyar viszonylatban is évente több millió darab. Mivel a környezetre ártalmas összetevőket is tartalmaznak, de hasznosításuk jelenleg nem megoldott, szükségessé vált a megfelelő hasznosítási technológia kialakítása. Ebben a leküzdendő akadályokat összetett felépítésük, és a feldolgozás eredményeként kapott termékek további felhasználhatósága jelenti.

Irodalom

- [1] www.coming.com
- [2] What is TFT LCD? <http://www.netbored.com>
- [3] Multimedia/panel displays <http://www.pctechguide.com>
- [4] Liquid crystal materials in LCD panel <http://home.ieita.or.jp>
- [5] A. Seeboth: Orientation layers for liquid crystals in liquid crystal displays Displays 20, 1999. P. 131-136
- [6] Thomas Jansseune: Future material-Indium Tin Oxide <http://www.thinfilmpproducts.unicore.com>
- [7] Research and development: Liquid crystals from Darmstadt <http://www.merck.de>
- [8] Martin Prösher: Liquid Trash-Problems with disposal of LC displays, <http://www.heise.de>
- [9] Ram W. Sabins: Color filter technology for liquid crystal displays Displays 20, 1999. P. 119-129
- [10] About LCD and LCM <http://www.china-lcd.com>
- [11] Fukuda-Kawamoto-Gotoh: Degradation of Ag and Ag-alloy mirrors sputtered on polyethylene terephthalate substrates under visible light irradiation Thin Solid Films, 442, 2003. p. 117-120
- [12] Recycling of LCD panel <http://home.ieita.or.jp>

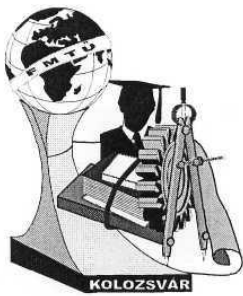
Miklósi Péter/doktorandusz

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány

Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet

H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2.

E-mail: miklosi@bzlogi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

SPECIÁLIS ÚTKERESŐ ALGORITMUSOK ÉS ALKALMAZÁSAIK MODERN JÁTÉKPROGRAMOKBAN

Csorba Kristóf, Tódor Balázs

In this article we present two special path finding algorithms to be used in continuous environments, which are very different from the classic methods and can be useful in the modern game artificial intelligence programming. The first method described extends the A* search to work without a (previously defined) search graph, while the latter uses the ant search to find paths. The goal of both is to find a wide path that the agents can track with only local navigation algorithms even if formerly unknown (e.g.: dynamic) obstacles appear in the way.

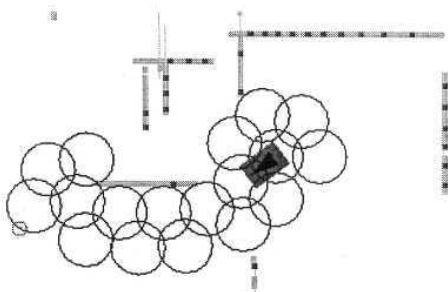
Ebben a cikkben két olyan speciális útkereső eljárást fogunk bemutatni, melyek jelentősen eltérnek a klasszikus megoldásoktól, és igen hasznosak lehetnek többek között a modern játékprogramokban felmerülő különböző problémák megoldására. A „gráf nélküli” keresés és a hangya alapú keresés futása közben térképezi fel a keresési teret, majd a terepviszonyoknak megfelelően, a lehetőségekhez mérten széles utakat jelöl ki, melyben a célpont felé navigáló objektumok már egy - csak a lokális környezetet vizsgáló algoritmussal is - komolyabb nehézségek nélkül haladhatnak előre még akkor is, ha közben ki kell kerülniük néhány kisebb akadályt (például társakat).

1. A „gráf nélküli” keresés

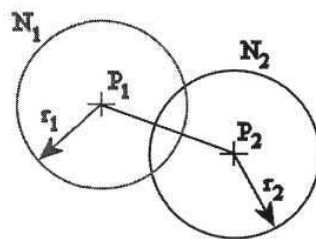
A mesterséges intelligencia egyik legrégebbi területe az útkereséshez és útvonaltervezéshez használható algoritmusokkal [5] foglalkozik. A klasszikus eljárások a világot gráfokkal modellezik, amiket általában emberek készítenek - bár a feladat egyszerű, gyakran mégis időigényes. Ha elvonatkoztatunk a játékprogramozástól, akkor könnyen találhatunk olyan problémakört is, amikor egyszerűen nem alkalmazhatunk embereket a megoldáshoz, például, ha a feladat egy ismeretlen környezetben navigáló robot tervezése.

Természetesen már korábban is születtek keresési gráfot készítő eljárások. Ilyenek például a látható csomópontok (Points of Visibility, [1, 6, 7]), a konvex cellák módszere (C-Cells, [6, 3]), vagy maximális területekre bontás (Maximum-Area Decomposition, [2, 6]), és az általános hengerek algoritmus (Generalized Cylinders, [6]). A fentiektől különbözik a kvadratikussal ill. az októlis fa (quadtree, octtree, [6]), mivel ezek lehetővé teszik a hierarchikus útkereső módszerek alkalmazását [4]. Az útkereséshez nem feltétlenül szükséges a folytonos keresési teret diszkrétté alakítani. Elég, ha

az akadályokhoz taszító erőt rendelünk, a célponthoz pedig vonzót. Erre épül az erőtér módszere (potential fields, [8, 3]). A lokális minimumok problémájának megoldására több megoldás is született már, például a hullámfront-terjesztés (Wavefront expansion, [8]), ami azonban csak diszkrét keresési tereken (egyenközű rácson) működik. A fenti módszerekhez szükség van a teljes világ ismeretére. Ennek kiküszöbölésére a problémát máshogy közelítjük meg és csak a bejárt területeket alakítjuk keresés közben diszkrété. A gráfot keresés közben építünk fel: gráfpontokhoz véges kiterjedésű testeket (hengereket, 2D-s esetben köröket) rendelünk (ld. **1. ábra**). Az ágens sugárkövetéses távolságméréssel érzékeli a környezetét. A távolságinformációból és a saját (ismert) helyéből kiszámítja az akadályok helyeit, majd ezeket egy listában tárolja. Az **1. ábrán** a világos pontok a már tárolt, a sötétek pedig az éppen látott akadálypontok.



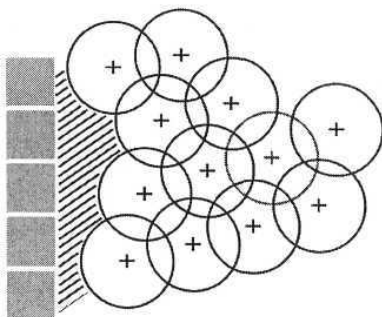
1. ábra - A szimuláció



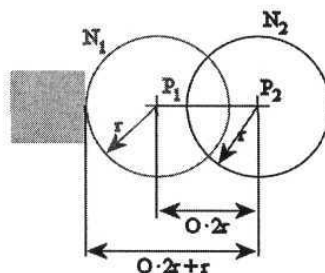
2. ábra - Az átfedés

$$O_{N_1 N_2} = \frac{d(P_1, P_2)}{r_1 + r_2} \quad (1)$$

A keresés elején az ágens helyére rakjuk le az első gráfpontot. Az ezután következő lépésekben az A^* szabályai szerint kiválasztjuk a legjobb heurisztikus értékű pontot és annak a szomszédait berakjuk a gráfba. Az útvonal garantált járhatósága érdekében a köröknek átfedésben kell lenniük, ld. **2. ábra** ill.(1).



3. ábra - A lefedetlen terület (csíkozott)



4. ábra - A lefedetlen terület "szélessége"

$$d_A \leq 2O_{\max} r \quad (2)$$

Mivel a gráfpontokat reprezentáló körök nem metszhetik a falakat, ezért mindig marad valamennyi lefedetlen terület (**3. ábra**) a keresési gráf és a falak között, melynek maximális szélessége d_A (ld. **4. ábra**, ill. (2)). Az eljárás akkor és csak akkor teljes, ha a környezetben található legszűkebb átjáró is

legalább $2 \cdot 2O_{\max} r + 2r$ széles, mivel így „belefér” egy kör és mellé a két oldalra a maximális szélességű lefedetlen terület is.

2. A hangyás keresés

A természetben a hangyák által alkalmazott keresési módszer egy feromon hormon folyamatos kibocsátásán alapszik, melyet a hangyák később követnek. A sokszor használt útvonalak megjelölése a kezdeti bolyongás után globálisan is elfogadható megoldáshoz vezet, mivel a rövidebb utat többször lehet megtenni ugyanannyi idő alatt, így azon a feromonkoncentráció is magasabb.

A mi módszerünk alapvetően eltér a szakirodalomban [9]-[14] olvasható ant search alkalmazásoktól, mivel sokkal inkább térképen keresünk és nem gráfban, mint például az utazóügynök probléma esetében. Egy ilyen térkép gráfként rengeteg élt tartalmaz. A mi alkalmazásunkban számos ponton ki kellett egészítenünk a módszert, hogy hatékony legyen. Ilyen kiegészítés többek között a torlódási hormon, a hangyákra lokális és globális statisztikák.

Ennek a módszernek az alkalmazásához sok, egyenként egyszerű hangyára van szükségünk.

A keresés sebességét nagymértékben növeli, ha a hangyák tudják, hogy légvonalban merre kell keresni a célpontot. Ez azonban növeli annak az esélyét is, hogy zsákutcákba kerülnek, ahonnan a sok bentrekedő hangya miatt folyamatosan növekedő feromonkoncentráció miatt nehezen jutnak ki.

Erre egy lehetséges megoldás egy ún. „torlódási hormon” bevezetése, melyet a hangyák egymással való ütközéskor (tehát elsősorban torlódás esetén) bocsátanak ki és ezzel párhuzamosan folyamatosan igyekeznek elkerülni az így megjelölt területeket.

További javítást érthetünk el, ha a hangyák folyamatosan számontartják, hogy hány lépést tettek meg a legutolsó célpont elérése óta. Ha ez az érték egy bizonyos (átlagérték alapján meghatározott) küszöb fölé emelkedik, akkor a hangya jó eséllyel rossz irányba ment, ezért felfüggeszti a feromonkibocsátást és elindul visszafelé a legutóbb érintett célpont felé. (Feltételezzük, hogy egy célpont elérése után a hangyák mindig új célpontot kapnak.)

Azt, hogy a keresés mikor ér véget, a legkönnyebben az egységnyi idő alatt célpont felé érő hangyák számával tudjuk meghatározni. Ha ez egy a feladat méretéhez viszonyítottan magas értéken stabilizálódik, akkor a hangyák már a megtalált utat követik. Ekkor a megoldást a feromonkoncentráció térbeli eloszlása adja.

Az eredményül kapott feromontérkép formájában olyan utakat kapunk, melyek szélesebbek egy sima élsorozatnál, így az út elhagyása nélkül végrehajthatók a dinamikus térben szükséges kitérési manőverek a navigáló ágensek között.

A torlódási hormon jelenléte olyan átjárókat jelöl, melyek áteresztő képessége kritikus, amennyiben sok ágens kíván egyszerre átjutni rajta. Ilyenkor előre lehet tervezni és az ágensek egy csoportját eleve más útvonalra lehet terelni. Így elkerülhetők a torlódások, melyek feloldása ágensnavigációs szempontból igen komoly feladat.

- A hangyák számának módosításával a keresés pillanatnyi erőforrásigénye (de ezzel együtt természetesen hatásfoka is) jól skálázható a rendelkezésre álló erőforrások mennyiségének és a feladat komplexitásának függvényében.
- Új hormon bevezetésével képessé tehető a keresés bizonyos területek elkerülésére vagy előnyben részesítésére.
- „Széles utakat” ad eredményül, mely egyszerűsíti az ágensek navigációját.
- A torlódási hormon lehetővé teszi a torlódások elkerülését.

Hátrányok

- A hagyományos útvonalkereső algoritmusokhoz képest (pl. A*) lassú. (Cserébe azonban sokkal több információt nyújt.)
- Sok erőforrást igényel, mivel hosszan kell futtatni a háttérben a szimulációt.

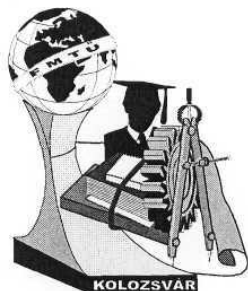
A módszer többek között modern stratégiai játékprogramokban lehet hasznos, ahol a fenti hátrányokat a játékok jellege miatt (kezdetben sok szabad erőforrás, sok idő a háttérben futtatáshoz) áthidalhatók.

- [1] Game Programming Gems II. (Charles River Media), 3.10. (324.-329.)
- [2] René Greulich: Diplomarbeit („Charakterverhalten in Computerspielen: Pathfinding”), <http://www.gm.fh-koeln.de/~faeskom/diplom/diplomgreulich.pdf>
- [3] Yong K. Kwang, Narendra Ahuja: „Gross motionplanning—a survey” (ACM Computing Surveys, ISSN: 0360-0300, 1992.)
- [4] Marco Pinter: „Towards More Realistic Pathfinding”, www.gamasutra.com, 2001. 03. 14., (http://www.gamasutra.com/features/20010314/pinter01_.htm)
- [5] Stuart J. Russell - Péter Norvig: *Mesterséges intelligencia modern megközelítésben*, Panem-Prentice Hall, 1995.
- [6] W. Bryan Stout: „Smart Moves: Intelligent Pathfinding”, www.gamasutra.com, 1999. 02. 12., (http://www.gamasutra.com/features/19990212/sm_09.htm)
- [7] *Optimising A** http://www.ur.co.nz/urcorp/default.asp?data_article=242
- [8] Stefan Baert: „Motion Planning Using Potential Fields”, www.gamedev.net, http://www.gamedev.net/reference/articles/article_1125.asp
- [9] Hozefa M. Botee and Eric Bonabeau: „EvolvingAnt Colony Optimization” (Santa Fe Institute, 1999.) <http://www.santafe.edu/sfi/publications/wpabstract/199901009>
- [10] Simon Kaegi and Tony White: „UsingLocalInformation To Guide Ant BasedSearch” (School of Computer Science, Carleton University, 2003.) <http://www.scs.carleton.ca/~arpwhite/documents/lbt-ica-aie-2003-final.pdf>
- [11] Marc Reimann: „Ant Based Optimization in Goods Transportation” <http://www.ads.tuwien.ac.at/teaching/ws02/EvolAlg/ACO-Teil2.pdf>
- [12] David Gordon: „Collective Intelligence in SocialInsects” (AI depót) <http://ai-depot.com/Essay/SocialInsects-Swarm.html> (Partiele swarm optimization)
- [13] „Ant Colony Optimization”, <http://iridia.ulb.ac.be/~mdorigo/ACO/publications.html>
- [14] 3. ANTS 2002 (Brussels, Belgium) <http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/conf/antal/antal2002.html>

Csorba Kristóf informatikushallgató, kristof@impulzus.sch.bme.hu

Tódor Balázs villamosmérnök-hallgató, balash@freemail.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék, 1117 Budapest, XI. Magyar tudósok körútja 2. Informatika ép. E szárny, IV. em. E444



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA LABIRINTUSA

Görög Levente, Máthé Zsolt, Komáromi Lóránd, Szilágyi Sándor Miklós

Abstract

In this study we present a specific method for developing intelligent decision-making agents by using different combinations of AI (Artificial Intelligence) algorithms. So far these agents are suitable most for playing *Labyrinth*, a board game invented and elaborated by Ravensburger, but their structure and decision-making mechanism make them capable to adapt to changing environments and changing rules. We suppose there's a general pattern for developing AI players of logic-based games of most kind - presenting a general genetic algorithm and validating the pruning of the games-states containing search tree might be considered attempts to prove our hypothesis.

Összefoglalás

Ebben a tanulmányban egy AI algoritmusok kombinációján alapuló módszert mutatunk be intelligens döntéshozó ügensek kifejlesztésére. Ezen ügensek elsősorban a Ravensburger által megalkotott *Labirintus* nevű táblajáték játszására alkalmasak, azonban struktúrájuk- és működési mechanizmusuknak köszönhetően képessé vál(hat)nak változó környezethez illetve szabályokhoz is alkalmazkodni. Feltételezzük, hogy létezik egy általános minta a legtöbb logikai játék AI játékosainak fejlesztésére - ezt a hipotézisünket próbáljuk igazolni egy általános genetikai algoritmus bemutatásával, illetve a játékalapokat tartalmazó keresési fa megnyesésének validációjával.

Bevezetés

Alaposabb szakismereteket igénylő, jól elszigetelt, és algoritmikus megoldásokat (egyelőre) nem ismerő feladatok számítógépes implementációja immár követelményként jelentkezik - egyre sürgetőbb módon - a XXI. századi számítástechnikában. Ahogyan az automatizálásra váró problémák komplexitása növekszik, úgy válik egyre nyilvánvalóbbá a tény, hogy a klasszikus értelemben vett racionalizáló algoritmusok nem alkalmasak az ilyen jellegű feladatok pszeudo-leírására, illetve megoldására. A jól specifikált problémákra megírt *egyszerű reflexszerű ügensek*, akárcsak az ezeket támogató *explicit keresőtáblák* funkcionális használata egy lassú erodálási folyamat során jut majd el a morális kiöregedéshez [7]. Egyáltalán - vetődik fel a kérdés - lehet-e egy megfelelően bonyolult feladatot a hagyományos értelemben *jól* specifikálni, például olyan feladatokat, amelyekkel az intelligens entitások nap mint nap szembesülnek? Kérdéses, hogy megérthetjük-e, milyen

mechanizmusok alapján érzékelünk, tanulunk, emlékezünk és következtetünk, illetve, amennyiben igen, meg tudjuk-e valósítani ennek a megértésnek egy adekvát leírását és ezáltal valamiféle automata rendszerbe történő integrálását: „...annak tanulmányozása, hogy hogyan lehet a számítógéppel olyan dolgokat művelni, amiben pillanatnyilag az emberek a jobbak” (Rich és Knight, 1991). Dolgozatunkban ezekre a kérdésekre szeretnénk (lehetséges) válaszokat adni, illetve további kérdéseket megfogalmazni, mindezt egy konkrét, még fejlesztésben lévő alkalmazásunk tükrében.

A fentiekre reflektálva nyilvánvaló, hogy olyan módszereket keresünk, amelyek plauzibilis távlatokat nyitnak meg intelligens viselkedés modellezésére. Először azonban megemlíjtük a már létező ilyen jellegű, validált eljárásokat:

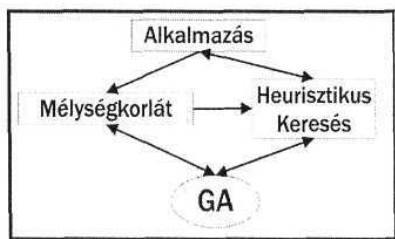
1. **Evolúciós algoritmusok (EA):** a genetika és természetes szelekció fejlődéstani vetületére alapozott adaptív algoritmusok [2].
2. **Neurális hálózatok (NN):** Az agy információ-feldolgozási mechanizmusának analógiájára létrehozott rendszerek, amely felépítésükben gráfra hasonlítanak, neuronokat csomópontokkal, míg kapcsolatokat élekkel reprezentálva [6].

A fent bemutatott módszerek nem tekinthetők homogén eljárásoknak. Reprezentációtól függően lényeges eltérés mutatkozhat implementálásukban, olyannyira, hogy csupán az alapelv marad közös. A módszerek *gyűjtőneve* a **mesterséges intelligencia (AI)**, azaz összefoglalásként:

1. A nem létező algoritmus helyett a probléma megoldását heurisztikus kereséssel* támogatjuk
2. Létrehozuk a heurisztikus keresésnek megfelelő rendszerarchitektúrát (intelligens ágensek)
3. Gyors, empirikus prototípust készítünk - ezzel kísérletezve javítjuk a feladat specifikációját

Egyéni módszerek és technikák

Módszereinket egy konkrét alkalmazás [3] révén fogalmaztuk meg. Az illető program fejlesztése során



1. ábra

folyton általánosítási problémákkal küszködve elhatároztuk, hogy osztott rendszert alakítunk ki, amely a 1. ábrán látható struktúra szerint működik. Ennek az innovatív rendszernek létezik egy kézzelfogható előnye más rendszerekhez képest: nem környezetfüggő, ezért megváltozott viszonyokhoz is képes adaptálódni. Működési elve egyszerű, AI módszerek

összekapcsolásában rejlik. A [3] alkalmazásra reflektálva, a játék következő n állapotait egy keresési fában szeretnénk tárolni, azonban, ha csak az n nem egy végzetesen kis érték, nincsen erre lehetőség (a

* A heurisztikus keresés lényege az exponenciális bonyolultságú és kimerítő keresés ágainak megnyesése a lényegtelen keresési irányok figyelmen kívül való hagyásával, az exponenciális bonyolultság polinomiálissá való visszavezetése.

játék elágazási tényezője 39 [3], és minden egyes levélcsofópontban útkereséssel szembesülünk^{**}). A keresési fán alfabéta nyesést [6] kell végeznünk az állapottér szűkítése végett. Ezt a hagyományos Greedy módszerrel valósítjuk meg^{***}, de lévén ez mohó algoritmus, heurisztikus keresés esetében kérdéses a hatékonysága, azaz validálni kellett (1. táblázat). A nyesés validációját 3-as és 4-es

Mélység	Továbbvitt állapotok	Optimális nyerési aránya
3	10%	82%
	1%	92%
	1‰	99%
4	10%	69%
	1%	77%
	1‰	85%

1.táblázat

mélységben végeztük: a programot önmaga ellen játsztattuk teljes, illetve megnyesett keresési részfával. A táblázat első oszlopa a bejárt mélységet tartalmazza, a másodikban azt tároljuk, hogy a nyesés után hány százaléka (ezreléke) maradt meg a teljes keresési fának, míg az utolsó oszlop a teljes keresési részfával dolgozó algoritmusnak a megnyesett keresési részfával operálóhoz viszonyított nyerési arányát fejezi ki szintén százalékosan. 3-as mélységben a táblázat minden egyes sorában szereplő szám adatok 100 játék átlagaként értelmezendők, míg 4-es mélységben 10 játék után számítottunk átlagokat. Azon hipotézisünket, hogy nyesési módszerünk hatékony, igazolni látszanak ezek az adatok, hiszen 4-es mélységben a keresési részfa csupán 10%-át megtartva a program 31%-osan teljesített a megnyesetlen keresési részfával operáló gépi ellenfele ellen. A keresés mélységkorlátjának megállapítását (3 illetve 4) nem explicit módon végeztük, hanem genetikus algoritmus segítségével. Adott mélységig keresve, mérhetjük a keresés relatív hatékonyságát, illetve mérhetjük az adott mélységhez szükséges keresési időt. A hatékonyság (E) és az idő (t) közös nevezőre hozásával (a két tényező súlyozása genetikus algoritmus segítségével) mérhetővé válik a hasznosság (U). Ezután csupán az $f(E, t) = U$ függvény maximumát kell megállapítani. Magáról az explicit genetikus algoritmusról itt csak annyit, hogy a megállási fitness-kritérium (életerő objektívum) a konvergáló sorok mintájára a következőképpen van definiálva: $|X_n - X_{n+1}| < \epsilon$. Ez annyit tesz, hogy a populáció két legdominánsabb tagjának fitness-

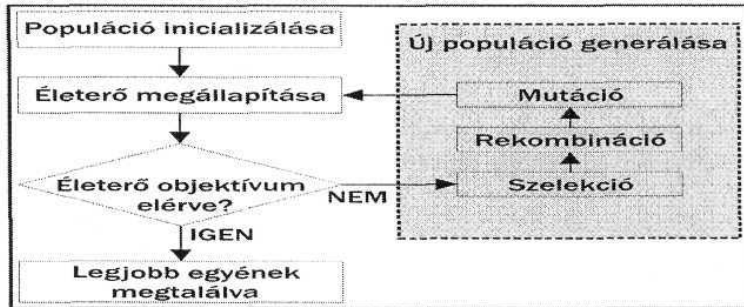
^{**} A legrövidebb út-kereső algoritmus külön fontosságot rejteget a kiértékelő függvényben. Mivel ez a leggyakrabban használt metódus az új irányok keresésére és az állapotok heurisztikus kiértékelésére, hangsúlyt kellett fektetnünk arra, hogy komplexitása a lehető legkisebb legyen, és a lehető legkevesebb, de ugyanakkor a leggyorsabban [1] elérhető memóriát használja. A legrövidebb út-keresés implementálható a legegyszerűbb mélységi bejárásos próbálgatásokkal (backtracking vagy rekurzió), mi azonban a Depth-First-tel szemben a Breath-First bejárást preferáltuk (az előbbi exponenciális komplexitása végett), illetve egészen pontosan az ezen az eljárásom alapuló Lee algoritmust [5], amely a szakirodalomban még Fill néven is ismert.

Depth-First: egy gráfot úgy járunk be mélységében, hogy vesszük a kezdeti csomópontot és utána az első olyan pontot, amely érintkezik vele. Bejárjuk azt és az ahhoz tartozó pontokat, majd vesszük a következő szomszédját a kezdeti pontnak. Ez nyilvánvaló, hogy mélységi, és rekurzívan fogható fel egy exponenciális komplexitású algoritmussal ($O(x^n)$), ahol x a pontok szomszédjainak száma (átlagosan), n pedig a pontok száma).

Breath-First: próbáljuk meg a vektorelemű vektort (azaz mátrixot) úgy elképzelni, mint egy irányítatlan gráfot, ahol akkor van el két (csomó) pont között, ha azok szomszédok. Ezt az algoritmust alkalmazva tulajdonképpen egy szabályozott, feltételes hullámozást [4] végzünk a vektortömbön, melynek eredménye éppen a legrövidebb út a kezdőpont és a többi pontok között. Így nyilvánvalóan javítunk az alprogram futási idején, lévén ennek az eljárásnak a komplexitása $O(m+n)$, ahol m az élek száma, illetve n a csomópontok száma.

^{***} Adott szint (mélység) levélcsofópontjain azok hasznossága szerint csökkenő sorrendben megyünk végig, majd egy bizonyos értéknél kisebb hasznosságú csomópontok alatti ágakat lenyessük. A levélcsofópontok hasznosságát a [3]-ban bemutatott módszerrel állapítjuk meg.

mutatója megközelíti egymást (különbségük abszolút értéke kisebb, mint az s hibakorlát), vagyis nincsen már lehetőség számottevő fejlődésre. Az általunk használt genetikus algoritmus részletesen a [3]-ban van bemutatva, itt csupán folyamatábráját illusztráljuk (2. ábra).



2. ábra

Következtetések, célok

Az AI módszerek egy lehetséges jövőképet vetítenek elő a számítástechnikában. Megfelelően nagy állapottér esetében a lehető leghatékonyabbak az ismert algoritmusok közül-, a kisebb terek esetében ez még függőben lévő kérdés. Céljaink közé tartozik az ezzel kapcsolatban felmerülő problémáink során megfogalmazott hipotéziseink tesztelése, egy feladat-specifikációtól független, általános genetikus algoritmus megfogalmazása, valamint pszeudo-nyelven vezérelt interkommunikációs ágensek működtetése a megoldandó feladat specifikálására.

Hivatkozások

1. Todd M. Austin, Dionisios Pnevmatikatos, Gurindar Sohi: **Streamlining data cache access with fast address calculation**, May 1995, ACM SIGARCH Computer Architecture News, Proceedings of the 22nd annual international symposium on Computer architecture, Volume 23, Issue 2
2. Thomas Back: **Evolutionary Algorithms in Theory and Practice**, New York - Oxford, Oxford University Press, 1996
3. Görög Levente, Komáromi Lóránd, Máthé Zsolt, Szilágyi Sándor Miklós: **Az örült labirintus**, 2004 febr.
4. Xiong Ji-Guang: **An Algorithm for Path Connections Using Asynchronous Diffracted Waves**, JACM(2004)
5. C.Y.Lee: **An algorithm for path connections and its applications**, IRE Trans. EC-10, P. 346 (Sept. 1961).
6. Simon Haykin: **Neural Networks. A Comprehensive Foundation**, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ, 1994
7. Stuard J. Russell and Peter Norvig: **Mesterséges Intelligencia modern megközelítésben**. Panem - Prentice Hall, Inc. 2000

Görög Levente-Károly / egyetemista II, év

Sapientia egyetem / Iceland 68, jud. Mures 4296

Tel.: 0742606039; E-mail: goroglev@yahoo.com

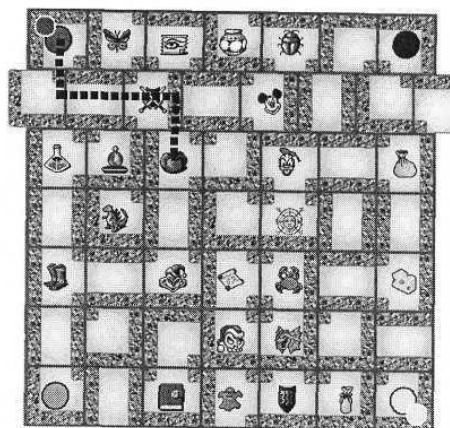
Kolozsvár, 2004. március 26-27.

Görög Levente, Komáromi Lóránd, Máthé Zsolt, Szilágyi Sándor Miklós

The aim of the project this study is based on is to develop a real-time application, which is able to play the game *Labyrinth* (made by Ravensburger) against human competitors. Taking into account that the ramification factor of the game is approximately 39, namely bigger than the one of the chess, it seems likely that the program will face serious time-problems and even might run out of memory. Consequently there must be applied some certain methods to avoid that, just like heuristic search, alpha-beta pruning, all based on a genetic algorithm, as described in the study.

A dolgozatban leírt projekt célja olyan valósidejű alkalmazást kifejleszteni, amely képes a Ravensburger *Labirintus* nevű játékát emberi intelligencia ellen játszani. Tekintve, hogy a játék elágazási tényezője 39, azaz 4-gyel nagyobb a sakkénál, valószínűnek tűnhet, hogy a program idő- illetve memóriahiánnyal fog küszködni. Ezt kiküszöbölendő, olyan módszereket kell alkalmazni, mint heurisztikus keresés, alfabéta nyesés, mindezeket egy genetikus algoritmus alapján, amint az a tanulmányból kiderül.

A tanulmány alapjául szolgáló labirintus-probléma megoldásában az [1]-ben bemutatott MI módszerek, valamint az általános játékelméletek egy optimális kombinációját célozzuk. A labirintus-



problémát a Ravensburger cég *Das verrückte Labyrinth* nevű társasjátéka szolgáltatta. A játéktábla egy 7x7-es mátrixként fogható fel, melynek elemei háromféle útszakaszt tartalmazhatnak (cső, elosztó és sarok), valamint egyes elemeken képrajz is található (1. ábra). A képrajzok számával (24) megegyező számú kártya kerül a játékosok (maximum négy) között kiosztásra. A kártyákon a képrajzokkal megegyező figurák vannak. Kezdetben a játékosokat reprezentáló különböző színű bábu a tábla sarokpozícióiban helyezkednek el, innen

próbál ki-ki eljutni ahhoz a táblán lévő figurához, amelyet kártyapaklijának legfelső kártyája jelez. Amint ez sikerült, a játékos megmutatja kártyáját a többieknek, félreteszi, majd veszi a következő kártyát, és ismétli ugyanezt. Az a nyertes, akinek leghamarabb elfogynak a kártyái. Mozogni (lépni) csak út mentén szabad, új utat pedig tolással (sor, oszlop) lehet létrehozni. A mátrix páros sorai és oszlopai tologathatóak mindkét irányba (fel-le, jobbra-balra) az addicionális tolóelemmel, amelyet tetszőleges pozícióban (forgatás) lehet beilleszteni. A tolás során megváltozik a tábla struktúrája és ezáltal a lehetséges útvonalak is. Az 1. ábrán látható állás: a bal felső sarokban lévő játékos a második sor balról jobbra történő eltolásával utat alkot kezdőpozíciójától a (3,3) pozícióban lévő képrajzig. A játékos rendelkezésére álló $(2, 0 \rightarrow 1)$ tolóelem-akárcsak a tolás után $(2, 7 \rightarrow 8)$ kieső elem -sarok.

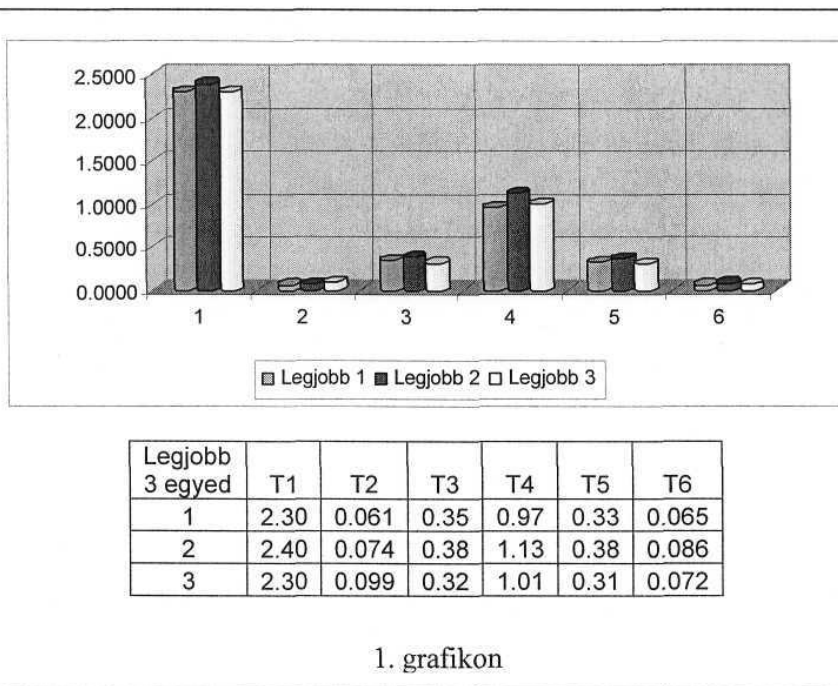
Módszerek és matematikai leírás

A játék elágazási tényezője $\sim 38.8235^*$. Durva közelítéssel tekinthetjük 39-nek - ami pontosan 4-gyel nagyobb a sakk elágazási tényezőjénél (35). Ezzel az elágazási tényezővel az 5-ös mélység 16-os nagyságrendű $(7.7 * (10^{\wedge} 15))$, a 10-es mélység viszont ennek a nagyságrendnek mintegy kétszerese $(6 * (10^{\wedge} 31))$. Nyilvánvaló, hogy exponenciális komplexitás esetében a teljes keresési fa felépítése túlságosan idő- és memóriaigényes [4]. Noha a játék állását könnyű reprezentálni és a mindenkor állások állapotai hozzáférhetőek a program számára, megjelenhetnek véletlen, diszkrét elemek ebben a tudásreprezentációban: a kártyák véletlenszerű kiosztása, az időkorlát és ebből következően a mélységkorlát, valamint az ellenfél jelenléte. A véletlen elemeket tartalmazó tudásreprezentáció, az idő- illetve mélységkorlát kizárja a tökéletes döntést, vagyis a keresési fán alfabéta nyesést [1][3] kell végrehajtani. Az alfabéta nyesést az adott szint csomópontjainak hasznosságértékei szerint végezzük. Egy csomópont hasznosságát a következőképpen határozzuk meg: kezdetben definiáltunk egy tulajdonság-szettet, amely - első megközelítésben - kielégítően jellemezte azokat a szempontokat, amelyekre egy lépés során figyelni kellett (a játékos lépésterének nagysága, a kitolt elem milyensége, a cél és az aktuális pozíció lépésteri közti minimális távolság stb.). A szett mindenik tulajdonságához egy-egy függvényt rendeltünk, amelyek az adott táblaállapotokban számértéket feleltettek meg a megfelelő tulajdonságoknak. Így a tulajdonságok értékeinek összegeként mérhetővé vált a hasznosság egy adott szint adott állapotában (csomópontban). A tulajdonságokat azonban súlyozni is kellett, lévén ez teljesen empirikus, egy genetikus módszert alkalmaztunk. Generáltunk egy 100 tagú populációt, melynek tagjai a megfelelő tulajdonságok súlyait (gének) véletlenszerűen vették fel általunk definiált halmazokból (inicializálás). A populáció minden tagját elláttuk egy ugyanakkora energianívóval, majd elkezdtuk véletlenszerűen játszani őket. A nyertesek energianívóját előnyük függvényében növeltük, a veszteséket ugyanígy csökkentettük, mígnem a természetes kiválasztódás során egyesek

* 13 cső, 15 sarok és 6 elosztó, ezek elhelyezési pozíciója szerinti átlag: $(13*2 + 15*4 + 6*4) / (13 + 15 + 6) \sim 3.2352$. Ezt szorozva a tolató sorok és oszlopok számával (12), megkapjuk a játék átlagos elágazási tényezőjét, amely ~ 38.8235 .

elpusztultak, mások dominánssá váltak egy x állapotban. Megvizsgáltuk, hogy teljesült-e az életerő kritérium a legdominánsabb egyedek esetében-, amennyiben nem, az elpusztult egyedek helyett újakat hoztunk létre a fennmaradt dominánsakból mutáció (+5 %-os változtatás a génekben) és rekombináció (két, véletlenszerűen kiválasztott egyed néhány, ugyancsak véletlenszerűen kiválasztott tulajdonságainak kicserélése). Amint teljesült az életerő-kritérium (elérkeztünk az xx végállapotba), megkerestük a legdominánsabb egyedeket, és ezeknek a génjeit feleltettük meg az optimális tulajdonságsúlyoknak - melyeket a továbbiakban konstansként kezeltünk (az 1. grafikonon a három legoptimálisabban teljesítő egyed tényezőinek súlyai láthatóak). Hasonlóan jártunk el a keresési fa mélységkorlátjának meghatározásakor [1] az idő-hatékonyság tulajdonságok súlyozása esetében is. A genetikusan nyert mindkét eredményt (mélységkorlát, tulajdonságok súlya) felhasználjuk a program nehézségi szintjeinek állításában. Mindezekből látható, hogy az általunk használt genetikusan nem feladat-specifikus.

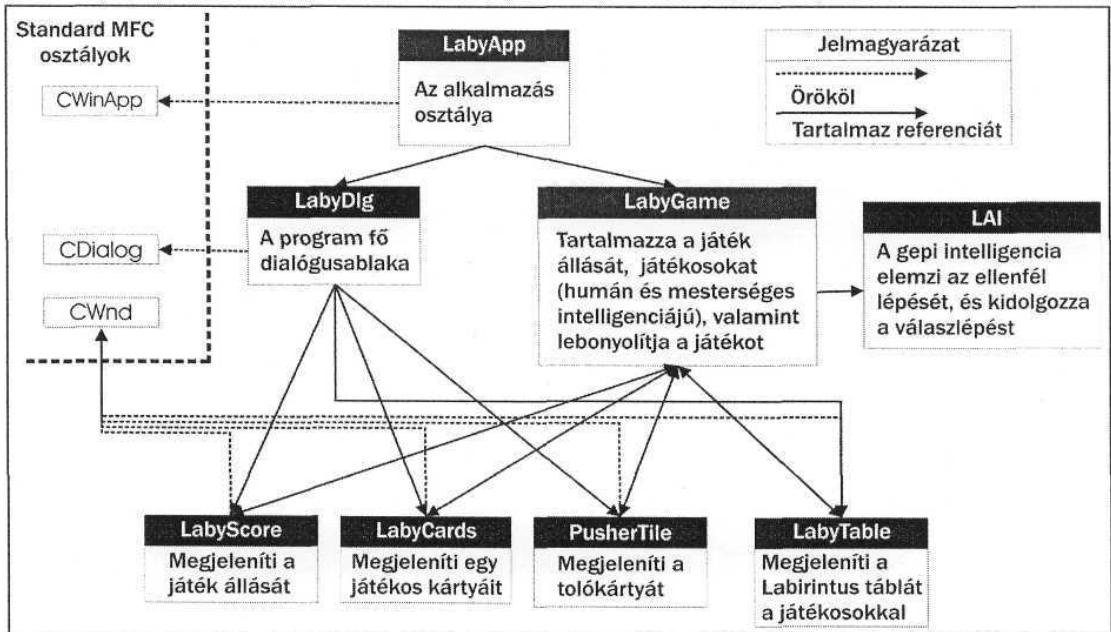
Elemzések



Az 1. grafikonon az első 3 legsikeresebb egyed tényezőink súly-értékei láthatóak, 6 paraméter, melyek közül az első esik a legnagyobb súllyal, a második nagysága fordítottan arányos a hatékonysággal, a többiek között összefüggés pedig határozatlan.

Program architektúra

Az alkalmazást Microsoft Visual C++ 6.0-ban írtuk. Architektúrája [2] a 2. ábrán található (köv. oldal):



2. ábra

Következtetések, további célok

Programunk elsődleges célját-, azaz gépi intelligencia által vezérelt kompetens játékosokat létrehozni, és ezek problémamegoldó készségét optimalizálni-, elértük. További céljaink a játékot illetően valósidejű alkalmazást alkotni *felhasználóbarát környezetben* (multi-tasking, normál CPU kihasználtság), valamint egy olyan megszakításos rendszert valósítani meg, amelyben a gépi intelligencia az emberi intelligencia gondolkodási ideje alatt is elemzi a játékot, a kielemezett helyzeteket hatékonyan eltárolja, és bármikor képes abbahagyni az elemzést, ha az ellenfél lépésre szánta el magát.

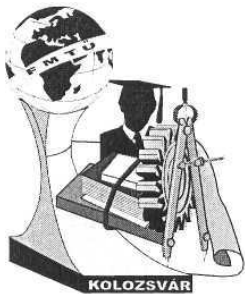
Hivatkozások

1. Görög Levente, Máthé Zsolt, Komáromi Lóránd, Szilágyi Sándor: **A mesterséges intelligencia labirintusa**, 2004 febr.
2. Neil MacKinnon, Steve Murphy: **Designing UML diagrams for technical documentation**, Proceedings of the 21st annual international conference on Documentation table of contents, San Francisco, CA, USA 2003
3. Stuard J. Russell and Péter Norvig: **Mesterséges Intelligencia modern megközelítésben**. Panem - Prentice Hall, Inc. 2000
4. Andrew C.-C. Yao, **On the Complexity of Comparison Problems Using Linear Functions**, Proc. 16th Annual Symp. on Foundations of Computer Science, Berkeley, Calif. 1975, 85-89.

Görög Levente-Károly / egyetemista II. év

Sapientia egyetem / Iceland 68, jud. Mures 4296

Tel.: 0742606039, E-mail: goroglev@yahoo.com



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ÖNTVÉNY JELÖLÉS GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI FELHASZNÁLÁSA

Tarnay Botond

Abstract

This work demonstrates marking and recognising used in high-pressure die casting quality insurance and production-technology. The principles of pattern recognition and character recognition are overviewed as general. The possibilities of solving a recognition - check during production are outlined, these are considered according the conditions and a working practical realisation is then presented.

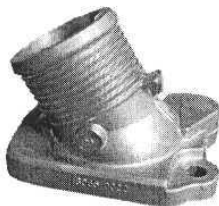
Kivonat

Jelen munka a nyomásos öntészeti technológiák minőség biztosításában és gyártástechnológiájában használható jelölés-felismerés használatát mutatja be. Általános megközelítésként áttekinti az alakfelismerés, a karakterfelismerés elvét. Felvázolja nyomásos öntvények gyártástechnológiai ellenőrzésének megoldási lehetőségeit, mérlegeli azokat, majd bemutatja a működő gyakorlati megvalósítást a felmerült feladatra.

Célkitűzés

Napjainkban számos járműipari alkatrész készül nyomásos öntési eljárással. A korszerű gyártást magas szintű minőség biztosítás felügyeli. Ennek alapelvei és a vevői elvárások eredményeként mind több ellenőrzés szükséges a különböző technológiai folyamatokban. Az ellenőrzés előfeltétele az öntvények jelölése. Az alábbiakban bemutatott nyomásos öntvények gyártási ellenőrzése az öntvények megkülönböztetésével.




Az öntvények bemutatása



Az öntvény

Az öntvények nyomásos öntési technológiával, hidegkamrás nyomásos öntőgépen készülnek. A szabvány szerinti DIN 226-os ötvözet az alapanyag, mely a hőntartó kemencéből előírás szerint

640°C-osan kerül az öntőgépbe. Az alább felsorolt öntvények megegyeznek az öntés után, egyedül az öntvényen szereplő számban térnek el.

Öntvény száma	Annak képe az öntvényen	Fúrás
0022		NEM
0023		Igen
0469		Igen

Feladat

A fenti öntvényekhez tartozó geometriákat a vevő elfogadta, azok módosítására nincs lehetőség. Határozott vevői elvárás a fúrás művelete során az automatikus, gépi megkülönböztetés. A fenti előzmények alapján megoldásra váró feladat: a 0023-as számú nyomásos öntvény gyártási folyamatában, a fúrás, dörzsárazás művelet során ellenőrzésre van szükség, hogy a vele teljesen megegyező, 0022-es számú öntvény ne kerüljön kifúrásra. Az öntvény kialakításán (mely a megrendelő által elfogadott) módosítani nem lehet, a gépi megkülönböztetés úgy tűnik egyedül az öntvényen szereplő szám alapján oldható meg.

Megoldási lehetőségek

A jelöléstechnika lehetővé kell tegye, hogy a nyomásos öntvények minőségbiztosítása és gyártástechnológia felhasználhassa az öntvényekre felvitt azonosítókat. Amennyiben ismert előre az ellenőrzés módja, egyszerűbb az azonosítást szolgáló jelölést kiválasztani. Sokszor azonban a jelölés adott, és ehhez kell idomítani a felismerés megvalósítását.

Optikai alakfelismerés

Az optikai alakfelismerés elve: Az előforduló darabokat egyenként betanítjuk a rendszernek. Megfelelő megvilágítás éri a munkadarabot, melyet kamera figyel. A kamera képét digitalizálás után összehasonlítjuk a betanított mintákkal.

Optikai karakterfelismerés

Elve: Előre meghatározott (formájú, nagyságú) karakterek szerepelnek a munkadarabon. A munkadarabról kamera alkot képet, megfelelő megvilágítás segítségével. Az analóg képet digitalizáljuk és a lehetőség szerint meghatározott helyen karakterfelismerést végzünk. Ennek eredménye egy karaktersorozat, melyet összehasonlíthatunk az elvárással.

Optikai karakterfelismerés lépései

- A kép megszerzése: A feldolgozandó kép származhat különböző képalkotó eszközökről (pl. lapolvasó), vagy képfájlból. Esetünkben ipari videó kamera, digitális kamera valósíthatja meg a kép rögzítését. Analóg kamera jelét digitalizáló kártyával vihetjük be a számítógépbe, digitális kamera esetén közvetlenül kapcsolódik a számítógép pl. USB portjára.

- A kép manipulálása: A kép átalakítása a karakterfelismerés előkészítésére. E körbe tartozik a laptájolás, a helyes beolvasási helyzet érdekében, majd az automatikus fényerő szabályozás során a képet kétszintűvé alakítjuk.

- Karakterfelismerés: Szegmentálás: A szöveget először sorokra, majd a sorokat karakterekre bontjuk. A megtalált karakter lehetséges beazonosítási módszerei: - Kontúr analízis. A karakterek élén körüljárva megszámlálja a konvex és konkáv íveket, és a karakterben lévő szigeteket. Ezt összehasonlítja az adatbázisában tárolt ugyanilyen típusú karakter jellemzőkkel. - Mátrix illesztés. A program a vizsgált karakter képét összehasonlítja az adatbázisában tárolt karakter mintákkal. [1]

Mérlegelés

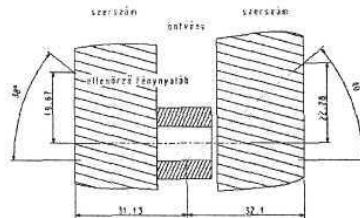
A fenti fejlett technológiájú megoldásoknak több hátránya derült ki a megvalósítás első lépcsőin. Ugyan léteznek kulcsrakész rendszerek, melyeket csak paraméterezni kell, és működnek, azonban több mint egy hónapos megvalósítási határidőt vállaltak a szállítók. Emellett ezek költsége igen jelentős.

Megoldás

Szükség volt egyszerűbb, költséghatékonyabb megoldásra, mely a két teljesen megegyező öntvényt már az öntésnél megkülönböztethetővé teszi és mégsem jelent a végtermékben különbséget a már elfogadott mintákhoz képest. Így került kialakításra és megvalósításra a következő optikai ellenőrző rendszer.

Elve

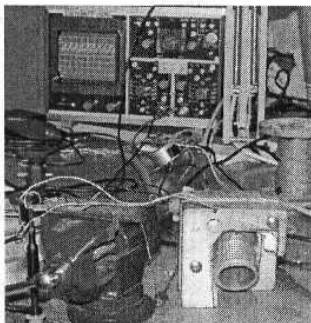
A 0022-es számú öntvénynél, melyet fűrni kell, az öntőszerszámban hosszabb túske alakítja ki a később fűréssal és dörzsárazással megmunkált furatot. A stancolási műveletnél is már a megkülönböztetés miatt kétféle szerszámot kell használni: egy újabb túske lukasztja ki a hátyát. Eredmény: a fűrés után a módosítás eltűnik, viszont addig megkülönböztethető egyszerűen.



Megoldás elvi rajza

Fából készítettem el a szerszám számomra fontos részletét, melyben az öntvény pontosan úgy helyezkedik el, ahogyan a valós fűrés művelet során. Ebbe fűrtam bele a fenti rajzon látható „ellenőrző fénynyaláb” útját lehetővé tevő lukat, melybe a fénykibocsátó és fényérzékelő ledeket helyeztem. Deszkamodellen kísérleteztem ki és optimalizáltam a paramétereket: A fűrésnél az ellenőrzés optikailag történik, infravörös fénykibocsátó dióda és fényérzékelő dióda segítségével: csak

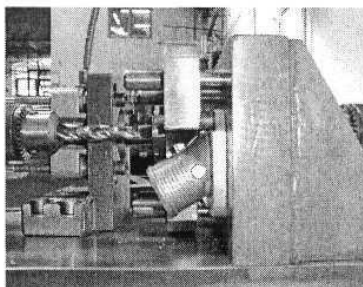
a már lukas darabot engedi fúrní az ellenőrző készülék. A deszkamodell fából elkészült, az infravörös diódákkal kipróbáltuk, és megbízhatóan megkülönböztette a próba darabokat.



Deszkamodell és a működő elektronika

Megvalósítás - Összefoglalás

Miután meggyőződtem arról, hogy a kipróbált elvi modell működőképes, felvázoltam a megvalósítás menetét: A meglévő szerszámba a modellhez hasonlóan furatot terveztem. Ehhez szétszedtük a megmunkáló asztalt. A megtisztított szerszámfeleket precíziós mérőgép segítségével beméreteztem, és kiszámoltam a furat középpontját. A modell készítése előtt nem tudtam pontosan lemérni a szerszámot, így eltérés adódott. Újra kellett számolni a beesési szöget, és ezzel a méreteket. A szerszámfelekbe egyenként szögsatuba fogva először szikralukasztó berendezéssel alakítottuk ki az úgy nevezett indító lukat. Ezt követően a kívánt átmérőt huzalszikkás fúrógéppel értük el.



A módosított szerszám

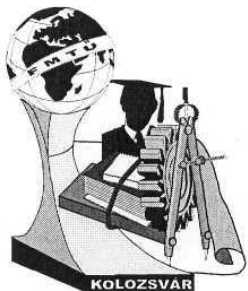
Egyedi elektronikus vezérlést fejlesztettünk a feladatra, mely a fúró-dörzsárazó munkapad pneumatikus és elektromos rendszereit blokkolja, amennyiben a munkadarab még nem lukas: ezt nem kell fúrní. A kitűzött célnak megfelelően a gép által automatikusan végzett optikai öntvény megkülönböztetést megvalósítottam.

[1] Dr. Gácsi Zoltán, Sztereológia és képelemzés, 7. fejezet

Tarnay Botond, okleveles kohómérnök

Miskolci Egyetem, Öntészeti Tanszék, H-3515 Miskolc, Egyetemváros

T: +36 30 4014618; E: ontb@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A FELÜLETHENGERLÉSKOR ALKALMAZOTT MÁGNESES TÉR MÉRÉSE ÉS MODELLEZÉSE

Fülöp György, Dr. Kodácsy János, Dr. Sebestyén Imre, Dr. Horváth Mátyás

Abstract

The paper presents a ball-rolling device, which is used for finish machining cylindrical work pieces in magnetic field. The authors analyzed the effects of different work materials and the exciting continuous current to the magnetic induction with finite element method- (FEM-). The change of the magnetic induction is illustrated by diagrams, and the calculated and measured data are compared in detail.

Kivonat

A cikk hengeres munkadarabok golyós felülethengerlésére alkalmas berendezést mutat be, amelyben a megmunkáláshoz mágneses teret használnak. A szerzők a gerjesztő áramnak és a munkadarab anyagának a mágneses indukcióra gyakorolt hatását vizsgálták végelelem- (VEM-) módszerrel. Az indukció változását diagramok segítségével szemléltetik, majd a számított adatokat összehasonlítják a mérések eredményeivel.

1. A kutatómunka célja és lépései

Kutatómunkánk célja az volt, hogy a „FemLab” VEM-modellező szoftver segítségével feltárjuk a végelelem-módszer alkalmazhatóságát a mágneses felülethengerléskor használt egyenárammal gerjesztett mágneses tér modellezésére. A modelltől azt várjuk, hogy alkalmas eszköz lesz a mágneses hengerlési technológia optimalizálásához, vagyis e technológia egyik legfontosabb adata, a mágneses indukció előzetes meghatározásához, a munkadarab-anyag és a gerjesztő áram függvényében.

A kutatómunka lépései:

- a modellezni kívánt berendezés elemzése,
- a 2D-s modell elkészítése,
- a peremfeltételek megállapítása, a vizsgálati tartomány kijelölése,
- a mágneses teret jellemző mágneses indukció alakulásának vizsgálata a gerjesztő áram és a munkadarab-anyag függvényében,
- a modellezett és a valóságos mágneses tér jellemzőinek összevetése.

2. A mágneses felülethengerlő berendezés

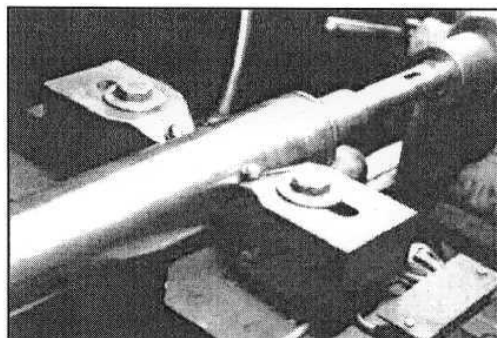
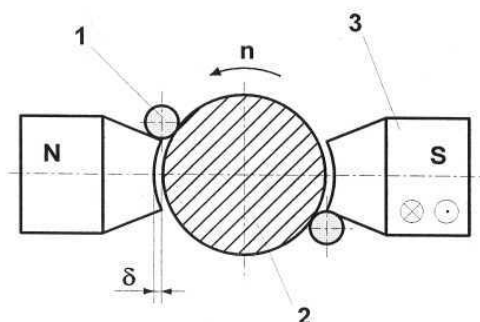
A KF GAMF Kar Gépgyártástechnológia Tanszékén kifejlesztett, hengeres felületek golyós hengerlésére alkalmas berendezést egyetemes csúcsesztergára adaptáltuk [1],[2].

A patkó alakú vasmagot az esztergagép szánjára, a mozgóbáb helyére fogtuk fel. Az elektromágnes tápfeszültsége $U=30$ V, az áramerősség $I=3,7; 7,4; 11,1$ és $14,8$ A (változtatható erősségű egyenáram). A vasmag hossza 600 mm, keresztmetszete 50×70 mm², anyaga C10 jelű szénacél. A tekercs menetszáma 2×800 , a huzal átmérője $d=2$ mm.

A mágnesezhető, GO3 anyag-jelű, $HRC=60\pm 1$ keménységű csapágygolyókat (egy-egy darabot) a mágnespofák alá vagy fölé, a pofákon kialakított sugárirányú hornyokba helyeztük (1. ábra).

A golyókat a mágneses térerő a hornyokban tartja, és a mérések alapján - a mágneses indukció nagyságától függően - $F=50\ldots 100$ N erővel szorítja a munkadarab felületéhez. A golyók a hornyokban, a munkadarab forgástengelyére merőlegesen szabadon mozoghatnak, és a felületen legördülve követik az esetleges durvább felületi egyenetlenségeket is.

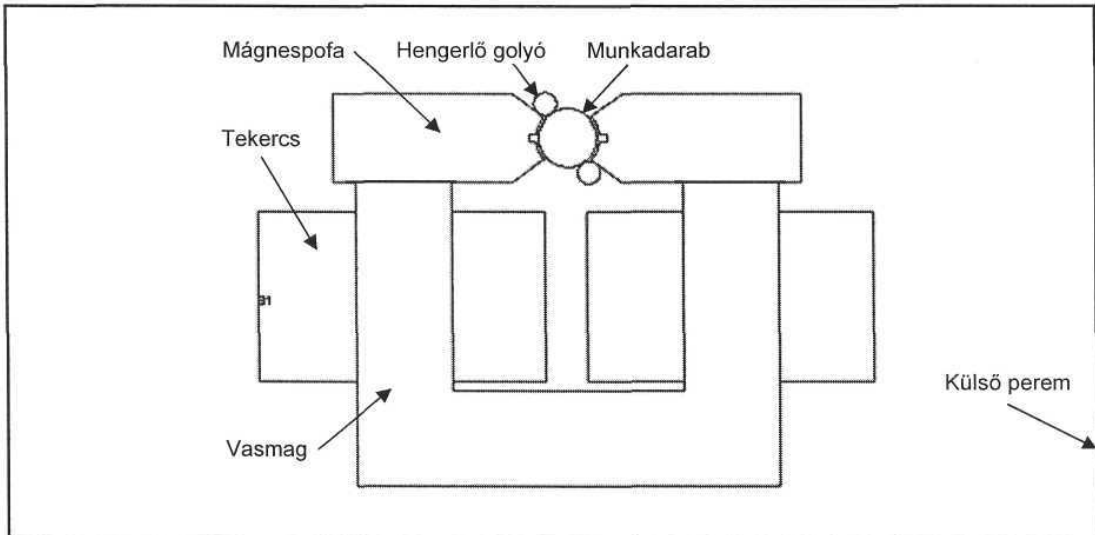
A $\delta \approx 1$ mm légrésben, az áramerősségtől függően, $B = 1,3\ldots 2,0$ T mágneses indukció keletkezik.



1. ábra. Hengeres felületek felülethengerlése mágneses térben
1. hengerlő test, 2. munkadarab, 3. mágnespofa

3. A VEM-modell elkészítése a „FemLab” programban

A FemLab szoftver segítségével modelleztük a bemutatott berendezés működéséhez szükséges elektromágneses teret. A modellt méretarányosan CAD rendszerben, 3D-ben készítettük el, majd a vizsgálni kívánt részeket *.dxf vagy *.igs formában mentettük, amelyeket a FemLab-ban struktúraként használtunk fel. A 2D-s szerkezet (2. ábra) tulajdonképpen egy központi metszete a valós berendezésnek, amely alkalmas a mágneses tér, illetve a golyókra ható erők vizsgálatára. Ismerve a gerjesztő áram nagyságát, a tekercs keresztmetszetét és a menetek számát kiszámítható a gerjesztő áramsűrűség.

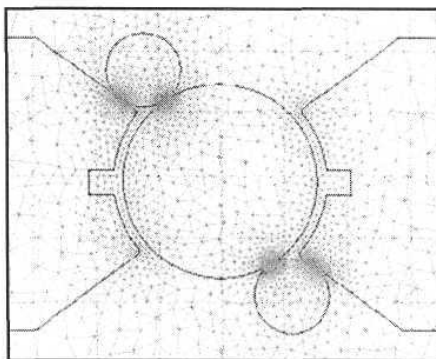


2. ábra. A modell szerkezete

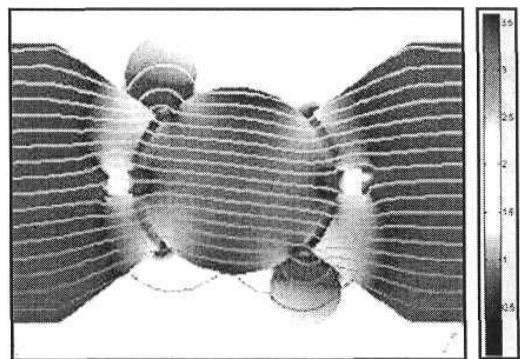
A struktúra külső peremein minden szakaszra a homogén Neumann-típusú $\frac{\partial \Phi}{\partial n} = 0$ feltételt alkalmaztuk, ami azt jelenti, hogy a peremen lévő mikroelem külső oldalára merőlegesen a fluxusváltozás nulla. A képletben Φ - a mágneses fluxus, n - a peremre merőleges egységvektor.

4. A mágneses indukció és erő számítása VEM-mel

A maximális mágneses indukciót (B_{\max}) - a számítógépes modellen négy különböző gerjesztő áramra-véges elem módszerrel kaptuk meg. A munkatérben a háromszöghálós felosztást és a mágneses indukcióvonalakat a 3. ábra szemlélteti. A hengerlő golyó nélküli modellen helytől függő mágneses indukciókat is mértünk a mágnespofa oldalain, illetve a munkadarab és a mágnespofa közötti térben.



a. A háromszöghálós felosztás

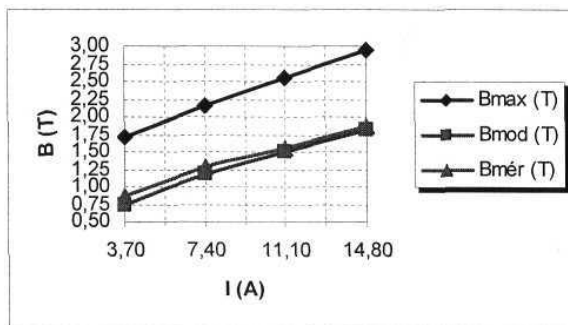


b. Az indukcióvonalak a munkatérben

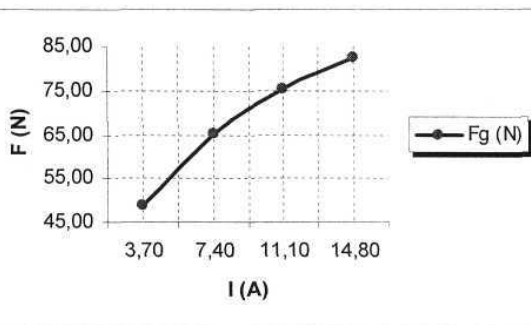
3. ábra. A véges elem módszer alkalmazása

Az adatokat az 1. diagram foglalja össze, amelyben az eddig még nem használt jelölések: B_{mod} - a számítógépes modellen mért mágneses indukció, $B_{\text{mér}}$ - a fizikai modellen mért mágneses indukció, F - a hengerlő erő, F_g - a hengerlő golyóra ható erő. A 4. ábra ábrázolja a légrésben mért és a modellezett mágneses indukció, valamint a maximális mágneses indukció értékeket (a mágnespofa

külső peremén, a diszkrét csúcsokon jelentkeznek) a gerjesztő áram függvényében. Az 5. ábra. a virtuális elmozdulás elve alapján számított, a hengerlő golyóra ható F_g erőt szemlélteti, különböző gerjesztő áram hatására. A reális nyomóerő jellege hasonló, a mért értékek 50 és 100 N közöttiek.



4. ábra. Számított és mért indukciók a gerjesztő áram függvényében.



5. ábra. A hengerlő golyóra ható erő a gerjesztő áram függvényében.

5. Következtetések

- A „FemLab” 2D-s VEM-modellező szoftver jól használható a hengeres felületek mágneses hengerlésekor kialakuló mágneses tér modellezéséhez.
- A számított és mért adatok közötti eltérés kisebb, mint 17%. Ez a pontosság a gyakorlatban elegendő lehet a technológia optimalizására, tehát az 1. pontban kutatási célként megjelölt feladat megoldására.
- Pontosabb megközelítés érdekében, célszerű 3D-s VEM-szoftvert alkalmazni. Kutatómunkánknak a következő fázisa a FemLab 2.3 3D-s VEM-szoftver használata.

Irodalom

- [1]. Kodácsy János: Finomfelületi megmunkálások és CA technikák kutatása-fejlesztése a Kecskeméti Főiskola GAMF Kara Gépgyártástechnológia Tanszékén, Gépgyártás, XLIII. évf. 2003. 1-2. szám, pp. 15-18.
- [2]. Kodácsy János - Szabó András: Finomfelületi és különleges megmunkálások. GAMF-jegyzet, Kecskemét, 2000.
- [3]. Simonyi Károly: Elméleti villamosságtan. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- [4]. I. Sebestyén, J. Kodácsy: Magnetic Field and Force Calculation for Magnetic-Aided Device. IEEE Transaction on Magnetic, Vol. 36. No. 4. July 2000. pp.: 1837-1840.
- [5]. Sebestyén Imre: Applied electromagnetics and computational technology, IOS Pr., Amsterdam, 1997.

Fülöp György Ph.D. hallgató BME

6000 Kecskemét, Izsáki út 10

Tel: +36 (76) 516-386; E-mail: fulop.gyorgy@kefo.hu

Dr. Kodácsy **János** tanszékvezető főiskolai tanár, Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Gépgyártástechnológia Tanszék

6000 Kecskemét, Izsáki út 10

Tel: +36 (76) 516-306; E-mail: kodacsy.ianos@kefo.hu

Dr. Sebestyén Imre egyetemi docens, BME, Elméleti Villamosságtan Tanszék.

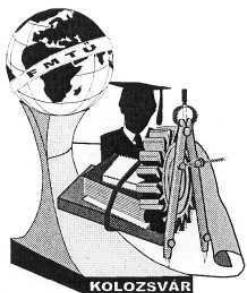
1111 Budapest, Egry József u. 18.

Tel: +36 (1) 463-2816; E-mail: sj@evtszl.evt.bme.hu

Dr. Horváth Mátyás egyetemi tanár, BME Gépgyártástechnológia Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3-9.

Tel: +36 (1) 463-1357; E-mail: horvath@next-1.b.manuf.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

EGYKRISTÁLY ELŐÁLLÍTÁSA HEUSLER-ÖTVÖZETBŐL

Veres Zsolt, Roósz András

Abstract

The Heusler alloy is a ferromagnetic compound (Cu_2MnAl), that is suitable for the simultaneous monochromatization and polarization of the neutron beam in the form of single crystal. The pre-specimen were cast in shell-sand or permanent steel moulds, then they were resolidified in crucibles of different size and material in the Iniversal Multi-zone Crystallizer (UMC) developed in the Institute of Material Sciences of Miskolc University. The solidified samples were investigated by means of a light microscope, electron microscope, energy disperse microprobe, X-ray diffraction as well as neutron scattering experiments.

A Heusler ötvözet Cu_2MnAl képletű ferromágneses vegyület, amely egykristályos formában alkalmas neutronsugár egyidejű monokromatizálására és polarizálására. A próbadarabokat héjhomokból készített formákba illetve acélkokillába öntöttük, majd különböző méretű és anyagú téglékben az Anyagtudományi Intézetben kifejlesztett UMC sokzónás kristályosítóban átkristályosítottuk. A kristályosított darabokat fénymikroszkóppal, elektronmikroszkóppal, energia diszperz mikroszondával, röntgen diffrakciós berendezéssel valamint neutron szórási kísérletek segítségével vizsgáltuk.

Bevezetés

A neutron diffrakciós vizsgálatokkal szemben támasztott követelmények megkövetelik a minél nagyobb intenzitású és megfelelő mértékben monokromatizált és polarizált neutronsugarak használatát. A különböző módszerek közül a legjobb, a kívánalmaknak leginkább eleget tevő módszer a neutronsugár egykristállyal való egyidejű monokromatizálása és polarizálása. Több ötvözet is alkalmas egykristály monokromátor alapanyagának, de előállításuk még nem tökéletesen megoldott. Praktikus okokból mi az eredeti Heusler ötvözet mellett döntöttünk.

1. A Heusler ötvözet

A Heusler ötvözet kristályosodása során Cu_2MnAl vegyületfázis keletkezik. A kristályosodás 920°C -on kezdődik és néhány fokok tartományban megy végbe. A hőmérséklet csökkenésével különböző összetételű kiválások jöhetnek létre. A kísérleteink esetében a viszonylag gyors hűlés miatt

csak a βMn -nak van ideje kiválni. Ennek a fázisnak a kristályszerkezete a Cu_2MnAl vegyülettel közel azonos, Mn tartalma jóval nagyobb. A Heusler típusú ötvözetekre jellemző módon a Cu_2MnAl vegyület ferromágneses annak ellenére, hogy az alkotói egyenként nem ferromágnesesek.

2. Egykristály előállítása

Az egykristály előállításához biztosítani kell az egyirányú hőelvonást, illetve, hogy a kristályosodás kezdetén csak egy csíra keletkezzen. Az egyirányú hőelvonást a kemence hőmérsékletmezőjének megfelelő beállításával és mozgatásával tudjuk biztosítani. Az egyetlen csíra keletkezését kúpos kristályosító kapszula alkalmazásával biztosítjuk.

A megfelelő hőmérséklet-gradiens és front mozgatási sebesség beállítása szükséges egykristály előállításához. Ezen kristályosítási paraméterek kismértékű változtatásával tudjuk befolyásolni az előállított kristályok minőségét. A kristályokat mozaicitásuk mértékével minősíthetjük. A mozaicitást a kisszögű szemcsehatárok száma és szöge határozza meg. A mozaicitás mértéke a felhasználás szempontjából lényeges. A mozaicitás mértékét a neutronszerkezeti kísérletnél kapott csúcs félérték szélességével ($\Delta\Theta$) jellemezzük. Ha a mozaicitás túlságosan kicsi, ($\Delta\Theta < 0,5^\circ$) a neutronnyaláb intenzitása nem kívánt mértékben lecsökken, az ilyen kristállyal monokromatizált nyalábot nehéz, esetleg lehetetlen detektálni. Ha a kristály mozaicitása túl nagy ($\Delta\Theta > 1,5^\circ$) a nyaláb nem kívánt mértékben divergens lesz.

3. A kristályosító kapszula

A kapszula alumínium-oxid kerámiából készült. Ennek oka, hogy az új csírák keletkezésének megakadályozása végett a kapszula belső falának a lehető legsimábbnak kell lennie, valamint olyan anyagú kapszulára van szükség, amit a Heusler ötvözet nem nedvesít.

Ha a kapszula elején lévő kúp hegyén a görbületi sugár megfelelően kicsi, csak egy csíra keletkezik a kristályosítás kezdetekor. Megfelelő kristályosítási paraméterekkel (hőmérséklet gradiens, front mozgatási sebesség) történő egyirányú hőelvonás eredményeként nem keletkeznek új csírák, hanem a kúp hegyében keletkezett fog tovább nőni. A létrehozott darab így egy kristályból áll, orientációja megegyezik a csíra orientációjával. Ezek figyelembevételével terveztük meg, és készítettük el a kristályosító kapszulát. A kapszula egy 30° -os nyílásszögű kúppal kezdődik. Azért, hogy a kész kristályt ki tudjuk venni a kapszulából annak széttröése nélkül a kúp 3° -os dőlésszöggel rendelkező henger szerű testben folytatódik.

4. Univerzális sokzónás kristályosító (UMC)

A kísérletekhez használt sokzónás kristályosító egy csőkemence amely 24 külön-külön fűthető, illetve szabályozható zónából áll, az egyes zónák vastagsága 15 mm. A két zóna között félúton

találhatók a zónákat „szabályozó” termoelemek. Minden fűtőtekercset az alatta található termoelem „szabályozza”.

A kemencék zónánkénti pontos szabályozása révén a kemence terében bizonyos határok között tetszőleges hőmérsékletprofil alakítható ki és mozgatható, így egyirányú kristályosítás végezhető a kemence és a darab mozgatása nélkül. A kísérletek során a kemencében a nyomás 10^{-6} mBar volt.

5. Kísérletek

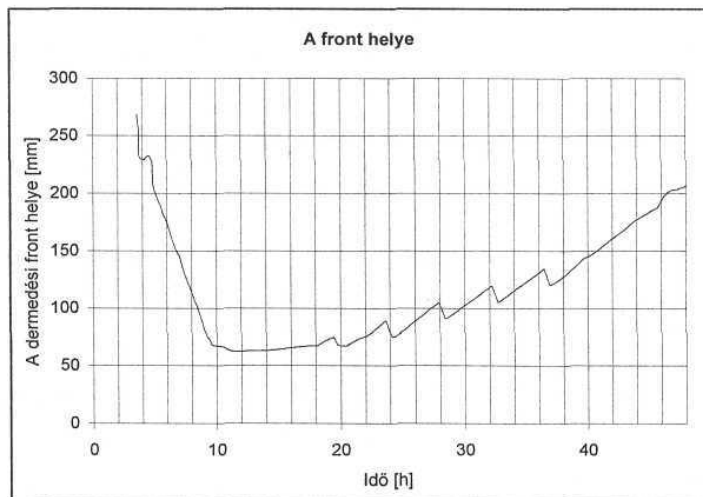
A kísérletekkel azt a hőmérséklet gradienst és front mozgási sebességet akartuk megállapítani, amelynél az adott körülmények között megfelelő mozaicitású egykristály növeszthető.

A kristályosítási paraméterek többféle variációja mellett végeztünk kísérleteket. Az UMC-val elvégzett kísérletek mindegyike egykristályt eredményezett. A kristályok mozaicitásukban térnek el egymástól.

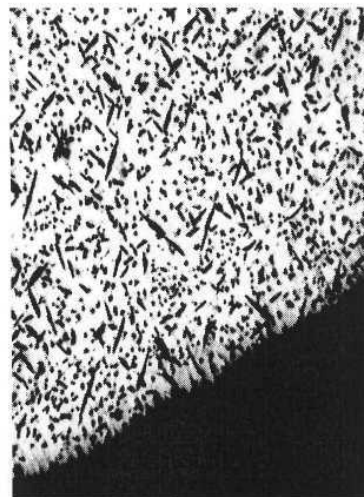
- Használt hőmérséklet-gradiensek [K/mm]: 3; 4; 6; 8
- Használt kristályosítási sebességek [mm/h]: 2; 3

A kristályosító berendezés hőmérséklet-mezője

Ahhoz, hogy a kemence hőmérsékletmezejének változásából adódó hibákat el tudjuk különíteni, illetve, hogy a szabályozást megfelelően tudjuk változtatni, a kísérlet során gyűjtött adatokat elemeztük.



1. ábra A kristályosítási front helyének változása az idő függvényében



2. ábra Az egykristály széléről készített felvétel

A 1. ábrán, amelyen a kristályosodási front helyét mutatjuk be az idő függvényében jól elkülöníthető a kísérlet három szakasza, az olvasztási szakasz, amely során a polikristályos darab megolvad, a hőntartási szakasz, ahol az olvadékot 3 órán keresztül hőntartottuk és a kristályosítás szakasza is. Jól megfigyelhető a kísérletek során használt módszer, hogy a kristályosítás során előbb két zónányit kristályosítottunk, majd egy zónányit visszaolvasztottunk a darabból. Ennek a

módszernek a célja az volt, hogy az esetlegesen keletkező új csírákat visszaolvasszuk, elősegítve ezzel az egykristályos állapot kialakulását.

6. Kristályosítások eredménye

Az előállított kristályokat fénymikroszkóp, energiadisziperz mikroszkop, neutron-diffrakciós vizsgálatok és röntgen Laue felvételek segítségével értékeltük ki. Megállapítottuk, hogy a darabok összetétele megfelelő, a kristályosítás során nem változik jelentős mértékben, az alapszövet mellett megtalálható a β -mangán kiválás. Kristályhatárok nincsenek, a darabok egykristályok.

A kész darabokon neutron-diffrakciós vizsgálatokat végeztünk, azért, hogy a kristályokat minősíteni tudjuk a mozaicitásuk alapján. A vizsgálatokat a KFKI-OSZKI-ben végeztük egy kétdimenziós detektor és polikromatikus neutron-nyaláb segítségével. A vizsgálatok eredményeként megtudtuk, hogy a kristályok mozaicitása a kristályosítási paraméterek függvényében $0,9^\circ$ - $2,9^\circ$ között változik. A megfelelő felhasználáshoz $0,5^\circ$ - $1,5^\circ$ kell lennie a mozaicitásnak, tehát találtunk olyan paraméter-kombinációt, amivel megfelelő kristályokat tudunk előállítani.

7. Összegzés

Eddigi kísérleteink során sikerült olyan módszert kifejleszteni, amelyik alkalmas egykristály gyártására Heusler ötvözetből. A kristályok minősége a kristályosítási paraméterek segítségével változtatható. Az általunk előállított kristályok orientálás és darabolás után alkalmasak lesznek neutronnyaláb egyidejű monokromálására és polarizálására

Irodalom

- [1] Charles Kittel: Bevezetés a szilárdtest fizikába Műszaki könyvkiadó Budapest 1966
- [2] Budó Ágoston, Mátrai Tibor: Kísérleti fizika III. Nemzeti tankönyvkiadó Budapest 1995
- [3] Werner Köster, Tulo Gödecke: Das Dreistoffsystem Kupfer-Mangan-Aluminium, Z. Metallkunde, 1966, 12, 889-901
- [4] Roósz András, Teleszky Iona, Tóth Levente: Egykristály Turbinalapát előállítása egyirányú kristályosítással űrkemencében, részjelentés, Miskolci Egyetem, Miskolc, 1995
- [5] D. Goldschmidt: Einkristalline Gasturbinenschaufeln aus Nickelbasis-Legierungen, Mat.-wiss. und Werkstofftech, 1994, 25, 311-320

Veres Zsolt/ Doktorandusz

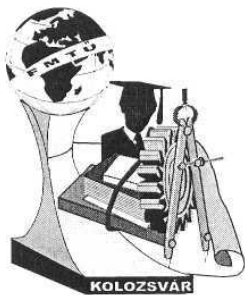
MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport

H3515 Miskolc-Egyetemváros Miskolci Egyetem Fémteni Tanszék

Tel: +36-30-851-8385

Fax: +36-46-565-201

E-mail: vezso@ludens.elte.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ÍVELT PROFILÚ CSIGA GEOMETRIAI MÉRETEZÉSE ÉS VÉGESELEM ANALÍZISE

Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés¹, Tóth Gábor²

Abstract

The paper contains the determination of data necessary for geometrical dimensioning of worms having arched profilé. We introduce, how the computer programme prepared by us, helps the geometrical modelling. We give a brief summary about the Finite Element Simulation. We show the 3D model of the driving used as an input data for the Finite Element Analysis. This model can be pretend for the base of further examinations.

1. BEVEZETÉS

A hengeres csigahajtások csigájának fogfelülete lehet vonalfelület (egyenes alkotójú), de lehet nem egyenes alkotójú csavarfelület is. A hengeres csigák tengelymetszetben vagy normálmetszetben lehetnek konkáv vagy konvex körív profilúak, melyeknek a keréken konvex, illetve konkáv konjugált profilok felelnek meg. Az ilyen típusú csigákat ívelt profilúnak nevezzük, ugyanis ezek már nem vonalfelületűek. (1., 2. ábra) Az olajfilm kialakulása szempontjából az a kedvező, ha az érintkezési görbe érintőjére merőleges relatív sebességi összetevő v értéke lenne nagy. Ezen feltételeket jobban kielégítik az ívelt profilú csigák. Ez a csiga az axiális metszetben domborúan ívelt, míg a vele kapcsolódó kerék profilja a tengelymetszetben homorúan ívelt profilú. [2]

2. CSIGAHAJTÓPÁROK GEOMETRIAI MÉRETEZÉSE

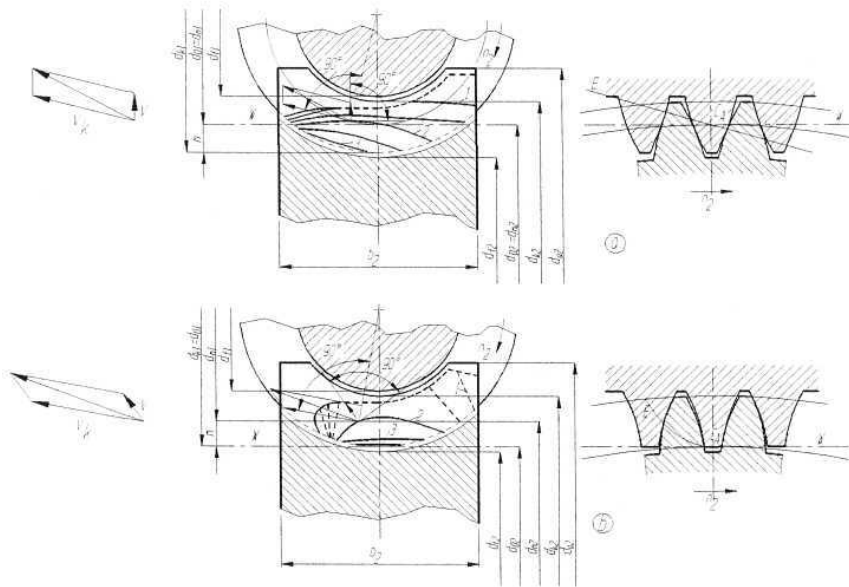
A geometriai méretezés első lépése a kitűzött célok részletezése, a megvalósítási sorrend megadása.

- a megvalósítás egységes koncepciójának kidolgozása,
- a geometriailag helyes befejező megmunkálás kidolgozása,
- a helyes profil köszörüléséhez szükséges szabatos alakú korong meghatározása, a profil biztosításához szükséges eszközök fejlesztése,
- szabályos élgeometriájú szerszámok gyártásgeometriai elemzése,
- az elérni kívánt geometriai és kapcsolódási viszonyok matematikai megfogalmazása,
- a mérési és minősítési eljárás kidolgozása,
- a különböző típusú csavarfelületek közös jellemzői alapján a gyártásgeometria általános közös rendszerbe foglalása, a gyártáshoz speciális eszközök kifejlesztése.

A kutatás módszere:

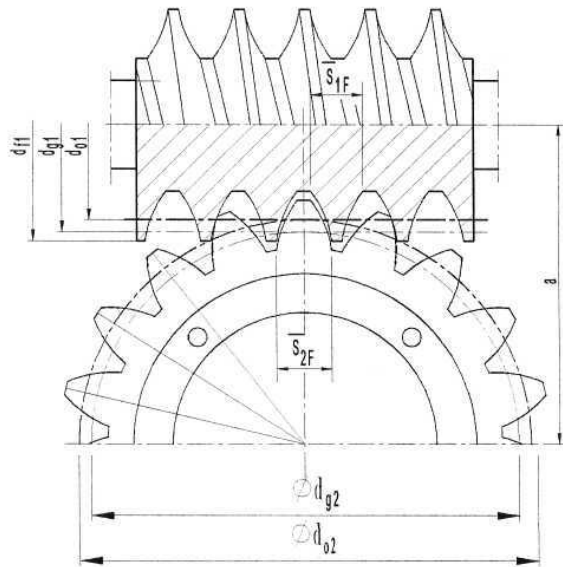
- a megoldandó probléma analízise,
- az optimális megoldás meghatározása, program segítségével,
- az optimális megoldás matematikai, geometriai modellezése végeelem módszerrel és rapid-prototyping technikák segítségével,

- a prototípus elemzése, különböző korrekciók visszacsatolása,
- a prototípus gyártás után, konkrét kísérleti gyártás, minősítés, eredmények feldolgozása.



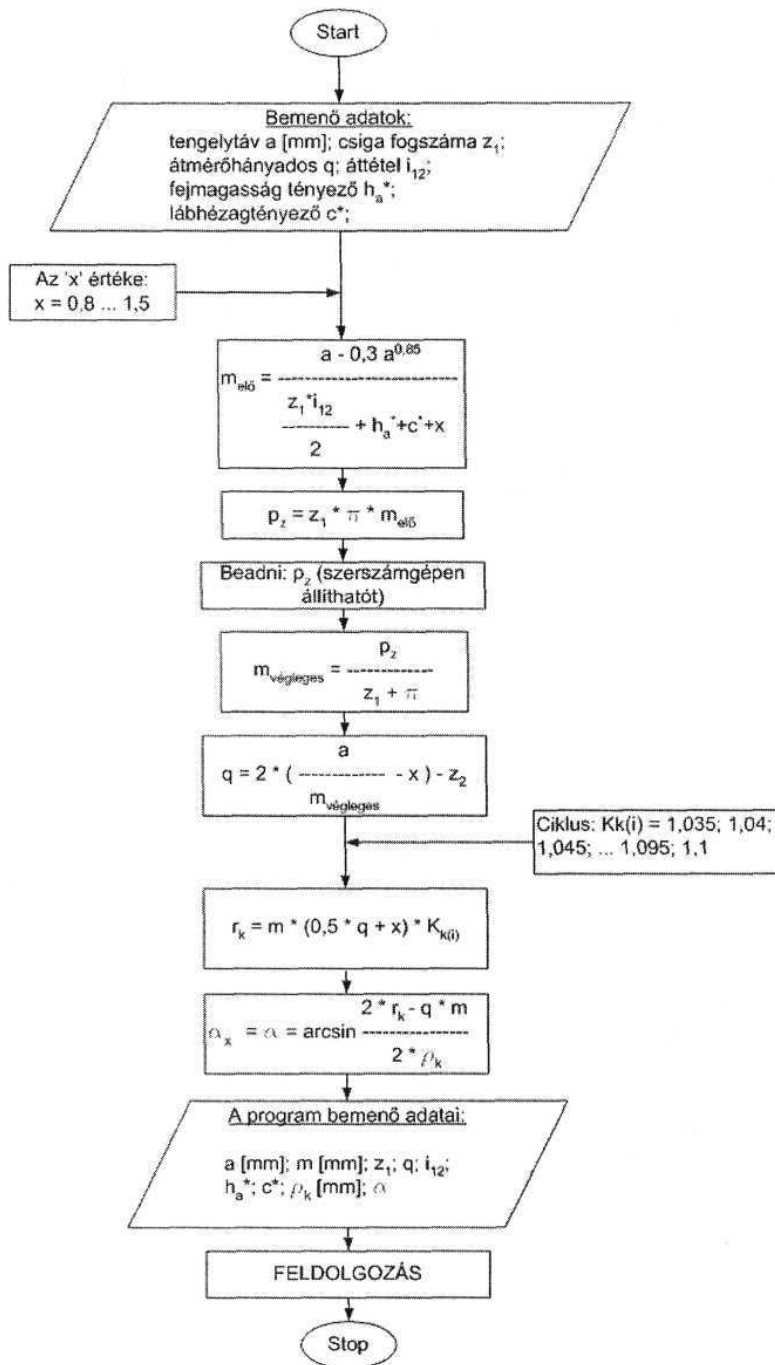
1. ábra. Az evolvens csigahajtás és az ívelt profilú csigahajtás összehasonlítása [1], [3]

A feladat az általános modellek számítógépi feldolgozásával, gyors geometriai méretezés megvalósítása, az esetleges változatokból az optimális kiválasztása.



2. ábra. A fogkialakítás elve és a gördülővonal helyzete [1]

A. csigafogaknak konkáv profiljuk van, egyenes vagy domború helyett, valamint a gördülő vonal (d_{gl}) a csigán a fejkör átmérő közelében van, vagy azon kívül esik - a fogmagasság közepe (d_{oi}) középátmérő helyett - mivel az x_2 fajlagos szerszámméret értéke nagy ($0,8 \leq x_2 \leq 1,5$). [2], [4], [5]



3. ábra. A geometriai méretezés egyszerűsített folyamatábrája [1]

3. GEOMETRIAI MÉRETEZÉS SZÁMÍTÓGÉPES PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL

Az ívelt profilú csigahajtás geometriai méretezését elvégző program Turbo Pascal 7.0 - ban íródott. Ezen programozási mód a számítási problémák megoldására teljesen alkalmas.

A csigahajtásokkal kapcsolatban a legfontosabb cél a számítási problémák megoldása, a matematikai háttér biztosítása. A programozási mód alkalmas egyszerűbb geometriai alakzatok megjelenítésére is. A program ún. Dos-os felületen működik.

A bemenő adatok meghatározása egy előzetes méretezés alapján történik, melyek alapvető adatai a nyomaték T_2 [Nm], az áttétel i_{12} , a fogszám z_1 , a fordulatszám n_1 [1/min]. A program bemenő előzetesen meghatározott paramétereit szabványos értékekre kell kerekíteni.

A program bemenő paramétereit:

- csiga fogszáma, z_1
- modul, m
- tengelytáv, a
- profilszög, α
- körívsugár, ρ
- átmérőhányados, q
- áttétel, i

Az előbbieken felsorolt bemenő adatok alapján számolja az ún. kimenő paramétereket. Végül pedig grafikusan megjeleníti a hajtópárt. (4., 5. ábra)

```

Turbo Pascal
A csiga fogszáma (bek. száma) z1=3
A csiga modulja m=12.50 mm
Tengelytáv a=280.00 mm
Profilszög alfa 23 [fok] 3 [perc] 40 [mp]
Körívsugár rho=50.00 mm
Átmérőhányados q=7.00
Áttétel i=11.67

-----
A KÖZÉPHENGER ÁTMÉRŐJE dm1= 97.5000 mm
KÖRÍVSUGAR-TÁV k= 68.3356 mm
CSIGAKERÉK FOGSZÁMA z2= 35
PROP. ELTOLÁSI TÉNVEZŐ A CSIGAKERÉKEN x= 0.995
KÖZÉPHENGERI MENETEMELKEDESI SZÖG ga= 21° 2' 15"
AXIALIS OSZTÁS px= 39.2699 mm
MENETEMELKEDEÉS A KÖZÉPHENGEREN pz= 117.8097 mm
CSIGAPARAMÉTER p= 18.7500 mm
FEJHENGER ÁTMÉRŐ dm1= 122.5000 mm
LABHENGER ÁTMÉRŐ df1= 68.7500 mm
KÖRÍVSUGAR EGYÜTHATÓ fi= 4.0000 mm
AXIALIS EGYÜTHATÓ j= 1.0463 mm
FOGASTÁRSÁG A KÖZÉPHENGEREN s= 13.0782 mm
CSIGA FOGAZOTT HOSSZA lmin= 215.0581 mm
CSIGAKERÉK-OSZTÓKÖR ÁTMÉRŐ d2= 437.6250 mm
TOVABB <enter>
  
```

4. ábra. A bemenő adatok és a számítási eredmények

A bemenő adatok megadásával a program 21 különböző, a méretezéshez feltétlenül szükséges adatot számol ki.

```

Turbo Pascal
CSIGAKERÉK-CÖRDULÓKÖR ÁTMÉRŐ dw2= 462.5000 mm
CSIGAKERÉK-FEJKÖR ÁTMÉRŐ da2= 487.5000 mm
A CSIGAKERÉK-LABKÖR ÁTMÉRŐ df2= 375.0000 mm
A CSIGAKERÉK KÜLSŐ ÁTMÉRŐ de2= 537.7500 mm
FEJHÖRSUGAR r ek= 39.4601 mm
FOGASZÉLESSÉG b2= 82.8000 mm

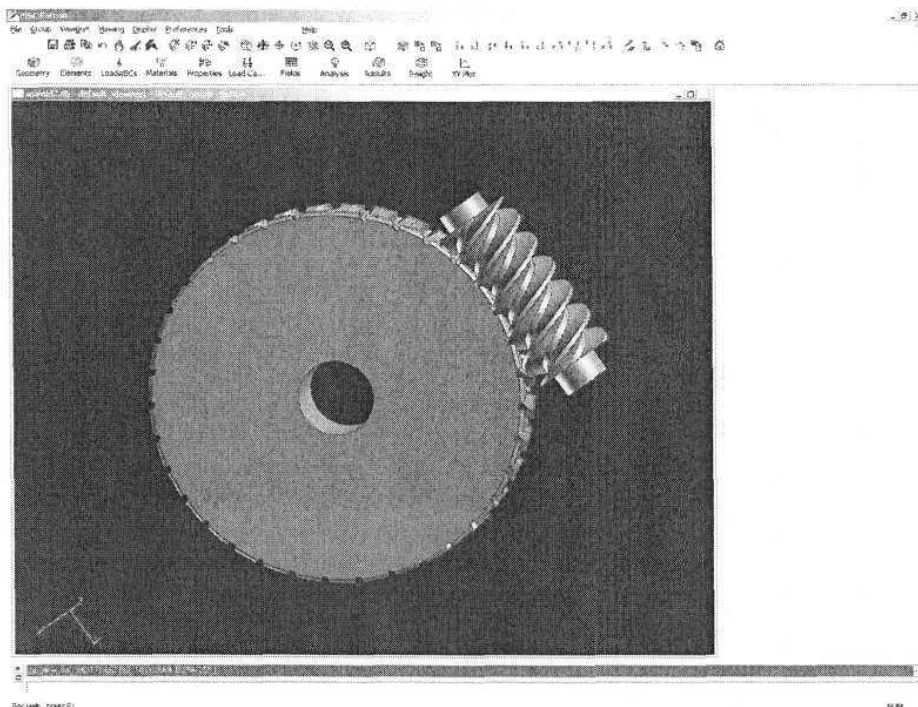
ABRAZOLÁS <enter>
  
```

5. ábra. A számítási eredmények

A kimenő adatok segítségével az <enter> gomb megnyomásával a program grafikusan is megjeleníti az ívelt profilú csigahajtást. A grafikusan megjelenített csigahajtás vizsgálatával, megtehető a szükséges módosítások.

A geometriai méretezés után a 3D modell előállítás a cél. A program adott geometriájú csiga esetén számítja az elméleti érintkezési vonalakat, melyre illesztett burkolófelület a csigakerékhez kötött vonatkozási rendszerben megadja a csigakerék fogfelületét, így lehetővé teszi a hajtópár geometriai modelljének generálását a végeelemes programok számára. Ezen túlmenően meghatározza az érintkezési vonal pontjaiban a felületi normális irányát, amely a fogfelületre merőleges terhelés megadásához szükséges.

Ezek alapján lehetséges a hajtópár geometriai modelljének előállítása CAD rendszerben. (6. ábra)



6. ábra. Az ívelt profilú csigahajtás 3D-s CAD modellje

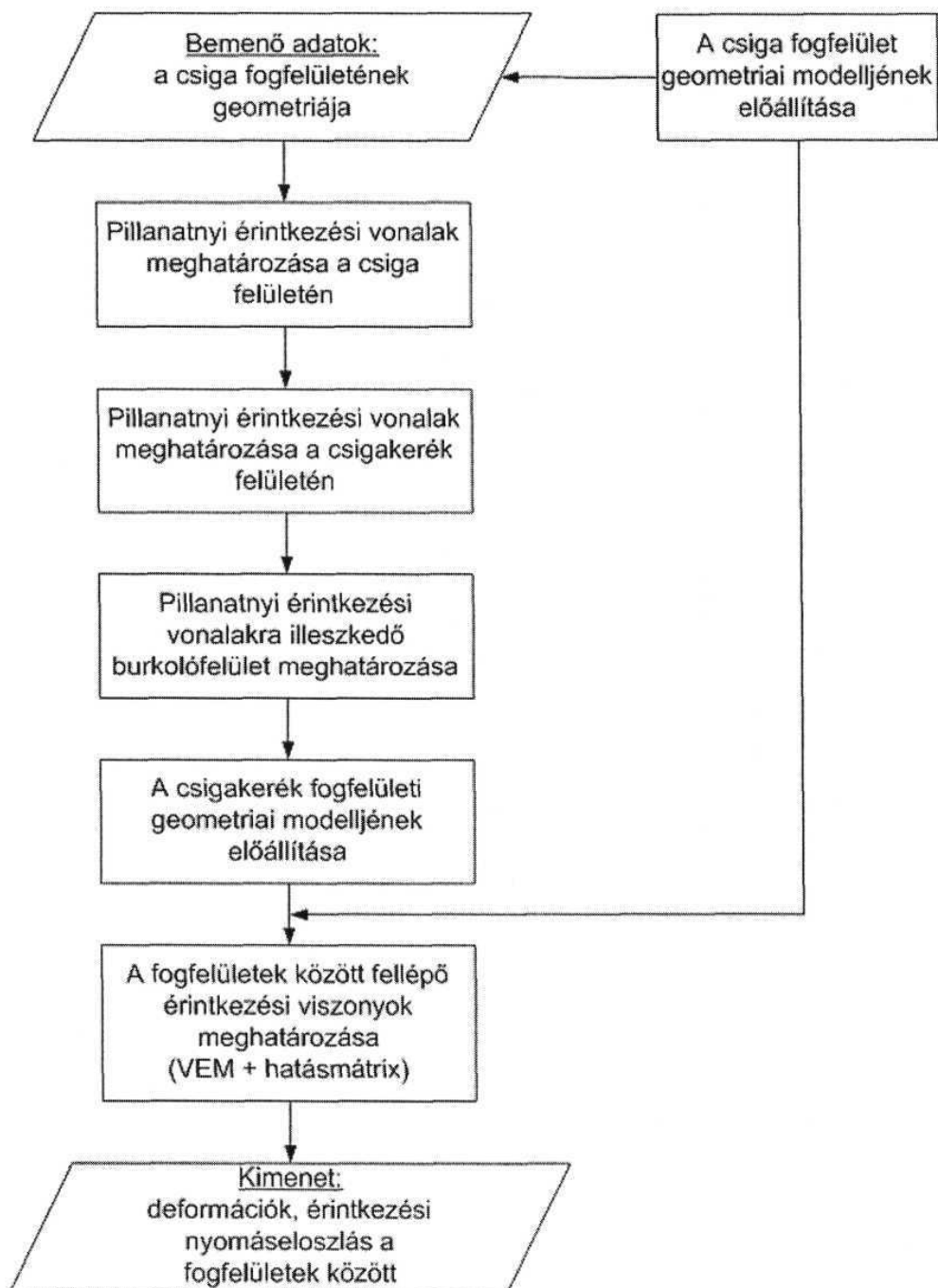
5. VÉGESELEMES ANALÍZIS

A 3D-s CAD modellek felhasználásával elvégezhető a hajtópár végeelemes analízise a következő folyamatára (7. ábra) alapján. A kereskedelmi végeelem programok felhasználása a meglehetősen bonyolult geometriájú térbeli fogazatok érintkezési viszonyainak vizsgálatára gyakran nehézségekbe ütközik.

Problémát jelenthet a geometriai modellezés, különösen akkor, ha a hajtópár egyik tagjának felület nem adható meg zárt alakban, hanem csak az ismert felületű taggal közös, pillanatnyi érintkezési vonalak burkolófelületeként. Ennek megoldása lehetséges úgy, hogy a kapcsolódási egyenlet segítségével meghatározott érintkezési vonalakra nurbs-felületet illesztünk és így generáljuk az ismeretlen fogfelület modelljét. A másik lehetőség, hogy az ismeretlen fogfelület tengellyel párhuzamos metszeteit határozzuk meg a kapcsolódási vonalak tengelymetszetei felhasználásával és így az egyes metszetekkel, mint „szeletekkel” közelítjük az ismeretlen fogfelületet.

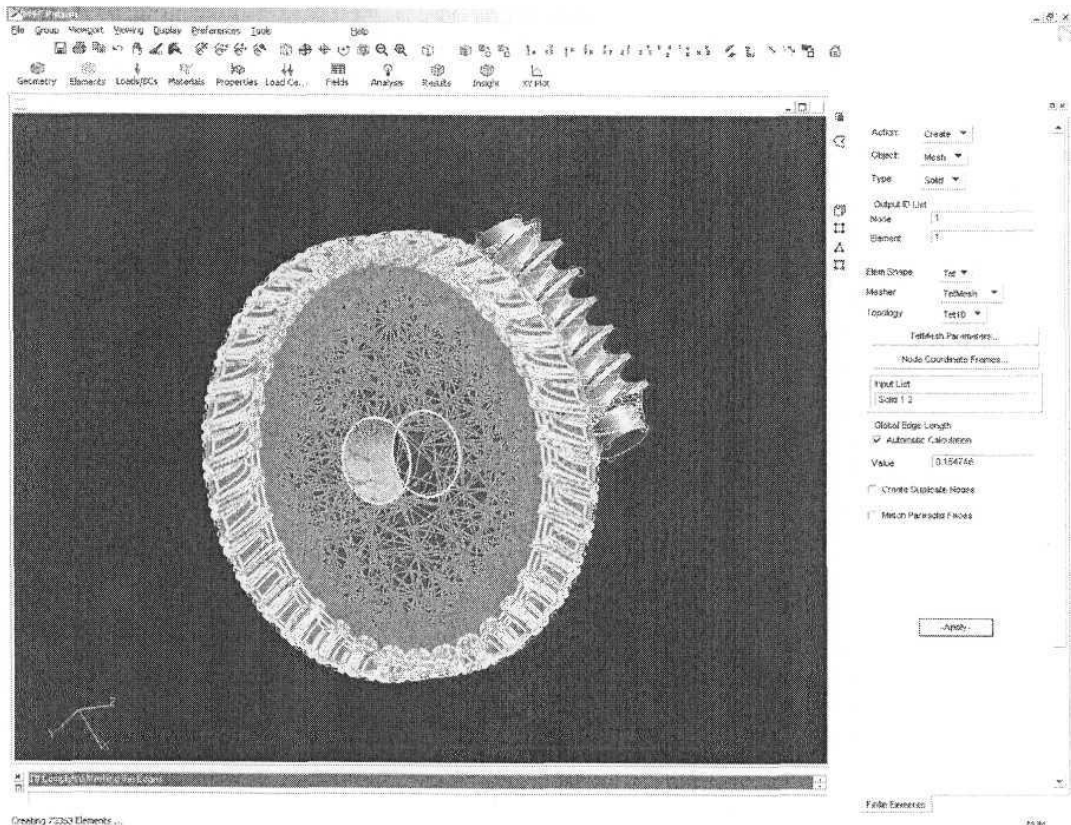
A hajtópárak testmodelljei 3D-s CAD rendszerben kerültek felépítésre. A végeelem-háló szintén CAD-rendszerben készült, automatikus hálógenerálással, 4 csomópontos tetraéder elemekből, a kapcsolódásban lévő 2 fogpár felületein megfelelő sűrítéssel. A csiga végeelem-modellje 53200 elemet és 13000 csomópontot tartalmaz. A peremfeltételek a csigán vezetőcsapágyas elrendezésnek

megfelelően kerültek megadásra, tehát a csigatengely egyik végén a csomópontokban mind a radiális, mind a tengelyirányú elmozdulás zérus, míg a másik végén csak a radiális irányú elmozdulás van gátolva. [6]



7. ábra. Végeselemes módszer folyamatábrája [1]

A tanszékünkön elvégzett VEM analízist mutatja a 8. ábra.



8. ábra. A csigakerék VEM analízise

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Bemutattuk az ívelt profilú csiga geometriai méretezéséhez szükséges bemenő adatok meghatározásának folyamatát és összefüggéseit. Röviden ismertettük a végeleemes módszer folyamatát, valamint ábráztuk a hajtás végeleemes testmodelljét, mely alapját képezi a további VEM vizsgálatoknak.

A végeleemes feszültséganalízis értékelése során a geometriai méretezés kiinduló adatainak változtatására is sor kerülhet a megfelelő teljesítmény-átvitel érdekében. Ebben az előadásban éppen ezt a komplexitást akartuk szemléltetni, amely a tervezési feladatot jellemzi.

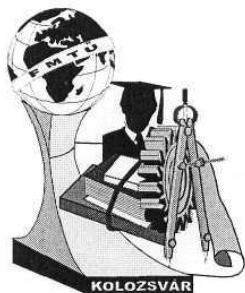
7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Dudás, L: Theory and Practice of Worm Gear Drives, Penton Press, London
- [2] Dudás, I.: Ívelt profilú csigahajtások szerszámozásának és gyártásának fejlesztése, Kandidátusi értekezés, Miskolc, 1980. pp 8.-14.
- [3] Niemann, G. - WinterH.: Maschinenelemente. Band. 3. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1983.
- [4] Garamvölgyi, T.: Ívelt profilú csigahajtás geometriai méretezése, Gép XXXIX. évf. 1987
- [5] Krivenko, J. C: Novüe tipü cšervjacsnuh peredacs na szudah Izd. Szudoszrovenie, Leningrád, 1967.
- [6] Horák, P.: Körívprofilú csigahajtópárok tribológiai vizsgálata, PhD értekezés, Budapest, 2003

Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés¹, Tóth Gábor²

¹ tanszékvezető egyetemi tanár, ² mérnök-tanár

^{1,2} Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológia Tanszék



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

DENDRITES STRUKTÚRÁK KOMPLEX MORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE

Póliska Csaba, Gácsi Zoltán, Barkóczy Péter

Absztrakt

A dolgozatban különböző módon előállított dendrites struktúrák morfológiai jellemzésével foglalkozunk. Évek óta kísérletezünk SCN (succinonitrile) - acetone bázisú modellanyag dendrites kristályosításával, melynek során kialakítottunk egy jól használható képfeldolgozási és elemzési eljárást az alak jellemzésére. Munkánk során többféle módon keletkezett dendriteket használtunk fel a mérések céljaira. Az általunk kristályosított dendriteken kívül különböző szimulációk eredményeképpen keletkezett dendriteken is végeztünk méréseket, és mint különleges dendritalakokat, többféle hópehelyformát is jellemeztünk. Dolgozatunkban az alkalmazott paraméterek közül mutatunk be néhányat.

Abstract

The morphology of dendritic structure is characterized in this paper. We have been experimenting with solidification of SCN (succinonitrile) - acetone model material for years. We have applied image analysis to the characterization of the shape. We have developed an available method of the characterization of the shape. Different art of dendrites have been applied to the measurement. Not only the dendrites we have solidified were characterized but dendrites of different simulations (like essential dendritic shapes) and various form of snow-flakes. In this work a couple of applied parameters are displayed.

Bevezetés

Dendrites, vagy ahhoz hasonló struktúra nagyon sokféle módon keletkezhet [1, 2, 3]. Munkánk során először geometriai paraméterek mérésével foglalkoztunk [4]. Szemmel látható volt azonban, hogy a kristályosodás során kialakult dendritek nemcsak geometriai paramétereikben, hanem alakjukban, morfológiájukban is jelentősen különböznek egymástól. Ennek megfelelően olyan morfológia paraméterek keresésébe fogtunk, melyekkel az alak kellőképpen leírható.

Orientációs rózsza diagram szerkesztése [5]. Az orientációs rózsza diagramot úgy kapjuk, hogy a detektált képre vízszintes irányú tesztvonalakat fektetünk, majd 0°-360°-os intervallumban forgatva a detektált képet, meghatározzuk a tesztvonalak és a dendrit területének a metszés számait. Ezek után polár koordináta-rendszerben ábrázoljuk az összetartozó fok-metszés szám értékpárokat. A diagram alakja utal az alakzat szimmetriaviszonyaira.

Orientációs faktor meghatározása [5]. A dendriteket, pontosabban a dendrit kerületének pontjait úgy tekintettük, mint részlegesen orientált, síkon elhelyezkedő vonalrendszer. Ez alapján a következő képlettel határozhatjuk meg az orientációs faktort (Ω_{vs}):

$$\Omega_{vs} = \frac{(P_L)_m - (P_L)_p}{(P_L)_m + \left(\frac{\pi}{2} - 1\right)(P_L)_p} \quad (1)$$

$(P_L)_m$: A dendritre, a hossz tengelyével merőleges irányban fektetett tesztvonalak, és a dendrit határoló görbéjének a metszés számai,

$(P_L)_p$: A dendritre, a hossz tengelyével párhuzamos irányban fektetett tesztvonalak, és a dendrit határoló görbéjének a metszés számai.

A *Saltykov-féle alakátényező* [6] azt mutatja meg, mennyire körszerű az adott alakzat, jelen esetben a dendrit.

$$\Phi_s = 2\sqrt{\pi} \frac{\sqrt{T}}{K} \quad (2)$$

A Φ_s meghatározásához a dendrit T területének és K kerületének az ismeretére van szükség. Az egyszerű képlet alapján kapott érték minél jobban közelít az 1-hez, annál körszerűbb az alakzat (1 esetén körről van szó).

A *fajlagos felület* kiszámítása szintén egy nagyon egyszerű összefüggés segítségével történik, melyhez csak a dendrit területére (T) és kerületére (K) van szükség.

$$S_v = \frac{K}{T} \frac{4}{\pi} \quad (3)$$

A szövetszerkezetben meglévő periodicitás kimutatására jól használható a *kovariancia*. Az irodalomban értelmezett kovariancia viszont csak az egymásra merőleges $\vec{h}(x)$ és $\vec{h}(y)$ irányban meglévő periodicitást képes kimutatni. Az ilyen esetek miatt a kovarianciát ki kell terjeszteni körszimmetrikus alakzatokra. A kovariancia ekkor az eredeti kép és egy adott szögben $\vec{h}(\varphi)$ elforgatott kép metszete lesz, s a közös területet az elforgatás szögének függvényében ábrázolva a körszimmetriára jellemző diagramhoz jutunk. Ha a szövetképet a másik változó, a sugár irányában $\vec{h}(r)$ eltoljuk, majd az eredeti és az eltolts kép metszetét meghatározzuk, akkor a sugárirányú rendezettséget is vizsgálhatjuk [10].

Képfeldolgozás és mérés

A mérésekhez felhasznált dendrites struktúrák négy különböző forrásból származtak. Általunk kristályosított dendritek nagy számban álltak rendelkezésünkre, és mivel többféle kísérleti beállítást is alkalmaztunk munkánk során, ezért ezek már különböztek morfológiájukban [7]. A variálható kísérleti beállítások az alábbiak voltak:

- a gravitációs vektor irányával megegyező irányú kristályosítás (továbbiakban „le”),

- a gravitációs vektor irányával ellentétes irányú kristályosítás (továbbiakban „fel”),
- a gravitációs vektor irányára merőleges irányú kristályosítás (továbbiakban „víz”),
illetve:
- s2 kristályosítási sebesség: 0,001 mm/s
- s4 kristályosítási sebesség: 0,003 mm/s

A fenti beállítások kombinálásával összesen hat kísérletet végeztünk el, és minden kísérletet 100-100 kép felhasználásával értékeltünk ki. A másik nagy alakzatcsoportot a hópelyhek alkották [9]. Ezek a képek gyakorlatilag nagy felbontású makrofotók, melyek sajnos azonban nincsenek kalibrálva. Vizsgálataink harmadik részét pedig az ún. fázismező metódussal [8] készült szimulált dendritek jelentették. Mivel a nagyítások nagyon különbözőek voltak, illetve egyes esetekben nem is ismertük a nagyítás értékét, ezért minden képet olyan méretűre alakítottunk, hogy egy 512*512 pixel nagyságú négyzetbe pontosan beleférjenek.

A képátalakítások során az volt a célunk, hogy a dendritet elkülönítsük a környezetétől. Ez azt jelentette, hogy a kép fényerejét, kontrasztját addig változtattuk, amíg a dendrit határfelülete élesen el nem vált a háttértől. Ezek után a dendrit belsejét kitöltöttük fekete színnel. Egyes esetekben szükség volt a háttért is kitölteni, természetesen ez fehér színnel történt. Végeredményképpen minden esetben fehér alapon fekete dendriteket kaptunk. A mérést automatizáltuk, és a különböző paraméterek meghatározását számítógépes programmal végeztük.

Orientációs faktor

Az orientációs faktor kiszámításának a képletéből adódik, hogy ez a paraméter nem alkalmazható körszimmetrikus alakzatok jellemzésére. A következő táblázatban az általunk kristályosított dendritek orientációs faktor értékeit vontuk össze.

1. táblázat. Az orientációs faktor értékei az általunk kristályosított dendriteken

A kristályosítás iránya és sebessége	Le s2	Le s4	Fel s2	Fel s4	Víz s2	Víz s4
Orientációs faktor	0,22	0,21	0,22	0,2	0,31	0,30

Az orientációs faktor utal az alakzat izotróp voltára, minél jobban közelít az értéke a nullához, annál izotrópabb az alakzat. Megfigyelhető, hogy mindkét sebesség esetén a vízszintes irányban kristályosított dendritek bírnak a legnagyobb irányítottsággal.

Saltykov-féle alaktényező és fajlagos felület

Az alaktényező értékei az általunk kristályosított dendriteknél azt mutatják, hogy a kristályosodási sebesség növekedésével egyre kerekébbé, körszerűbbé válik az alakzat.

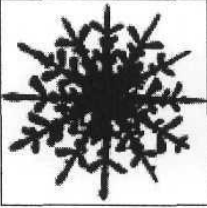
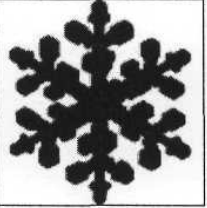
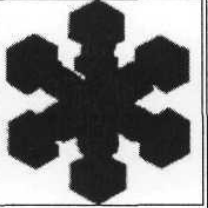
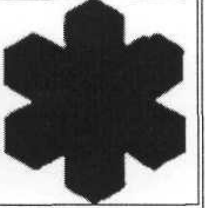
2. táblázat. Az általunk kristályosított dendritek Saltykov-féle alaktényezői

A kristályosítás iránya és sebessége	Le s2	Le s4	Fel s2	Fel s4	Víz s2	Víz s4
Saltykov-féle alaktényező	0,14	0,19	0,14	0,18	0,12	0,31

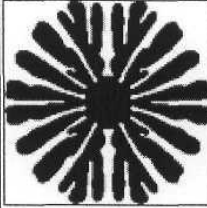
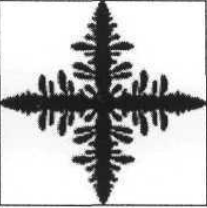
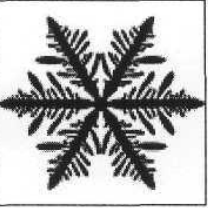
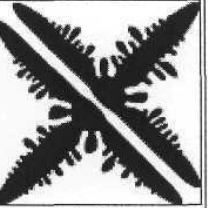
Az általunk kristályosított dendritek fajlagos felület értékei eléggé megbízhatatlanok voltak, elsősorban a képtá alakításból adódó pontatlanságok miatt. A módszer ebben az alkalmazási esetben tökéletesítésre szorul.

Az alább látható táblázatok bemutatják, hogyan alakultak az alaktényező és a fajlagos felület értékei a hópehely és szimulált dendritek esetén.

3. táblázat. A hópehely dendritek Saltykov-féle alaktényezői és fajlagos felülete értékei

				
	h1. kép	h2. kép	h3. kép	h4. kép
Saltykov-féle alaktényező	0,13	0,19	0,32	0,44
Fajlagos felület	0,09	0,07	0,05	0,04

4. táblázat. A szimulált dendritek Saltykov-féle alaktényezői és fajlagos felülete értékei

				
	s1. kép	s2. kép	s3. kép	s4. kép
Saltykov-féle alaktényező	0,06	0,20	0,10	0,16
Fajlagos felület	0,22	0,05	0,12	0,08

Mint arról fentebb is szó volt, a Saltykov-féle alaktényező az alakzat körszerűségére utal, és kör esetén az értéke 1. Látható, hogy a h3 és h4 képeken szereplő dendrit (**3. táblázat**) közelít leginkább a körhöz, és ebben az esetben kaptuk a legnagyobb értékeket is a mérés során. A fajlagos felület számadatai is folyamatosan csökkenő tendenciát mutatnak a szerkezet durvulásával.

Az eredmények alátámasztják azt a tényt, hogy minél bonyolultabb, minél több szekunder, tercier ággal rendelkezik egy primer dendritág, annál nagyobb a dendrit fajlagos felülete. Amennyiben a szerkezet leegyszerűsödik, elveszti a finomságát, csökken a fajlagos felület értéke.

Összefoglalás

Az általunk kristályosított succinonitrile-aceton dendriteken bebizonyítottuk, hogy a dendrit alakja függ attól, hogy milyen szöget zár be a kristályosodás iránya a gravitációs vektor irányával, illetve hogy milyen sebességgel történik a kristályosítás. A gravitációs vektor hatására áramlás alakul ki a szilárd/olvadék határfelület előtt az olvadékban, és ez módosítja a keletkező dendritek alakját. Különböző alakjellemezők segítségével megmutattuk, hogy vízszintes irányú kristályosodás esetén

kapjuk a legdurvább, és legkevésbé izotróp dendriteket. A kristályosodási sebesség növekedésével is csökkennek a dendritek izotróp tulajdonságai.

A Saltykov-féle alakjellemző és a fajlagos felület mérésével különbséget tudunk tenni a szimulációkkal előállított dendrites szerkezetek morfológiai jellemzői között. Hasonló eredményre jutottunk, mintegy osztályozni tudtuk a különböző mértékben dendrites szerkezettel rendelkező hópelyheket.

A felhasznált paraméterek minden kétséget kizáróan alkalmasak a dendrites struktúrák morfológiai jellemzésére.

Irodalomjegyzék

- [1] Glicksman M. E.: Met. Trans. A, Vol. 7A, pp. 1747-1759, November, 1976.
- [2] Réger M.: Tranziens kristályosodási folyamatok kísérleti vizsgálata, Budapest, 1997.
- [3] Bodenschatz E., Ragnarsson R., Utter B.: Directional Solidification of Solvent/Polymer Alloys, <http://milou.msc.cornell.edu/solidification.html>, 1999.
- [4] Cs. Póliska, K. Tomolya, J. Kovács, Z. Gácsi, M. Réger: Effect of Direction of Solidification on the Dendritic Structure, Materials Science Forum Vols. 329-330, pp. 291-296, 2000.
- [5] Gácsi Z., Sárközi G., Réti T., Kovács J., Csepeli Zs., Mertinger V.: Szttereológia és Képelemzés, egyetemi tankönyv, pp. 42-53, 2001.
- [6] Saltykov S. A.: Stereometrische Metallographie, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1974.
- [7] Weiss A., Zimmermann G., Rex S.: Investigation on Morphological Instability during Directional Solidification on a Sounding Rocket, Third International Conference on Solidification and Gravity, Hungary, Miskolc-Lillafüred, pp. 98-99, 1999.
- [8] Andersson C: Phase-field Simulation of Dendritic Solidification. PhD thesis. Royal Institute of Technology. (2002) p. 51. <http://www.nada.kth.se/~chrste/research/index.html>
- [9] <http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/>
- [10] Gácsi Zoltán: Az anyagok szövetszerkezetének morfológiai anizotrópiája és rendezettsége, DSC értekezés, pp. 21-24, 2003.

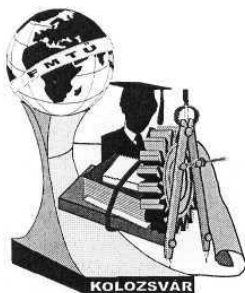
Póliska Csaba, doktorandusz hallgató

H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Anyagtudományi Intézet, Fémtni Tanszék

Tel:+3646-565111-2302

Fax:+3646-565201

E-mail: policsabi@yahoo.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

FOGASKERÉK ÉS FOGASLÉC VISZONYLAGOS ALÁMETSZÉSÉNEK SZÁMÍTÓGÉPES TERVEZÉSE

Popa-Müller Izolda

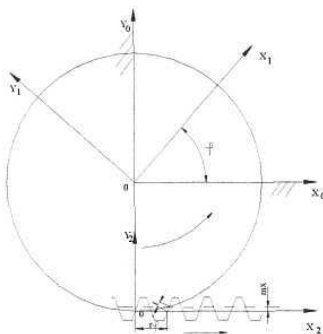
Abstract:

This paper has three main parts: In the first part is discussed the construction of tooth profile of the gear as an involute enveloped by a rack. In the second part is the computerized simulation of the gear's profile with the help of a rack-type cutter. The last part investigates the gear and the rack's relative interference. The profiles of the cylindrical gear's and the rack-type cutter's are realized with some AutoLisp functions.

Bevezetés:

Dolgozat három részből tevődik össze: Fogaskerék fogprofiljának szerkesztése mint a fogasléc hurkolt illetve nyújtott evolvensének burkolója, fogaskerék profiljának szimulálása fésűskéssel, valamint a fogasléc és fogaskerék viszonylagos alámetszésének vizsgálata. A fogaskerék és fésűskés profiljai AutoLisp függvényekkel vannak megszerkesztve.

Fogaskerék fogprofiljának szerkesztése



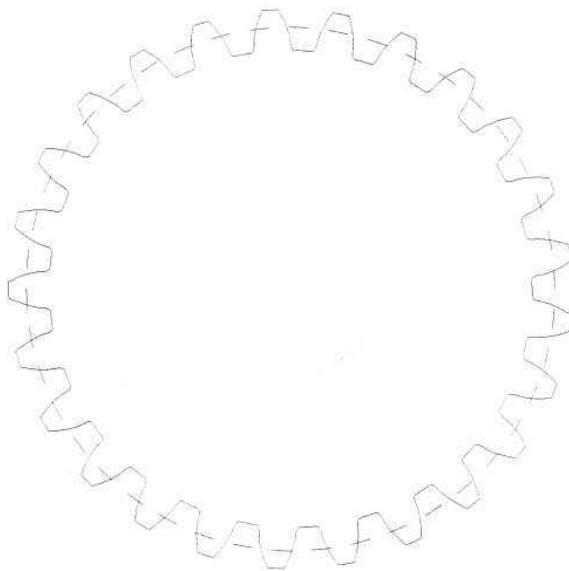
1. ábra

Ahhoz, hogy a fésűskés relatív elmozdulása a fogaskerékhez viszonyítva csúszásmentes legördülés legyen, a fogaskerék φ forgást végez mialatt a fésűskés $r\varphi$ elmozdulást tesz. A fogasléc profiljának teszőleges pontja, helyzetétől függően, hurkolt, nyújtott, illetve egyetlen hegyes osztóköri evolvenst ír le. E görbesereg parametrikus egyenletei, a fogaskerékhez viszonyított rendszerben a körívek. E sereg burkolójának egyenletei:

$$\Gamma_1 \begin{cases} x_1(\varphi, t) = t \sin(\alpha + \varphi) + r\varphi \cos \varphi - r \sin \varphi \\ y_1(\varphi, t) = t \cos(\alpha + \varphi) - r\varphi \sin \varphi - r \cos \varphi \end{cases} \quad [1]$$

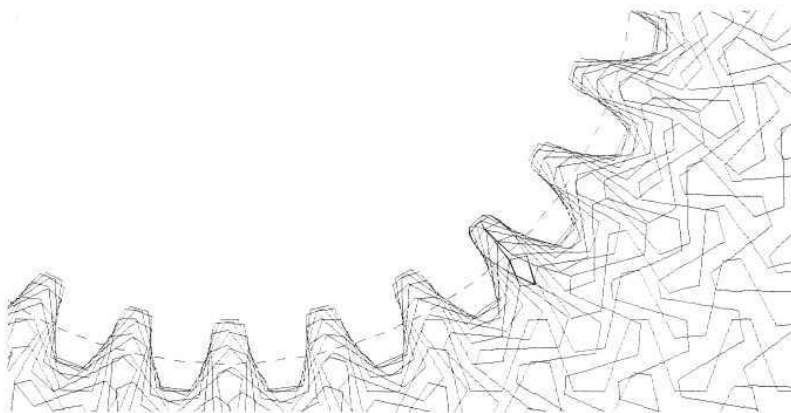
t - generáló egyenes paramétere, φ - generáló egyenes családjának paramétere [2]

$$\Gamma_2 \begin{cases} x_2(\varphi) = r\varphi \cos \alpha \cos(\alpha + \varphi) - r \sin \varphi \\ y_2(\varphi) = -r\varphi \cos \alpha \sin(\alpha + \varphi) - r \cos \varphi \end{cases}$$

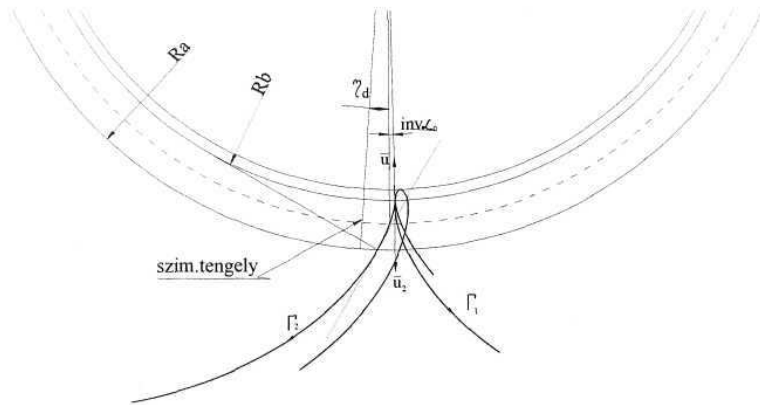


2. ábra

Fogaskerék profiljának szerkesztése a fésűskés szimulálása által



3. ábra



Interferencia

Az interferencia azt jelenti, hogy a generáló szerszám élcsúcsa által leírt hurkolt evolvens a burkoló evolvenst nem érinti, hanem metszi. Ez esetben a metszéspontban a két görbéhez felírt érintővektorok skaláris szorzatának modulusza eltér 1-től. Az érintővektor összetevőinek számítása a parametrikus koordináta függvények paraméter szerinti deriválásával kaphatók meg:

$$\begin{cases} x_1(\varphi) = t \cos(\alpha + \varphi) + r(\cos \varphi - \varphi \sin \varphi) - r \cos \varphi \\ y_1(\varphi) = -t \sin(\alpha + \varphi) - r(\sin \varphi + \varphi \cos \varphi) + r \sin \varphi \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} x_2(\varphi) = r \cos \alpha \cos(\alpha + \varphi) - r \varphi \cos \alpha \sin(\alpha + \varphi) - r \cos \varphi \\ y_2(\varphi) = -r \cos \alpha \sin(\alpha + \varphi) - r \varphi \cos \alpha \cos(\alpha + \varphi) + r \sin \varphi \end{cases} \quad (2)$$

$$\vec{u}_1 = \begin{bmatrix} x_1(\varphi) \\ y_1(\varphi) \\ 0 \end{bmatrix} \quad \vec{u}_2 = \begin{bmatrix} x_2(\varphi) \\ y_2(\varphi) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)-(4)$$

A két vektor által bezárt szög koszinuszát az alábbi képlet adja meg:

$$\cos(\vec{u}_1, \vec{u}_2) = \frac{\vec{u}_1 \cdot \vec{u}_2}{|\vec{u}_1| \cdot |\vec{u}_2|} = \frac{\dot{x}_1 \cdot \dot{x}_2 + \dot{y}_1 \cdot \dot{y}_2}{\sqrt{\dot{x}_1^2 + \dot{y}_1^2} \cdot \sqrt{\dot{x}_2^2 + \dot{y}_2^2}} = 1 \quad (5)$$

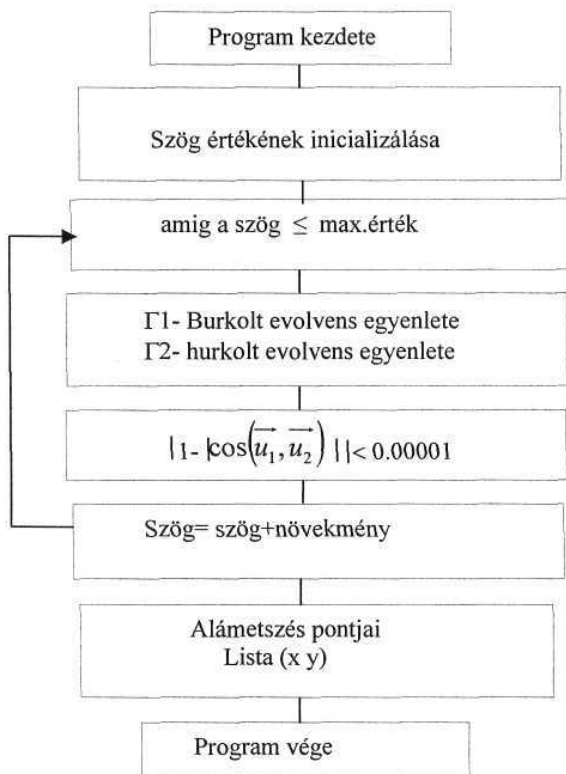
A fogaskerék szerkesztéséhez szükséges értékek:

$$\eta_d = \frac{S_d}{2R_d} \quad (6)$$

$$S_d = \frac{m\pi}{2} + 2m \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (7)$$

$$\text{Fogprofil.szim.tengely} = -\left(\frac{\pi}{2} + \eta_d\right) \quad (8)$$

Az alámetszés vizsgálatát Lisp-függvény végzi, amely szerkezete az alábbi folyamatábra szerint lett kialakítva:



Összefoglalás:

Fogaskerék profiljának szerkesztése: - a felhasználói kiválasztások alapján
- a fesűskés mozgásának szimulálása segítségével.

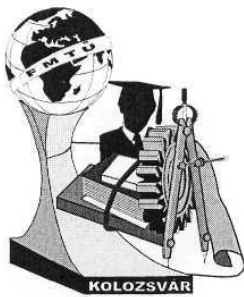
A dolgozat a szerszám élcsúcsa által leírt hurkolt és burkolt evolvensok közti alámetszést vizsgálja.

Irodalomjegyzék

1. Hollanda D., Bazele aschierii si generarii suprafetelor volII, Universitatea "Petru Maior" Tg-Mureş, 1996, 205, 160-162
2. Pozdárca A., Mecanisme, Universitatea "Petru Maior" Tg-Mureş, 1998, 117, 54-56

Popa-Müller Izolda/Magiszter

Sapientia-Erdélyi Magyar Tudományegyetem Marosvásárhely/ Rózsák tere 61 szám
Telefon/Fax, E-mail: 206291/ipmuller@ms.sapientia.ro



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

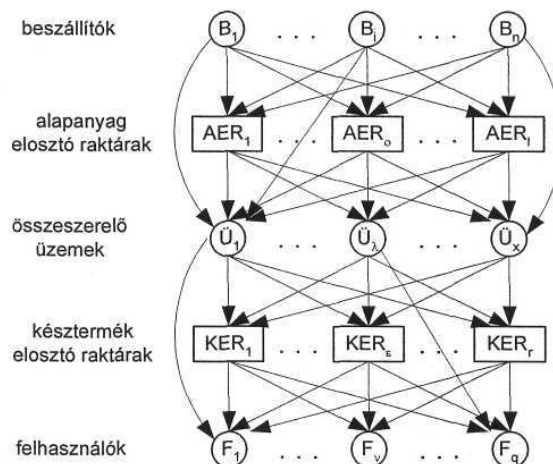
HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ ÖSSZESZERELŐ RENDSZERNÉL TERMÉKENKÉNT A FELHASZNÁLÓK OPTIMÁLIS HOZZÁRENDELÉSE A SZERELŐÜZEMEKHEZ

Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József

Abstract: This paper introduces the limitations and objective functions of planning of cooperation logistics integrated assembly systems. The optimal assignment of assembly plants to the final product requirements of the end users is discussed in detail, and related cost functions are worked out. Solution methods of optimization are shown for suitable assembly scheduling aspects.

1. Bevezetés

A termelésütemezésnél messzemenően figyelembe kell venni, hogy az egy telephelyes termelési formák hálózatszerűen működő termelési rendszerekké (1. ábra) alakultak, ill. alakulnak át. A felvázolt modellben adottnak tekintjük az egyes felhasználók egyes késztermékekből megrendelt mennyiségét egy adott időszakban.



1. ábra. Hálózatszerűen működő összeszerelő rendszer

E bonyolult nagyméretű, hálózatszerű logisztikai rendszer optimális működtetést jelentő, teljesen újszerű elméleti megalapozást igényelt a tervezési és irányítási módszereknek. A megoldandó feladat logisztikával integrált szerelési ütemezési feladat, amelybe beletartozik a késztermék elosztása, készletezése és az alkatrészek készletezése is. Ezek megoldásánál különböző célfüggvényeket és feltételeket kell, illetve lehet figyelembe venni [1]. Első esetként az optimalizálásnál a költségfüggvényt választottuk célfüggvényként, melyet a [2] dolgozatban részleteztünk. A vázolt hálózatszerűen működő logisztikai rendszer költségfüggvényében szereplő nagy számú optimalizálандó paraméterek és a nagy méretek miatt az optimalizálást egy egymáshoz hierarchikusan kapcsolódó visszacsatolós, többlépcsős heurisztikus módszerrel oldjuk meg. A szerzők a [3] dolgozatban már megfogalmazták a több lépcsős optimalizálás moduljait, a hozzárendelés alapelveit és az első modul algoritmusát. E dolgozat részletesebben foglalkozik a hozzárendelés célfüggvényének a komponenseivel, illetve a megoldás lehetőségeivel.

$$K = K_V + K_{SZ} + K_T + K_M + K_{AM} + K_\Psi + K_R + K_D \rightarrow \min. \quad (1)$$

ami az alkatrész vásárlási költség (K_V), szállítási költség (K_{sz}), tárolási költség (K_T), a szerelési költség (K_M), a szerelősorok átállítási költség (K^A), a sorok állásából származó veszteségi költség (K_Ψ), a késztermék raktározási költség (K_R), valamint az elosztási költség (K_D) összegeként adódik.

2. Felhasználók késztermék igényeinek optimális hozzárendelése a szerelőüzemekhez

Az egyes felhasználók évi késztermék igényeinek meghatározása, az (1) teljes költség függvényt leegyszerűsítjük és csak az elosztási-, szerelési-, átállítási és raktározási költségeket vesszük figyelembe. Ugyanis e modell nem foglalkozik a szerelés és a kiszállítás ütemezésével, ezért nem vehetőek számításba az alkatrész tárolási költségek, ill. a számításba vett költségek is egyszerűsítettek. *A hozzárendelés célfüggvénye a k-adik termékénél*

$$K_I^k = K_D^k + K_M^k + K_{AM}^k + K_R^k \rightarrow \min. \quad (2)$$

K_D^k - elosztási költség, K_M^k - szerelési költség, K_{AM}^k - átállítási költség, K_R^k - raktározási költség.

Adott a T mátrix, mely megadja az v -edik felhasználó által a k -edik késztermékből megrendelt évi mennyiséget. Keressük az $Y^k = [y_{v\lambda}^k]$ mátrixot, mely megmutatja, hogy a k -edik terméket a v -edik

felhasználó milyen arányban kapja a λ -edik üzemből az alábbi feltételekkel: $0 \leq y_{v\lambda}^k \leq 1$, $\sum_{\lambda=1}^x y_{v\lambda}^k = 1$.

Elosztási költség

$$K_D^k = \sum_{\lambda=1}^x \sum_{v=1}^q c_{sk} T_{kv} y_{v\lambda}^k s_{v\lambda} \quad (3)$$

c_{sk} - a k -edik termék fajlagos szállítási költsége, $s_{v\lambda}$ - szállítási úthossz,

$d_{k\lambda} = \sum_{v=1}^q T_{kv} y_{v\lambda}^k$ - a k -edik termék éves kereslete a λ -edik szerelőüzemben.

Szerelési költség

$$K_M^k = \sum_{\lambda=1}^x \sum_{v=1}^q T_{kv} y_{v\lambda}^k k_{k\lambda}^M, \quad (4)$$

ahol $k_{k\lambda}^M$ a fajlagos szerelési költség a k -edik termék esetén a λ -edik üzemben.

A szerelő üzemeknél a szerelési költséget a szerelősorok kapacitásának arányában súlyozott átlagköltséggel kell számolni, mert még nem tudjuk mely szerelősorra fog kerülni az alkatrész. Elő kell írni minden szerelő üzem részére alsó $R^A = [r_{k\lambda}^A]$ és felső korlátot $R^F = [r_{k\lambda}^F]$ az évi gyártott mennyiség függvényében, illetve kell egy kizárási mátrixot is előírni, amely megadja, mely terméket mely üzem nem állít elő. Feltételezzük, hogy a k -edik termékből a szerelőüzemek kapacitáskorlátainak

összege legalább akkora, mint az összes felhasználó által rendelt mennyiség: $\sum_{\lambda=1}^x r_{k\lambda}^F \geq \sum_{v=1}^q T_{kv}$, továbbá

a k -edik termék éves kereslete az egyes üzemeknél nem lehet nagyobb, mint az üzem kapacitáskorlátja: $\sum_{v=1}^q T_{kv} y_{v\lambda}^k \leq r_{k\lambda}^F$.

Átállítási költség

$$K_{AM}^k = \sum_{\lambda=1}^x N_{k\lambda} k_{k\lambda}^{AM}, \quad (5)$$

ahol $N_{k\lambda}$ a vizsgált időszak alatt a k -adik termék szerelésénél a λ -adik üzemben az átállítások száma, $k_{k\lambda}^{AM}$ egy szerelési sorozat átállítási költsége. $N_{k\lambda} = \frac{d_{k\lambda}}{q_{k\lambda}}$, ahol $q_{k\lambda}$ a k -adik termék sorozatnagysága a λ -adik üzemben.

Raktározási költség

$$K_R^k = \sum_{\lambda=1}^x h_{k\lambda} \frac{q_{k\lambda}}{2} \frac{d_{k\lambda}}{r_{k\lambda}^F}, \quad (6)$$

ahol $h_{k\lambda}$ jelenti a k -adik termék egy egységének raktározási költségét egy évben a λ -adik üzemben. Feltéve, hogy az elosztási költség és a szerelési költség független a sorozatnagyságtól meg kell határoznunk mindes egyes üzemben minden késztermék esetében azt a $q_{k\lambda}$ értéket, mely minimalizálja a következő kifejezést: $TC(q) = \text{raktározási költség} + \text{átállítási költség}$. Az átállítási és a raktározási költségeket összegezve:

$$TC(q) = \frac{k_{k\lambda}^{AM} d_{k\lambda}}{q_{k\lambda}} + h_{k\lambda} \frac{q_{k\lambda}}{2} \frac{d_{k\lambda}}{r_{k\lambda}^F} \quad (7)$$

Ahhoz, hogy a $TC(q)$ -t minimalizáló q értéket megtaláljuk, a $TC(q)$ függvény első deriváltját nullával kell egyenlővé tenni:

$$TC'(q) = -\frac{k_{k\lambda}^{AM} d_{k\lambda}}{q_{k\lambda}^2} + \frac{h_{k\lambda}}{2} \frac{d_{k\lambda}}{r_{k\lambda}^F} = 0 \quad (8)$$

Az egyenlőséget a $q_{k\lambda} = \sqrt{\frac{2k_{k\lambda}^{AM} r_{k\lambda}^F}{h_{k\lambda}}}$ optimális sorozatnagyság (economic production quantity) érték

elégti ki, mivel a negatív kifejezésnek nincs értelme. Megjegyzés: Az optimális sorozatnagyság független a $d_{k\lambda}$ éves kereslettől, továbbá nem nehéz megmutatni, hogy optimális sorozatnagyság esetén a raktározási költség/év = átállítási költség/év.

A számításba vett egyszerűsített költségfüggvények alapján a (2) célfüggvény a következő formában írható fel:

$$K_l^k = \sum_{\lambda=1}^x \sum_{v=1}^q (c_{sk} T_{kv} y_{v\lambda}^k s_{v\lambda} + T_{kv} y_{v\lambda}^k k_{k\lambda}^M + \frac{T_{kv} y_{v\lambda}^k}{q_{k\lambda}} k_{k\lambda}^{AM} + h_{k\lambda} \frac{q_{k\lambda}}{2} \frac{T_{kv} y_{v\lambda}^k}{r_{k\lambda}^F}) \rightarrow \min. \quad (9)$$

Látható, hogy minden tag $y_{v\lambda}^k$ függvénye. $q_{k\lambda}$ -t behelyettesítve és az egyszerűsítéseket elvégezve világosan kiderül, hogy a raktározási és az átállítási költségek valóban megegyeznek. A $T_{kv} y_{v\lambda}^k$ -os tagot kiemelve kapjuk:

$$K_l^k = \sum_{\lambda=1}^x \sum_{v=1}^q T_{kv} y_{v\lambda}^k (c_{sk} s_{v\lambda} + k_{k\lambda}^M + \sqrt{\frac{2h_{k\lambda} k_{k\lambda}^{AM}}{r_{k\lambda}^F}}) \rightarrow \min. \quad (10)$$

ami egy tiszta lineáris programozási (LP) feladat x^*q mennyiségű változóval $(y_{v\lambda}^k)$ és $x+q+x^*q$ darab

feltétellel: $\sum_{\lambda=1}^x y_{v\lambda}^k = 1$, $\sum_{v=1}^q T_{kv} y_{v\lambda}^k \leq r_{k\lambda}^F$ és $0 \leq y_{v\lambda}^k \leq 1$.

A probléma megoldására ma már számítógépek állnak rendelkezésre, melyek segítségével a feladatot nagyságrendekkel gyorsabban, és pontosabban oldhatjuk meg, mint hagyományos eszközökkel, bár még így is bizonyos feladatok megoldásai éveket vehetnek igénybe. A teljes modell összesen x^*q^*p változót $(y_{v\lambda}^k)$ tartalmaz, továbbá a feltételek száma: $p^*(x+q+x^*q)$, így a feladat átlagos lépésszáma: 2^{xpq} . Ebből az következik, hogy aránylag kevés szerelőüzem és felhasználó mellett is, ha a megrendelési tételek száma nagy, a feladat mérete exponenciálisan növekszik. Több ezer változóval és feltétellel rendelkező (nagyméretű) LP feladat egzakt módon a következő módszerek segítségével oldható meg [4]: módosított szimplex módszer, inverz szorzatalakja, oszlopgenerálás technikája, Karmarkar módszer, stb.

Egyébként, ha $y_{v\lambda}^k$ helyett $d_{v\lambda}^k = T_{kv} y_{v\lambda}^k$ -t választjuk változónak a fenti egyenletben, akkor a célfüggvény egy tiszta egészértékű programozási (IP) feladattá válik, a következő feltételekkel:

$\sum_{v=1}^q d_{v\lambda}^k \leq r_{k\lambda}^U$, $T_{kv} = \sum_{\lambda=1}^x d_{v\lambda}^k$ és előjelkorlátozásokkal: $\forall d_{v\lambda}^k \geq 0$, és egész. Ez esetben a $D^k = [d_{v\lambda}^k]$

mátrix azt mutatja meg, hogy a λ -adik szerelőüzem a k -adik termékből hány darabot szállít ki a v -edik felhasználó számára. Az integer programozási feladat egy olyan LP, amelyben néhány, vagy az összes változó csak egész értéket vehet fel. Egy olyan IP-t, amelyben mindegyik változónak egészértékűnek kell lennie, tiszta egészértékű programozási feladatnak hívunk, ellenkező esetben vegyes IP-ről beszélhetünk. Az IP feladatot azonban sokkal nehezebb megoldani, mint az LP feladatot. A gyakorlatban a legtöbb IP-t a korlátozás és szétválasztás módszerével oldják meg. A korlátozás és szétválasztási módszerek egy IP optimális megoldását úgy találják meg, hogy hatékonyan leszámolják egy-egy részfeladat lehetséges megoldásait. A szerzők egy heurisztikus algoritmust dolgoztak ki a probléma megoldására [3] a feladat nagy méretei és hatalmas számítási igénye miatt. A későbbiekben majd kisméretű feladatoknál összehasonlítjuk az egyes módszerek hatékonyságát.

3. Összefoglalás

Jelen tudományos dolgozatban kidolgozásra kerültek a hozzárendelés célfüggvényének a komponensei, illetve vázolva lettek a megoldás lehetőségei is, melyek alapján a későbbiekben elkészítésre és tesztelésre kerül a kidolgozott optimalizálási eljárás.

4. Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatómunka az F037525 és a T038382 OTKA projekt támogatásával készült.

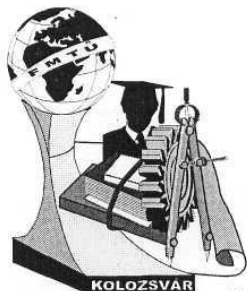
5. Irodalomjegyzék

- [1] OLÁH B., BÁNYAI T., CSELÉNYI J.: **Logistics integrated production scheduling of cooperative assembly plants**. microCAD 2003, Miskolc, 2003. 127-132. old.
- [2] OLÁH B., BÁNYAI T., CSELÉNYI J.: **Logistical tasks of co-operative assembly plants**. 3rd International Conference on Advanced Engineering Design, Prague, 2003. 110. old.
- [3] OLÁH B., BÁNYAI T., CSELÉNYI J.: **Algorithm of optimal assignment of assembly plants and end users within the framework of products in cooperative assembly system**. Miskolcér Gespräche 2003, Universität Miskolc, 2003. 145-150. old.
- [4] WINSTON W.: **Operation Research. Applications and Algorithms**. Hungárián edition, ISBN 963 9478 60 1, 2003 by Aula. pp. 765-793.

Oláh Béla doktorandusz

Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, Miskolc-Egyetemváros H-3515

Tel: 06 46-565111/2030 Fax: 06 46-563399 E-mail: altbela@gold.uni-miskolc.hu



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ ÖSSZESZERELŐ RENDSZEREK BESZÁLLÍTÓI MEGVÁLASZTÁSÁNAK ÉS A BESZÁLLÍTÁSI ÜTEMEKNEK AZ OPTIMÁLÁSA

Nagyné Gyüker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József

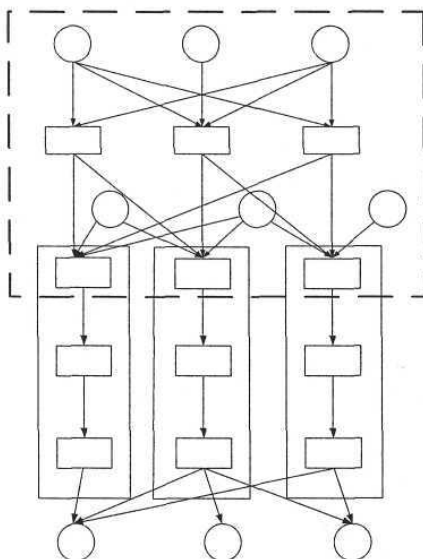
1. Abstract

In the first section we deal with the representation of purchasing system and then we compose the necessary conditions and object functions to the presented system. In the following chapter we will present the main modules of the optimisation of the suppliers and the suppliers' selection. In the closing section we will explore the first main module in details and describe the principle of the optimisation algorithm.

2. Bevezetés

A vállalatok a piaci versenyképességük megőrzése illetve növelése érdekében a készletek és az átfutási idők csökkentésére és ugyanakkor a vevők igényeinek rugalmas kielégítésére törekkenek. Mindezt csak akkor tudják megvalósítani, ha termelésüket a vevők igényeihez igazodóan irányítják és csak annyi alapanyagot, alkatrészt szereznek be amennyi feltétlenül szükséges. Emellett a beszerzési oldal kiemelt logisztikai feladata a készletek optimalizálása és a beszállítók bekapcsolása a vállalati logisztikai feladatokba. A dolgozat a hálózatszerű rendszerek beszállítóinak megválasztásának, a beszállítási ütemeinek alapelveit foglalja össze. A feladat megoldásának újszerűsége, hogy az optimalizálás a vásárlási, szállítási, alkatrész tárolási és majd egy későbbi fázisban a szerelési, késztermék tárolási és elosztási költséget integráltan kezelő költségfüggvény alapján történhet. E dolgozatban csak a beszállított alkatrész tárolásáig előforduló folyamatlemlék figyelembevételét leíró optimalizálás 1. lépésével foglalkozunk.

3. Kiemelt és helyi beszállítókra épülő rendszer



1. ábra: Hálózatszerűen működő összeszerelő rendszer

A kiemelt (B_j) és helyi (H_y) beszállítókra épülő rendszer kétféle beszállítói egységen alapul. Az egyik a kiemelt beszállítók csoportja, amelyek alkatrészei, alkatrészcsoportjai vagy az elosztóraktárakon (ER_y) keresztül jutnak el a szerelőüzemekhez (P_p), vagy közvetlen beszállítás valósul meg a kiemelt beszállító és a szerelőüzem között; másrészt a helyi beszállítók csoportja (a szerelőüzemek telephelyeihez megfelelő közelségben helyezkednek el), ahonnan csak közvetlen beszállítás valósítható meg.

4. Költségfüggvények

Közvetett beszállításról kiemelt beszállítók elemzése esetén beszélhetünk. Ekkor a célfüggvény az alábbi költségfüggvény:

$$K_{gp}^B = K_{gp}^{BV} + K_{gp}^{BS_1} + K_{gp}^{ER} + K_{gp}^{BS_2} + K_{gp}^{AR} \rightarrow \min. \quad (1)$$

A K_{gp}^B a p -edik szerelőüzem által igényelt g -edik alkatrész évi összköltsége az általunk vizsgált részrendszerben, amely az alábbi költségkomponensekből tevődik össze. A K_{gp}^{BV} a g -edik alkatrész évi összvásárlási költsége kiemelt beszállítótól történő vásárlás esetén, a $K_{gp}^{BS_1}$ a g -edik alkatrész évi összszállítási költsége a kiemelt beszállító és az elosztóraktár között, a K_{gp}^{ER} a g -edik alkatrész évi összraktározási költsége az elosztóraktárban, a $K_{gp}^{BS_2}$ a g -edik alkatrész évi összszállítási költsége az elosztóraktár és a szerelőüzem között, a K_{gp}^{AR} a g -edik alkatrész évi összraktározási költsége a p -edik szerelőüzem alkatrészraktárában.

Közvetlen beszállítás esetén a célfüggvényeink a kiemelt és helyi beszállítók vonatkozásában a következőképpen írhatóak fel:

$$K_{gp}^{B*} = K_{gp}^{BV} + K_{gp}^{BS} + K_{gp}^{AR} \rightarrow \min. \quad (2)$$

$$K_{gp}^H = K_{gp}^{HV} + K_{gp}^{HS} + K_{gp}^{AR} \rightarrow \min. \quad (3)$$

A korábbi dolgozatainkban az egyes költségkomponensek függvénykapcsolatait részleteiben feltártuk. Itt egy jellemző változatát mutatjuk be és használjuk fel azon költségfüggvény komponenseket, amelyek a beszállítók megválasztásának és a beszállítások ütemezésének első főmoduljához szükségesek.

5. Az algoritmus főmoduljai

A felvázolt sok paraméteres optimalizálási feladat egy heurisztikus módszert igényel, amelyet több lépésben, lépések után visszacsatolásos (feedback) módszerrel oldunk meg. Az algoritmusunk 4 főmodulját az alábbiakban röviden ismertetjük. Az 1. főmodulban az évi beszállítások számát a határvásárlási mennyiségek, illetve az ehhez a mennyiségekhez tartozó költségek alapján határozzuk meg. Finomítjuk ezt a beszállítási számot a kapacitáskorlátok figyelembevételével. A 2. főmodulban megpróbáljuk összevonni az azonos beszállítók beszállításait. Különböző lehetőségeket vizsgálva fogjuk megállapítani mely esetek vonhatók össze. A 3-dik főmodulban körjáratok alkalmazásával próbálnánk a célfüggvény értékeit javítani. A körjáratok bevezetésének eredményeképpen jelentős költségcsökkenésre számíthatunk, amely csökkenést elsősorban a szállítási költségeink nagy volumenű csökkenése okozná. A 4. főmodulban, a mindennapjainkban leggyakrabban előforduló egyenletestől eltérő alkatrészigények vonatkozásában vizsgálódnánk. Milyen változások következnenek be a beszállítások ütemében, számában, a beszállítandó mennyiségekben?

6. Az optimalizálás 1. főmodulja

Az 1. főmodul esetén az (2) célfüggvénynek az egyszerűsített illetve szűkített változatát használjuk fel az optimalizálásra.

$$K_{gpi}^{B*} = K_{gpi}^{BV} + K_{gpi}^{BS} + K_{gp}^{AR} \rightarrow \min. \quad (4)$$

$$K_{gp}^{B*} = \sum_{i=1}^n K_{gpi}^{B*} \quad (5)$$

Ez a következő megfontolásokat tartalmazza:

- az alkatrészek vásárlási, szállítási és raktározási költségeit veszi figyelembe, szállításnál feltételezzük, hogy csak vonaljáratokat alkalmazunk,
- nem csak a helyi, hanem a kiemelt beszállítók is közvetlenül az elosztóraktárak elkerülésével szállítanak be.

Ezekből a feltételekből indulunk ki és a későbbiekben ezeket fogjuk korrigálni.

Alkatrész vásárlási költség

A vásárlási költség

$$K_{gpi}^{BV} = n_{gpi}^B * f_{gpi}^{BV} * q_{gpi}^B, \quad (6)$$

ahol n_{gpi}^B az évi beszállítások száma a p-edik szerelőüzem g-edik alkatrészének vonatkozásában az i-edik beszállítónál, f_{gpi}^{BV} illetve q_{gpi}^B a fajlagos vásárlási költség $\left[\frac{\text{Euro}}{db} \right]$ és a vásárolt (beszállított) mennyiség.

Alkatrész szállítási költség

$$K_{gpi}^{BS} = n_{gpi}^B * \left(\text{Entier} \frac{q_{gpi}^B}{c_\phi} + \Phi \right) * f_{gpi}^{BS} (q_{gpi}^B) * l_{ip}^{BP} \quad (7)$$

Ha $\text{Entier} \frac{q_{gpi}^B}{c_\phi} \in \mathbb{Z}^+$, akkor $\Phi = 0$, egyébként $\Phi = 1$. Az alkatrész raktározási költséget, valamint

az előzőekben röviden felvázolt vásárlási, szállítási költséget, illetve ezek jellegzetes változatait eddigi dolgozatainkban már részletesen elemeztük.

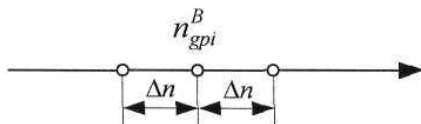
Az 1. főmodul optimalizáló algoritmusának alapelve

1. lépés: Határmennyiségek alapján meghatározni az évi beszállítások számát.
2. lépés: Finomítani a beszállítások számát.
3. lépés: Kapacitáskorlátok figyelembe vétele.

Az optimalizálás feladata:

Meghatározni a határvásárlási mennyiségekhez, illetve az ezekhez tartozó költségekhez a beszállítási számot évente. Az évi beszállítások számának finomítását a beszállítások számának növelésével, illetve csökkentésével végezzük, az alábbi megoldási eseteket vizsgálva.

Megoldási esetek:



- $+\Delta n$ esetén:
- K_{gpi}^{B*} nő, akkor $k * \Delta n$, $k < 1$,
- K_{gpi}^{B*} csökken, akkor $k * \Delta n$, $k > 1$,
- $-\Delta n$ esetén:
- K_{gpi}^{B*} nő, akkor $-k * \Delta n$, $k < 1$,
- K_{gpi}^{B*} csökken, akkor $-k * \Delta n$, $k > 1$.

A kapacitáskorlátok figyelembevételénél első lépésben, meg kell nézni, melyek azok a beszállítók, amelyek túl vannak méretezve, illetve melyek vannak alulméretezve. Az így kapott beszállítói köröket csoportokba soroljuk a felhasználóktól való távolságuk alapján. A túlsordult beszállítókhoz kiválasztjuk a 3 legtávolabbi felhasználót rangsorba állítva ezeket, az alulcsordultakhoz, pedig a 3 legközelebbi felhasználót, szintén rangsorba állítva. (Azokat a beszállítókat vesszük figyelembe, amelyek rendelkeznek annyi szabad kapacitással, amennyi a jelen a vizsgálataink tárgyát képező felhasználók igényeinek kielégítéséhez szükséges. Ezek alapján keressük azt a kombinációt, amely a legkedvezőbb számunkra. Ezt az eljárást alkalmazva a célunk a minél kisebb szállítási költségek elérése. Ezen kívül természetesen az összköltség vonatkozásában is ellenőrizzük a kapott eredményt.

7. Összefoglalás

Kidolgozásra került egy hálózatszerűen működő összeszerelő rendszer beszállítói rendszerének megtervezéséhez szükséges többlépcsős optimalizálási módszer. Az első modul algoritmusa bemutatásra került, amely alapján kiadódik, hogy évente a különböző alkatrészektől az egyes beszállítóktól az egyes felhasználókhoz mennyi alkatrészt kell beszállítani. A következőkben történik a kidolgozott program tesztelése és az optimum érzékenységi vizsgálat. Ezt követően sor kerül majd a 2. és 3. modul részletes kidolgozására.

8. Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatómunka az F037525 és a T038382 OTKA projekt támogatásával készült.

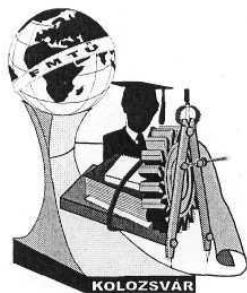
9. Irodalomjegyzék

- [1] Cselényi J., Bányainé Tóth Á.: **Közbenső raktárral rendelkező „percre kész” beszállítási rendszer optimalizálása.** GÉP 1997/6. pp.31-34.
- [2] Cselényi, J., Tóth, T.: **Mathematical model for optimisation of a product assembly system integrated by logistics and operating in a network like way.** WESIC 2001. Workshop on European Scientific and Industrial Colaboration. University of Twente. Published by Drubbel Institute for Mechatronics. Proc. pp.: 81-92.
- [3] Nagyné Gyüker M., Bányainé Tóth Á., Cselényi J.: **Analysis of purchasing logistics system of electronic products assembly networks,** 3rd International Conference on AED 2003, 1-4. June 2003 Prague, Czech Republic ISBN 80-86059-35-9

Nagyné Gyüker Mónika doktorandusz

Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, Miskolc-Egyetemváros H-3515

Tel: 06 46-565111/1003 Fax: 06 46-563399 E-mail: altmoni@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

3-DIMENZIÓS MIKROSZERKEZET TOPOLOGIAI JELLEMZÉSE CELLA-MODELL ALKALMAZÁSÁVAL

Bagyinszki Gyula, Réti Tamás, Felde Imre

Abstract

In order to characterize topologically the polyhedral microstructure of single-phase alloys investigations have been performed on 3-dimensional cellular models. These artificially constructed cellular models are generated from a finite set of space filling convex combinatorial polyhedra (grains). It is shown that the appropriately selected topological shape factors can be efficiently used for the quantitative characterization of computer-simulated microstructures of various types.

1. Bevezetés

A fémötvözetek poliéder alakú szemcsékből álló szövetszerkezetének kvantitatív minősítésére széles körben alkalmazzák a sztereológiai módszerekkel meghatározott különféle típusú alaktényezőket. Ezeket többnyire a mikroszerkezet ún. metrikus geometriai jellemzőiből (felület, térfogat, stb.) szokás származtatni. Mivel a valóságos szemcsék alakja meglehetősen szabálytalan, ezért számos esetben ezek egyszerű geometriai alakzatokkal (gömb, ellipszoid, kocka, stb.), nem modellezhetők, következésképpen a hagyományos metrikus geometriai alapadatok meghatározása is problematikus. Az említett nehézségek azonban kiküszöbölhetők, ha a szemcserendszer topológiai jellemzőit használjuk fel alaktényezőkként definiálására. Szimulációs vizsgálatok eredményeire támaszkodva megmutatjuk, hogy az újonnan bevezetett „topológiai alakjellemzők” eredményesen alkalmazhatók a mikroszerkezet kvantitatív kritériumon alapuló minősítésére, osztályozására.

2. A 3-dimenziós mikroszerkezetre jellemző alapvető topológiai összefüggések

Vizsgálatainkban a 3-D mikroszerkezetet ún. kombinatorikus poliéderek egy végtelen rendszerével (celluláris rendszerrel) modelleztük. Ennek sajátossága, hogy az egymással szomszédos poliéderek a teret hézagmentesen töltik ki. Feltételeztük egyrészt, hogy az ily módon generált sejtrendszer a tér 3-iránya szerint periodikus, másrészt létezik egy olyan elemi cella, amely a periodikus geometriai

szerkezetet topológiai szempontból tökéletesen reprezentálja. Elemi cellának célszerű a kocka-alakú legkisebb térfogatú cellát (LT-cellát) választani, ami egyszerűsíti a vizsgálatokat. Ez esetben igazolható, hogy az LT-cellában elhelyezkedő poliéderek alkotta periodikus sejt rendszerre (PS-rendszere) érvényes az alábbi Euler-egyenlet [1]:

$$-N + F - E + V = 0. \quad (1)$$

ahol V a poliéderek csúcsszáma, E az élek száma, F a lapok száma és N pedig a poliéderek (cellák) száma. A fentiekből következik, hogy e négy geometriai jellemző közül csupán három független.

A PS-rendszert általában véges sok, különböző lapszámú poliéder alkotja. A cellák teljes száma $N = \sum N_f$, ahol N_f az f -lapszámú poliéderek száma. Nyilván $f \geq 4$, ugyanis a legkisebb lapszámú poliéder a tetraéder. A PS-rendszerben a cellák átlagos $\langle f \rangle$ lapszáma:

$$\langle f \rangle = \frac{1}{N} \sum_f f N_f = \sum_f f p_f \quad (2)$$

képlettel határozható, ahol $p_f = N_f/N$ az N_f lapu cellák relatív gyakorisága. Hasonlóképpen számítható, az f -lapszám második momentuma az $\langle f^2 \rangle = \sum f^2 p_f$ formulával. A lapszám $\mu(f)$ varianciáját (azaz szórásnégyzetét) szokásos módon a $\mu(f) = \langle f^2 \rangle - \langle f \rangle^2$ képlettel határozhatjuk meg. A PS-rendszer ún. komponens-számát $\Phi = \sum \text{sgn}(p_f)$ összefüggéssel értelmezzük. A komponens-szám azonos a sejtrendszert felépítő különböző lapszámú poliéderek számával. Azokat a sejtrendszereket, amelyek azonos f -lapszámú poliéderekből épülnek fel, (azaz amelyekre $\Phi=1$ teljesül), lap-homogén sejtrendszereknek nevezzük.

Tekintve, hogy a PS-rendszert térkitöltő konvex poliéderek alkotják, ebből következik, hogy egy lapon pontosan két poliéder-cella érintkezik egymással, továbbá egy élre legalább három poliéderlap, és egy csúcsra legalább négy él és legalább három poliédercella illeszkedik. Egy X csúcst r -valenciájúnak nevezzük, ha az X csúcsra pontosan r -számú él illeszkedik. Az egyes csúcsokra azonban különböző számú él illeszkedhet, ezért a PS-rendszerben a csúcsok átlagos $[r]$ valenciaszámát az

$$[r] = \frac{1}{V} \sum_r r V_r \quad (3)$$

összefüggés definiálja, ahol V_r a r -valenciájú csúcsok száma. Amennyiben minden csúcs r valenciája azonos ($r=R=4,5,\dots$ minden csúcsra vonatkozóan) a PS-rendszert R -valenciájú, reguláris rendszernek nevezzük.

Analóg módon egy Y élet k -fokúnak nevezünk, ha az Y élben pontosan k -számú lap találkozik.

Következésképpen egy PS-rendszerben az élek átlagos $[s]$ fokszáma:

$$[\varepsilon] = \frac{1}{E} \sum_k k E_k \quad (4)$$

ahol E_k a k -fokú élek száma. Igazolható, hogy a sejtrendszerben a poliéderlapok átlagos $[n]$ oldalélszámát meghatározhatjuk az

$$[n] = \frac{1}{F} \sum_k F_k = \frac{E}{F} [\varepsilon] = [\varepsilon] \frac{[r](\langle f \rangle - 2)}{\langle f \rangle ([r] - 2)} \quad (5)$$

képlettel, ahol F_k a k -oldalél számú lapok száma, amelyekre $\sum F_k = F$ teljesül.

Mivel poliéderek legkisebb oldalélszámú lapja háromszög, ezért az n oldalélszám minimális értéke 3, következésképpen tetraéderekből illetve oktaéderekből álló sejtrendszerekre $[n]=3$. Az előző megfontolásokból bármely PS-rendszerre $[r] \geq 4$, $\langle f \rangle \geq 4$ és $[\varepsilon] \geq 3$ és $[n] \geq 3$ becslések adódnak.

Továbbá könnyen igazolható, hogy a topológiai paraméterekre nézve teljesülnek a $2E = [r]V \geq 4V$, $2F = N \langle f \rangle \geq 4N$ valamint $3 \leq [n] \leq 6 - 12/\langle f \rangle < 6$, a $3 \leq [\varepsilon] \leq 6 - 12/[r] < 6$ és $9 < [n][\varepsilon] < 36$ összefüggések [2].

3. Topológiai alaktényezők származtatása

A 3-dimenziós poliéderes mikroszerkezet strukturális minősítése céljából a négy topológiai alapparaméter (nevezetesen V , E , F és N) felhasználásával különféle alakjellemzőket definiáltunk. Az alaktényezők „szelektivitását”, azaz diszkriminációs képességét számítógéppel generált sejtrendszereken teszteltük. Részletes vizsgálatokat az alábbi négy (Λ , CI , Δ és Ψ) topológiai alaktényezővel végeztünk.

$$\Lambda = \frac{F - E}{E} = -1 + \frac{[\varepsilon]}{[n]} = \frac{2([r] - \langle f \rangle)}{[r](\langle f \rangle - 2)} \quad (6)$$

$$CI = \frac{N + F + E + V}{N} = 2 + \frac{2E}{N} = 1 + \frac{\langle f \rangle}{2} + \frac{1}{2} (\langle f \rangle - 2) \left(\frac{[r] - 2}{[r] + 2} \right) \leq 2\langle f \rangle - 2 \quad (7)$$

$$\Delta = \frac{FE}{4VN} = \frac{\langle f \rangle [r]}{16} \geq 1 \quad (8)$$

$$\Psi = \frac{N\langle f^2 \rangle}{8F} = \frac{\langle f^2 \rangle}{4\langle f \rangle} = \frac{1}{4} \left(\frac{\mu(f)}{\langle f \rangle} + \langle f \rangle \right) \geq \frac{\langle f \rangle}{4} \geq 1 \quad (9)$$

A fenti alaktényezőkre nézve, különféle egyenlőtlenségek állnak fenn, ezek többsége könnyen igazolható. Többek között belátható, hogy a A topológiai alaktényezőre érvényes

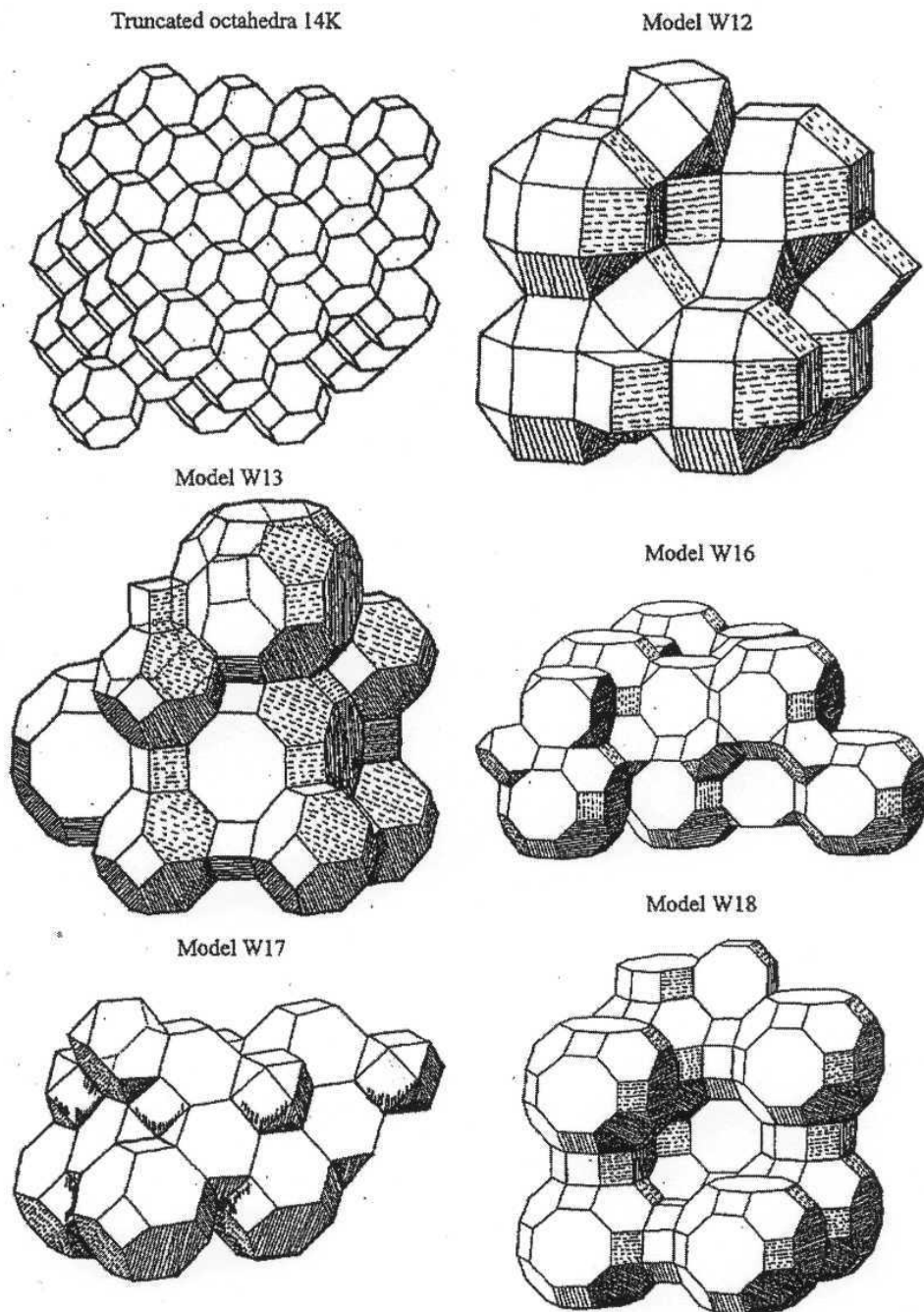
$$-\frac{1}{2} < \frac{\langle f \rangle - 4}{4 - 2\langle f \rangle} \leq \Lambda \leq 1 - \frac{4}{[r]} < 1 \quad (10)$$

becslés. E szerint $\Lambda \geq 0$, ha $[r] \geq \langle f \rangle$, valamint $\Lambda \leq 0$, ha $[r] \leq \langle f \rangle$. Következésképpen adódik, hogy $\Lambda = 0$, akkor és csak akkor, ha $\langle f \rangle / [r] = [n] / [\varepsilon] = 1$.

4. Poliéderek sejtrendszerek topológiai vizsgálata

A szakirodalomban nagy számban találhatók térkitöltő poliéderekből felépített különféle periodikus sejtrendszerek, amelyek előnyösen felhasználhatók a topológiai alaktényezők hatékonyságának tesztelésére [3,4]. Ezek közül kiválasztottuk egy sorozatot, de magunk is generáltunk mintegy húsz sejtrendszert vizsgálati célra. Az 1. ábrán példaként bemutatott hat sejtrendszer a legismertebbek közé tartozik [3,4].

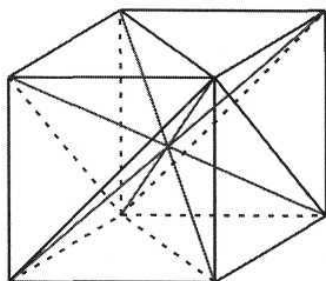
A 14K jelű rendszer lap-homogén, ugyanis geometriailag azonos típusú poliéderek halmaza. E rendszer alapját képező 14-lapú, ún. Kelvin-poliéder sajátossága, hogy felszín-térfogat viszony tekintetében leginkább „hasznos” a gömbhöz valamennyi térkitöltő poliéder között. A W17 és W18 rendszer két különböző típusú, a W12, W13 és W16 rendszer pedig három különböző típusú poliédert tartalmaz. További hat eltérő jellegű, számítógéppel konstruált sejtrendszer kocka alakú egységcelláját szemlélteti a 2. ábra.



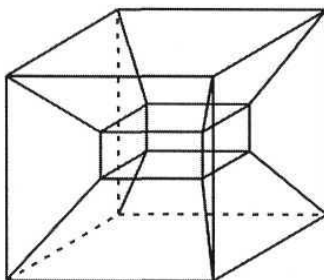
1. ábra A legismertebb periodikus sejtrendszerek [4]

Mint megállapítható, közülük az első öt egyetlen fajta poliéderből felépülő lap-homogén rendszer. Nevezetesen, MT-4A tetraéderekből, MC-6 kockákból, XA-5, XB-5 és XC-5 pedig kizárólag ötlapú poliéderekből generált sejtrendszer. Az X-56 jelű sejtrendszer kétkomponensű, 5 és 6 lapú poliéderek

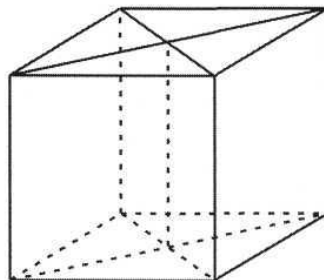
alkotják. A vizsgálatokba bevont, összesen 21 sejtrendszer topológiai jellemzőit, köztük a négy **ME** topológiai alaktényező számított értékeit az 1. táblázat összesíti. A topológiai alaktényezők tesztelése során kapott vizsgálati eredményeket a 3-6. ábrák diagramjai szemléltetik.



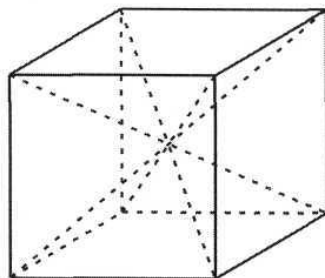
MT - 4A



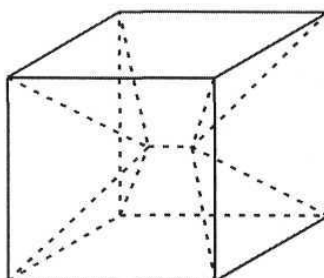
MC - 6



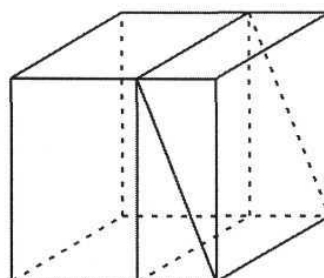
XA - 5



XB - 5



XC - 5

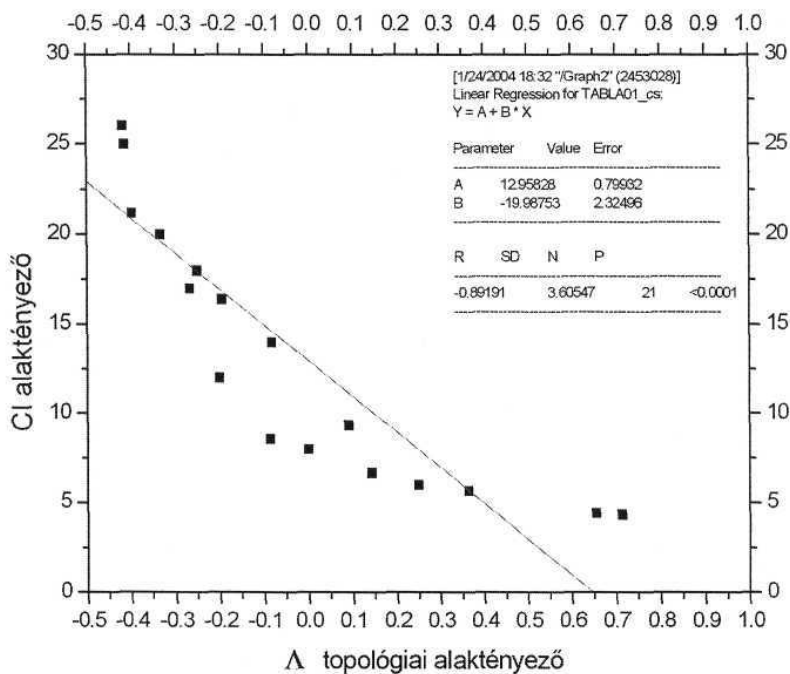


X - 56

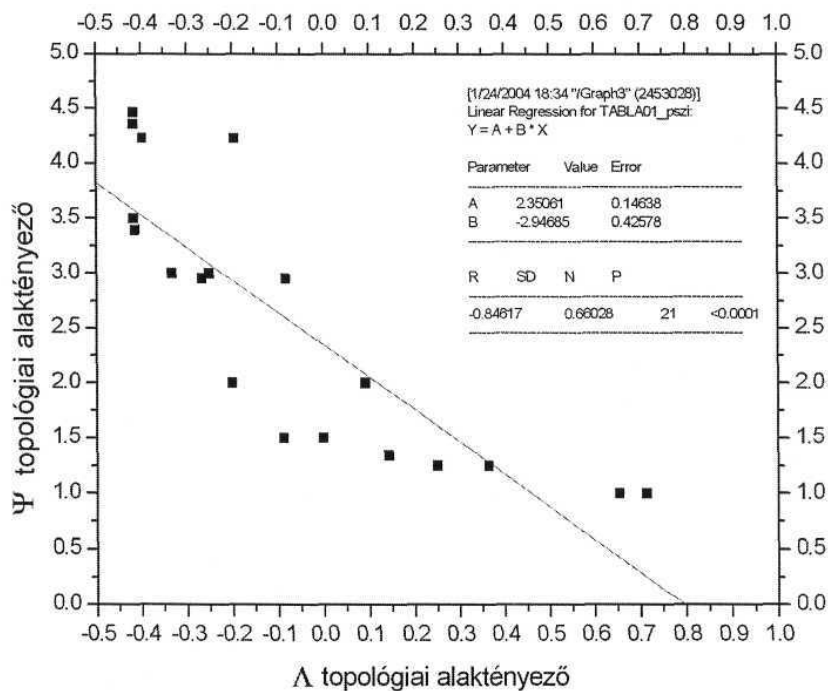
2. ábra A vizsgálatokhoz alkalmazott, számítógéppel előállított kocka alakú egységcellák

Rendszer (kód)	Poliéderek lapszáma	Topológiai jellemzők							
		$\langle f \rangle$	[n]	[r]	[ε]	Cl	Λ	Ψ	Δ
C-6	6	6	4	6	4	8	0	1.5	2.25
H-8	8	8	4.5	5	3.6	12	-0.2	2	2.5
D-12R	12	12	4	5.3333	3	18	-0.25	3	4
D-12E	12	12	4.667	4.5	3.111	20	-0.333	3	3.375
14K	14	14	5.143	4	3	26	-0.417	3.5	3.5
MT-4A	4	4	3	14	5.143	4.333	0.714	1	3.5
MT-4B	4	4	3	11.6	4.965	4.417	0.655	1	2.9
MC-6	6	6	4	5.111	3.652	8.571	-0.087	1.5	1.917
MO-8	8	8	3	11	3.273	9.333	0.091	2	5.5
XA-5	5	5	3.6	8	4.5	6	0.25	1.25	2.5
XB-5	5	5	3.2	11	4.364	5.667	0.364	1.25	3.438
XC-5	5	5	3.467	8	4.333	6	0.25	1.25	2.5
X-56	5.6	5.333	3.75	7	4.286	6.667	0.143	1.344	2.333
W12	6,14,26	11.6	3.724	6	3	16.4	-0.194	4.224	4.35
W13	6,14,26	11.6	4.966	4	3	21.2	-0.396	4.224	2.9
W16	8,14,26	14	5.143	4	3	26	-0.417	4.464	3.5
W17	8,14	11	4.364	5	3.2	17	-0.267	2.955	3.438
W17A	8,14	11	4.364	5	3.2	17	-0.267	2.955	3.438
W17B	8,14	11	3.273	8	3	14	-0.083	2.955	5.5
W18	10,26	14	5.143	4	3	26	-0.417	4.357	3.5
W-P	12,14	13.5	5.111	4	3	25	-0.413	3.389	3.375

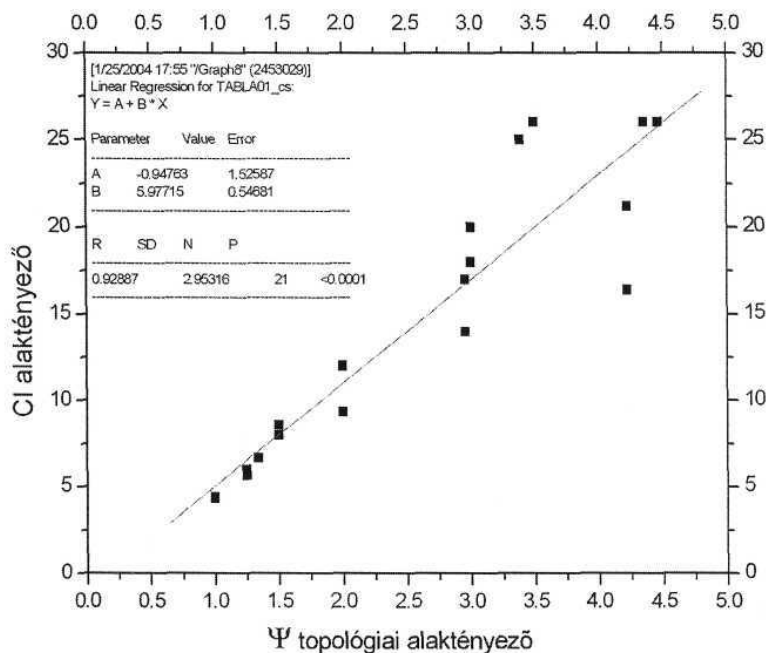
1. táblázat A vizsgált sejtszrendszerek topológiai jellemzői



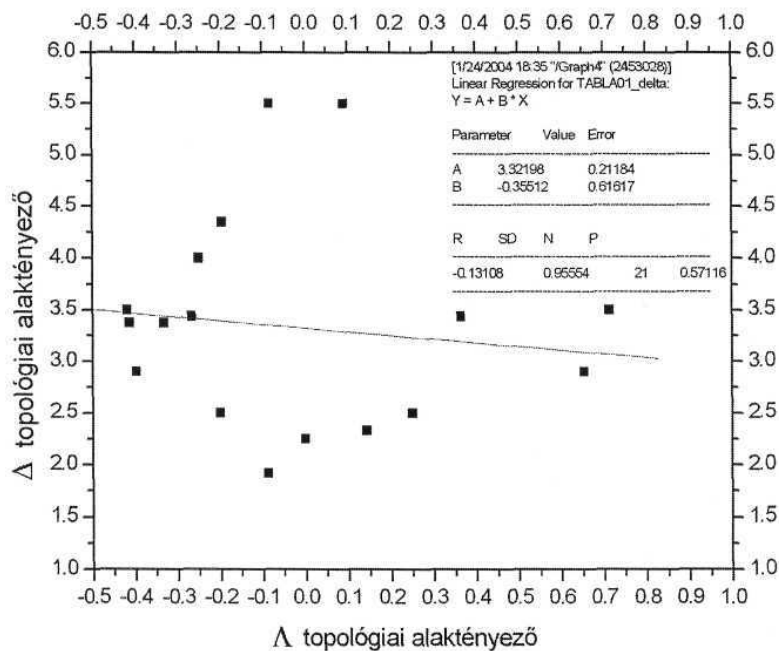
3. ábra A CI komplexitási index és Δ topológiai alaktényező közti összefüggés



4. ábra A Ψ és Δ topológiai alaktényezők közti összefüggés



5. ábra A Δ és Λ topológiai alaktényezők közti összefüggés



6. ábra A CI komplexitási index és a Ψ topológiai alaktényező közti összefüggés

A sejttrendszerek strukturális jellemzése céljából folytatott vizsgálatok legfontosabb eredményei a következők:

- A kiválasztott négy topológiai alaktényező mindegyike alkalmas a vizsgált sejttrendszerek topológiai szerkezetének kvantitatív jellemzésére, minősítésére. A négy topológiai jellemző között mutatkozik némi sztochasztikus jellegű kapcsolat, ami a számított R_c lineáris korrelációs tényező is tükröz. Mint megállapítható, a legnagyobb korrelációs tényező a Ψ és CI mennyiségek között adódik ($R_c = 0.929$, míg a legkisebb a Λ és Δ mennyiségek között ($R_c = -0.131$). Mindebből következik, hogy a négy topológiai alaktényező között a lineáris jellegű függvénykapcsolat kizárható.
- A vizsgált sejttrendszerek között található három különleges tulajdonságú, (nevezetesen a 14K, W16 és W18 sejttrendszerek), amelyekre nézve $\langle f \rangle$, $[n]$, $[r]$, $[\varepsilon]$, CI , Λ és Δ értéke azonos. Következésképpen mindhárom sejttrendszerre: $\langle f \rangle=14$, $[n]=36/7=5.143$, $[r]=4$, $[\varepsilon]=3$, $CI=26$, $\Lambda = -0.417$ és $\Delta=3.5$ adódik. Valószínűnek tűnik az a sejtés, hogy nem létezik olyan sejttrendszer, amelyre $\langle f \rangle$, $[n]$ és CI nagyobb lenne, mint $\langle f \rangle=14$, $M=36/7=5.143$ és $CI=26$. Úgy véljük, - bár erre jelenleg nincs bizonyíték -, hogy e három topológiai mennyiség egyfajta felső korlátnak, azaz elméleti határértéknek tekinthető.

Irodalom

- [1] H.S.M. Coxeter: Regular Polytopes, Macmillan, New York, 1963, p. 72-73.
- [2] T. Réti and K. Böröczky: Topological Characterization of Cellular Structures, in preparation.
- [3] R. Williams: The Geometrical Foundation of Natural Structure: A Source Book of Design. New York, Dove, 1979.
- [4] J. Chraponski, M. Malinski and J. Cwajna: Stereological parameters of model polycrystalline structures built from polyhedra of various shape and size. Acta Stereologica, Vol. 13, Part 3, (1994) p. 299-303.

Dr. Réti Tamás egyetemi tanár

BMF-BGK, Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék, Budapest 1081 Népszínház u. 8.

Tel: (+36-1) 314-1438; E-mail cím: reti@zeus.banki.hu

Dr. Bagyinszki Gyula főiskolai docens

BMF-BGK, Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék; Budapest 1081 Népszínház u. 8.

Tel: (+36-1) 314-1438; E-mail cím: bagyula@zeus.banki.hu

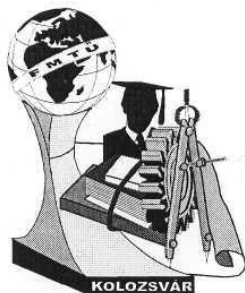
Felde Imre

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Anyagtudományi és Technológiai Intézet

H-116 Budapest, Fehérvári út 130.

Tel: (+36 1) 463 0500, Fax: (+36 1) 463 0529

felde@bzaka.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

REJTJELEZÉS

Tomka Ildikó

Abstract

Nowadays the most important thing is not who you know or what you know but what you know about the people you know.

Kivonat

Ma már nem az számít, hogy mit tudunk vagy kit ismerünk, hanem hogy mit tudunk azokról, akiket ismerünk.

1. Bevezetés

A titkok megőrzésének vágya gyakorlatilag egyidős az írásbeliséggel - amint volt mit titkosítani, ki is találták rá a kor rejtjelezésének megfelelő titkosító módszert. A rejtjelfejtők pedig igyekeztek megfejteni az egyes módszereket, minek következtében a titkosítás egyre fejlettebb lett, és fejlődik napjainkig. Már a legelső titkosítási módszerek is, hol kriptográfiai („rejtett írás”), hol szteganográfiai („fedett írás”) technikákat alkalmaztak.

Utóbbi lényege a küldött üzenet létezésének elrejtése. Míg az i.e. V. században az is elég volt, hogy egy leborotvált hajú ember bőrére írták az üzenetet, megvárták, míg kinő a haja, majd elküldték a címzetthez, a II. világháborúban egyes német ügynököknek már a modern technikára kellett támaszkodniuk: a mikropont néven ismert módszerrel egy gépelt oldalnyi szöveget egy milliméternél is kisebb ponttá zsugorítottak, majd egy ártalmatlan levélben elhelyezték, mint mondatvégi pontot.

A szteganográfia nagy hátránya viszont, hogy ha az üzenet léteire fény derül (mint az többször meg is történt a mikropont-módszer esetében), fény derül az üzenet tartalmára is. Így a kriptográfia, az üzenet tartalmának elrejtése is fejlődésnek indult. A két módszer ugyan teljesen eltérő, együttes alkalmazásuk az üzenet biztonságát megnöveli. (Még ha rossz kezekbe kerül is az elrejtett üzenet, elolvasni már nem tudják.)

2. A Kriptográfia

2.1. A kriptográfia is két részre oszlik: átrendezésre és behelyettesítésre.

Az átrendezés nem más, mint az üzenetet alkotó írásjelek más sorrendbe helyezése. Egy viszonylag rövid, tízbetűs mondatot három és félmillióképpen lehet leírni - egy harmincbetűs mondatnál viszont

már körülbelül $5 \cdot 10^{24}$ lehetőség van, így az eredeti mondat kitalálása egy kevés időt - pár millió évet - venne igénybe.

A teljesen véletlenszerű átrendezés, bár igen nagy biztonságot ad, titkosításkor és visszafejtéskor is sok időt vesz igénybe. Ezért a feladó és a címzett előre megállapodik egy bizonyos átrendezési módszer használatában. Ilyen például a „fésűs” módszer: az üzenet betűit felváltva a felső vagy az alsó sorba írják, majd az alsó sort a felső végéhez illesztik - így egy zagyva betűsor alakul ki. A módszer továbbfejlesztett változatában több sorba is lehet írni a betűket, és természetesen ott van a katonai rejtjelezés egyik legelső eszköze, a szkütalé is, a spártai vezérek parancsnoki botja. Szabályos, sokszög alapú hasáb, mely köré bőrszalagot tekertek, az üzenetet ráírták, a bőrszalagot letekerték, majd akár övnek álcázva elszállították a címzetthez, aki szintén szabványméretű szkütaléval rendelkezett.

2.2. A behelyettesítés

Az átrendezés alternatívája a behelyettesítés, melyet már a Káma-szutra is melegen ajánlott a nők figyelmébe, szerelmi viszonyaik eltitkolására. Lényege az ábécé betűinek tetszőleges párosítása, majd az üzenet módosított betűkészlettel történő leírása. Egyik leghíresebb alkalmazása a gall háborúk idején volt - Julius Caesar bajban levő vezérének szánt üzenetét görög betűkkel írta latin helyett. Bízvást számíthatott rá, hogy az ellenség nem tud ógörögül.

Caesar másik kedvence a később Caesar-kódként elhíresült módszer volt: az egyes betűk helyett a hárommal utánuk következőt írta le. Ez a módszer viszonylag egyszerűnek és könnyen megfejhetőnek tűnik - amíg eszünkbe nem jut, hogy (az angol, 26 betűs ábécét alapul véve) összesen 25 féle eltolás lehetséges, és hogy nem kell feltétlenül eltolni - át is lehet rendezni az egészet. Így máris $4 \cdot 10^{26}$ darab kódábécénk van, melynek megfejtése bizony időbe telik.

3. Kerckhoff-elv

A Kerckhoffs-elv szerint „a kódolási rendszer megbízhatósága nem függhet a titkosítás algoritmusától, azt csak a kulcs titkának megőrzése garantálja.”

A kriptográfia alapköve tehát a kulcs, a titkosító algoritmus megfejtéséhez többnyire ugyanis a kulcs ismerete szükséges (lehetséges az anélküli visszafejtés is az úgynevezett „brute force” módszerrel, ez azonban aránytalanul sok időbe telik). Azon kívül, hogy a kulcsnak titokban kell maradnia, szükséges az is, hogy kellő számú lehetséges kulcs legyen (a Caesar-kódnál ez a feltétel nem teljesül, hiszen mindössze 25 lehetséges kódábécé van), illetve hogy a kulcs ismerete nélkül az algoritmus kellőképp megfejthetetlen legyen (az ábécé véletlenszerű átrendezése nem ilyen; egyszerű betűeloszlás-elemzéssel viszonylag könnyen megfejthető). Mivel a rejtjelezők és rejtjelfejtők közti küzdelem a

kódolás korai időszakában leggyakrabban az utóbbiak javára dőlt el¹, a rejtjelek készítőinek valamelyike nehezebbet kellett kitalálniuk - az egyszerű monoalfabetikus rejtjelek túl könnyen feltörhetőek voltak.

4. Vigenere-kód

Az úgynevezett Vigenere-kód alapjai a XV. századba nyúlnak vissza, de végleges formáját a XVI. században nyerte el Blaise de Vigenere francia diplomata munkássága révén. Nagy előnye, mely évszázadokig feltörhetetlenné tette, a polialfabetikusság (több kódábécé használata) volt. A kód 26 különféle kódábécét használ a nyílt szöveg rejtjelezésére. A titkosítás első lépése a Vigenere-tábla elkészítése, melyben a nyílt ábécét 26 kódábécé követ, melyek mindegyikét egy hellyel eltolják az előzőhöz képest. Így az első kódábécé a nyíltábécé egybetűs eltolásával létrehozott Caesar-kód, a második kétbetűs, stb.

A Vigenere-sífre alkalmazásakor az eredeti üzenet betűit a Vigenere-tábla más-más sora szerint siffrózzák. Az üzenet elolvasásához a címzettnek tudnia kell, melyik betűhöz melyik kódábécét használták, ezért tudnia kell a kulcsot is, ami egy szó. A kulcsszót a rejtjelezendő szöveg fölé írták, annyiszor ismételve, hogy minden betű fölé jusson, majd az üzenet első betűje fölötti kulcsbetűhöz tartozó kódábécé-sor szerint rejtjelezték az üzenetet.

A Vigenere-kód nagy előnye, hogy egy betűt több betűvel lehet helyettesíteni, így a gyakoriságelemzők tehetetlenül álltak előtte². Nagy hátránya volt viszont, hogy a használata nehézkes volt, mind kódolás, mind dekódolás szempontjából, így igen kevesen használták.

Megfejteti is csak jó háromezred év múlva sikerült. Charles Babbage egy kihívásra válaszolva nekilátott a gyenge pontok keresésének, és talált is. A Vigenere-kódban ugyanis találhatók ugyanolyan betűcsoportok, melyek elárulhatják, milyen hosszú is a kulcsszó. Ezután pedig a megfejtés már viszonylag egyszerűen visszavezethető a gyakoriságelemzésre. Természetesen, ha a kulcsszó épp olyan hosszú, mint maga az üzenet, a feltörés némiképp megnehezedik, de nem válik lehetetlenné.

5. Enigma kódológép

Miután a Vigenere-kód is feltörhetőnek bizonyult, a rejtjelezőknek valami újat kellett felmutatniuk. Ez meg is történt 1918-ban, mikor Arthur Scherbius német feltaláló bemutatta az Enigma nevű kódoló gépet, mely görcsös fejfájást okozott sok kódtörőnek. A szerkezet három fő egységből állt, amelyeket vezetékek kötöttek össze: egy billentyűzet a nyílt szöveg betűinek bevitelére; egy keverőegység amely a nyílt szöveg betűit a kódszöveg megfelelő betűivé alakítja; és egy kijelző panel, amelyen kis

¹ A monoalfabetikus (egy kódábécét használó) titkosírás megfejtése először az araboknak, a kriptanalízis megalapozóinak sikerült. A különböző nyelvek tanulmányozása során rájöttek ugyanis, hogy egyes betűk gyakrabban fordulnak elő más betűknél - így leegyszerűsítve a dolgot, a rejtjelfejtőknek nem volt más dolguk, mint megszámolni a megfejtendő szövegben a jelek számát, majd a leggyakoribb jel helyére behelyettesíteni a leggyakoribb betűt, és így tovább.

² Az ún. monoalfabetikus kód is kivédi a gyakoriságelemzést: minden betűhöz az előfordulása szerinti számú jelet rendelnek (a magyar nyelvben az e betű átlag 12%-a egy szövegnek, így az e betűhöz 12 jel szükséges). Ezzel a módszerrel minden jel pontosan 1%-os gyakoriságú.

lámpácskák felvillanása jelzi a kódszöveg betűit. A nagy ötlet pedig az volt, hogy a keverőtárcsa minden betű leütése után $1/26$ -nyit elfordul, így ha egymás után 26-szor kódolják ugyanazt a betűt, 26 különböző jelet kapnak vissza. A lehetséges kulcsok száma $26 \cdot 26 \cdot 26 \cdot 6 \cdot 100\,391\,791\,500$ (három keverőtárcsa az ábécé betűivel tárcsák elrendezése a 26 betűs ábécé 6 betűjének lehetséges elrendezése), mintegy 10^{15} darab.

Az Enigma 1926-ban mutatkozott be először, és bár a franciák 1931-ben jó pénzért szereztek egyet, a vele rejtjelezett üzenetek továbbra is megfejthetetlennek bizonyultak, hiszen a németek a kód biztonságának tesztelésekor feltételezték, hogy a gép az ellenség kezében van. Ráadásul 1938-ban az Enigmákat két újabb keverőtárcsával látták el, alaposan megnehezítve a feltörésüket. Ezzel szemben a II. világháború alatt az angliai Bletchley Parkban többnyire sikerült megfejteni az üzeneteket - esetenként nem csak matematikai módszerekre támaszkodva.

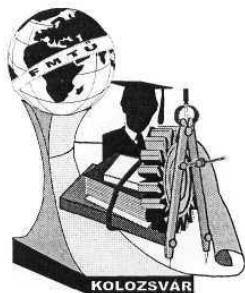
Összefoglalás

A nyilvános kulcsú rejtjelezési módszerek a legmodernebb rejtjelezési módszerek, amelyek a korábbi, titkos kulcsú módszerek legtöbb hátrányát kiküszöbölik. Alapötlete, hogy a kódolás, titkosítás folyamatát elválasztja a dekódolástól, és olyan algoritmust használ, ahol a kódoláshoz használt kulcs nem azonos a dekódoláshoz használt kulccsal. Feltörésük hagyományos módszerekkel igen nehéz vagy lehetetlen, így a mai üzleti életben is biztonsággal használhatóak. Legismertebb változata, az RSA algoritmus (kitalálói, Rivest, Shamir és Adleman nevéből) aszimmetrikus, nyílt kulcsú rejtjelezés, mely a nagyon nagy prímszámokon alapul. A feladónak és a címzettnek is van privát és publikus kulcsa is - előbbit csak a tulajdonosa ismerheti. Az üzenetet a feladó a címzett nyilvános kulcsával kódolja, így az csak a címzett titkos kulcsával kódolható vissza. Az RSA-algoritmust digitális aláírásként is lehet használni, mivel a címzett a feladó publikus kulcsával ellenőrizheti az üzenet hitelességét. Az algoritmus nagy hátránya viszont a lassúsága, így gyakran a gyorsabb szimmetrikus (egykulcsú) titkos kulcsú algoritmusokkal (például DES, Data Encryption Standard) együtt használják.

Irodalom

- [1] Simon Singh: Kódkönyv (Park Könyvkiadó, 2001)
- [2] Virasztó Tamás: Titkosítás és adatrejtés (NetAcademia Oktatóközpont, 2003)
- [3] RSA Laboratories (www.rsasecurity.com)

Tomka Ildikó, hallgató
BMF, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar
Budapest 1081 Népszínház u. 8
Tel: (+36-1) 314-1438
E-mail: vissai@turul.banki.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

MEREV FALÚ BIOLÓGIAI ÚTON LEROMLÓ CSOMAGOLÓANYAGOK FEJLESZTÉSE ÉLELMISZERIPARI CÉLORA

Bakos Piroska, Czukor Bálint, Vásárhelyiné Perédi Katalin, Fehér József,
Földi Gabriella, Varga Róbert, Halasi Tibor

Apstract

The onrush of the environmental protection needs changes in the area of packaging too. Our main tasks are the alteration and reduction of the packaging mostly pollutes the environment during their production process and the accumulation after use. The biopolymers (e.g. starch, cellulose, lactic acid, casein, etc.) are good alternatives to substitute the plastics since the packages made of natural materials could go back to the natural material rotation by the biodegradation. In the most cases the so far developed biologically degradable packaging is made of foil and not totally degradable, additionally they could be used just for wrapping of foods and hygiene applications. The spread of the above mentioned packaging is restrained by its hydrophilic behavior and relatively high production cost. Our institute (KÉKI) has developed some totally degradable packaging in the last 3 years, which could be used in wider area by the application of hydrophobic technologies. We feel that the main credits of the development are the cost reduction, the evolving of environmental by friendly techniques, the fulfillment of the strictest food safety guidelines, furthermore the packaging covers the whole rangé of food packaging so beyond the foil form, rigid wall packaging (tray, cupet, etc.) was also formed.

Kivonat

A környezetvédelem ügyének előretörése a csomagolótechnika területén is változtatásokat sürget, az előállítá-suk, illetve hulladékkénti felhalmozódásuk okán kiemelten környezetszennyező műanyag csomagolóanyagok felváltása, felhasználásuk csökkentése az egyik legfontosabb feladatunk. A műanyag csomagolóanyagok környezetbarát helyettesítésére alternatívát kínál a különböző biopolimerek (keményítő, cellulóz, tejsav, kazein, stb.) csomagolóanyagkénti felhasználása, hiszen a természetes anyagokból felépülő csomagolóanyagok hulladékká válásuk után a természetben - a biotikus és abiotikus környezeti tényezők hatására - feltáródnak, majd pedig visszatérnek a természetes anyagkörforgalomba, azaz biológiai úton lebomlanak. Az ez ideig megvalósult biológiailag lebomló csomagolóanyagok többsége fólia formátumú, és csak részben lebomló, elsősorban az élelmiszer-csomagolás és a higiénia néhány területén használatosak. Felhasználhatóságukat korlátozza, nehezíti alapanyagaik hidrofíli jellege, illetve jelenleg még relatíve magas árak. Intézetünk (KÉKI) olyan teljes egészében biológiailag lebomló, keményítő alapú csomagolóanyagokat hozott létre, melyek a kialakított hidrofobizálási technológia/technológiák okán az eddigieknél szélesebb körben használhatóak fel. A fejlesztés érdeme a költségek minimalizálása és a környezetbarát előállítási technológiák kidolgozása mellett, hogy a kifejlesztett termékek megfelelnek a legszigorúbb (élelmiszerbiztonsági) követelményeknek, valamint hogy azok lefedik az élelmiszer-csomagolás teljes vertikumát, azaz a fólia formátum mellett merev falú (tálca, tégely, stb.) csomagolóanyagok is kialakításra kerültek.

A szintetikus műanyagok előállítása világviszonylatban évente átlagosan 5%-kal nő [1], ami első sorban azok széleskörű felhasználhatóságával magyarázható. A műanyagok ma már nélkülözhetetlenek életünk szinte minden területén, felhasználjuk azokat az építőiparban, a közlekedésben, az elektronikai iparban, a bútorgyártásban, stb.

Magyarországon 2000-ben az előállított műanyag 38,6%-át csomagolóanyagként használtuk fel [2], 2003-ban a kommunális szilárd hulladék 40%-át az ezen felhasználási módból származó hulladék tömege képezte [3]. A műanyagok csomagolási célzatú felhasználása különösen jelentős élelmiszeripari csomagolásában, a magyar élelmiszeripar termékei csomagolásához 60%-ban műanyagot használ [1]. Az iménti statisztika tükrében nyilvánvaló, hogy az élelmiszeripari műanyag csomagolások - tekintettel azok anyagainak inert jellegére - hulladékká válásuk után dominánsan hozzájárulnak környezetünk elszennyeződéséhez, ami sürgeti ezen csomagolások környezetbarát alternatíváinak kidolgozását.

1. Biológiailag lebomló csomagolóanyagok az élelmiszeripar szolgálatában

A biológiailag lebomló csomagolóanyagok - amint azt az elnevezésük is sugallja - hulladékká válásuk után a talajban és a vízben élő baktériumoknak, gombáknak és más lebontó szervezeteknek köszönhetően feldarabolódnak, feltárolódnak (lebomlanak), a feltárolódott anyagok pedig visszatérnek a természetes anyagkörforgásba, tehát ezek a csomagolóanyagok nem halmozódnak fel a természetben.

Alapanyagaikat tekintve fő tömegük szinte minden esetben valamilyen biopolimer (természetes polimer), illetve biopolimer-kombináció, mely anyagot/anyagokat a mezőgazdasági termelés képes folyamatosan és nagy mennyiségben produkálni (pl.: keményítő, cellulóz, búzaglutén, kukoricazein, tejsav, kazein, stb.). Ugyanakkor alapanyagként számításba jöhetnek mikroorganizmusok vagy genetikailag módosított baktériumok által termelt polimerek (pl. a polihidroxialkanoátok) is. Jelenleg a keményítő alapú termékek tűnnek a leggazdaságosabbaknak [4].

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a csak biopolimert tartalmazó csomagolóanyagok mechanikai szilárdsága, illetve vízzel szembeni ellenálló-képessége rendszerint meglehetősen korlátozott felhasználhatóságot tesz lehetővé [5], ezért a biopolimer-rész mellett a legtöbb biológiailag lebomló csomagolóanyag összetételében szerepeltetnek műanyagot, ezek a műanyagok azonban rendszerint gyorsabban lebomlanak (az esetek többségében néhány hónap alatt), mint a megszokott csomagolóanyagok szintetikus polimerjei.

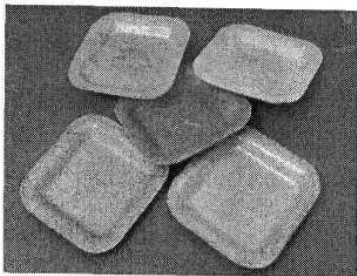
A biológiailag lebomló csomagolóanyagokat Európa számos országában (a Benelux államokban, Németországban, az Egyesült Királyságban, Olaszországban, Svájcban), Japánban már közel egy évtizede alkalmazzák élelmiszer-csomagolásra [6]. Elsősorban a fólia formátumú csomagolóanyagok felhasználása a jellemző, ugyanakkor azonban a merev falú csomagolóeszközök piaca is dinamikusan növekszik. A németországi Bayer cég olyan keményítő/poliuretán keveréket fejlesztett ki, amely fröccsöntéssel, fúvással és extrúzióval egyaránt feldolgozható. A 90% keményítő tartalmú kompozíció az élelmiszeripari csomagolásokhoz szükséges engedéllyel rendelkezik. A keverékből a komposztálha-

tó fóliák, zsákok mellett poharakat, dobozokat is előállítanak [7]. A BASF 1998 óta állít elő alifás - aromás kopoliésztereket, melyeket Ecoflex márkanéven forgalmaz. Az Ecoflex poliésztereket elsősorban keményítővel keverve használják, a keverékből granulátumot állítanak elő, amelyből hagyományos feldolgozási eljárásokkal (fűvással, fröccsöntéssel és mélyhúzással) állíthatók elő különböző termékek. Az Ecoflex termékcsalád tagjai ugyancsak megfelelnek az EC 90/128 szerinti irányelvnek, amelyben az élelmiszerekkel rendeltetésszerűen érintkezésbe kerülő műanyagok minőségi követelményeit rögzítik [8]. Az olasz Novamont, az amerikai Eastman Chemical Co. és a szintén amerikai EarthShell Co. merev falú (tányér, pohár, doboz, tálca, stb.) termékei ugyancsak alkalmazhatók élelmiszerek csomagolására.

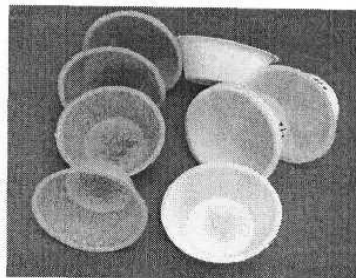
Az eddig kidolgozott merev falú termékek hosszú távon rendszerint csak száraz, illetve kis vízáktivitású termékek tárolására használhatóak biztonsággal, ugyanakkor azonban a rövid időtartamú (néhány perc - néhány óra) tárolások esetében széleskörűen felválthatják a hagyományos csomagolóanyagokat, felhasználásuk mindenekelőtt a gyorséttermekben, büfékben, kórházakban lehet eredményes.

2. Az első hazai biológiailag lebomló csomagolóanyagok

Intézetünk (KEKI) az elmúlt években olyan teljes egészében, illetve részben biodegradálódó, hazai alapanyagokra épülő, ugyanakkor a gyártási technológiájukban is a környezetet kímélő merev falú csomagolóanyagokat/eszközöket hozott létre, amelyek a felhasználás igényei alapján optimalizált tulajdonságaiknak köszönhetően széleskörűen képesek helyettesíteni a hagyományos műanyag csomagolóeszközöket az élelmiszeripari csomagolások területén (1. és 2. sz. ábra).



1. ábra



2. ábra

A csomagolóeszközök alapanyagául a keményítőt választottuk, amit természetes volta, valamint könnyű és gyors lebonthatósága optimalizált számunkra a felhasználás szempontjából. Mivel azonban a keményítő alapot nem csupán a „tisztá keményítő-anyagok” biztosíthatják, hanem a gabonaőrlemények is, így a munkát párhuzamosan két irányban indítottuk el. Alapanyag-összetételi kísérleteinket natív és különböző módosított búza-, kukorica-, illetve burgonyakeményítővel, valamint magőrleményekkel végeztük. A magőrlemények közül kitüntetett figyelmet szenteltünk a gabonaőrleményeknek, ezen belül is a búzaőrleményeknek, mivel a búza hazánkban (is) nagy termőterületen termesztett növénye, így a belőle készült liszt könnyedén - és a többi lehetséges alapanyaghoz viszonyítva - olcsón beszerezhető.

Mivel munkánk során azt tapasztaltuk, hogy a csak az említett alapanyagokból álló termékösszetételek önmagukban nem eredményeznek széles körben felhasználható, azaz nagy teherbírású, ugyanakkor megfelelő víztaszító képességgel rendelkező (használható) termékeket, ezért az alapanyagok mellé olyan természetes adalékanyagokat (pl.: mezőgazdasági melléktermékeket) kerestünk, melyek lehetővé tették ezen meghatározó terméktulajdonságok javítását anélkül, hogy a biológiai lebonthatóság csökkent volna. A felhasznált adalékanyagok minőségének, illetve mennyiségének függvényében különböző funkciós tulajdonságú (különböző terhelhetőségű, víz-, valamint olajtaszító képességgel rendelkező) csomagolóeszközöket állítottunk elő.

A kialakított csomagolóeszközök vízzel és (különböző) olajokkal szembeni ellenállásának fokozására ugyanakkor felületi bevonatokat is kialakítottunk. Ezek a bevonatok nem akadályozzák meg a csomagolóanyagok/eszközök lebomlását, csupán késleltetik azt. A csomagolóanyag/eszköz külső rétegének minőségi változtatásával, illetve az adott külső réteg vastagságának változtatásával a víznek, illetve a különböző olajoknak más - más ideig ellenálló termékeket tudunk előállítani.

A kialakított csomagolási megoldások leginkább rövid időtartamú (néhány órá - több napos, hetes /a termék összetételének és a tárolási körülmények függvényében/) tárolásra alkalmazhatóak biztonsággal. A csomagolóanyagok teszteléseinek során ez ideig olajos magvak, vajas, lekváros, stb. sütemények, térszafélék, péksütemények, kekszek, gyümölcsök, zöldségek, baromfihús, felvágottak esetében bizonyítottuk a kifejlesztett csomagolóanyagok felhasználhatóságát.

A kifejlesztett csomagolóanyagok/eszközök tárolása, raktározása nem igényel különleges körülményeket, mivel a termékek felületére felvitt bevonat meggátolja a légtér változó páratartalmának deformáló hatását is. Így a termékek szobahőmérsékleten biztonságosan raktározhatók, a kialakításuk óta eltelt idő alatt (közel 2 év) nem deformálódtak, nem repedtek meg, felületükön semmiféle elváltozás nem tapasztalható.

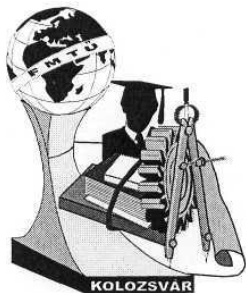
Irodalomjegyzék

- [1] Biacs P. (szerk.): Biológiai úton lebomló anyagok és eszközök magyarországi bevezetésének előkészítése. „Magyarország az ezredfordulón” (Tanulmánykötet), MTA, Budapest, 2001.
- [2] <http://www.gm.hu/gyorsmenu/statistikak/htm/indust/agazatok/muanyag.html>
- [3] István Z. - Garamvölgyi E.: A szelektív hulladékgyűjtés helyzete Magyarországon. <http://www.bayati.hu>
- [4] Beczner J. - Vásárhelyiné Perédi K.: Biodegradálható csomagolóanyagok. A+CS, (43), 1998. 3. p. 2-4.
- [5] Gontard, N. - Guilbert, S.: Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. In: Matnlouthi, M. (ed.): Food Packaging and Preservation. Blackie Academic and Professional, Chapman and Hall, Glasgow, 1994.
- [6] Káb, H.: Back to Nature. Kunststoffe, 2002. 9. p. 34-40.
- [7] Chemical Week, 2003. márc. 19. p. 37.
- [8] Orbán Sz.: A biológiailag lebomló műanyag csomagolások. A+CS, (48), 2003. 6. p. 18-22.

Bakos Piroska, tudományos segédmunkatárs, PhD - hallgató

Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet (KÉKI), 1022 Budapest, Hermán O. u.15.

Tel.: 06 1/214-2268; Fax: 06 1/355-8928; E-mail: p.bakos@cfri.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

NÉGYZETES LYUKASZTÁS ÉS KIVÁGÁS POLIURETÁN PÁRNÁVAL

Dr. Végvári Ferenc

Summary

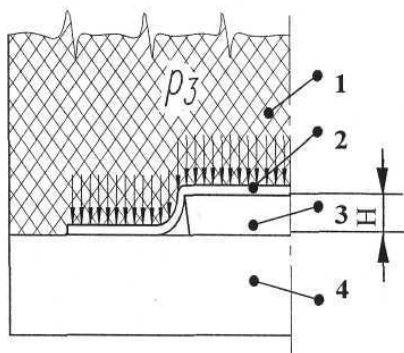
The blanking and punching process with polyurethane pad seems to be very economical for part production in small number of series. On the one hand it is so because only one part of the die has to be made and it is not necessary to make the die with very accurate gap between the punch and the die. On the other hand less burr accrues on the fashioned piece of work. So the quality of the blanked and punched parts can be very high level one. The author of the report has studied blanking and punching processes on copper and aluminium sheets with the thickness of 0,2 mm and 0.5 mm. The experiments were carried out with different heights of blanking plates. It was also determined how the thickness of the plate affects on the processes of blanking and punching square forms and how big polyurethane pad pressure is necessary for carrying out the processes.

Összefoglalás

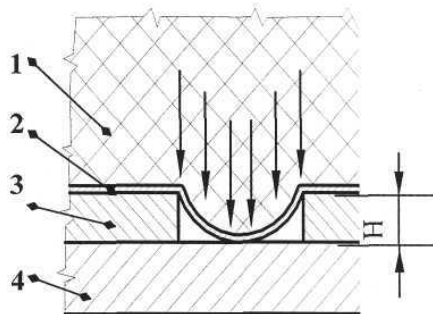
A poliuretánnal történő kivágás, lyukasztás alkalmazása a kissorozatú gyártásban előnyös. Előnyös egyrészt, mert lényegesen olcsóbb a szerszám mivel csak az egyik szerszámfelet kell elkészíteni és elmarad a szerszámfelek vágórészel történő illesztése, másrészt a megmunkált darabon kisebb mértékű sorja keletkezik. A szerző 0,2 mm vastag vörösréz és 0,5 mm vastag alumínium lemez kivágását, lyukasztását végezte különböző vágólap magasságokkal. Meghatározta, hogyan befolyásolja a vágólap vastagsága a négyzetes lyukasztás és kivágás műveletének elvégezhetőségét, illetve milyen nagyságú poliuretán párna-nyomásra van szükség a vágási ill. lyukasztási műveletek elvégzéséhez.

1. Poliuretán párnával történő kivágás, lyukasztás

Poliuretán párnával történő kivágás és lyukasztás a kissorozatú lemezalkatrész gyártás esetén bír nagyobb létjogosultságot, mert a szerszámozás költségeit jelentősen lecsökkenti. Alkalmazásának egyik előnye a vékony lemezek megmunkálásában rejlik. Vékony lemezek (0,5 mm alatti vastagságú) kivágásához, lyukasztásához nagyon pontosan kell elkészíteni a kivágó-lyukasztó szerszámot az alkalmazható kisméretű vágórés miatt. A vágórés egyenlőtlen elhelyezkedése, esetleges nagyobb mérete sorját okoz a munkadarabon, amit rendkívül nehéz a sérülékeny alkatrészekről eltávolítani. A



a)



b)

1. ábra

Poliuretán párnával történő kivágás a) és lyukasztás b)

1 - poliuretán párna, 2 - megmunkálandó lemez, 3 - vágólap, 4 - alaplap

pontos megmunkálás megnöveli a szerszám költségeit. Jelentősen növekszik a szerszámozás költsége akkor, ha ezt a vékony lemezből megmunkált alkatrészt nem nagy sorozatban, hanem csak pár ezer, esetleg pár tízezer darabszámban kell elkészíteni

Munkánkban 0,2 mm vastag lágy vörösréz lemez és 0,5 mm vastag félkeményre hengerelt A199,5 anyagú lemez pohuretan párnával történő négyzetes kivágásával és lyukasztásával foglalkoztunk.

Kivágásra, lyukasztásra az alábbi megoldásokat alkalmaztuk (1. ábra) [1].

Kivágásnál, lyukasztásnál napon lényeges a kivágó- illetve a lyukasztósablon magassága „H” (1. ábra). Irodalmi adatok alapján a lyukasztósablon optimális magassága a minimális sorjaképződés szempontjából az alábbi összefüggéssel számítható [2, 3, 4,]:

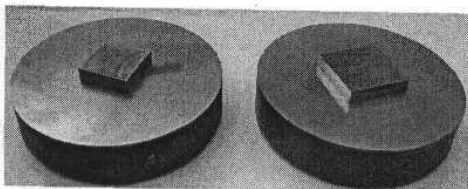
$$H = 3(1 + 0,01 \cdot A_{11,3})\sqrt{s} \quad [\text{mm}]$$

Az összefüggésben: s - lemezvastagság [mm],

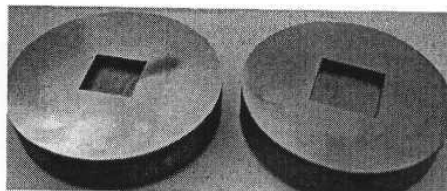
$A_{11,3}$ - az $L_o = 11,3 \cdot \sqrt{S_o}$ mérési alaphosszhoz tartozó százalékos nyúlás.

2. A kísérlet leírása

Kísérleteink során 0,2 mm vastag vörösréz és 0,5 mm vastag A199,5 lemezt kivágtunk és lyukasztottunk. A munkadarab, ill. a lyuk mérete 5*5 mm-től 5 mm-es lépcsőkben 40*40 mm-ig növekedett. A kivágás és lyukasztás során mértük azt az erőt, amelynél a kivágás vagy lyukasztás megtörtént. A mért erőből határoztuk meg a kivágáshoz, ill. a lyukasztáshoz szükséges párnanyomás mértéket. A szerszámokban a vágólap magassága állítható volt. A mérést INSTRON szakítógépen végeztük. A 2. ábrán pár darab kivágó és lyukasztó szerszámelemet mutatunk be. Ezek a szerszámok cserélhetőek. A kivágás és lyukasztás során fellépő erőt ábrázoltuk az út függvényében. Ezeken az erő-út diagramokon a vágási folyamat kezdetekor törés figyelhető meg (3. ábra). Ezekből a töréspontokból a művelet végzéséhez szükséges párnanyomás számítható.



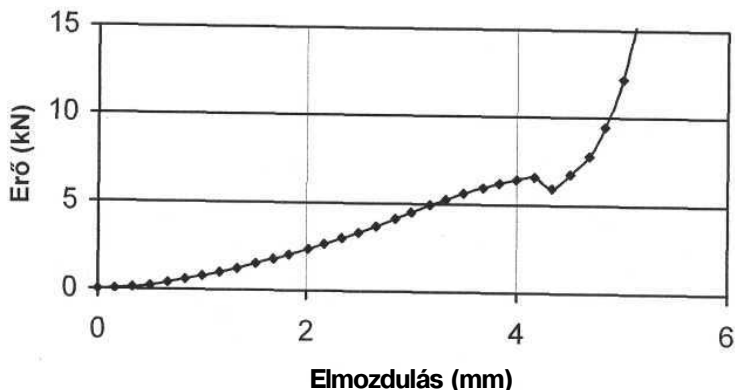
Kivágó szerszámelemek



Lyukasztó szerszámelemek

2. ábra

Kivágás 25-4



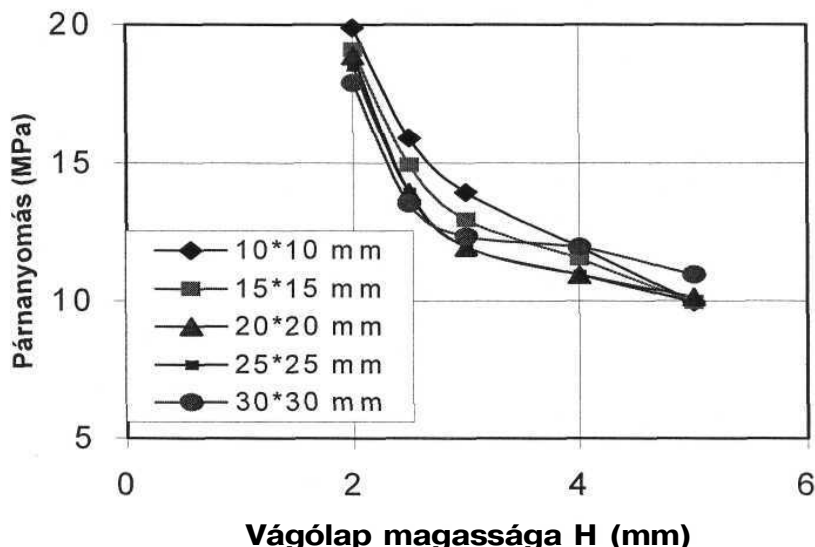
3. ábra

25*25mm méretű A199,5 anyagú 0,5mm vastag lemez kivágásának erő-út diagramja

3. Mérési eredmények

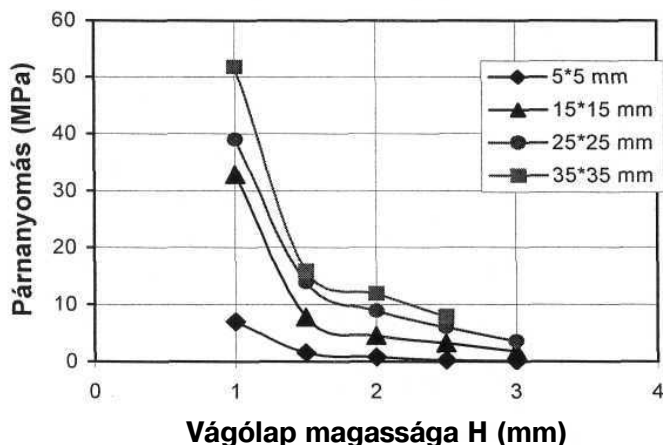
Komarov ajánlását figyelembe véve meghatároztuk a kivágáshoz és lyukasztáshoz szükséges vágólap magasságát. A lágy vörösréz százalékos nyúlása $A_{11,3}=35\%$ figyelembe vételével a vágólap magassága a 0,2 mm vastag lemezre $H=1,8$ mm-re adódott.

Kísérleteinkben 2 mm-től változtattuk a vágólap magasságát 5 mm-ig. A mérési eredményeket a 4. ábrán lyukasztásra, az 5. ábrán kivágásra diagramban foglaltuk össze.



4. ábra

Lyukasztáshoz szükséges párnanyomás a vágólap magasságának függvényében



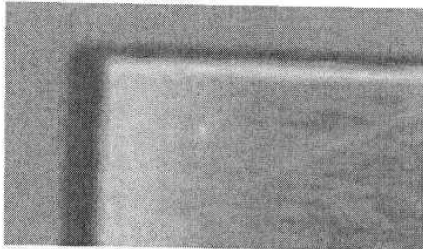
5. ábra

Kivágáshoz szükséges párnanyomás a vágólap magasságának függvényében

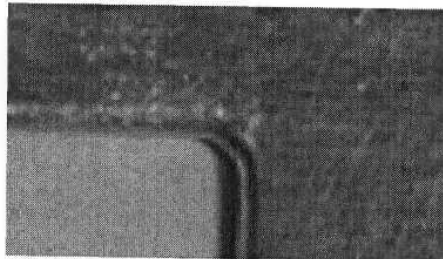
A kísérleteink során a kis méretű lyukakat (5*5 és 10*10 mm) csak nagyobb párnanyomásokkal és kisebb vágólap magasságokkal ($H=3$ mm-ig) tudtuk lyukasztani. A lyukasztás 15*15 mm méret felett kisebb párnanyomásokkal biztonságosan elvégezhető volt. Kivágásnál azt tapasztaltuk, hogy már kis vágólap magasság esetén ($H=1$ mm) elvégezhető a kivágás. Ilyen kis vágólap magasság esetén jelentős párnanyomásokat (20-50 MPa) kell alkalmazni, de minimális a hulladék elmozdulása, behúzódása. Magasabb vágólap esetén a párnanyomás lényegesen csökken (5-10 MPa), de megnő a szélhulladék mérete

4. Kivágott, lyukasztott darabok alakhelyessége

A kísérleteink során vizsgáltuk az A199,5 anyagminőségű 0,5mm vastag lemezből kivágott darabok, illetve a fenti lemezbe lyukasztott lyukak alakhelyességét. Azt tapasztaltuk, hogy a kivágott darabok alakhelyessége nagyon jó, a négyzet sarkainak lekerekítése kisebb 0,1 mm-nél (6. ábra). A négyzetesen lyukasztott daraboknál spontán alakult ki a sarokban a lekerekítési sugár, ami méréseink alapján $R=1$ mm-re adódott (7. ábra).



6. ábra
Kivágott darab (N=10x)



7. ábra
Lyukasztott darab (N=10x)

5. Összefoglalás

Kísérleteink alapján vékony lemezek kivágása, lyukasztása során az alábbiakat tapasztaltuk:

- Komarov által javasolt vágólap magasság nagy párnanyomások alkalmazása esetén biztosítja a kivágást, lyukasztást.
- A vágólap magasságának növelése csökkenti a kivágáshoz, lyukasztáshoz szükséges párnanyomást.
- A lyukasztáshoz szükséges párnanyomás nagyobb lyukméretek (15*15 mm) felett nem függ a lyuk méreteitől. A párnanyomás értéke 10-20 MPa -a vágólap vastagságától függően- ami megegyezik a korábban kör alakú lyukasztásra meghatározott értékekkel [5].
- A négyzetesen kivágott munkadarabok alakhelyessége nagyon jó, míg lyukasztásnál minimális lekerekítési sugár alkalmazása szükséges.

Irodalomjegyzék

1. Gummi in Werkzeugen für die Blechbearbeitung.
Blech Rohre Profile 7. 1960/7. 341-347.
2. A.D.Komarov, A.A.Rjabüh, O.M.Szitkin, T.A.Goliuszov: Vürezka detalej poliuretanom.
Kuznyecsno-stampovocsnoe proizvodstvo 1972/6. 28-30.
3. A.D.Komarov, V.I.Szkobljakov, E.V.Dzjadel: Vüreznüje sablonü dija vürezki-probivki detalej iz liszta poliuretanom.
Kuznecsno-stampovocsnoje proizvodstvo 1978/6. 22-26.
4. A.D.Komarov, V.K.Moiszejew: Jó kilátások kivágási technológiai folyamatokra munkadarabokon poliuretán alkalmazásával.
IV.Képlékenyalakítási Szeminárium Győr, 1988.
5. Dr. Bernáth M.-dr. Végvári F.: A szükséges párnanyomás meghatározása poliuretán párnával történő lyukasztásnál
OGÉT 2002 április 25-28, Székelyudvarhely

Végvári Ferenc PhD

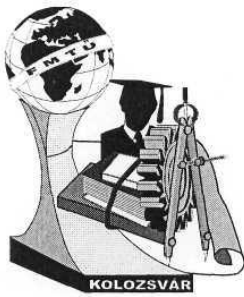
Kecskeméti Főiskolai Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar

Mechanikai Technológiai Tanszék

6000 Kecskemét Izsáki út 10

Tel:+36-76/516-373

E-mail: vegvari.ferenc@gamf.kefo.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

IRODA- ÉS OBJEKTUMBÚTOROZÁSI PROJEKTEK TÁMOGATÁSA

Juhász József

Abstract

I have been working as a sales collaborator for a significant commercial company for 2 years. The experiences show that the method used nowadays, making the projects in Excel is rather slow, difficult and needs serious attention from informatics experts as well. For the above mentioned reasons I decided to make an informational system supportive for making consignations, that is modern, user-friendly and is up to date. This present essay disjoints the analysis-designing system. In this topic, the communication between applications gets a significant role. Partly for this reason I chose the Microsoft Visual Studio.NET improving tool for making the application. The .NET technology gives a whole new base to the relation of the applications. It is not any sort of COM++ (or a so called COM#) solution, but a brand new method, which needs a new view from the developers as well [1]. The realization of the communication is also supported by the test applications beyond theoretical commentary.

Összefoglalás

Értékesítési munkatársként 2 éve dolgozom a szakterület egyik meghatározó kereskedő cégénél. A tapasztalatok azt mutatják, hogy az általunk ma használatos módszer, a projektek Excelben történő elkészítése lassú, nehézkes és még a biztos számítástechnikai tudással rendelkezőktől is igen komoly odafigyelést igényel. Fenti okok miatt döntöttem úgy, hogy a konszignáció készítés támogatásához egy korszerű, felhasználóbarát és a mai kornak megfelelő információs rendszert készítek. Jelen dolgozat a rendszer elemzési-tervezési feladatait taglalja. A témában kiemelkedően fontos szerepet kap az alkalmazások közötti kommunikáció. Részből ezért választottam a Microsoft Visual Studio .NET fejlesztőeszközt az alkalmazás elkészítéséhez. A .NET technológia az alkalmazások kapcsolatát teljesen új alapokra helyezi. Nem valamiféle COM++ (vagy stílusosan COM#) megoldás, hanem egy alapjaiban új eljárás, amely a fejlesztőktől is újfajta szemléletet igényel [1]. A kommunikáció megvalósítását az elméleti fejtegetéseken túlmenően működő tesztalkalmazások is alátámasztják.

A projektkészítés áttekintése

Napjainkban a cégek, intézmények egyre inkább arra törekednek, hogy beszerzéseiket minél kevesebb értékesítő bevonásával tudják végrehajtani. Ez a tendencia tapasztalható a bútorkereskedelemben is. Vegyünk például egy újonnan épülő, képzeletbeli 5 szintes irodaházat. A tulajdonos minden bizonnyal arra fog törekedni, hogy az irodabútorok mellett a teakonyhák, konferenciatermek, esetleg öltözők, laborok és más kiszolgáló helyiségek mobiliáit egyetlen helyről tudja beszerezni. Előnyben fogja részesíteni azokat a pályázókat, amelyek a fenti berendezések mindegyikét szállítani tudják természetesen teljes körű ügyintézésessel. Ez mind szép és jó, azonban egy ilyen projekt elkészítése és kézbentartása a szállító részéről komoly erőfeszítést jelent. Ezt a bonyolultságot valahogyan kezelni kell. Az elkészült projektnek tartalmaznia kell a részletes 3D berendezési terveket (esetleg fotorealistikus látványterveket) valamint a teljes konszignációt.

Projektkészítés általános célú programokkal

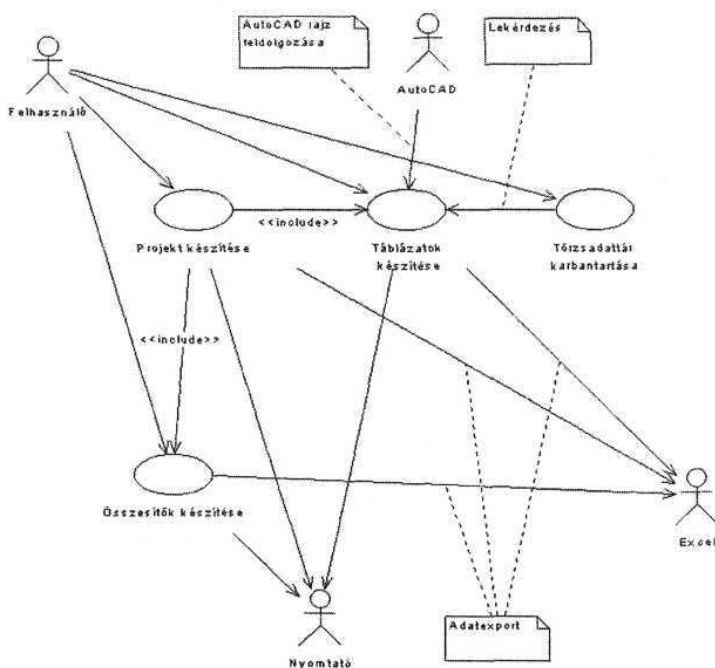
Egyik lehetséges megoldás szerint a projekteket általános célú, professzionális programokkal készítjük, olyanokkal, mint például az AutoCAD vagy a Microsoft Excel. Az AutoCAD tervezőprogram - annak ellenére, hogy általános célú, és a berendezési tervek készítését semmilyen speciális eszközzel sem támogatja - kiválóan alkalmas a tervek gyors, pontos elkészítésére [4]. Az Excel segítségével a projektek árkalkulációi pontosan elkészíthetőek, azonban használatának vannak hátrányos oldalai is. Egyrészt a bonyolult konszignációk készítése nagyon időigényes, másrészt az alkalmazott képletek, hivatkozások komoly hibaforrást jelentenek, így ezekkel nagyon körültekintően kell bánni.

Projektkészítés a Project Manager alkalmazással

Mivel a berendezési tervek készítése gyors és problémamentes, ezért ezen nem szeretnék változtatni. Egy AutoCAD-hez hasonló tervező-rajzoló program elkészítéséhez tapasztalt szakemberek többéves munkájára volna szükség. Ezzel szemben a Project Manager alkalmazás alapkonceptiója éppen az, hogy az AutoCAD szolgáltatásait kihasználva támogassa a konszignációkészítést az Excel teljes vagy részleges kiváltásával. A projektkészítés folyamata:

- Elkészítjük, majd elmentjük a berendezési terveket AutoCAD formátumban
- A Project Manager alkalmazással létrehozunk egy új projektállományt, majd a kijelölt rajzokat a program feldolgozza, és elkészíti a teljes konszignációt.
- Az elkészült projektet tetszés szerint módosíthatjuk, bővíthetjük
- Szükség esetén a kész projektet exportálhatjuk az Excelbe, ahol a munka tovább módosítható.

Az alkalmazás határainak megrajzolása



1. ábra Az alkalmazás használati eset diagramja

Az 1. ábra az alkalmazás vázlatos, áttekintő jellegű használati eset diagramját tartalmazza. A fő használati esetek számos más kiegészítő szolgáltatást foglalnak magukban.

A fejlesztés kockázatos pontjai

A követelmények feltárása során több olyan ponttal is találkoztam, melyek megvalósítása komolyabb erőfeszítést vagy kutatómunkát igényel. Ezeknél a részeknél rendszerint tesztalkalmazást is készítettem, amely az adott funkció működését vagy magát a megvalósíthatóságot vizsgálta.

- Adatimport az AutoCAD-ből: A rendszer egyik legsarkalatosabb pontja az AutoCAD programmal való kapcsolat megvalósítása. Az AutoCAD rendszer tartalmaz egy terjedelmes típuskönyvtárt, ebben megtalálhatók mindazok az osztályok, interfészek, amelyek a kommunikációhoz szükségesek [5].
- Adatexport az Excelbe: Az Excellel való adatcsréhez szükséges típuskönyvtár az Internetről letölthető [1].
- Dokumentumkezelés: A dokumentumkezelés az alkalmazás legfontosabb szolgáltatása. Mivel a program több különböző dokumentum típust kezel (projekt állomány, táblázat, összesítő), kézenfekvő megoldásnak látszott, ha az objektumorientált szemléletnek megfelelően közös dokumentum alaposztályt készítek. Az összes szükséges szolgáltatás megtervezése után nem egy, hanem négy osztály született, melyeket egy külön csomagban helyeztem el. A dokumentum

alapsztályokat úgy terveztem meg, hogy semmilyen módon ne kapcsolódjanak a felhasználói felülethez [6].

A szoftver bevezetésének várható hatásai

- Időmegtakarítás: Az elkészült tesztalkalmazások alapján állítható, hogy a rajzok Project Managerrel történő feldolgozása néhány perc alatt elvégezhető. Ehhez természetesen hozzátartozik, hogy a folyamat teljesen nem gépiesíthető, a konszignációkészítés nem nélkülözheti a tapasztalatot, a gondolkodást. Mindent összevetve egy Project Managerrel készített komplex árkalkuláció fél napnál semmiképpen sem tarthat tovább, ez jelentős idő megtakarítást jelent.
- Jobb minőségű projektek előállítása: Az alkalmazás a képleteket, hivatkozásokat maga építi fel, így ezek a komoly hibaforrások teljesen megszűnnek. Ilyen módon a projektek jobb minőségben hibamentesen állíthatók elő. Az ügyfelek gyorsabb, pontosabb kiszolgálása minden másnál fontosabb szempont.
- Egységes formátum: Excel esetén a formátum a felhasználó ízlését, hangulatát tükrözi. Ennek következtében minden munka máshogyan néz ki. A Project Manager alkalmazással készült projektek egységes formátumúak, ami egy komoly cég esetében nélkülözhetetlen.

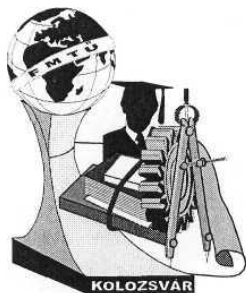
Források, irodalomjegyzék

1. A Microsoft fejlesztői honlapja: <http://msdn.microsoft.com> (2003.10.)
2. Levendovszky Tihamér: Bevezetés az UML nyelvű modellezésbe <http://www.bme.hu> (2003. 11)
3. A Rational Rose honlapja: <http://www.rationalrose.com> (2003. 09.)
4. Az Autodesk (AutoCAD készítője) honlapja: <http://www.autodesk.com> (2003. 11.)
5. AutoCAD fejlesztői honlap: <http://www.acadx.com> (2003. 08.)
6. Angszter Erzsébet: Objektumorientált tervezés és programozás I-II. (4KÖR Bt. 2002)
7. Raffai Mária - Kovács Katalin - Tóth Dániel: Objektumorientált alkalmazások fejlesztése (NOVADIT Kiadó, 2002)
8. Vég Csaba: Alkalmazásfejlesztés a Unified Modelling Language szabványos jelöléseivel (Logos 2000 Bt.)
9. Steven Holzner: Visual Basic .NET - Fekete könyv (Perfact-Pro Kft.)

Juhász József főiskolai hallgató

Gábor Dénes Főiskola (Debrecen) 4029 Debrecen, Maróthy Gy. U. 5-7.

Telefon: (36-52) 418-660 E-mail: juhasz_jozsef@bom.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A CODEX PROGRAMOZÁSI FOLYÓIRAT ONLINE SZERKESZTŐSÉGI RENDSZERE

Hevesi Zsolt

Summary

This presentation deals with the past and the hopeful future of the CodeX monthly computing periodical. It has been present on the Internet for more than a year. We came a long way from the initial organizational work and established a regular contributor and reader basis. We do intend to provide the same for those who keen on learning and hungry for knowledge and information for years to come. We also intend to describe here a web portal system - highlighting the main features - which should help in extending our present website. We do believe this portal would give us a chance to keep working together all the necessary components. The portal being unique and differing from the present computing sites, we recommend this development work for others as well.

Összefoglaló

Az alábbiakban rövid ismertetőt olvashatunk a már több mint egy éve működő CodeX számítástechnikai folyóiratról. Hosszú utat tett meg mindeztidáig, eredményeket tud felmutatni, és reméljük, hogy még nagyon sokáig ki fogja elégíteni a tanulni vágyók ismeret és információszomját. A második részben röviden, főbb ötletekben bemutatásra kerül egy webrendszertervezet, mely nagymértékben elősegítené, az oldal "felfuttatását". Sőt, e rendszer nélkül még csak esélyünk sem lenne mindent összefogni. Egyedi, az eddigiektől eltérő, de mindenkinek ajánljuk a megismerését, és a gyakorlatba ültetését.

Ismertető

Még mielőtt belevágnánk a dolgok közepébe, szeretnék egy rövid ismertetőt közölni a CodeX csapatról és magáról a projektről:

A CodeX csapat egy kb. 50 főből álló csoport: cikkírók, lektorok, programozók, programtervezők, grafikusok, oktatók, illetve egyéb számítástechnikai szakemberek szervezete. A tagok mindegyike eltökélte, hogy tudásával és szabadidejével a tanulni vágyókat segíti. A korosztályt sem határoltuk be, így könnyű szívvel mondhatjuk, hogy bárki érdeklődhet, aki általános iskolás, középiskolás, vagy akár egyetemi hallgató. Azonban a tanárok számára is nyújtunk számos érdekességet, szakanyagot. A 2003-as év elején összefogtunk, és közös erővel kiadtuk a CodeX számítástechnikai-programozói

szakfolyóirat első számát. A tavalyi év folyamán havi rendszerességgel 10 számot adtunk ki több mint 220 leközölt cikkel. Azonban mindezeket csupán elektronikus formában lehet elérni. A csapat most nagy erővel azon dolgozik, hogy a folyóiratot, mint nyomtatott önálló lapot is kiadjon.

Fontosnak tartjuk - s ez joggal el is várható tőlünk -, hogy mindenre kiterjedjen a figyelmünk, ami általánosságban véve az informatikát és a számítástechnikát jellemzi úgy az oktatásban, mint az élet valamennyi területén.

A cikkek mellett a lapban szeretnénk ismertetni, egy nagy csokorként kezelni az informatikával kapcsolatosan meghirdetett versenyeket, rendezvényeket, konferenciákat, akár Magyarországról, akár határon túlról bárhonnan - tudniillik a folyóirat nemzetközi szemléletmódú.

Reményeink szerint belátható időn belül megjelenik az első nyomtatott szám.

Az online kapcsolattartás

Mivel célunk a földrajzi hátrányok kiküszöbölése, ezért fontos a megfelelő internetes webrendszer kialakítása. A folyóirat jelenleg nem rendelkezik fix postacímrre bejegyzett szerkesztőséggel. Mi csupán az Interneten vagyunk jelen. Elsőre meredeknek tűnhet az elképzelés, és arra gondolhatnánk, hogy akkor hogyan oldjuk meg a cikkek tördelését, szerkesztését, a grafikai elemek kidolgozását? Hogyan lesz megoldva a beérkezett cikkek és anyagok lektorálása? Egyszóval hol van/lesz a szerkesztőség? Egyszerűen minderre a válaszuk az INTERNET kulcsszóban rejlik. Vajon hogyan valósítható meg mindez? A következőkben ezt szeretném Önöknek bemutatni.

Kezdetben mi is a nulláról indultunk. Azt tapasztaltuk - a webre nézve -, hogy semmink nincs, csak a codexonline.hu domainnév és a tárhely. Legelőször megállapítottuk, hogy a legfontosabb elem a csapattagok közötti kommunikáció. Ezt követi a másik nagyon fontos rész az olvasók és érdeklődők igényeinek a kielégítése. Itt az igény főként az informálásukra és oktatásukra vonatkozik. Mivel egyben hírportálról is szó van, ezért nagyon fontos, hogy ami friss hír, az tényleg friss is legyen. Minden egyes olyan portál esetében, ahol az aktualitások kapnak fő szerepet - fontos —, hogy azonnal elérhető legyenek. Ezért ezeket a főoldalon kell a belépő látogató elé tenni. Veszélyes az úgynevezett "intro"-k beszúrása, és az agyon-animált oldalak használata. Ha a weboldal nem csak egy fő tevékenységgel/aktualitás kategóriával foglalkozik, mint ahogy a CodeX portál esetében: hírekkel, cikkekkkel, eseményekkel, konferenciákkal stb., akkor ezeket, vagy az ezekre utalást nagyon célszerű mind a főoldalra elhelyezni. Azonban arra is gondolni kell, hogy az olvasók később visszatérve portálunkra, korábbi kedvenc cikkeiket meg tudják ismételtelen tekinteni, vagy barátaiknak tovább ajánlani. Ezért egy bizonyos mennyiségű adat felgyülemzése után az archívumot és a kereső form-ot sem lehet majd elhagyni. Természetesen egy weboldal tartalma is véges lehet, az emberi türelemre nézve. Ezért nem ajánlott mindent egybeömlesztve megjelentetni. Hasznos lehet, ha a főoldalon

például három hasábbal dolgozunk. Fel lehet tüntetni a legjobbnak értékelt cikkek linkjeit. Felsorolni a 10 legutolsó fórumhozzászólás hivatkozásait, az utolsó 10 új linkjavaslatot, a legfrissebb eseményeket, a közeledő konferenciákat stb.

Ha a webrendszer hatalmas, akkor fontos elhelyezni egy honlap-térképet, de ami még fontosabb lehet: egy gyorstipp menüt beszúrni (és nem csak a főoldalra), melyben a főbb kategóriák kerülnek felsorolásra.

Sok esetben, sőt legtöbbször a weben böngészők célirányosan keresnek dolgokat, kulcsszavakat tudnak. Tegyük fel, hogy a látogató az "Open GL" -ről szeretne olvasni. Ismeri a codexonline.hu oldalt, de azt sem tudja, hogy hol, melyik oldalon keresse a megadott témát. Az rendben, hogy a „cikkek” oldalon, de ott, vajon melyik számban van az amit ő keres? Ezen belül is hol, az esetleg számokon belüli kategóriák között? Erre és hasonló helyzetekre szolgál a kereső, ha kell, akkor kategóriák szerinti lebontásban (pl. hírek, fórum, cikkek, linkek stb.).

Fontos tehát, hogy a főoldalról szinte mindent közvetlenül is el tudjunk érni!

De hogyan kerülhet ki egy webrendszerre az a sok információ? Nos, sokféleképpen - attól függően, hogy milyen szemléletmódú a rendszert üzemeltető stáb -. Mi, a CodeX szeretnénk minden kategóriában ösztönözni a látogatókat, hogy működjenek közre az információk átadásában, és töltsenek fel saját-kezüleg hírjavaslatokat, linkjavaslatokat, szóljanak hozzá a fórumtémákhoz, értesítsenek minket a konferenciákról, versenyekről, pályázatokról, munkalehetőségekről stb. A beérkezett javaslatokat a moderátorok rendezik majd. Így az egész ország területéről, sőt határon túlról érkezik az információ. A javaslatot tevők közreműködésével ezrek és tízezrek juthatnak friss, aktuális és színes információhoz. De ennek a módszernek kettős célja van. Tudniillik az emberek többsége maga szereti kialakítani és berendezni a környezetét, legyen akár szó pont egy webrendszeréről. Jó tehát, ha kategóriákként, külön mindenki számára jól látható, és könnyen elérhető helyre kiteszünk egy "Ezen úrlapon az Ön javaslatát várjuk!" feliratot.

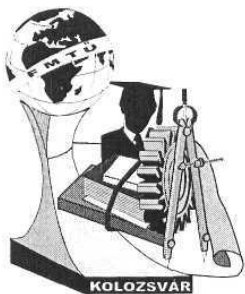
Azonban a cikkek feltöltése már egy magasabb szintű megoldást igényel. Itt nem elég, ha mint javaslat valaki feltölti; egy moderátor elolvassa, majd engedélyezi a megjelentetését. Itt kerül szóba a (belső) szerkesztőségi rendszer. Természetesen nem akármilyen lehet cikkíró, illetve, ha szeretne is azzá válni, nem biztos, hogy elsőre jól megy neki. Ezért segítségre és interaktív korrekciókra van szüksége. A cikkírásnál névre, e-mail címre és egyéb információkra van szükség, ezért ezt feltétlenül regisztráció, kell, hogy megelőzze. A regisztrált cikkíró belépés után feltöltheti a cikkét, de azt csak úgy, ha előbb saját-kezüleg szerkeszti azt a webes felületen egy "rich-text" editorral. Ennek több biztonsági oka van. Minden cikk egy egységes, szabványos HTML formában érkezik a szerkesztőséghez, és ami a lényegesen fontos, hogy így minden cikk tördelve van, és szépen rendezve, éppúgy, ahogy a cikk írója viszont szeretné látni azt. A szerkesztést segítő programocska lehetőséget ad a különböző betűtípusok és méretek használatára, a színezésre, a vastagításra, és egyéb más alapszerkesztési funkciókra. így

többnyire kizártak az utólagos félreértések! A szerző a cikk feltöltésekor megadja annak cikk címét, megjelöli, hogy egyedi cikkről, vagy sorozatról van-e szó. Megjelöli, hogy mely kategória, melyik alkategóriájába javasolja a cikkét, és külön megjegyzéseket tehet. Az elküldés előtt a cikkírónak el kell fogadnia az általános publikálási (elő)feltételeket. A feltöltött cikket egy 4-6 fős csapat kapja kézhez, ők első szinten lektorálják. Természetesen kategóriák szerint más és más csoportok foglalkoznak az anyagok lektorálásával. Amint e csoport tagjai egyénileg véleményezik, az tovább kerül az úgynevezett főiekthoz. Ő mérlegeli az első szintű lektorálásból érkező véleményeket, majd döntését megírja. Ha az anyag nem szerepelt eredményesen, akkor az értékeléssel együtt ezt elküldi a cikkírónak. Ha a cikk, éppen hogy nem felel meg, vagy esetleg javításra szorul, akkor a főiekth eldönti, hogy kijavítja ő a cikket, vagy elküldi a szerzőnek azokat a pontokat, ahol javításra szorul a cikk. Ha az írás egy az egyben jó, akkor átkerül egy következő szintre. Itt vannak a szerkesztők. Ők, a főszerkesztővel együtt az összegyűlt x db cikkből kiválogatják a legérdekesebbeket, a legaktuálisabbakat, a legésszerűbbeket, majd eldöntik, hogy melyik cikk, milyen közegben jelenjen meg (offline vagy online), és mely kategóriák címei alatt. Majd, a nyertes cikkeket, vagy maguk a szerkesztők, vagy egy nyelvi lektorcsoport átnézi a szintaxist, és nyelvtanilag is, hogy minden "nyomdakész" állapotba kerülhessen. Ezután visszakérül a cikk a cikkíróhoz. Amennyiben elfogadja a módosításokat (ha voltak ilyenek), akkor a cikk a soron következő hónapban publikálásra kerül. Ha a cikk megjelent, akkor azt az olvasók szabadon olvashatják és értékelhetik. Később ezen értékelések vihetik a cikket a főoldalon található toplistába. Hozzá is lehet szólni a cikkekhöz, fórumtémákat indítván. A hozzászólások egy újabb cikk megírásához vezethetnek.

A fórumokhoz egy hasonló nagyon biztos, és biztonságos segítségnyújtás lehet az, ha a kérdező fél, egyenesen egy szakmabeli szakemberhez intézheti a kérdéseit. Ez olyan, mintha magánban (pl. e-mailben) beszélne meg a kérdést, de mégis mindenki szeme láttára történne; csak nincs lehetőség másnak hozzászólni, mint a két félnek (kérdőző és szakember). Azonban itt is adott lehet a lehetőség fórumra vinni a témát, minél mélyebb kiveszésre.

Minden egyes esetben nagyon fontos, hogy a hírek, cikkek, események, fórumtémák stb. szabadon és könnyen továbbküldhetők legyenek e-mailben, illetve lehetőség legyen ezeknek nyomtatására. Kiemelten fontos, hogy minden kategóriában határozottan külön legyenek választva az aktuális, friss bejegyzések a régebbiektől: például egy színes objektum (alakzat) segítségével.

Főleg, ha „időtlen” témáról van szó, hasznos egy webrendszer számára, ha az archívúvá vált bejegyzések nagyon hosszú ideig megtalálhatók valahol az oldalakon. Ez főként a kereső motorok irányába mutat nagy előnyt. Fontos, hogy oldalaink a keresőkben jó helyezést érjenek el!



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

EGYÜTTMŰKÖDÉS A KOLOZSVÁRI ÉS A MISKOLCI EGYETEMEK KÖZÖTT A GYORS PROTOTÍPIZÁLÁS TERÜLETÉN

IllésDudás¹, Petru Bércé², Csaba Gyenge², Gyula Varga¹

1. ABSTRACT. BEVEZETÉS

Between University of Miskolc and Technical University of Cluj Napoca there is a more than 13 years long term collaboration, in the education as well in the scientific research and cooperation field. This paper presents the results of the cooperation in the field of Rapid Prototyping technologies.

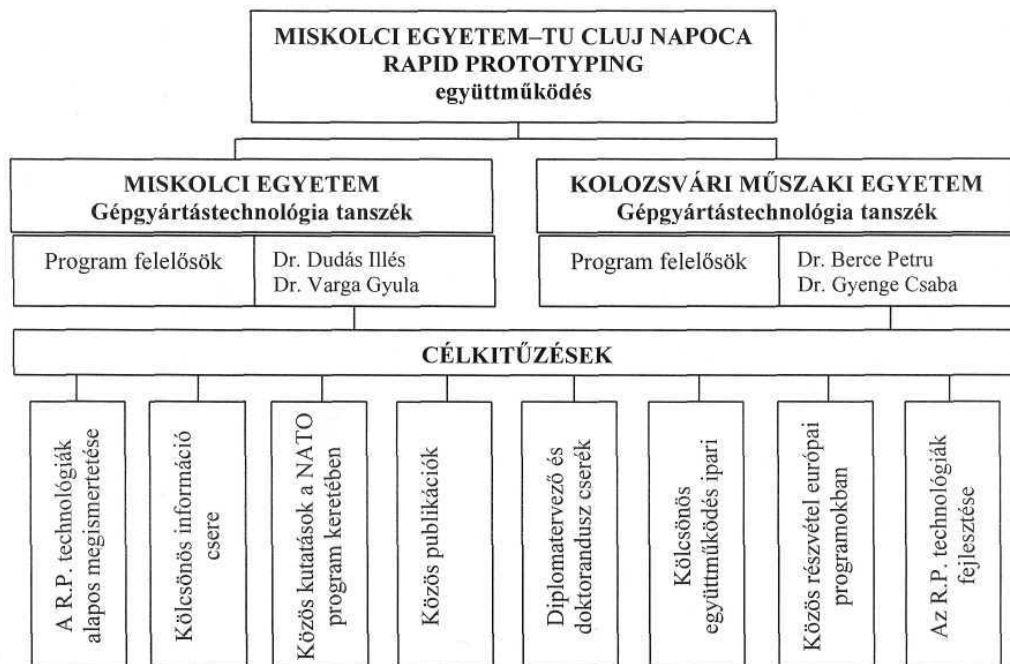
A Miskolci Egyetem, valamint a Kolozsvári Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékei között, már több mint 13 éves hasznos együttműködés létezik, úgy az oktatás, mint a tudományos kutatás területén. Az 1990-es évek elején a fejlett ipari országokban, megjelent egy új technológia -a Rapid Prototyping. A kialakított együttműködések alapján, igyekeztünk egymásnak átadni az ez irányú információkat amelyekhez hozzájutottunk és mindjárt kialakult az a közös elgondolás, hogy tekintettel arra, hogy ezek az új berendezések nagyon költségesek, csak úgy tudunk érdemleges lépéseket tenni ezeknek a technológiáknak a bevezetése és továbbfejlesztése érdekében, ha együttműködünk. Ennek érdekében, már 1995-ben kidolgoztunk egy alapos stratégiát (1.ábra).

2. ELSŐ LÉPÉSEK A RP TECHNOLÓGIÁK BEVEZETÉSE CÉLJÁBÓL

Amint ismeretes a harmadik generációhoz tartozó Rapid Prototyping technológiák abban különböznek az előzőektől, hogy nem anyageltávolítással, vagy anyagelosztással képezik ki az alkatrészt, vagy szerszámot, hanem anyaghozzáadással. Ezenél a technológiáknál a kulcsterminológia a metszet. Az alkatrészeket metszetekben kuantifikálják és ezek halmaza révén építik fel rétegről-rétegre a térbeli testet. így a térbeli háromdimenziós kérdés egy síkbelire egyszerűsödik.

Valamennyi RP technológia esetében a következő lépéseket kell megtenni :

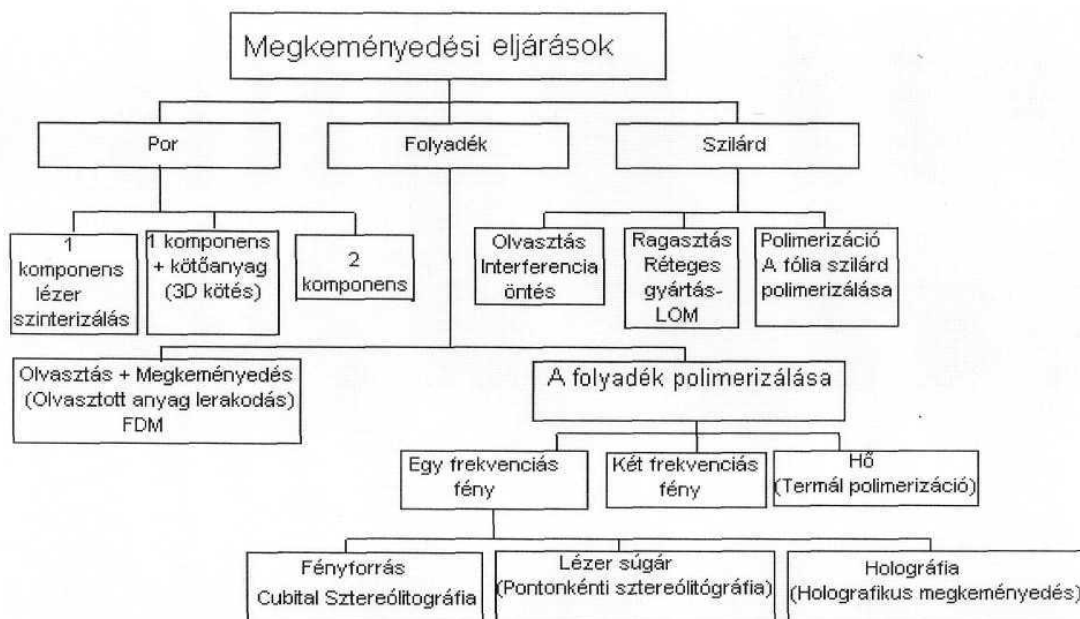
- a CAD modell felépítése,
- a modell átutalása a metsző processzorhoz,
- a modell felépítése,
- sorjázás és simítás.



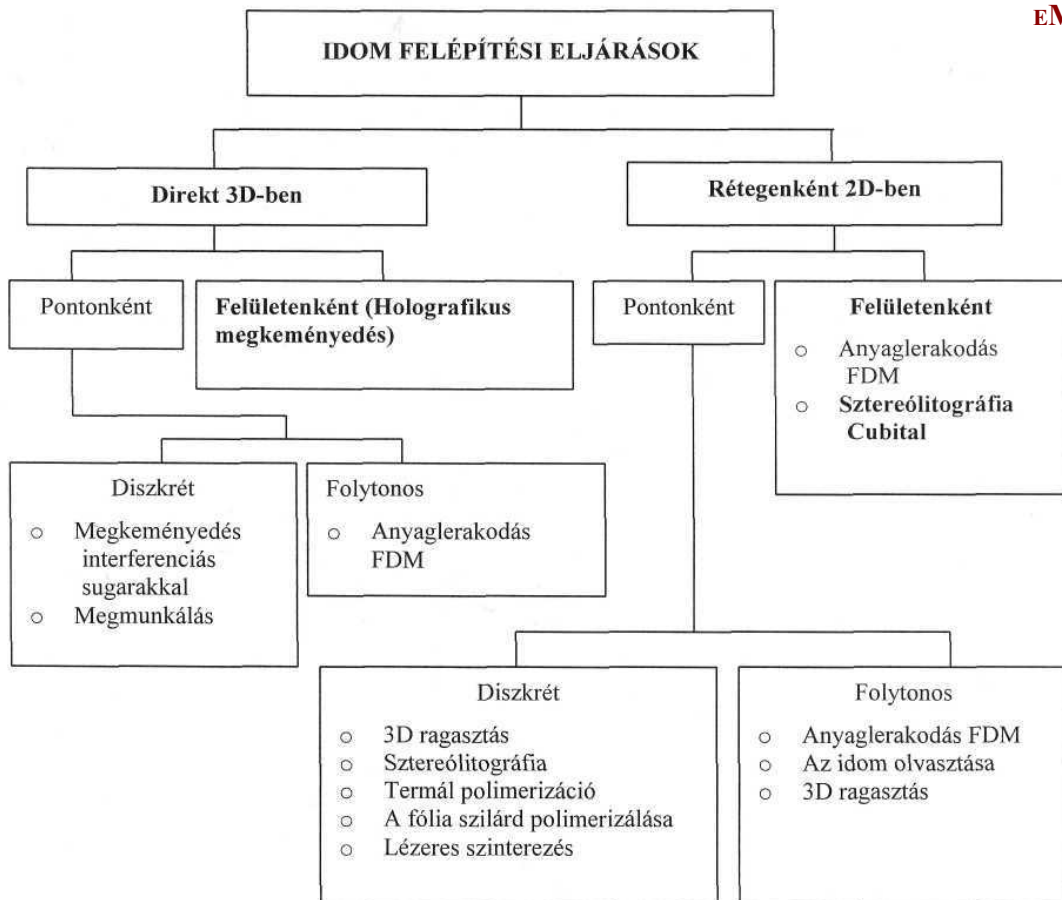
1. ábra. Együttműködési stratégia a ME és a KME Gépgyártástechnológia tanszékei között a RP technológiák közös tanulmányozása és továbbfejlesztése céljából

2. A RP TECHNOLÓGIÁK OSZTÁLYOZÁSA

Általában a gyors prototipizálási technológiákat két elv alapján szokás osztályozni. Az első elv a nyersanyag megkeményedési módja (2.ábra), második pedig az alakmegvalósítás függvényében (3.ábra).



2. ábra. A RP technológiák osztályozása az anyag megkeményedési módja függvényében



3. ábra. A RP technológiák osztályozása az idomalak megvalósítása függvényében

A közös információcsere valamint a rendszeres szakmai megbeszélések révén a két tanszék úgy alakította ki az RP berendezések beszerzési tervét, hogy ne legyenek fedések és ugyanakkor a két tanszék kölcsönösen kitudja elégíteni úgy a kutatási témákat, mint az ipari megrendeléseket e korszerű technológiák területén.

3. RP TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSE A KOLOZSVÁRI MŰSZAKI EGYETEMEN

Alapos információk, nyugati tapasztalatok alapján, valamint a miskolci társtanszékkal való egyeztetés alapján, a KME Gépgyártástechnológia tanszéke a következő RP berendezések beszerzése mellett döntött:

- LOM 1015 - Laminated Object Manufacturing (4.ábra)
- FDM 1650 - Fused Deposition Modelling (5.ábra)
- DTM Laser Sinterstation 2500 (6. ábra).



4.ábra. LOM 1015 Gyors prototipizáló gép



5.ábra. Az FDM 1650 gép



6. ábra. A DTM Laser Sinterstation 2500 berendezés

A LOM 1015 gyors prototipizáló gépet (4.ábra) egy IBM 80486-tal kompatibilis és a Microsoft Windows NT, CPU 33MHz, 16 MB RAM számítógép vezérli.

A gyors prototipizáló gép lézer berendezése egy 25W CO₂ lézer amely biztosítja a papírlap kivágását. A sugár gyújtósugarának az átmérője 0,25 mm [3].

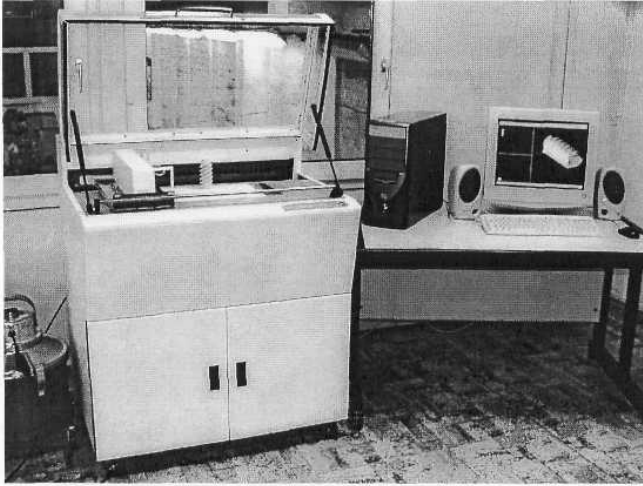
A FDM módszer az anyag olvadás-közeli felmelegítése és a meghatározott kontúr utáni lerakodásán alapszik. Az eljárás lényege a felhevített anyag folyamatos és pontos hőmérséklet ellenőrzése a lerakodás alatt. A nyersanyag nylon, poliamid, vagy ABS szál. Például az ABS szálát 270 Celsius fokra hevítjük fel amikor az anyag fél folyékony állapotba kerül és extrudálható egy 0,254 vagy 0,127 mm átmérőjű fűvókán. [3].

A SLS, szelektív lézer szinterizálás (6. ábra) módszer estében a lézersugár átfedi pontról-pontra a metszet egész felületét, szinterizálva a vékony réteget, amely azelőtt lerakódott. Ezek a gépek abban különböznek az előző típusoktól, hogy a kb. 900°-os szinterizálás hőmérséklet elérése érdekében erősebb lézert alkalmaznak (kb.200W).

Az 6. ábrán látható gép segítségével úgy poliamid, mint fémporból, valamint kvarcból is lehet alkatrészeket gyártani.

4. RP TECHNOLOGIÁK FEJLESZTÉSE A MISKOLCI EGYETEMEN

Felhasználva a KME-el való együttműködés eredményeit a Miskolci Egyetem egy Z400 3D Printer-t (7. ábra) vásárolt amely segítségével gyorsan és olcsón elő lehet állítani különböző térbeli modelleket. A modellek segítségével gyorsan le lehet ellenőrizni a tervrajzokat és ugyanakkor fel lehet használni öntési műveletekhez.



7. ábra. Z400 3D Printer [3]

A 3D Printer főbb technikai adatait az 1-es táblázatban láthatók.

Az alkalmazott nyersanyag egy keményítő alapú por amelyhez az alkalmazásoktól függően hozzá lehet adni bizonyos adalékokat.

A 3D nyomtatás nagyon gyors mivel a nyomtató fej 40-szer gyorsabban halad át a munkaasztalon mint a többi gyors prototípező berendezések esetében.

Ami a nyersanyagot illeti a Z Corporation cég fajta por alapú anyagot szállít a berendezéshez: keményítő alapú valamint gipsz alapút (2. táblázat). A gipsz alapú magasabb szilárdságot biztosít, a keményítő alapút viszont ára alacsony ára jellemzi.

1. táblázat. A Z400 3D Printer főbb műszaki adatai [3]

Felépítési sebesség:	2 réteg percenként
Építési úrtartalom:	203 x 254 x 203 mm
Réteg vastagsága:	A használatától függően: 0.076-0.254 mm
Berendezés méretei:	740x910x1070 mm
Berendezés súlya:	136 kg
Szoftver rendszer:	A berendezés szoftverre szolid modelleket ismer fel STL formátumban. A szoftver Microsoft Windows* 95, 98, 2000 és NT alatt működik.

2. Táblázat. A 3D nyomtatónál alkalmazott nyersanyagok jellemzői [3]

	Keményítő alapú por	Gipsz alapú por
Összetétel	Keményítő / celuloz	gipsz
Réteg vastagsága	0.004- 0.01 inches	0.003 - 0.004 inches
A munkadarab szilárdsága	4 MPa	10 MPa
Újrahasználhatóság	igen	igen

IRODALOMJEGYZÉK

1. Berce, P., Balc, N. stb. Fabricarea rapida a prototipurilor. Ed. Technica, Bucuresti ISBN 973-31-1503-7.
2. Balc, N. Cercetari privind proiectarea pentru montaj si pentru fabricarea rapida a prototipurilor aferente - Teza de doctorat TU Cluj -Napoca 2000.
3. Gyenge Cs. Rapid Prototyping a Kolozsvári Műszaki Egyetemen. Északkelet- Magyarország. 2003. 1-2. HU ISSN 1584-0544. 50-58 o.
4. Wring, T. Review of the Application Possible with Helisys LOM Model. Proceedings of the 3rd European Conference on Rapid Prototyping and Manufacturing, Nottingham, Great Britain, 6th-7th July 1994, pp.87-102.
5. Dudás, I. Gyenge, Cs. Berce, P. Balc, N. Gyakorlati kísérletek a LOM típusú gyorsprototípezési technológiával. MicroCAD 2002.
6. Balc, N. Tehnologii neconventionale, Editura Dacia Cluj-Napoca, 2001.

SZERZŐK

¹ **Prof.Dr. Dudás Illés**, tszv. egyetemi tanár, Miskolci Egyetem

² **Prof.Dr. Petru Bérce**, egyetemi tanár

² **Prof.Dr. Gyenge Csaba**, tszv. egyetemi tanár, KOLOZSVÁRI MŰSZAKI EGYETEM

¹ **Dr. Varga Gyula**, egy. docens

¹ Gépgyártástechnológia tanszék, Miskolci Egyetem, H-3 515 Miskolc - Egyetemváros

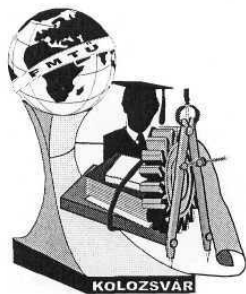
Tel.: (36-46)-565-160,(36-46)-565-1 11/15-17, Fax.: (36-46)-364-941

E-mail: ggytdi@gold.uni-miskolc.hu. gyulavarga(g)uni-miskolc.hu

² Gépgyártástechnológia tanszék, B-dul Muncii 103-105, RO-400627, Cluj Napoca.

Tel/fax:+40 264 415001

E-mail: berce@tcm.utcluj.ro, gyenge@tcml.east.utcluj.ro.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

BIOLÓGIAI ALAPÚ AGROFÓLIÁK ÉS CSOMAGOLÓANYAGOK KIFEJLESZTÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSA

Pintér Péter (FVMMI GM KHT) , Tóvári Péter (FVM MGI)

Summary:

The target of the research and development carried out is the successive replacement of the traditional agrofoils and packaging materials on plastic-base by using of row materials produced by the Hu. agriculture . The development and the arrangement of manufacturing are the main aims of these-if necessary genetic modified-bio-agrofoils and packaging materials of high starchy and protein content, demolishing by natural way, being environmentally friendly. The research includes experiments with diverse additivs and natural fibers for realisation of foils, and packaging materials having new components and being bioactive „intelligent” . In case of the successful relalization of the project-it may be the first step to an international co-operation within the framework EU-6-is the possibility given, to establish the base of a biopolymer-production in Hu. , using of our own row-materials, for supplying environmentally friendly, biograduated foils, and packaging materials at first in the agriculture and after this in the food industry. The programme contains the carrying out of experiments to demolish and comport-making of this new materials and efficient using of the produced biomass.

Összefoglalás:

A kutatás-fejlesztés célja a hagyományos (PVC és poliamid stb.) műanyagbázisú agrofóliák és csomagoló anyagok fokozatos kiválására a magyar mezőgazdaság által jól megtermelhető (szükség szerint genetikailag módosított magas keményítő és fehérje tartalmú) nyersanyagokból (terményekből) nyert alapanyagok felhasználásával természetes úton lebomló környezetbarát bio-agrofóliák és csomagoló anyagok kifejlesztése és gyártásának előkészítése. A kutatás kiterjed különféle adalékanyagok és természetes erősítő szálak (rostok) felhasználásával létrehozható, új összetételű és bioszelektív "intelligens" fóliák, ill. csomagoló anyagok kikísérletezésére. A kutatás sikeres megvalósításával, - ami első lépése lehet egy EU6-os keretprogramon belüli nemzetközi együttműködésnek - egy új hazai nyersanyagbázisra épülő biopolimer gyártás megalapozására nyílik lehetőség, amely a mezőgazdaságot, a későbbiekben, pedig az élelmiszeripart is képes lesz ellátni környezetbarát, biodegradálható fóliákkal és csomagoló anyagokkal. A program magában foglalja ezen új anyagok lebomlási és komposztálási kísérleteinek az elvégzését és a keletkezett biomassza hasznosítását.

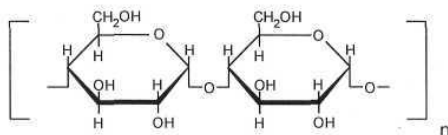
Az EU-csatlakozásunk után a magyar mezőgazdaság keresztül az élelmiszertermelés korlátozására kényszerül. A korlátozás különösen a GOF (gabona, olaj és fehérje) növényeket érinti. Mivel Magyarországon az ökológiai adottságok kedvezőek, ezen növények termelésére elegendő termőterület és kiforrott gépi technológiák állnak rendelkezésre, célszerű a korlátozást úgy kivédeni, hogy a terület egy részén ipari nyersanyag céljára termeljük tovább ezeket a növényeket. Az EU ezt a gyakorlatot alkalmazza a biodízelnak előállított repce esetében, amelyet ilyen formában nem érintenek a korlátozások. Számítások szerint akár 1,0-1,2 millió tonna gabona- és 150-200 ezer tonna olajos mag is előállítható ipari felhasználásra, amelyre már számottevő ipari technológia építhető ki.

Az ipari célra termelt gabonafélékből jelentős mennyiségben állítható elő keményítő, amely a biopolimer gyártás alapanyagául szolgálhat. A biopolimerekből a természetben lebomló agrofóliák és csomagolóanyagok készíthetők. Ezzel egy másik problémán sikerül túljutni, azaz fokozatosan kiszorítani a jelenleg elterjedten használt műanyag (PVC, poliamid) fóliákat és csomagolóanyagokat.

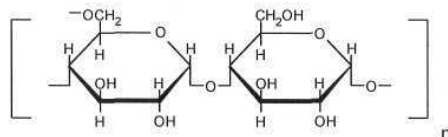
A kutató-fejlesztés sikeres teljesítésével két problémát sikerül így megoldani, egyrészt a magyar mezőgazdaság számára ipari nyersanyagtermelő kapacitást létrehozni és működtetni, másrészt megalapozni a környezetbarát agrofóliák és csomagolóanyagok hazai előállítását és hasznosítását.

Kiindulási helyzet:

A keményítő nem élelmiszeripari célú felhasználásával kapcsolatos kutatások már az 1960-as években elkezdődtek elsősorban az Amerikai Egyesült Államokban. Később az 1970-es évektől ezek a kutatások Angliában folytatódtak. Gyakorlatilag a fejlesztések napjainkban is tartanak. A kutatások a keményítő két teljesen eltérő műanyagipari felhasználását célozták meg. Az egyik lehetőség a szintetikus polimerekbe történő bekeverés, melynek során a keményítő szemcseszerkezetét elbontották (zselizálás), majd az így kapott keverékből extrudálással fóliát állítottak elő. A zselizált keményítőt magába fogadó polimermátrix, a poliolefin és a keményítő közötti inkompatibilitás miatt, az etilén poláros monomerekkel alkotott etilén-akrilsav, etilén-vinilalkohol és etilén-vinilacetát kopolimerjei voltak. Angliában folytatott kutatások során a keményítő szemcsés formájában, mint töltőanyag (5 - 10%), került felhasználásra poliolefinekkel. Az előállított keverékből szintén extrudálással fóliát állítottak elő. A keményítő és a poliolefin közötti kölcsönhatás kialakítására a por formájú keményítőt szilános felületkezelést hajtottak végre. Ennek következtében nőtt a keményítő hidrofóbicitása, valamint a polimerömléddel való „nedvesíthetősége”. Gyakorlatilag egyik eljárás sem hozott áttörően jó eredményeket. A keményítő bármilyen célú felhasználása során a legnagyobb problémát az jelenti, hogy a keményítő valóságba két kémiai azonos, de struktúrájában eltérő makromolekulából épül fel: amilózból és amilopektinből (1. és 2. ábrák), melyek α -D-glükopiranozid egységeket tartalmaznak.

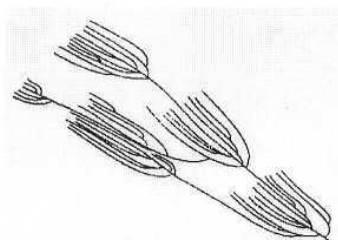


1. ábra Az amilóz szerkezete



2. ábra Az amilopektin szerkezete

Az amilóz teljes mértékben lineáris szerkezetű makromolekula, melyben a molekulát felépítő α -D-glükopiranozid monomerek 1,4-es kötésekkel kapcsolódnak egymáshoz. Ezzel szemben az amilopektin elágazó szerkezetű (3. ábra), melyben a már említett kötéstípuson kívül az elágazásokat létrehozó α -1,6-os kötések is megtalálhatóak. Az oldalláncok hossza, enzimatis vizsgálatok alapján, 12-50 monomer egység hosszúságú lehet. A két kémiai azonos, de szerkezetében eltérő anyag fizikai-kémiai tulajdonságaikban jelentősen eltér egymástól, ami nagymértékben befolyásolja feldolgozhatóságukat, továbbá arányuk a kiindulási keményítőben meghatározza az előállított termék tulajdonságait. Az egyes keményítőfajták eltérő mennyiségben tartalmaznak amilózt és amilopektint. Hazánkban nagy mennyiségben termelt kukorica, búza és burgonya keményítője 20 - 25% amilózt és 75 - 85% amilopektint tartalmaz. A waxy kukorica keményítője 100%-ban amilopektint, míg egyes búzafajták zömmel amilózt tartalmaznak.



3. ábra Az amilopektin szerkezete (French által)

Műanyagipari szempontból vizsgálva a természetes keményítőt, mint polimert megállapítható, hogy az hagyományos műanyag-alakító eljárásokkal nem dolgozható fel, mivel folyási hőmérséklete (257°C) az anyag bomlási hőmérséklete ($230 - 250^{\circ}\text{C}$) fölé esik. Ahhoz, hogy a keményítő ily módon feldolgozható legyen, első lépésben lágylási hőmérsékletét kell csökkenteni. A keményítő hidrofíll jellegű polimer, azaz lágylójaként víz, valamint primer-, szekunder, egy és többértékű polihidroxi-vegyületek szolgálhatnak. Kíváncos, hogy ezek a vegyületek az eljárás szempontjából megfelelő molekulatömeggel és megfelelően magas forrásponttal rendelkezzenek. A molekulatömeg, valamint a lágyló polaritása határozza meg a szemcseszerkezet elbomlásának hőmérsékletét, illetve a

molekulatömeg növekedésével csökken a lágyító molekula migrációra való hajlama, ami a késztermék tárolás közbeni tulajdonságait befolyásolja. A forrásponttal szemben az az egyetlen követelmény, hogy a feldolgozás hőmérsékletén a lágyító gőzeinek nyomása ne érje el az 1 bar-t. Ha a lágyító gőznyomása a feldolgozás során eléri, vagy meghaladja az 1 bar-t, akkor a berendezésből kikerülő anyagban megváltozik a lágyító tartalom (párolgás), ami granulátum esetén a későbbi feldolgozhatóságot, míg késztermék esetén a várt fizikai-mechanikai tulajdonságokat befolyásolja. Ahhoz, hogy a lágyított keményítőt ömledék állapotba lehessen juttatni a lágyítótól függően 130 - 160°C-ra van szükség. Laboratóriumi kísérletekben bizonyították, hogy a hidrofób polimerek csökkentik a termoplasztikus keményítő vízadszorpcióját és oldhatóságát. Hidrofób polimerként használtak többek között kukorica zeint, kraft lignint és cellulóz rostot.

Kutatás alapvető tudományos és műszaki célkitűzései

A biológiai eredetű nyersanyagok jelentős szerepet kapnak a napjainkban erősödő környezettudatos ipari termelés kialakításában, azonban a hatékony hasznosítás feltételei - a tulajdonságok változtatása nemesítéssel, az alkalmazott agrotechnika és a feldolgozási technológiák - még nem teszik lehetővé ezek széleskörű elterjedését. Ezen feltételek elérésének érdekében kitűzött céljaink:

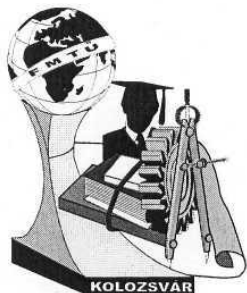
- ✓ Analitikai módszerek kidolgozása ill. adaptálása a különböző mezőgazdasági terményekből és melléktermékekből nyerhető keményítő ill. cellulózbázisú termoplasztikus anyagok, biopolimerek jellemzésére.
- ✓ Különböző keményítő, hemicellulóz, ill. cellulóz származékok előállítása és tesztelése, továbbá természetes polimerekből több értékű alkoholokkal, valamint hidrofób fehérjékkel, poliaromás vegyületekkel olyan alapanyag előállítása, melyből laboratóriumi körülmények között megfelelő agrofólia állítható elő.
- ✓ Az előállított módosított keményítő alapú rendszer/rendszerek kémiai és mechanikai jellemzésére, (pl. a vízerzékenység meghatározására) a megfelelő vizsgálati módszerek kialakítása, a félüzemi megvalósítás technológiájának figyelembevételével.
- ✓ A legmegfelelőbb gyártástechnológia kialakítása és próbagyártás elvégzése. A kapott termék üzem közbeni vizsgálata.
- ✓ Az elhasználdott, már hulladékot képező fóliák és csomagolóanyagok komposztálással történő lebontásának kidolgozása, és szerves talajerőt növelő tápanyagként történő kijuttatásának elemzése.

Kutatásunk eredményeinek nemzetközi és hazai elterjedése, gyakorlati alkalmazása meggyorsítja a környezetkímélő ipari technológiák műszaki fejlesztését, innovációját.

Pintér Péter, fejlesztőmérnök

FVMMI GM Kht. , Gödöllő 2100 Tessedik S. 4

Telefon: 0036-28-511-783, Fax: 0036-28-511-680, e-mail cím : grof-zero@fvmmi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A KOLOZSVÁRI GÉPKOCSI BONTÓ CÉGEK TEVÉKENYSÉGÉNEK FELMÉRÉSE

Varga András, Varga Zsolt, Gyenge Zoltán

Konzulens: Dr. Gyenge Csaba

1. ABSTRACT. BEVEZETÉS

The new EU directive makes responsible the manufacturers about their products take-back and recycling at the end of their useful life. Unfortunately in Romania this kind of law is not exist and the paper goal is to evaluate the disassembly companies activity in Cluj-Napoca and to show how important are this for protecting the environment. The most important disassembly companies from Cluj-Napoca were contacted for this survey.

A mai EU törvényhozatal kényszeríti a gyártókat, hogy felelősek legyenek a saját termékük forgalomból való kivonásáért és újrahasznosításáért ezek hasznos életciklusuk végén. Sajnos Romániában ez irányú törvény meg nem létezik és a dolgozat célja, hogy felmerje a kolozsvári gépkocsi bontó cégekben történő folyamatokat és, hogy e kutatás keretében felhívja a hazai, úgy gazdasági, mint műszaki szakemberek figyelmét ennek a nagyon időszerű gondnak a fontosságára.

A nagyobb és fontosabb gépkocsi bontók száma Kolozsváron 10, ezek közül sajnos csak 6-tal sikerült felvenni a kapcsolatot és ezek voltak hajlandóak válaszolni a felmérését tartalmazó kérdésekre. A dolgozatban a felmérés eredményei vannak bemutatva.

2. AZ AUTÓRONCSOK ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK A JELENTŐSÉGE

Az emberiség egyre inkább ébred rá a környezete iránti felelősségére. Ha tiszta, egészséges és szép környezetet szeretnénk teremteni magunk körül, meg kell tanulnunk a természettel harmóniában élni. Napjainkban egyre nagyobb jelentőséget kap a környezetvédelem, ezt mutatja a zöldek megerősödése, az egyre szigorúbb jogszabályozás, a fogyasztói szokások változása, a környezetbarát termékek, a bio-zöltségek és gyümölcsök iránti kereslet növekedése.

A környezetvédelem egyik aspektusa, hogy tárgyainkat olyan anyagokból állítsuk elő, melyek használatukat követően nem terhelik a környezetet, illetve újrahasznosíthatóak. Néhány tényező, mely az újrahasznosítással való foglalkozást, kutatást szükségessé teszi (TÓZSÉR Z, 2001):

- A Föld nyersanyag és energia forrásai végesek. Ez leginkább az elmúlt és a jelen évszázadban tapasztalható hihetetlen mértékű ipari fejlődés következtében gondolkoztatja el mindjobban az

emberiséget Ugyan akkor a nagyméretű kutatások ellenére , egyre nehezebb új energia és nyersanyag forrásokat találni.

- Az elhasználódott (üzemből kivont) termékek újrahasznosítása környezetkímélő eljárás, mivel a bennük rejlő veszélyes hulladékok szennyeznek, mérgeznék a környezetet. A társadalomban érezhető nemtörődöm hulladékkezelési kultúrának köszönhetően a szabadban elhagyott árválkodó gépek, berendezések, gépkocsik nagymértékben elcsúfítják a környezetünket.
- A hulladéktároló helyek kapacitása korlátozott, lehetőség szerint minden újrahasznosítható hulladék reciklálásával csökkenteni kell a lerakó telepek terhelését.
- Az újrahasznosítás gazdasági szempontból gazdaságos vállalkozás lehet bizonyos területeken, ami jelentősen meggyorsíthatja a fejlődést.
- A mai berendezések, gépjárművek még jelentős mértékben tartalmaznak fém alkatrészeket, ezeknek újrahasznosítása közel 100%-osan megoldott, ezzel kímélve a nyersanyag forrásokat. Az újrahasznosítás lényeges energia forrás is lehet.
- Az Európai Közösségben 2002-től csak olyan termékek forgalmazhatók, amelyeknek az újrahasznosítási folyamata kidolgozott.

Kutatásunk a személygépkocsik újrahasznosításának nemzetközi és hazai gyakorlatával foglalkozik. E kutatás keretében szeretnénk felhívni a hazai, úgy gazdasági mint műszaki szakemberek figyelmét ennek a nagyon időszerű gondnak a fontosságára.

3. AZ EU AUTÓRONCS JÓGSZABÁLYZAT HATÁSA A ÚJRAHASZNOSÍTÁSRA

Az *Autóroncs Jogszabály* (DIRECTIVE 2000/53/EC, 2000) sok célja jó, helyes és megfelelő. Ennek ellenére fennáll a veszély, hogy ezek az előírások a piac szabadságának további korlátozásához, olyan fejlesztéshez vezetnek, amely már rég nem ismeretlen az újrahasznosítási ipar előtt. Öröndetes, hogy az irányelv megköveteli a termék újrahasznosítását is figyelembe vevő kialakítást és tervezést.

Több éves elemzés és megvitatás eredményeként, Németországban 1998 április 1-én érvénybe lépett az *elhasznált gépkocsik törvénye* (EOLV, end-of-life vehicle). Rövid időn belül 16 vállalat és egyesület (gépkocsi gyártók, importőrök, újrahasznosítási cégek, stb.), saját programot dolgoztak ki elhasznált gépkocsik természetbarát újrahasznosítása céljából. A kormány és az ipari egyesületek megállapodása alapján a gyártóknak csökkentenie kell a hulladéktárolókba kerülő káros anyagok mennyiségét (VARGA A, 2001).

A nagyszámú elavult járművek és ezeknek a környezetünkre való hatása miatt az Európa Bizottság is kezdeményezett 2000-ben egy közzétett törvényt az elhasznált járművek és ezek alkatrészeik környezetbarát visszavonása az újrafelhasználása felügyelete céljából. Ennek az Irányelvnek a célja elvileg a nemzeti szinteken érvényes megfelelő szabályozásokkal való összhang megteremtése. Így elsődleges cél a talajnak, víznek és levegőnek a roncsautó szétbontása és hasznosítása miatt fellépő

károsodásoktól való védelme. Ehhez kapcsolódik, hogy csökkenteni kell a lerakandó hulladék mennyiségét.

A szabályzat rendszer főbb irányzatai:

- 2006 januárjáig a forgalomból kivont gépkocsik újrahasznosítható része súlyban az eddigi 75%-ról a minimum 85%-ra kell emelkedjen
- 2015 január 1-ig a forgalomból kivont gépkocsiknak a 95%-át fel kell dolgozni és a feldolgozott roncokból nyert anyagok minimum 85% újrahasznosítható kell legyen.

Az Irányelv azt a célt szolgálja, hogy csökkenjen a roncsautók miatti környezetterhelés, és ezzel elősegítse a környezet védelmét, minőségének javítását, valamint az energia megtakarítást.

Az irányelv hatással van az autók konstrukciójára és gyártására, 4. cikkhelye konkretizálja azokat a célokat, amelyek szerint a hulladék csökkentése érdekében a tagországoknak különösen arra kell hatniuk, hogy:

1. A járműgyártók az alapanyag- és szállítóipar együttműködve korlátozzák a járművekben a veszélyes anyagok felhasználását, ezt már a járművek fejlesztési koncepciójától kezdve - amennyire lehetséges- csökkentse, ezzel megelőzzék környezetbe kerülésüket, megkönnyítsék az újrahasznosítást és elkerüljék a veszélyes hulladékok ártalmatlanításának szükségességét.
2. Az új járművek konstrukciójánál és termelésénél a roncsautóknak, alkatrészeinek és értékes anyagainak szétszerelésénél és értékesítésénél, különösen újrahasznosításánál átfogó számításokat végezzenek, amelyekkel tevékenységüket is megkönnyítik.
3. A járműgyártók a nyersanyag- és szállítóiparral a járművek és más termékek gyártásában együttműködve fokozottabb mértékben használjuk fel újrahasznosításból származó anyagokat, és építsék ki az újrahasznosított anyagok piacát.

A tagállamoknak ezen kívül biztosítaniuk kell, hogy 2003. Július 1. után forgalomba hozott járművek elemei és anyagai a II Függelékben megnevezett esteken kívül, az ott rögzített feltételekkel ne tartalmazzanak ólmot, higanyt, kadmiumot vagy hatértékű krómot. Romániában, mint a többi középkelet-európai országokban, még sajnos nem indult el ilyen célú törvények kidolgozása az elhasznált gépkocsikkal szemben. Persze ez nem azt jelenti, hogy a probléma nem létezik országunkban is.

A hatalmas, lerobbant járműpark jó esetben csak helyfoglalással rontja a környezetet. A lakótelepeken és a zöldterületeken parkoló autókra tulajdonosaik nem fizetik a közterheket, sőt jogszerű eltávolításuk is közkielégésen történik. Romániában még nincs kialakult kultúrája a roncsleadásnak, és az érvényes szabályok ellenére a mérgező hulladéknak számító akkumulátorok jelentős részét is illegálisan helyezik el. Ugyanúgy a nagymennyiségű régi a szabadban levő gumiabroncsok súlyosan károsítják környezetünket, növelik a hulladékmennyiséget és növekvő mennyiségük nagy problémákat fognak okozni a jövőben. Ezekhez hozzájárul az utolsó években importált régi gépkocsik nagy mennyisége és

az ország gazdasági helyzete miatt igen nagy a gépkocsi átlag életkor, amely meghaladja a 15 évet.

Célszerű ezek környezetbarát újrahasznosítása.

4. KÖRNYEZETI ÉS ÚJRAHASZNOSÍTÁSI SZEMPONTOK BEVONÁSA A TERMÉKFEJLESZTÉSBE

Az autóipari termékfejlesztés egyes szakaszainak alábbi újrahasznosítási vonatkozásait (TŐZSÉR Z, 2001), (BOROS T. 2001) érdemes kiemelni:

- Az előkészítő szakaszban az előző modellek és konkurens járművek szétszerelési elemzéseiből következtetni lehet a „gyenge pontokra” és javítási lehetőségekre, ebből összeáll egy „célkatalógus”. Itt fölérendelt követelményeknek tekintendők pl. a járműkvóták, a hasznosítási költség, súlyadó, biztosítás, valamint innovatív szerkezetanyag-koncepciók.
- A sorozatfejlesztés kezdeti egyeztetési szakaszában a zárt anyagciklusra való alkalmasság meghatározására és az újrahasznosítási útvonal (szétszerelés, ill. zúzás) meghatározása, valamint a feladati füzetek alapján el kell készíteni az egyes tervek mennyiségi újrahasznosítási és kockázati értékelését.
- A jóváhagyási szakaszban virtuális szétszerelés-elemzést kell végezni különböző e célra kifejlesztett programokkal (Design for Disassembly), (VARGA, A-Alpek, F. 2003)
- A sorozatfejlesztést szétszerelési elemzések zárják le, amelyeknek eredményei közvetlenül a gyakorlati járműhasznosítási útmutatókba és az „Autók nemzetközi szétszerelési információs rendszerébe”.

A műszaki termékek fejlesztési folyamatát elválaszthatatlanul kíséri az egymással szükségképpen ütköző minőségi, esztétikai, biztonsági, környezetvédelmi, árszínvonalbeli stb. követelmények egyeztetése.

5. A KOLOZSVÁRI GÉPKOCSI BONTÓ CÉGEK TEVÉKENYSÉGÉNEK FELMÉRÉSE

5.1 Bevezetés

A gépkocsi-recycling egy pár lépésben valósul meg. Az első lépés a szétszerelés amely kötelező feltétel ahhoz, hogy egy használt gépkocsit újra lehessen hasznosítani. A szétszerelés magába foglalja a roncsolásos és roncsolás mentes újrahasznosításra kerülő alkatrészek vagy alegységek különválasztását. A szétszerelést a gépi őrlés „shredding”, a kohászati valamint vegyi folyamatok követik.

A szétszerelés fontos része az újrahasznosítási folyamatnak mivel biztosítja:

- Az újrahasználató alkatrészek-alegységek eltávolítását és újrafelhasználását. Az újrafelhasználási fogalom azt jelenti, hogy az alkatrészek megtartják az eredeti formájukat és funkciójukat. Ez a folyamat általában gazdaságos.
- A veszélyes anyagok és folyadékok elkülönítését még az újrahasznosítás előtt, annak érdekében, hogy ezek ne károsítsák a többi alkatrészt.
- A különböző anyagok szétválasztását és újrahasznosítását másodanyagként.

A mai EU törvényhozatal kényszeríti a gyártókat, hogy felelősek legyenek a saját termékük forgalomból való kivonásáért és újrahasznosításáért ezek hasznos életciklusuk végén. Sajnos Romániában ez irányú törvény meg nem létezik és a kutatás célja, hogy felmerje a kolozsvári gépkocsi bontó cégekben történő folyamatokat és, hogy e kutatás keretében felhívja a hazai, úgy gazdasági mint műszaki szakemberek figyelmét ennek a nagyon időszerű gondnak a fontosságára. Annak érdekében, hogy egy általános képet alkothassunk a használt gépkocsik erdélyi, valamint kolozsvári újrahasznosítási lehetőségéről, egy alaposan előkészített felmérést végeztünk.

Felméréseink alapján Kolozsváron 10 nagyobb és komolyabb gépkocsi bontót tudtunk feltérképezni, ezek közül sajnos csak 6-tal sikerült felvenni a közvetlen kapcsolatot és ezek voltak hajlandóak válaszolni a felmérés kérdőíveire. A felmérés egyelőre csak Kolozsváron sikerült elvégeznünk 6 gépkocsi-bontó cégnél de az eredmények nagyjából az egész Erdélyi valamint Romániai ez irányú helyzetet is szemléltetik. A felmérési kérdőív megtervezésénél figyelembe vettük, úgy a céggel kapcsolatos kérdéseket mint a recycling / szétszerelési folyamathoz tartozókat (cég nagysága, működési struktúrája, terméktípusok, munkafolyamatok folyamatok, szervezési és gazdasági gondok, stb.).

5.2 A felmérések eredményei

5.2.1 Gépkocsi recycling / bontó cégek. A kolozsvári használt-gépkocsi bontók feltérképezése

Országunkban és Erdélyben a gépkocsi szétszerelés egy új üzletág amelyik 1990 óta indult be, de még nem lehet mondani, hogy ipari színvonalon működik. A gépkocsi bontó cégek száma nem azért nőtt Kolozsváron mert rövid időn belül Romániában is érvénybe fog lépni egy célorientált törvény a használt gépkocsik környezetbarát újrahasznosítása érdekében, hanem azért mert ez egy gazdaságos üzletnek bizonyult. A legtöbb bontó cég kis-vállalkozás képen működik és nagyrészüket 1992-2002 között alapították. Az alkalmazottak száma 5-30 között mozog és ezek képzettségük nagyrészt a gépkocsi szerelés szakmájához tartozik.

A gépkocsi roncsok szétszerelésére alkalmazott szerszámok, berendezések, javak minimálisak: telek, műhely, mozgó emelőgépek, raktárak, irodák, szállító gépkocsik, univerzális szerelésre-szétszerelésre használt szerszámok.

5.2.2 A szétszerelési folyamat elemzése

Az évente szétszerelt gépkocsik száma / raktározott gépkocsik száma változik bontónként:

- (1) 700-1000/30 autó
- (2) 21/30 autó
- (3) 20/20 autó
- (4) 40 / 5 autó
- (5) 50 / 30 autó
- (6) több mint 100/6 autó

Észrevehető, hogy a legtöbb bontó mint kisvállalkozás működik, az évente bontott gépkocsik száma alacsony.

A beszerzési források 50%-a nyugat Európa országai, főleg Németország és Belgium ahonnan félig szétszerelt gépkocsi roncsokat hoznak cserealkatrésznek. A többi 50% gépkocsi roncs a hazai forgalomból kivont gépkocsi-állományból származik, be nem iktatható importált gépjárművekből, balesetet szenvedett gépkocsikból, régi használt-már nem gazdaságosan üzemelő vagy javítható gépkocsikból áll. A 6 cég közül 3 csak DACIA gépkocsikkal foglalkozik és esetleg más hazai gyártmányú gépkocsikkal; ezeket magán személyektől szerzik be.

A külföldi autók legnagyobb része európai gyártású, főleg német, francia és olasz (VW, BMW, Audi, Opel, Mercedes, Renault, Citroen, Ford, Fiat). A külföldről szétszerelés céljára behozott gépkocsik átlag életkora 10-15 év, a károsodás foka 10-30 % között van. A hazai forgalomból kivont gépkocsik átlag életkora sokkal nagyobb 20-30 év, károsodási fokuk 10-80% között van. Ebből az következtetjük, hogy a hazánkban létező gépkocsik már csak végső esetben kerülnek szétszerelésre.

A felmérések alapján, kimutatható, hogy a lefutott kilométerek száma egy gépkocsinak mielőtt szétszerelésre kerülne 150,000-300,000 km között van. A szétszerelés céljára importált gépkocsik lefutott km száma 100,000-150,000 között van, valamint a hazánkban forgalomban levő gépkocsik (Dacia és nyugati autók) 150,000-300,000 kilométert tesznek meg mielőtt egy bontó udvarába kerüljenek.

A gépkocsi roncsokról 60-80% az alkatrészeknek, részegységeknek van kisserelve az újrafelhasználás céljára (motor, karosszéria elemek, stb.) és azután eladva. A megmaradt részeket mint ócskavas értékesítik. Az újrahaznosítás érdekében speciális részegységeket is kisserelnek: motor blokk, váltó, akkumulátorok, különböző fémes és nemfémes elemek, stb. Az előzetes szétszerelés során leeresztik a folyadékokat, eltávolítják a kerekeket és az akkumulátort és csak ezután kezdődik a teljes szétszerelés (motor, külső-belső karosszéria elemek). A különböző folyadékokat leeresztik és felfogják, több mint 90%-át ezeknek újrafelhasználják. Egy gépkocsinak a szükséges szétszerelési ideje nagyon változik bontónként, minimum 1,5-2 órától maximum 1 hétig.

Egy használt gépkocsi szétszerelése kb. 20-30 euróba kerül a műhelynek (ezért az árban bármikor szétszerelnek bárkinek kérésre egy gépkocsit). A különböző leszerelt alkatrészek eladása közvetlenül a

saját üzletben a bontó udvarán történik és nagyon ritka esetekben elosztócégeken keresztül. A gépkocsi 50-80%-a mint cserealkatrész van eladva, a többi meg mint ócskavas. Ami az anyag-újrahasznosítást illeti inkább csak a karosszériával vagy ennek elemeivel történik, de sokszor a nem eladott nem-fémes alkatrészek anyaga is az ócskavasba kerül. A többi nemfémes értéktelen hulladék nagy része a városi szemétygyűjtőbe kerül.

Átlagosan, a kisserelt alkatrészek, részegységek 80-90%-át sikerül eladni a bontóknak. Általában, a főbb gépkocsi alegységeket (motor, váltószekrény, kuplung, stb.) a legtöbb esetben ha működőképesek szétszerelés nélkül mint egy egész értékesítik. A külső és a belső karosszéria elemeket viszont külön alkatrészként.

A kisserelt alkatrészeket csak részben tisztítják és ritkán ellenőrzik minőségileg.

A szétszerelési műveletek 95%-ban nem gépesítettek, kézzel megfogó szerszámokkal, eszközökkel végzik. Segédeszként mechanikus, pneumatikus, villamos emelő, vagy kicsavaró szerszámokat alkalmaznak.

A felmérésekből azt lehet következtetni, hogy hazánkban a gépkocsi recycling nem egy környezetbarát bizonyos jogrendszerek alapján működő üzemág, hanem főleg profitorientált, gazdaságosan működő folyamat. A hazai használt, forgalomból kivont gépkocsikból kisserelt újrafelhasználható alkatrészek iránt elég kicsi a kereslet, mivel a hazai gyártmányú cserealkatrész kínálat elég nagy. Ami a nyugati gyártmányú gépkocsik alkatrészpótlását illeti, a csere second-hand piac nagyon ki van fejlődve, a vásárlók 70-80% csak akkor vásárol új alkatrészt ha ez nem kapható meg valamelyik gépkocsi bontó cég raktárában.

Hasonlítva a Nyugat Európai újrahasznosító / szétszerelési rendszerhez, a hazai gépkocsi bontás egy gazdaságos üzlet de nem környezetbarát orientált.

6. TOVÁBBI TERVEINK. ÖSSZEFOGLALÁS

A felmérésben közreműködött cégek csak kismértékben voltak hajlandók nyilatkozni a további fejlesztési terveikről, kutatásokról. Eddig egyik sem közülük nem közreműködött kutatásokban intézetekkel de viszont érdekeltek az EU gépkocsi újrahasznosítás törvény iránt és érdekeltek nemzetközi szétszereléssel újrahasznosítással foglalkozó programokban közreműködni. Mindannyiuk véleménye az volt, hogy Romániában is szükséges egy olyan törvényhozatal amely a környezet jobb megvédését támogassa.

Meggyőződésünk, hogy csak az EU ez irányú jogszabályok bevezetése után fognak foglalkozni a szétbontás-újrafelhasználás környezetvédő aspektusaival.

Természetesen ezek bevezetése, csak komoly anyagi befektetéssel lehetséges és ehhez szükséges a hazai és európai programok által biztosított támogatások célszerű és jól kidolgozott tervek, technológiák bevezetése. Reméljük, hogy a most lezáruló kutatásunk révén nyert tapasztalatainkat célszerűen és hasznosan fogjuk tudni gyümölcösztetni ezeknek a programoknak a keretében.

A használatlan autók és roncsok jelentős környezetvédelmi gondot jelentenek, hiszen a világon futó félmilliárd járműből évente 25 milliót kellene kiselejtezni és szakszerűen feldolgozni. Sajnos Romániában egyelőre a személy- és haszonjárművek újrahasznosítási rendszere meglehetősen fejletlen. Azonban a küszöbön lévő Európai Unió csatlakozásunk megköveteli, hogy a környezetvédelmi valamint recycling rendszereinket valahogy az Európa uniós normákhoz illesszük. A jogszabályok szerint Európában 2002-től csak olyan termékek forgalmazhatók, amelyeknek a újrahasznosítási folyamata is ki van dolgozva. Ez a mérnököktől is új szemléletmódot és ismereteket igényel: *a recycling-helyes tervezést.*

Környezetvédelem, környezetbarát stb. fogalmak lehetséges, hogy szociális fogalmak de mindezek a mérnökök munkája...

7. IRODALOMJEGYZÉK

BOROS T.

2001 *Környezetvédelmi és újrahasznosítási szempontok bevonása a termékfejlesztésbe -példák a gépjárműszektorból.* BME-OMIKK-Hulladékok 2001/8.

DIRECTIVE 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles - Commission Statements, *Official Journal L 269, 21/10/2000p. 0034 - 0043*

TÓZSÉR Z.

2001 Elhasznált személy- és haszonjárművek újrahasznosítási logisztikai rendszerének tervezése (Diplomamunka). Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagmozgatási és Logisztika Tanszék.

VARGA A.-GYENGE Cs.

2001 *Elhasznált gépkocsi roncsok szakszerű sorozat szétszerelése és újrahasznosítása*, Fiatal Műszakiak Tudományos ülészsaka Kolozsvár 2001.

VARGA, A-Alpek, F.

2003 *Disassembly and Recycling of End-of-Life Vehicles.* Műszaki szemle, 23/2003, Hungarian Technical Scientific Society of Transilvania. ISSN 1454-0746. p. 33-40.

VARGA, A.-ALPEK, F., GYENGE Cs.

2003 *Intelligent Mechanical Peripheries In Assembly And Disassembly.* IFAC Workshop on Intelligent Assembly and Disassembly (IAD'2003). 9-11 October, 2003, Bucharest, Románia.

VARGA András (Ph.D. hallgató), Varga Zsolt (hallgató), Gyenge Zoltán (hallgató)

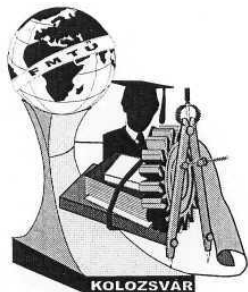
Konzulens: Dr. Gyenge Csaba

KOLOZSVÁRI MŰSZAKI EGYETEM

Gépgyártástechnológia tanszék, B-dul Muncii 103-105, RO-400627, Cluj Napoca.

E-mail: andrei@tcml.east.utcluj.ro. Tel: +40 264 401729 / +40 744 771268.

E-mail: cgyenge@tcml.east.utcluj.ro. Tel/fax: +40 264 415001.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A GONDOLKODÁSI KÉPESSÉG FEJLESZTÉSE VIZUÁLIS MÓDSZEREKKEL

Fűzi Beatrix

Az ember egy különleges képességével sajátos szerepet vívott ki magának az élőlények között. Kíváncsiság hajtotta önmaga és környezete megismerésére és megértésére, miközben a világot formálni tudó lénné vált. A gondolkodás, az az egyedülálló képesség, mely támasza lett a természet és a társadalom változásaival szemben, a fennmaradásért vívott küzdelemben. Az emberiség történetében soha nem látott fejlődésnek lehetünk tanúi. Hogy lépést tudjunk tartani a magunk által diktált sebességgel, vagy egyszerűen csak megfeleljünk a munkaerőpiac növekvő igényeinek, ahhoz egyre magasabb szintre kell emelnünk képességeinket, köztük elsősorban gondolkodásunkat.

A képességek kibontakoztatásának, formálásának leginkább a gyermek- és ifjúkor, vagyis az iskolában töltött időszak kedvez. A fejlesztéshez céltudatosan alkalmazott módszerekre és eszközökre van szükség, mely az életkori sajátosságoknak megfelelő bánásmóddal párosul. Megállapítható tehát, hogy a képességfejlesztés elsősorban az iskola és a pedagógusok feladata. Ez indokolja, hogy az oktatás keretein belül megvalósítható gondolkodásfejlesztési lehetőségeket igyekeztem feltárni. Munkámat műszaki tanároknak, tanárjelölteknek szántam, de érdekes lehet azok számára is, akik az elme működésének rejtelmei iránt érdeklődnek, vagy műszaki pályán tevékenykednek. Mindenek előtt érdemes eltöprengenünk a következőkön!

Mit is jelent a gondolkodás?

A kérdés egyidős az emberiséggel, vagy magával a gondolkodással. Számos tudomány, mint a pszichológia, a filozófia, fiziológia foglalkozik e kérdés megválaszolásával. Egyetlen mondattal, vagy definícióval leírni lehetetlen volna egy ennyire összetett és megfoghatatlan jelenséget, ezért inkább több szempontból járjuk körül.

A gondolkodás az agy funkciója, amely az egyes területek fiziológiai aktivitásával jár.

Értelmezhető folyamatként, amelynek eredményeképpen egy kérdésre feleletet, egy problémára megoldást tudunk adni.

Tekinthetjük a külvilágból érzékszerveink segítségével felfogott információk feldolgozásának, melynek során valamilyen műveletet - analízist, szintézist, absztrakciót, összehasonlítást, rendezést, általánosítást, konkretizálást - hajtunk végre az információkkal, Így illesztjük be az új tudást régi ismereteink rendszerébe, vagy teremtünk újat eddig össze nem tartozó dolgok összekapcsolásával. A műveletvégzés automatikusan zajlik. Annak megállapítása, hogy egy feladat megoldásához milyen műveletek végrehajtásával jutottunk el csak utólag, a megoldás elemzésével lehetséges. Ennek tanulmányozása jelenti munkám egyik sarokkövét.

Mi sarkall minket szellemi tevékenységre?

Gondolkodásunkat a környezetünk megismerése és megértése iránti vágy örökösen mozgásban tartja. Legnagyobb ösztönző erő azonban azoknak a problémáknak, feladatoknak, és kérdéseknek tulajdonítható, melyekre nem tudunk azonnal választ, megoldást adni, melyekre magyarázatokat keresünk. A szellemi munkavégzést viszont számos tényező akadályozhatja is, mint a szorongás, vagy a kudarcból való félelem. Az iskolai órákon ezek megfelelő pedagógiai módszerek megválasztásával oldhatók.

Vannak-e a gondolkodásnak különböző szintjei?

A gondolkodás két szintjét különböztethetjük meg. A dolgok megértésében, a valóság és az ismeretek közti kapcsolatok tudatosulásában a reprodukív gondolkodás nyilvánul meg. Ezzel szemben a produktív (alkotó) gondolkodás teremtményei látványos, tárgyiasult formát öltenek, mely akár a művészetekben, akár a tudományokban, vagy technikában is újdonságokat, találmányokat, konstruktív problémamegoldást eredményezhet.

Hányféle működési módra képes az elme?

A gondolkodás három jelentősen eltérő típusát ismerjük: az elvont, fogalmi gondolkodást, a vizuális, képi és a zenei gondolkodást. Az elvont gondolkodás a szavakkal, fogalmakkal, számokkal végzett gondolati manipuláció, egyfajta „belső beszéd”. Nyelv, nyelvtani és logikai szabályok nélkül elképzelhetetlen volna. A képi, vagy konkrét gondolkodás vizuális elemekkel, emlékezetünkben őrzött képekkel és képzetekkel foglalkozik, szorosan összefügg

a térlátással és a formaészleléssel, a tárgyak gondolatban való mozgásával, átalakításával. A gondolkodás ilyen formája a „lelki szemekkel” való látásként ragadható meg legérzékletesebben. Vajon a fogalmi és a képi gondolkodás egymásnak alárendelve, vagy egymás mellett működik? Netán a gondolkodás fejlődésének egymást követő szintjei? E kettő közötti kapcsolatok feltárását tekintem tevékenységem másik fontos céljának.

A gondolkodásfejlesztés új útjainak elméleti háttere

A rendszer bonyolultságát átérezve kell megfejtenünk, milyen módon lehetséges, és mire irányuljon a fejlesztés? Ezen töprengve legtöbbszörnek a matematika, a fizika, esetleg a számítástechnika jut eszünkbe. Ezzel szemben úgy vélem, hogy minden tantárgy - köztük például a műszaki ábrázolás is - alkalmas fejlesztési feladatok megvalósítására, hiszen a speciális tantárgyi tartalmak révén más-más képességekhez, eltérő mértékben hozzáfér, és ezekre közvetlenebb hatást tud gyakorolni. Ezért nem lepődünk meg, ha az elvont gondolkodás képességét a matematikával hozzuk összefüggésbe, a műszaki rajzot pedig a vizuális gondolkodás fejlesztésének eszközeként tudjuk elképzelni. Annál meglepőbb viszont az az ötlet, hogy **a géprajzot és az ábrázoló geometriát az elvont, fogalmi gondolkodás csiszolásának szolgálatába állíthatjuk.** Hogyan lehetséges mindez? Csupán meg kell találnunk, hogy a tárgy milyen képességek, gondolkodási típusok mozgósítására alkalmas!

Feltételezésem alapja, hogy a műszaki életben alkalmazott rajzok a képi megjelenítés sajátos csoportját alkotják. A művészeti alkotásokkal, festményekkel ellentétben nem elegendő az ábrákat szemmel letapogatni, hanem értelmezni kell: a bennük rögzített adatokat gyártási utasításként alkalmazni kell. A géptervezéskor az elemek kombinálása, próbálgatása, a lehetséges funkciók és mozgások modellezése csak gondolati szinten zajlik le, működését viszont el kell tudnunk magyarázni, gyártásához rajzban rögzítenünk kell. Eközben a képi jeleket szakmai fogalmakra fordítjuk, átlépve a fogalmi és a vizuális gondolkodás határát. A gondolkodási módok ilyen összefonódása, átjárhatósága a fejlesztés kulcsa.

A fejlesztés módszerével szemben azonban nem csak **azt a követelményt támasztjuk**, hogy képi elemek felhasználásával gyakoroljon hatást az elvont és a konkrét gondolkodásra, hanem **legyen leválasztható a tantárgyi tartalomról és akár egy másik tárgy keretében is alkalmazható legyen.** Ennek feltétele, hogy a gondolkodás minden formájában jelen levő elemeket tudjunk megragadni. E célból kezdtem a gondolkodási formák folyamatainak, mikro struktúrájának elemzésébe, ami az alábbiakra engedett következtetni. A gondolkodási műveletek - pl. az analízis, összehasonlítás, általánosítás stb. - mint, a gondolkodási

folyamatot felépítő, a gondolatokat láncolattá kapcsoló elemek függetlenek attól, hogy fogalmi, zenei, vagy éppen képi tartalmakkal folyik a manipuláció. Az alacsony szinten működő, vagy hiányzó műveletek blokkolhatják a gondolkodási, problémamegoldási folyamatot. Fontos tehát, hogy minden alapművelet automatikus elvégzésére képesek legyünk. Ennek módja a gyakorlás, a gyakoroltatás, amihez feladatrendszerekre és ezeket kiegészítő módszerekre van szükség.

A fejlesztés gyakorlati lehetőségei

Mindezt szem előtt tartva gyűjtöttem össze és dolgoztam ki olyan feladatokat, melyek rajzokkal és ábrákkal kapcsolatosak és közvetlenül irányulnak egy-egy művelet fejlesztésére. A gyakorló példák újszerűsége a kérdéstechnikájában, a variációs lehetőségek növelésében, az alkotó és a szokásostól eltérő gondolkodási irányok megismertetésében, alkalmazásában rejlik.

A feladatsorok ellenőrzésére legalább kétéves kísérletre van szükség, mely alátámasztja, vagy cáfolja a gondolkodás különböző módjai közötti összefüggéseket, a módszer eredményességét, az előidézett fejlődés mértékét és a ráfordított munka arányát. A megfelelő mérőeszközök kiválasztása, a kísérlet részletes forgatókönyvének kidolgozása folyamatban van.

Az oktatás képességfejlesztéssel összefüggő hatékonyságának fokozása egyre égetőbb feladattá vált, mindez azonban elképzelhetetlen a képességek természetének - esetünkben az elme csodálatos működésének - megismerése nélkül. Az e témában folytatott vizsgálódás rámutatott arra, hogy a fejlesztés a helyesen kiválasztott és alkalmazott módszerek mellett elsősorban kitartó és következetes tanári és persze tanulói erőfeszítéseket kíván.

Irodalom (a teljesség igénye nélkül):

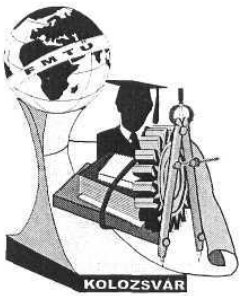
1. Pólya György: A gondolkodás iskolája
2. Lénárd Ferenc: A problémamegoldó gondolkodás
3. Pléh Csaba: A Mindentudás Egyetemén tartott előadása nyomán
4. Atkinson: Pszichológia

Fűzi Beatrix Zsuzsanna

Budapesti Műszaki Főiskola, BGK Mérnökpedagógiai Intézet

+36 30 497 74 60

Fuzi.Beatrix@bgk.bmf.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

SZÁMÍTÓGÉPPEL SEGÍTETT ALAKÍTÁSTECHNOLÓGIA TERVEZÉS CSÓÍVEKNÉL

Kovács Péter Zoltán, Ph.D. hallgató

Abstract

The basic aim of this work is to determine the forming-limit diagrams with finite element methods (FEM) and to compare the results of FEM with the forming-limit diagrams determined experimentally. Further aim of this research work is to analyse the application of MARC finite element programme for modelling of pipe bending technologies, in order to optimise the forming technology of parts manufactured by bending. Furthermore the determination of shaping limit diagrams needed for optimizing the pipe bending technology.

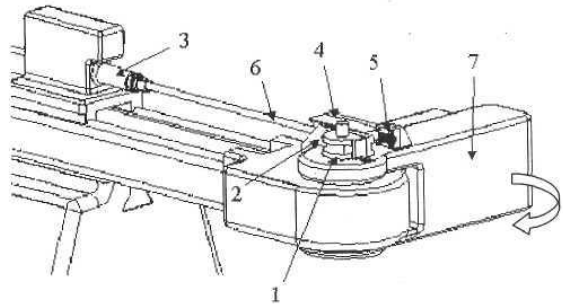
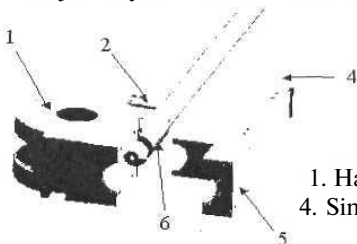
Bevezetés

A csőívek a leggyakrabban alkalmazott csővezetéklemek. Ezek beiktatásával valósítják meg a csővezeték irányváltoztatásait. A csőívek szilárdsági, áramlástechnikai, korrózióállósági és esztétikai szempontból, továbbá élettartam szempontjából egyaránt egyenértékűnek kell lennie a csővezetékkel. A csőívek többségét egyenes csőből készítik különféle csőhajlító eljárásokkal. Ezek lehetnek meleg, illetve hideg alakítással történő eljárások.

1. Alakítás elemzése támasztótüskés hajlításnál

A korszerű gyártásra alkalmas hajlítás:

- hidegen történő hajlítás
- támasztótüske alkalmazása
- síkok szerint: különböző síkokban egyenes közbenső szakasszal
- hajlítás nyomatókkal és koncentrált erővel



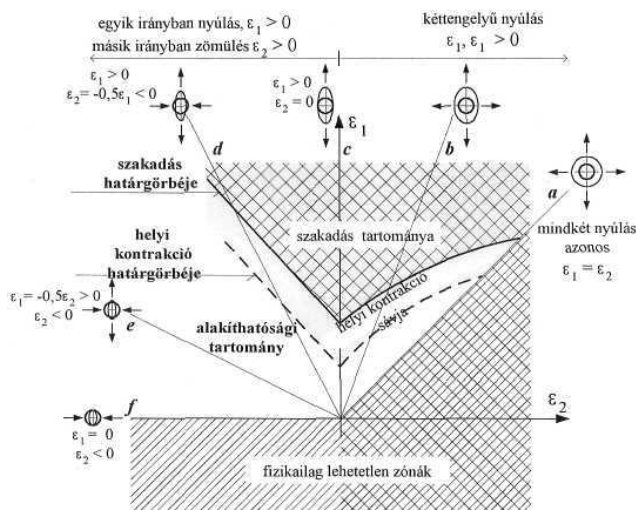
1. ábra

1. Hajlítószablon, 2. Ráncsimító, 3. Tokmány,
4. Simítópofa, 5. Szorítópofa, 6. Tüske, 7. Kar

Az egyenes csövet hajlítás előtt rá kell tolni a tükére. A tüske helyzete a hajlítás tengelyéhez képest kis mértékben állítható úgy, hogy csúcsa a kívánt erővel nyomja a hajlítás alakváltozási helyén a csövet. A cső végét kézi, vagy automatikus szorítókészülék rögzíti a hajlítószablonhoz. A félkör keresztmetszetű horonnyal ellátott hajlítószablon a csőhajlító gép forgó tengelyére van erősítve. Hajlításakor az egyenes cső megtámasztását, a csővel együtt csúszó hajlítósin biztosítja. A hajlítósin, vagy az ezt helyettesítő támasztó görgő hornya félkör keresztmetszetű.

2 Alakítási határdiagramok (FLD) elméleti meghatározása

A fémek alakíthatósága a hidegalakító technológiákat alkalmazó ipar számára rendkívül nagy jelentőséggel bír. Ez az alapja a technológiatervezésnek és a gazdaságos, de megfelelő minőségű gyártásnak is. Az alakítási határdiagramban az ε_1 és ε_2 főalakváltozások maximális értékeit kijelölő határgörbék szerepelnek, amelyek valamilyen nem megengedett jelenség (befűződés, felszakadás, ráncosodás, gyűrődés) bekövetkezésének megfelelő határállapotot jelentenek. A 2. ábra mutatja a lemezalakíthatóság határfeltételeit egy alakítási határdiagramon.



2. ábra Alakítási határdiagram (FLD)

Az ε_1 és ε_2 fő-alakváltozások értékeinek meghatározására mérőhálójával borított csöveket használhatunk. Az alakítás során a háló motívumai torzulnak, képet adva így az alakváltozás mértékéről. Az ε_1 és ε_2 fő-alakváltozások értékei legegyszerűbben kör alakú mérőháló torzulásának mérésével határozható meg.

A Hecker kiértékelő módszer a hajlított cső deformációjának szakadásig tartó vizsgálatából áll három ellipszisen, amelyek: érintettek a törésben, érintettek a lokalizált elvékonyodásban (látható), nem érintettek a lokalizált elvékonyodásban.

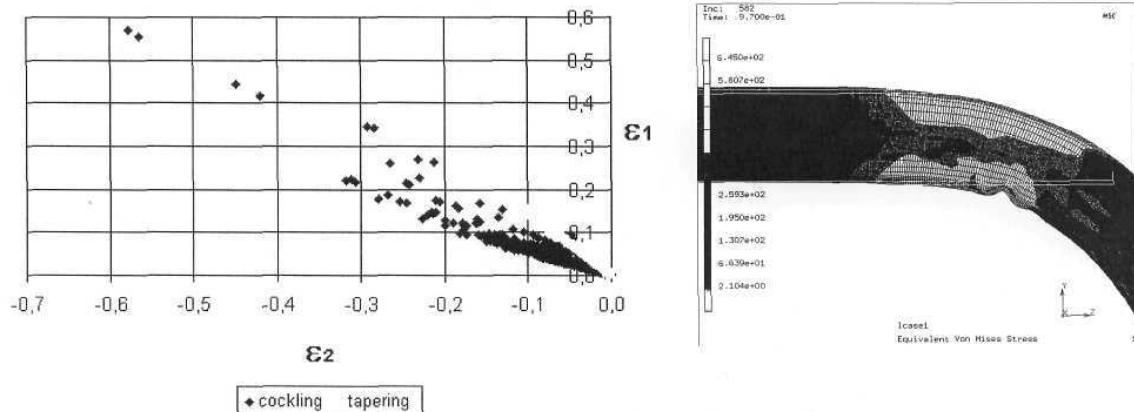
3 Alakítás végeselemes modellezése

A modellezés során rugalmas-képlékeny, izotróp anyagegyenleteket használunk (rugalmassági modulus: $E = 210\,000$ MPa, Poisson-szám: $\nu = 0,3$). A vizsgált anyag folyási görbáját Watts-Ford módszerrel vettük fel.

A modellt MARC végeselemes szoftverben építettük fel. A végeselemes számításokhoz a térbeli 3D-s modellt elemizzük térbeli elemekkel. A vizsgált cső: $\varnothing 38 \times 1,5$ méretű; 100mm hajlítási sugár; 60°-os hajlítás.

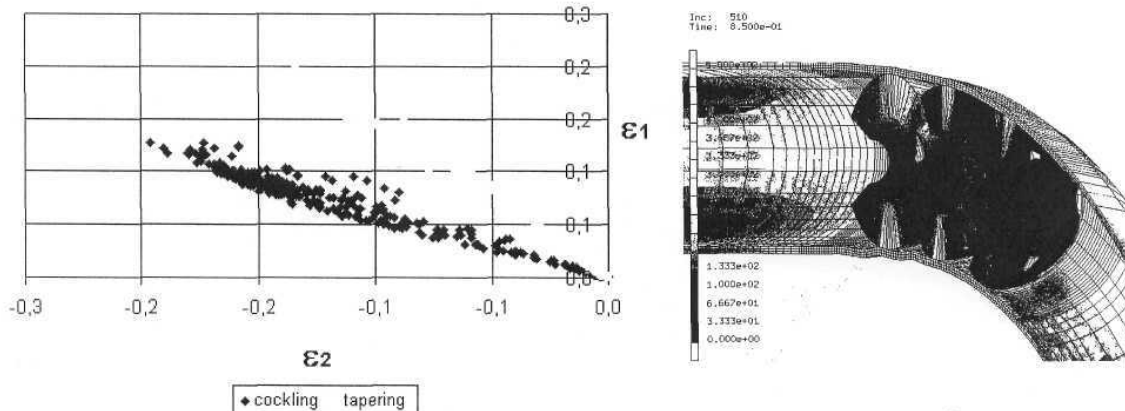
A végeselemes számítások eredményeiből a két fő-alakváltozási értéket kell meghatározni és diagramban ábrázolni. Az eredményeket Excelben ábrázoltuk. A végeselemes számítás eredményeként meghatározhatók az alakváltozási főértékek, amelyek összehasonlíthatók a kísérleti úton meghatározott alakítási határdiagramokkal. Ez alapján megállapítható, hogy az adott alakítási lépés megfelelő-e, vagy nem.

Ráncsimító és többfejes tűske alkalmazása nélkül (3. ábra)



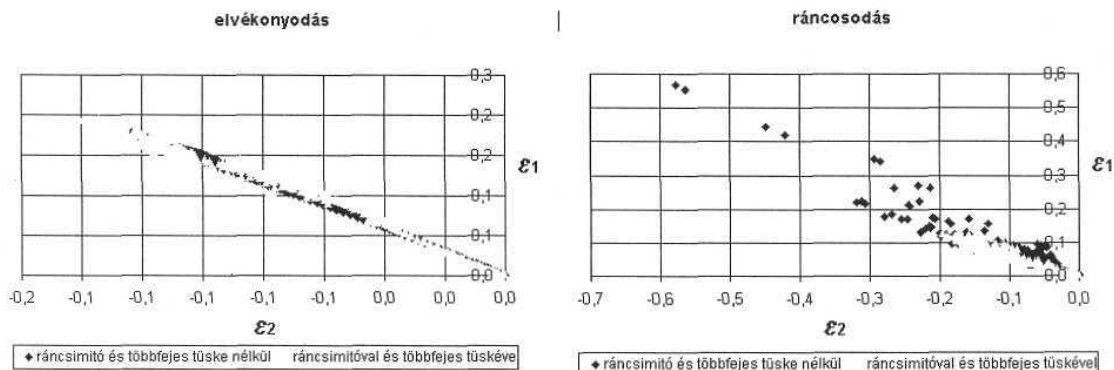
3. ábra az ϵ_1 - ϵ_2 értékek

Ráncsimító és többfejes tűske alkalmazásánál (4. ábra)



4. ábra az ϵ_1 - ϵ_2 értékek

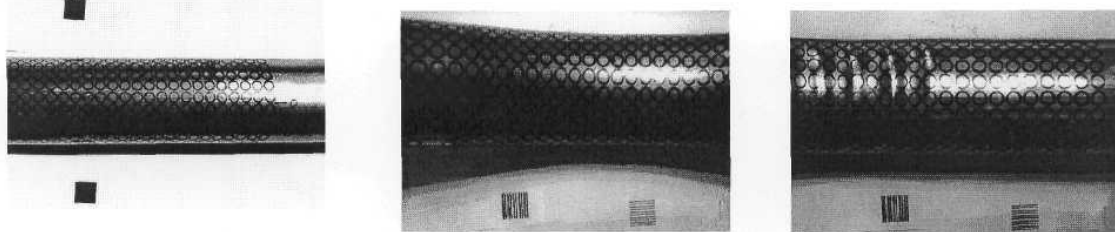
A két hajlítási mód eredményeit összehasonlíthatjuk elvékonyodásnál és ráncosodásnál (5. ábra). Az elvégzett munka során megfigyelhető, hogy a ráncosodás mértéke, illetve annak kialakulása csökkenthető, ha ráncsimítót és többfejes tűskét alkalmazunk.



5. ábra

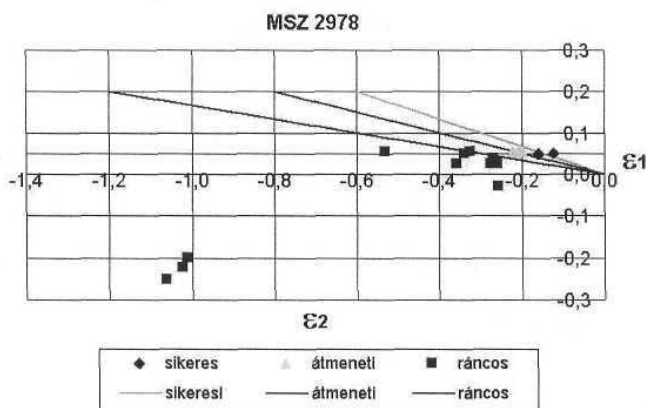
4. Csövek határdiagramjának meghatározása méréssel

A vizsgált cső: $\varnothing 38 \times 1,5$; 100mm hajlítási sugár; 60°-os hajlítás. Háló-elemek alakja: 5mm-es kör. A hálófelvitel nyomdai úton történik; az elkészített háló a 6. ábrán látható. Hajlítás után a háló-elemek alakja az alábbi módon változik.



6. ábra

MSZ2978 st12 minőségű cső meghatározott határdiagramja a 7. ábrán látható.



7. ábra

5. Összefoglalás

Napjaink legkorszerűbb és legszélesebb körben alkalmazott csőhajlítási módja a hideg csőhajlítás. A kutatómunka alapvető célja az, hogy elemezzük a MARC végelemes program alkalmazhatóságát a hideg csőhajlítási technológia modellezésére, amellyel optimalizálható a hajlítással előállított alkatrészek alakítási technológiája. Az elvégzett munka további célja a csövek hajlítási technológiájának optimalizálásához szükséges alakítási határdiagramok meghatározása.

Az alakítási határ diagramok alkalmazásának fő célja, hogy meg tudjuk határozni: a biztonságos tartományt hajlítás során, a kritikus zónát, ahol az elvékonyodás, vagy a törés legvalószínűbben bekövetkezik, az alakváltozási szintet, a kedvező munkafeltételeket.

Irodalomjegyzék

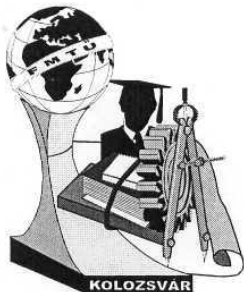
- [1] Dr. Tisza Miklós, Dr. Gál Gaszton, Dr. Kiss Antal, Dr. Sárvári József
Képlékeny hidegalakítás Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp. 1998.
- [2] Dorel Banabicjoachim Rudi Dörr: Deformabilitatea Tabelor Metalice Subtiri, Bucuresti, 1992.
- [3] D.Banabic, H.-J.Bunge, K.Pöhlant, A.E.Tekkaya: Formability of Metallic Materials, Springer 2000.

Kovács Péter Zoltán, Ph.D. hallgató

Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Mechanikai Technológiai Tanszék, Hungary

Tel.: 36 46 565-111/18-46; e-mail: metkpz@uni-miskolc.hu , mach.kpz@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

VÍZSUGÁR ALKALMAZÁSA TISZTÍTÁSHOZ

Polák Helga

Abstract

Water jet technology is a relatively new process, which is used in many areas including food industry, car industry or medical art. It has major advantages over conventional methods, like environmental friendliness and flexibility. Under proper circumstances, water jets are capable of removing layers selectively, not damaging substrate materials and not generating amounts of hazardous waste. In this work, the results of experimental investigations on the effects of traverse rate and load rate parameters on layer removing process with constant time will be described.

Összefoglalás

A vízsugaras technológia viszonylag új eljárás, melyet számos területen használunk, mint például az élelmiszer- és autóipar, vagy az orvostudomány. Ez az eljárás komoly előnyökkel rendelkezik a hagyományos módszerekkel szemben, egyebek közt a nagyfokú rugalmasság és a környezetbarátság. Bizonyos feltételek mellett a vízsugár képes rétegek egymástól független leválasztására, nem károsítva a hordozó felületet, káros melléktermékek keletkezése nélkül. Ebben a munkában, az előtolási sebesség és a felületet ért terhelés paramétereinek hatását vizsgáltam azonos megmunkálási idő mellett, a rétegleválasztási folyamat során.

1. Bevezetés

A technika fejlődésével egyre több alkalmazási területen jelenik meg a vízsugaras technológia, mint megmunkáló eljárás. Napjainkban a vízsugárral való tisztítás és leválasztás már jelentős konkurenciát jelent más mechanikus, termikus, kémiai és elektrokémiai eljárásoknak. A megmunkálás sikerét számos előnyének köszönheti, amelyeket az alábbi pontokban lehet összefoglalni:

- A vízsugár erős tisztítóhatása, ami univerzális alkalmazhatóságot eredményez,
- Környezetbarát, flexibilis,
- A leválasztási folyamat rugalmas és irányítható, ami szelektív leválasztást tesz lehetővé,

- Hiányzik a termikus terhelés, ami a hőérzékeny anyagok megmunkálását is lehetővé teszi,
- A réteges felületek jó megmunkálhatósága, különösen az új réteg előkészítéséhez,
- Más tisztító eljárásokkal összehasonlítva, nagyon jónak mondhatók a munkafeltételek a kezelőszemélyzet számára,

A vízsugár változó roncsolási zónája megnehezíti a leválasztási zóna egzakt geometriai viszonyának meghatározását, ezért van szükség az anyagleválasztás elméleti leírására, amely jelen pillanatban a megmunkálás komplexitása miatt nem áll rendelkezésre. Ezen ismeretek lehetővé tennék a keménységtől és ridegségtől függően a különböző fokozatokban történő leválasztást.

2. Az eljárás ismertetése

A vízsugaras tisztítás során egy nagysebességű, viszonylag kis nyomással előállított, de nagy folyadékarámú sugarat alkalmazunk. A kis nyomással elkerülhetjük az alapanyag roncsolódását, ugyanakkor a nagy vízárammal növelhetjük a rétegleválasztás hatékonyságát.

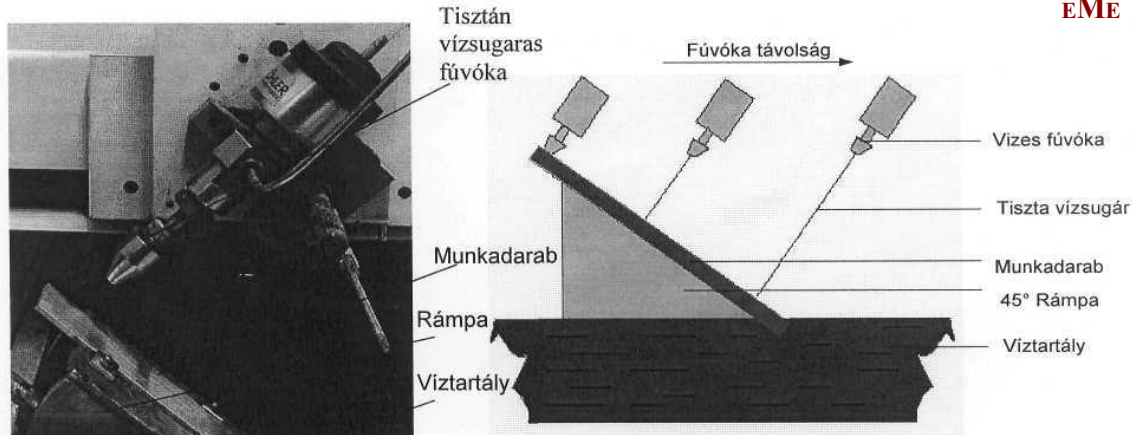
A nyomás és a folyadékarám nagyságának megválasztása az alapanyag minőségétől és az eltávolítandó réteg anyagától valamint a közöttük lévő adhéziós erő nagyságától függ. Adott nyomás mellett a folyadékarám nagysága a fúvóka átmérőjével befolyásolható. Állandó nyomáson működő szivattyú esetén a fúvóka átmérője határozza meg a folyadék nyomását, és ezen keresztül a sugár sebességét is.

Nagyon fontos a fúvóka geometriai kialakítása. Amikor széles területet átfogó sugárra van szükség, akkor lapos fúvókákat alkalmaznak. Ezt a módszert nagy felületek tisztítására használják viszonylag kis fúvókamagasság alkalmazása mellett. A kör keresztmetszetű fúvókák nem ennyire érzékenyek a fúvóka magasságra, viszont egy menetben csak kisebb terület megtisztítására alkalmasak.

A leválasztásnál rendszerint forgó fúvókafejet alkalmaznak, amelynek hatására a forgósebesség nagyon magas értéket ér el a munkadarab felületén. Ez előnyös, mert kis mértékben egy csillapító vízréteg tud kifejlődni a felületen, s ezzel egyenletesen leválasztható felület érhető el. Ellentétben a lapos fúvókával, ahol a sugár röviddel a fúvókából történő kilépés után cseppekre esik szét; ez erős dinamikai terheléshez vezet a megmunkálandó felületen.

3. Kísérlet

A kísérlet célja az volt, hogy igazoljuk azon feltevésünket, amely szerint a terhelések száma és az előtoló sebesség megválasztása fontos összefüggésben állnak. A terhelések száma alatt a szakirodalom, az ugyanazon nyomvonalon történő áthaladások számát érti. A korábbi kísérletekhez hasonlóan, itt is egy 45°-os rámpát alkalmaztunk, amelyre acéllemezeket erősítettünk. Ezt szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra A kísérlet felépítése

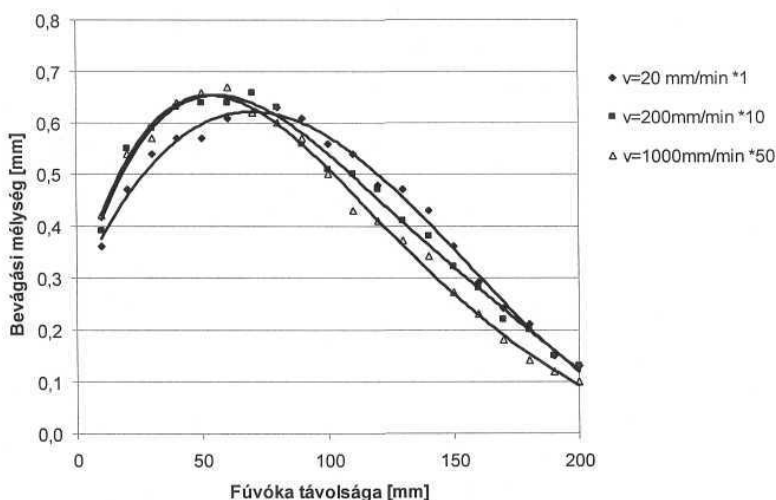
A kísérlethez az alábbi állandó paramétereket alkalmaztuk:

- Anyagminőség: 1.4301,
- Nyomás: 250 MPa,
- Fúvókaátmérő: 0,3 mm,
- Abrázív anyag: nincs.

Változó paraméterek:

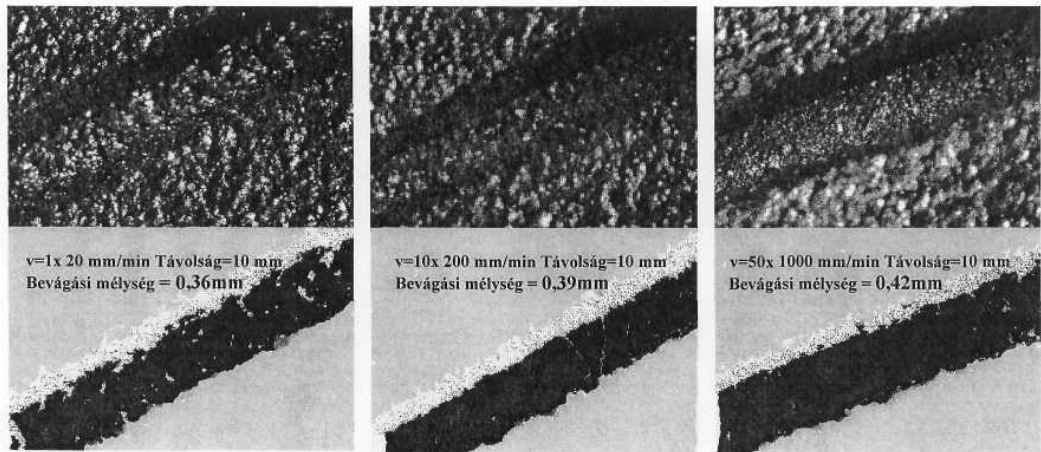
- Előtoló sebesség: 20, 200, 1000 mm/min,
- Terhelések száma: 1, 10, 50 db.

Az előtoló sebességhez a terhelések számát úgy választottuk meg, hogy a megmunkálási idő minden esetben azonos legyen. A kísérlet eredményeit a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra Bevágási mélység változása a távolság függvényében

A nyomvonalakról 10 mm-es távolságonként topográfiai felvételt készítettünk. Ezek a felvételek szabad szemmel is jól láthatók az azonosságok (3.ábra).



3. ábra A kísérleti darabok topográfiai felvételei

4. Eredmények

A felület tisztítására tett kísérlet alapján kijelenthető, hogy különböző előtoló sebességek mellett azonos megmunkálási idővel, azonos bevágási mélység érhető el. A felület többszöri terhelése nem jelent különbséget a bevágási mélységben.

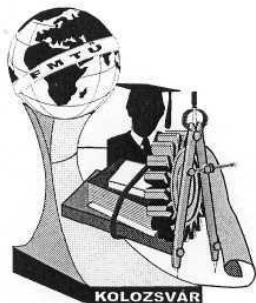
5. Irodalom

1. **Wolfgang Milchers:** Abtrag von Polymeren mit dem reinen Wasserstrahl, Hannover, 2001, ppl-13
2. **Erdmann-Jesnitzer, F., Hassan, A. M., and Louis , H:** A Study of the Oscillatin's Effects on the Cleaning and Cutting Efficiency of High Speed Water Jet. Third Iternational Symposium on Jet Cutting Technology, 1976

Polák Helga / mérnök tanár

Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszék / H-3519 Miskolc, Egyetemváros

Tel: (00-36) 46-565-111 (18-46) methelga@gold.uni-miskolchu



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

LÉZERES FELÜLETÁTOLVASZTÁS FOLYAMATÁNAK ELEMZÉSE

Bitay Enikő, Roósz András

Abstract

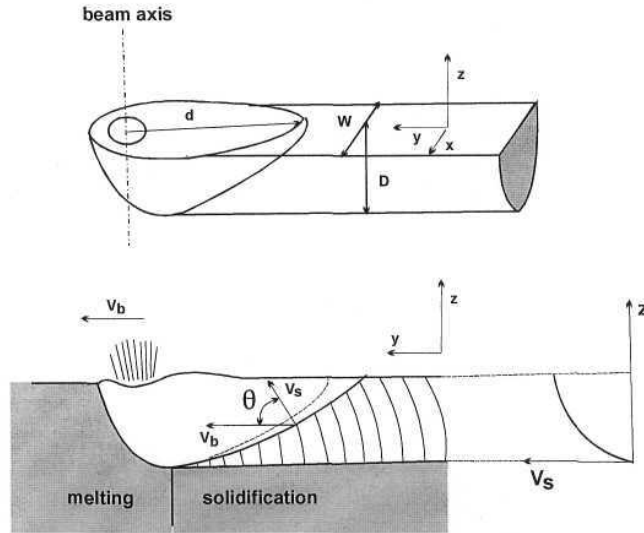
We analyzed transformation processes occurring during laser surfaces melting in the surface layers of C15 unalloyed steel specimens. Experiments have been performed with the following processing parameters: 1, 2, 3, 5 kW laser beam power, and 300, 500 and 700 mm/min scanning speed. For experiraental purposes, we used a CO₂ laser (TRIUMF TLC105) of BAYATI Laboratory in Budapest. Measured data have been evaluated at the Institute of materials science in the University of Miskolc.

Kivonat

Jelen tanulmány a lézeres felületátolvasztás folyamatait elemezi (átalakulások, hőhatások, szövetszerkezeti változások) egy CO₂ lézerrel átolvasztott C15 minőségű acélpróba felületi rétegében. A lézeres kísérleteket, melyek egyedi (átlapolatlan) sáv előállítására és vizsgálatára irányultak, a következő technológiai paraméterekkel végeztük: alkalmazott sugárteljesítmény: 1, 2, 3, illetve 5 kW; és a pásztázó sebesség: 300, 500, 700 mm/perc. A lézeres kezelésre egy TRUMF gyártmányú TLC105 típusú CO₂ lézer alkalmazásával a budapesti Bay Zoltán Anyagtudományi Intézet (BAYATI) laboratóriumában került sor. A kísérletek kiértékelését a Miskolci Egyetem Anyagtudományi Intézet laboratóriumában végeztük.

1. Lézeres felület átolvasztás

A lézeres felület átolvasztás során a felületre bocsátott nagy energia hatására a felület egy vékony rétege megolvad. A megolvadt réteg alatt a hővezetés következtében hőhatásövezet alakul ki. A lézeresen megolvasztott tócsa alakjának két jellemző adata a szélesség és mélység (1. ábra).



1. ábra. Az átolvasztott tócsa geometriája, [1]

1.1. A megolvadt zóna jellemzése

A megolvadt tócsa térfogata néhány mm^3 . A tócsa mélysége függ a lézersugár teljesítményétől, a pásztázási sebességtől, a sugárméretől, valamint az anyag reflektáló képességétől és a hőelvonásától, röviden szólva az egységnyi idő alatt az egységnyi térfogatban felhalmozódó energiától. A gyors dermedés ($10^4 \sim 10^6 \text{ K/s}$) következtében a felületi réteg tulajdonságai megváltoznak. A hűlési sebességet adott sugárparaméterek esetén az olvadáktócsa alatti alapanyag hődiffúziós tényezője és a hőmérséklet gradiens határozza meg [1,2].

2. Átalakulások, hőmérsékletövezetek a lézeresen átolvasztott C15 minőségű acélban

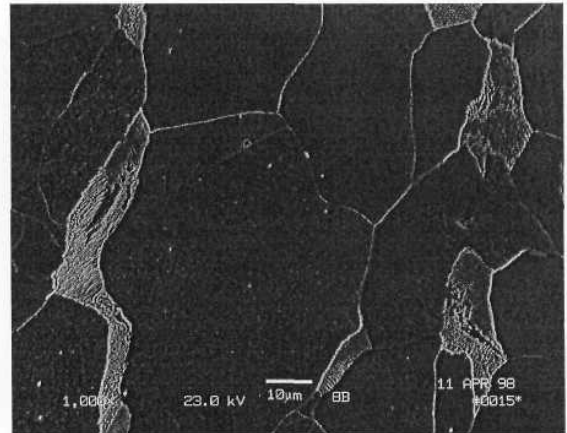
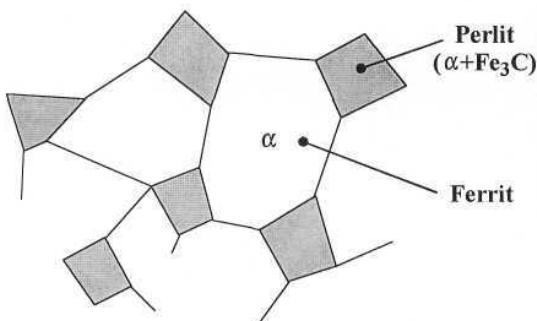
A megolvadt tócsa alatt a hőhatásövezetben mind a felmelegedés, mind pedig az azt követő lehűlés során átalakulások mennek végbe. A 2. ábrán a lézersugár környezetében kialakult jellegzetes hőmérsékleti tartományokat mutatjuk be. A tócsa középvonalában a hőmérséklet eloszlás az ábra jobb oldalán látható.

Az acél felületi hőmérséklete jelentősen meghaladja a likvidusz hőmérsékletet. A likvidusz hőmérséklet felett csak olvadék, míg a likvidusz és szolidusz közötti tartományban, vagyis az olvadék és szilárd fázis együttesen van jelen (mushy zóna).

Mindezek alatt a hőhatásövezet helyezkedik el, mely az A_1 - A_3 , A_3 - T_s átalakulásoknak megfelelő izotermákkal jellemezhetők. A fénymikroszkópon ezek az övezetek ugyan nem különíthetők el, az átalakulások szempontjából viszont fontos ezeket külön tárgyalni.

2.1. Átalakulások hevítéskor

A C15 minőségű acél szövete szobahőmérsékleten ferrit-perlites, megközelítőleg 80% a ferrit, a többi perlit (4. ábra).



1000:1

4. ábra. Az C15 acél kiindulási szerkezete (ferrit-perlit)

Az A_1 hőmérséklet (723 °C) alatt a szerkezet lényegesen nem változik.

Az A_1 - A_3 hőmérsékletek közötti (723°C- 850°C) zónában a perlit ausztenitté való átalakulása elkezdődik, ez az eutektoidos cementit lépcsőzetes oldódásával és az ausztenit karbonnal való dúsulásával történik.

A A_3 és $T=911^\circ\text{C}$ hőmérsékletek közötti zónában a ferrit csak úgy tud ausztenitessé válni, ha C-t vesz fel (az át nem alakult ferrit karbon tartalma igen kicsi, ezért lehet a szénvasra jellemző átalakulási hőmérséklettel, 911°C-al számolni). A perlitben megtörténik az α -Fe ausztenitté (γ -Fe) való átalakulása, a cementit egy része feloldódik. A karbon a ferrit irányába diffundál

(Fe_3C oldódik), ebből következik, hogy nő a γ (ausztenit) mérete (ebben található a maradék karbon). Ebben a hőmérséklettartományban - ha elég hosszú idő áll rendelkezésünkre - az ausztenitesedés teljesen végbemehet.

A $T=911^\circ\text{C}$ és T_s hőmérsékletek közötti zónában a ferrit ausztenitesedik, anélkül, hogy karbon kellene oldania, azaz az ausztenitesedésben nincs szükség diffúzióra.

Végbemenő átalakulások a $T_{911} - T_s$ között:

- proeutektoidos a Fe_3C \rightarrow γ -diffúzió nélkül, valószínűleg kooperatív atommozgással végbemenő átalakulás;
- perlit a fázisa Fe_3C \rightarrow γ -diffúzió nélkül;
- perlit Fe_3C fázisa \rightarrow részben feloldódik.

A perlitnek a Fe_3C tartalma részben feloldódik, a karbon elkezd kifelé diffundálni, a volt proeutektoidos ferritbe.

Az 1493°C hőmérséklettől az ausztenit felbomlik δ -ferritre és olvadékra, a kristályos fázis folyamatosan oldódik, ahogy közeledünk a $T_L \sim 1530^\circ\text{C}$ hőmérsékletéhez.

Megjegyezzük, hogy az A_1 és A_3 kritikus pontok abszolút értékei magasabb hőmérsékleti zónába tolnak el a felmelegítés sebességének növelése arányában.

2.2. Átalakulások lehűléskor

2.2.1. Kristályosodás

A megolvadt rész kristályosodása dendritesen történik, a dermedés sebességét az olvadékban mért hőmérsékleti gradiens mértéke és a konstitucionális túlhűlés viszonya határozzák meg.

A kristályosodási folyamat, az ötvöztelen C15 minőségű acél esetében még gyors hűtés esetén is közel egyensúlyi feltételek között zajlik. Ennek oka, hogy a karbon diffúziója a szakirodalom alapján is olyan gyors, hogy a lézeres felületkezelés viszonyai között is ki tud alakulni a közel egyensúlyi helyzet. Ennek értelmében a következő mechanizmusok valósulnak meg:

- 1530°C és 1493°C hőmérséklet között δ -ferrit dendritek kristályosodnak és növekednek az olvadékban, mely folyamatosan karbonban dúsul. A peritektikus hőmérséklet elérésekor a $\delta_{0,1}$ ferrit és $L_{0,51}$ olvadék között termodinamikai egyensúly alakul ki;

- **1493 °C hőmérsékletnél** peritektikus reakció jön létre, mely felhasználja a teljes olvadékot és az összes szilárd fázist (85% olvadék, 15% δ -ferrit), és ausztenit kristályok jönnek létre 0,16% átlagos karbon tartalommal.

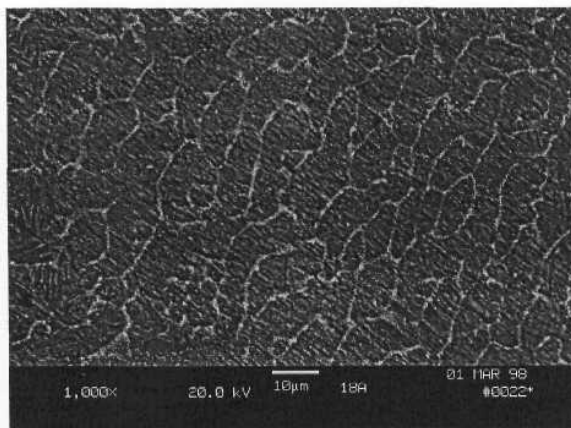
Ez utóbbi peritektikus reakció az egyes szakirodalmak szerint [4, 5, 6, 7, 8, 9] a fémalapú vékony rétegekben a nagy hűlési sebességek miatt elmaradhat, mivel diffúziós tömegmozgással jár.

Függetlenül attól, hogy a kristályosodás milyen módon valósul meg, valószínű, hogy a létrejövő szerkezet 1493 °C hőmérséklet körül tisztán ausztenites.

A dendrites kristályok mérete az átolvasztott réteg felső felében és a belsejében (5. ábra és 8. ábra) a dermedés sebességétől és a konstitucionális túlhűlés mértékétől függ.

Azoknál az ötvözeteknél, ahol kicsi az ötvöződés, illetve alacsony a széntartalom (mint ebben az esetben is), a dendrit határ csak specifikus kémiai maratással észlelhető (például pikrál alapú marószert használataival).

A kialakult dendritben a karbon tartalom megfelel az átlagos összetételnek, lévén, hogy a karbon gyorsan diffundál, így a karbon koncentráció eloszlás lényegében nem befolyásolja az átalakulást.

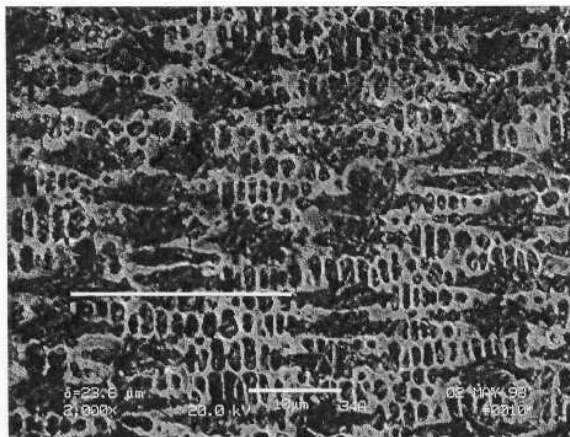


5. ábra. Lézeresen átolvasztott C15 acél (P=3kW)
(az alsó réteg szerkezete, a felülettől 0,8 mm mélységben)

A hűlési sebesség meghatározásához a szekunder dendritág távolságát mértük, ez a gyakorlatban is jól bevált módszer.

A kristályosodásnál a legnagyobb hűlési sebességet a lézernyaláb legnagyobb pásztázó sebességénél észleltünk (700 mm/perc, 7. ábra). Mint ismeretes, a szekunder dendritág távolság fordítottan arányos a kristályosodás hűlési sebességével.

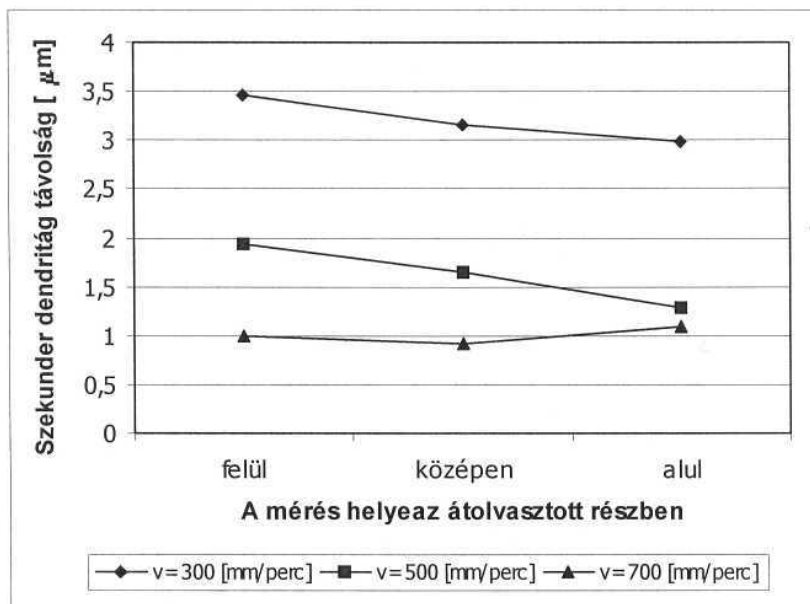
Tekintve, hogy az átolvasztott réteg vastagsága nagyon kicsi (~ 1 mm), a kristályosodási sebesség eltérése az átolvasztott réteg felső, illetve alsó részében nem jelentős.



2000:1

6. ábra. Lézeresen átolvasztott C15 acél (P=3kW)

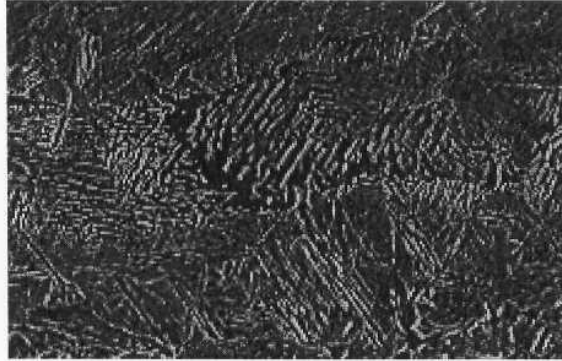
(a felső réteg szerkezete)



7. ábra. A lézernyaláb pásztázó sebességének hatása a szekunder dendritág távolságra, a megolvadt zóna különböző rétegmélységében (fölről/középen/alul)

A hűlési sebesség általában nő a megolvadt tocsán belül a felülettől mért távolság függvényében (7. ábra), kivéve azt az esetet mikor a lézernyaláb pásztázó sebessége nagy ($v=700$ mm/perc). Ez

utóbbi speciális esetben a létrejött átolvadé réteg jóval kisebb, ennek következtében az olvadék és a szilárd alapanyag határán a hűlési sebesség nagyobb lesz, mint a tócsa közepén. Ebben az esetben a kristályosodás nagy valószínűséggel a megolvasztott zóna közepében fejeződik be, ami porozítások és mikrolunkerek képződéséhez vezethet (8. ábra).

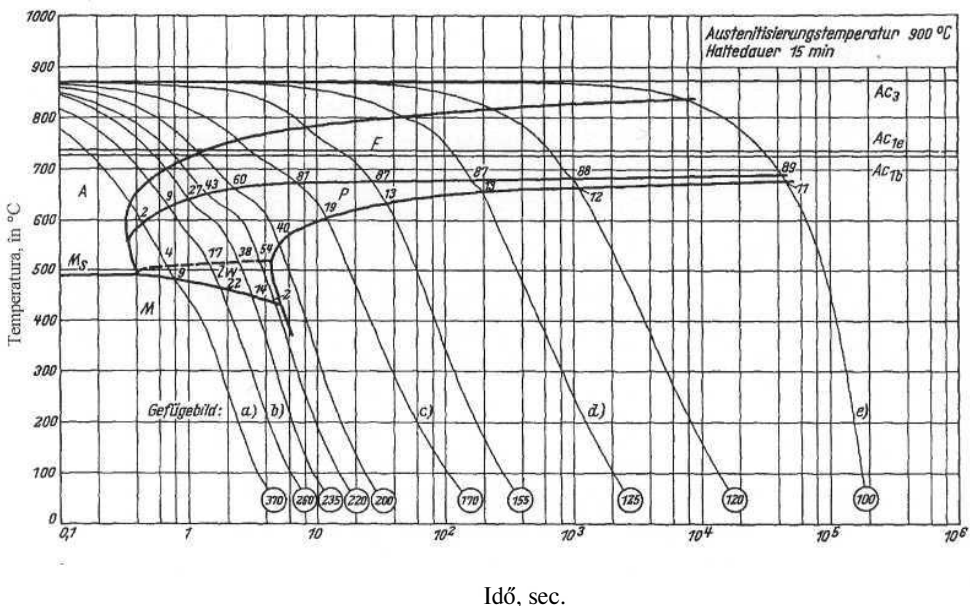


1500:1

8. ábra. Mikrolunker a lézeresen átolvasztott zóna közepén (P=3kW)
(martenzit és bénit mátrix)

2.2.2. Fázis átalakulások szilárd állapotban

Az ausztenit átalakulása C15 acélban megegyezik a hipoeutektoidos acélokra jellemző átalakulási folyamatokkal.



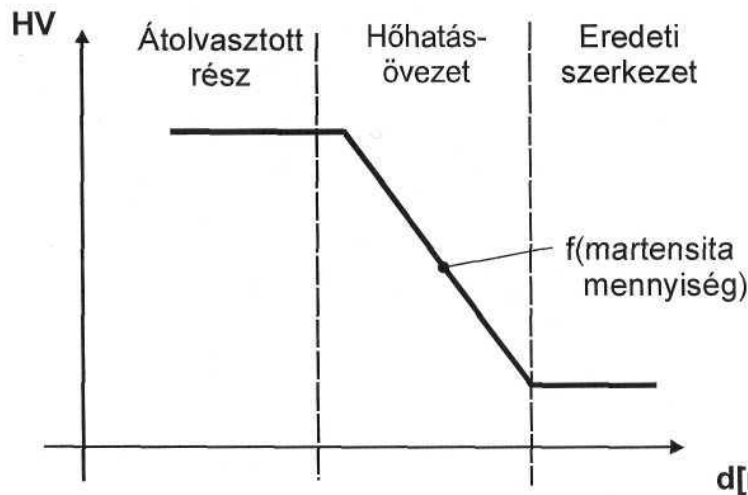
9. ábra. C15 acél folyamatos hűtésére érvényes átalakulási diagramja, [10]

A lézeres felületkezelés során a hűlés olyan gyors, hogy nagy valószínűséggel martenzit és bénit keletkezik. Erre a megállapításra jutunk, ha megvizsgáljuk a C15 acél folyamatos hűtésére érvényes átalakulási diagramját.

A 9. ábrán feltüntetett folyamatos átalakulási diagramból megállapítható, hogy az átlagos hűtési sebességtől függően a C15 acél szövetszerkezete többnyire heterogén jellegű: metastabil fázisokból (martenzit és bénit), valamint egyensúlyi szövetelemekből (ferrit és perlit) áll. Ezek az átalakulások végbemennek a lézeresen átolvasztott acél réteg kristályosodásakor keletkezett ausztenitben, úgy a megolvasztott zónában, mint a hőhatásövezetben.

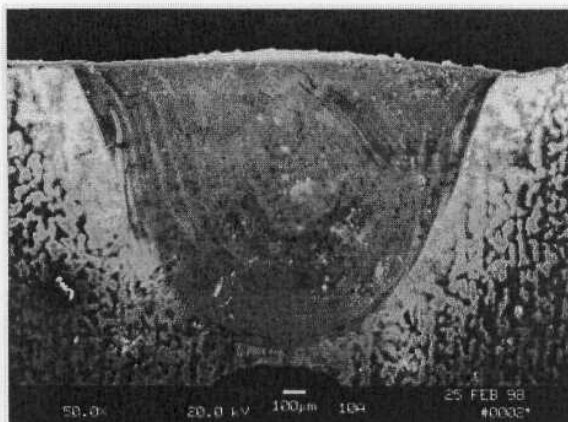
A hőhatás övezet a felmelegítés után vagy tisztán ausztenitből, vagy ausztenit és ferrit keverékéből áll, ez a fém rétegben elért csúcshőmérséklettől függ. A lézeresen kezelt acél felületén a nagy hűlési sebesség következtében az ausztenitből döntően martenzit (esetleg kisebb mennyiségben bénit) keletkezik.

A martenzit és bénit keverékének keménysége egyrészt azok arányától, másrészt az ausztenitből képződött martenzit karbontartalmától függ. Minél nagyobb az ausztenit karbontartalma, annál nagyobb a martenzites rács torzulása, és ennek eredményeképpen a keménysége is [11].

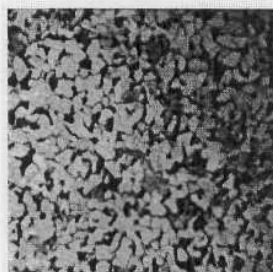


10. ábra. A keménység eloszlása a lézeresen átolvasztott felülettől mért távolság függvényében

A lézeresen átolvasztott felületi réteg szövetszerkezete nem homogén. A lézeresen átolvasztott acél makro- és mikroszerkezete a felülettől mért távolság függvényében folyamatosan változik, ezt a megállapítást illusztrálják a 11-14 ábrán látható mikroszkópos szövetképek.



11. ábra. Lézeresen átolvasztott C15 acél makroszerkezete (egyedi sáv)

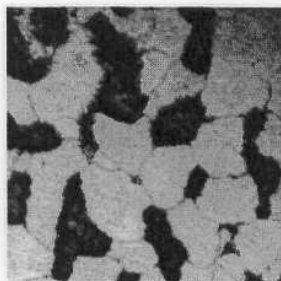


50:1

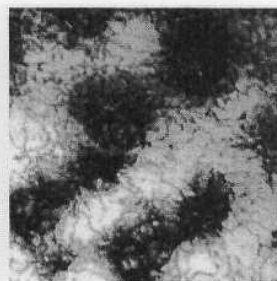


1000:1

12. ábra. A C15 acél normalizált (eredeti) szerkezete

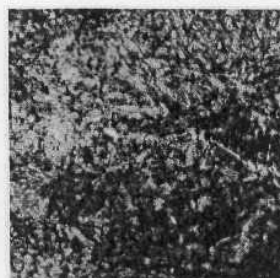


800:1

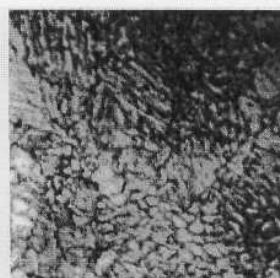


800:1

13. ábra. A hőhatás övezet szerkezete, A1-A3 hőmérséklet között



50:1



100:1

14. ábra. Az átolvasztott zóna szerkezete

3. Összefoglalás, következtetések

A lézeres felületkezelésen alapuló vizsgálatok legfontosabb eredményei az alábbiakban összegezhetők:

- A lézeres felületkezelés eredményeként a C15 acél felületi átolvasztását követően egy viszonylag vékony felületi rétegben metastabil fázisok, döntően martenzit és csekély mennyiségű bénit keletkezik. E meglehetősen kemény réteg vastagsága 3kW sugárteljesítmény és 700 mm/perc pásztázási sebesség alkalmazásakor eléri az 1 mm-t, 3kW sugárteljesítmény és 300 mm/perc pásztázási sebesség alkalmazásakor pedig az 1,6 mm-t.
- A metallográfiai vizsgálatok igazolták, hogy a kezelési paraméterek döntő módon befolyásolják az átolvasztott, illetve hőkezelt réteg mélységét és paramétereit. A lézersugár teljesítményének növelésével növekszik a réteg vastagság, a pásztázási sebesség növelésével csökken. A mérési sorozat eredménye alapul szolgál az optimális paraméterek kiválasztásához.
- A kísérletek tapasztalata, hogy azonos sugárteljesítménynél az előtolási sebesség 300-ról 700 mm/perc-re történő változtatása egyenletesebb rétegvastagságot biztosít.
- További tapasztalatunk, hogy a hőhatás övezet a megolvadt rész metastabil fázisai és az alapanyag között stabil kötést biztosít.
- A lézeres felület átolvasztás esetében a kialakult hűlési sebesség hatása jól becsülhető a szekunder dendrit ág távolság függvényében.
- A metallográfiai vizsgálatok igazolják a nem egyensúlyi hevítési és hűtési körülmények hatására végbemenő átalakulási folyamatok jellegére vonatkozó elméleti megfontolásainkat.
- A védőgáz alkalmazása a lézernyaláb körül - metallográfiai vizsgálatok alapján - megakadályozza a nemfémes zárványok (oxidok) kialakulását.

Irodalom

1. Roósz A., Rozsnoki I., Teleszky I., Uray Gy., Sólyom J., Gácsi Z., Kovács Á., Baán M. : *Modification of hot working steel surface by laser treatment*, The 7th International Conf. on Surface Modification Technology, Niigata, Japán, 1993 okt. 31.- nov.3.

2. **Bitay E., Roósz A.:** Acélfelület keménységének növelése lézeres felületátolvasztással, FMTÜ-EME, Kolozsvár, 1998, 253-256 old.
3. **Bitay Enikő:** Teza de doctorat, Universitatea Tehnica, Kolozsvár, 2002.
4. **Grum, J., Šturm, J.:** *Characteristics of laser surface melt-hardening and possibilities of optimizing process*, Proceeding of the Second International Conference on Quenching and the Control of Distortion, Cleveland, Ohio, 4-7 noiembrie 1996, pag. 193-200.
5. **García-Alonso, M.C., Escudero, M.L., López, V., Macías, A.:** *Characterization and Corrosion Behaviour of Laser Surface Alloyed Ni-Cr-W-Mo-Cu-C-B Coatings*, ISIJ International Vol.37, 1997, pag. 161-168.
6. **Ariely, S., Shen, J., Bamberger, M., Dausiger, F., Hugel, H.:** *Laser surface alloying of steel with TiC*, Surface and Coatings Technology, Nr.45, 1991, pag. 403-408.
7. **Germaud, M. și alții:** *The microstructure of rapidly solidified Al-Fe alloys subjected to laser surface treatment*, Acta Metall, Vol.38., Nr.12, 1990, pag. 2587.
8. **Gasser, E., Kreutz, E.W., Krönert, W., Lohmann, K., Wissenbach, K., Zografou, C.:** *Dispersion of hard particules in light alloys with CO₂ laser radiation (Surface of Aluminium)*, ECLAT, Göttingen, DGM Verlag, Germania, 1992, pag. 651-653.
9. **Bloyce, A.:** *Energy beam surface melting and alloying of tool steel*, PECO-HITEST Network III.Seminar, Proceedings ed. and publ. by AGH, Krakow, 1994, pag.110-126.
10. **Orlich, J. és társai:** ATLAS ZUR WÄRMEBEHANDLUNG VON STÄHLE, Verlag Stahleisen M.B.H., 1972, Düsseldorf.
11. **Ion, J.C. és társai:** Laser transformation hardening of low alloy hypoeutectoid steel, Matériái Science and Tehnic, Vol.8., 1992, pag. 799.

Dr. Bitay Enikő, tudományos kutató

Erdélyi Múzeum-Egyesület; Ro- 400009, Kolozsvár, Jókai / Napoca u. 2-4.

Telefon/fax: +40-264-595176; Mobil: +40-740-589718

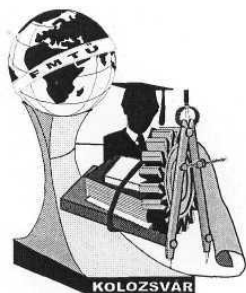
E-mail: bitay@eme.ro

Dr. Roósz András, DsC, Tanszékvezető

H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet, Fémteni Tanszék

Tel: +3646-565111 -1543; Fax:+3646-565201

E-mail: femroosz@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

HYPEREUTEKTIKUS AL-SI-NI ÖTVÖZET KOPÁSÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA AZ ALAKÍTÁS MÉRTÉKÉNEK FÜGGVÉNYÉBEN ÉS ÖSSZEHAISONLÍTÁSA ALUMÍNIUM ÉS ACÉL PRÓBATESTEKKEL

¹ Kuzsella László, ² Kovács Tünde

Abstract

The wear resistance of the hypereutectic Al - Si - X alloys disintegrated by fast cooling were studied by several ways depending on the holding temperature and their Si content since the application of these powder metallurgical alloys increases nowadays, especially in the car industry as connecting end and piston in explosion engines. The specific alloy for our experimental series was chosen as Al Si27% Ni6%.

The paper studies the flow chart and the wear resistance of the material as a function of the squeezed grade.

The wear results were compared with the R2 (high-speed steel) and the traditional AlMgSi1 (standard notation).

The obtained results can be useful in the design of the production of parts exposed to wear.

Összefoglaló

A gyorshűtéssel porított hipereutektikus AL-Si-X ötvözetek kopásállóságát számos esetben vizsgálták, a szilíciumtartalom függvényében, illetve a hőntartás hőmérsékletének függvényében.

A dolgozat által taglalt ötvözet, porkohászati úton, izosztatikus nyomással előállított speciális Al Si27% Ni6% ötvözet melynek felhasználási területe rohamosan fejlődik, elsődlegesen a gépjárműiparban belsőégésű motorok hajtórúdjaiban ill. dugattyúinál jelentős. Ezen alkalmazások az átlagostól jobb kopási ül. a szilárdsági jellemzőket kívánnak meg az anyagtól.

A dolgozat az alakíthatóság függvényében vizsgálja az anyag szilárdságát, keményedési tényezőjét ill. kopásállóságát, majd összehasonlítja más anyagok keményedési és kopásállósági tényezőjével.

A kapott eredmények segítségével szolgálhatnak a kopásnak kitett alkatrészek technológiai tervezésénél.

1. Al Si27 Ni6 porkohászati ötvözet keményedési tényezője

1. táblázat. Al Si27 Ni6 pormetallurgiai ötvözet összetétele

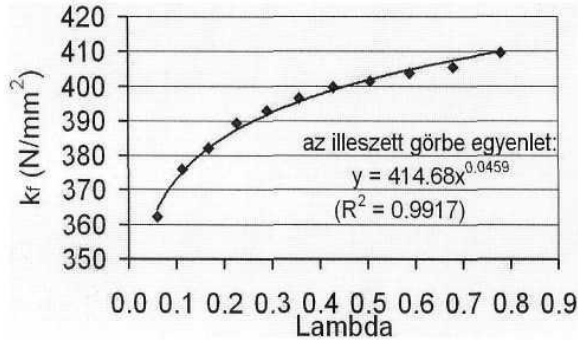
	Al	Si	Ni	Fe	Mg
wt%	66.56	27	6	0.4	0.04

A vizsgálatokhoz általunk használt anyag Al Si27% Ni6% összetételű, melynek előállítása a hagyományos porkohászati eljárástól kissé eltér: 1200 °C olvadékból gyorshűtéssel argonporlasztással előállított porból 420°C-on történő izotermikus sajtolással konszolidált rúdanyag [1].

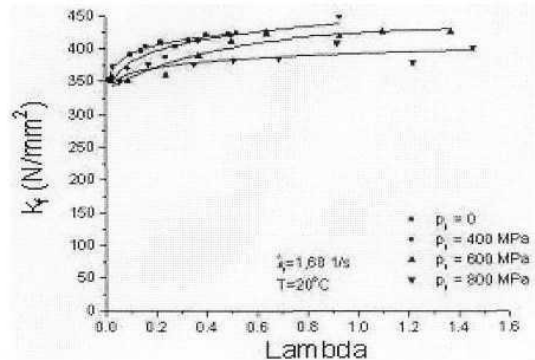
Az extrudált rúdból először Ø 15,3 x 22 mm -es hengeres testeket forgácsoltunk, majd ezeket zömítettük. A képlékeny hidegalakítás hatására a fémek felkeményednek. Ezt a keményedési folyamatot tapasztaltuk a próbatestek alakítása során. A keményedés erősen korlátozta a porkohászati

anyag alakíthatósága. A mi esetünkben maximális alakíthatóság $\lambda=0,8$ volt, ennél nagyobb alakítás esetén a próbadarab megrepedt. Felvettük a vizsgált anyag folyásgörbáját, vagyis az alakítás (λ) függvényében ábrázoltuk az anyag folyáshatárát (k_f).

Az általunk mért folyásgörbe 1. ábrában található. A 2. ábrában azonos összetételű porkohászati ötvözet az irodalomból [1] vett folyási görbéi találhatók. A különböző görbék különböző sajtolási nyomással készített darabok folyásgörbéit mutatják.



1. ábra. AlSi27Ni6 porkohászati ötvözet általunk mért folyási görbéje



2. ábra. AlSi27Ni6 porkohászati ötvözet irodalomból vett folyásigörbéi

Az irodalomból vett és az általunk mért folyási görbe nagyon jó egyezést mutat.

A folyási görbe kezdetén a keményedés rendkívül erőteljesen jelentkezik, majd az irodalmi adatok alapján $\lambda=0,8$ érték körül a folyáshatár egyre inkább függetlenedik az alakíthatóság mértékétől.

Az alakíthatóság és a folyáshatár közötti függvénykapcsolatot leginkább a következő egyenlettel lehet közelíteni.

$$k_f = c \cdot \lambda^n \quad (1)$$

ahol, n: keményedési tényező

Az (1) egyenletet felhasználva görbét illesztve a mérési pontokra a következő kifejezés adódik.

$$k_f = 414,68 \cdot \lambda^{0,0459} \quad (2)$$

Tehát a keményedési tényező az Al Si27% Ni6% porkohászati ötvözet esetén $n = 0,0459$.

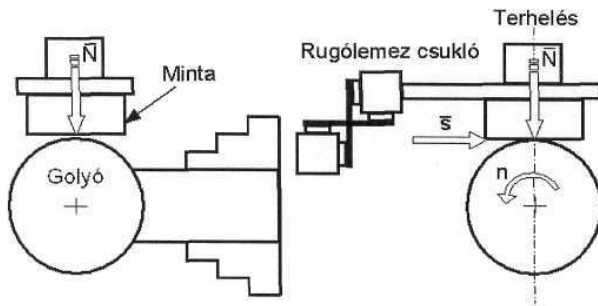
Ez a keményedési tényező meglehetősen alacsony, más fémeket figyelembe véve (pl.: Al MgSi1: 0.142; alacsony karbon tartalmú ötvözetlen acél esetében 0,23 - 0,26-ig terjedő érték), vagyis az alakítás nem okoz túlzott keményedést az adott ötvözet esetén.

2. Kopási mérések

A kopási szám meghatározására a 3. ábrán látató berendezést használtuk. Az érintkezési felület: golyó-sík. A minta adott normálirányú terhelőerővel nekinyomódik egy forgó golyónak [2].

Koptatás közben semmilyen kenőanyagot nem alkalmaztunk.

A minták és az ellenanyag mérete, valamint a kísérleti paraméterek minden mérés esetében megegyeztek.



3. ábra. A mérési összeállítás sematikus rajza

Minta mérete: $\varnothing 15,3 \times 22$ mm henger

Kísérleti paraméterek:

- szobahőmérséklet
- terhelés: $N = 0,49$ N
- fordulatszám: $n = 900$ rpm
- koptatás időtartama: $t = 15$ min.
- golyó anyaga: GO3
- golyó átmérője: $R = 10$ mm

A vizsgált ötvözeteken kívül koptatási méréseket végeztünk teljesen azonos körülmények között, két másik anyagon is, R2 jelű gyorsacélon, és AlMgSi1 jelű alumínium ötvözetben.

2.1. A kopási szám számítása

A kopási számot a mintán a forgó golyó által koptatott gömbsüveg térfogatából, koptatási úthosszból, és a normál irányú terhelésből számítjuk a következő képletek alapján.

Gömbsüveg mélysége, h (mm):

$$h = R - \sqrt{R^2 - r^2} \quad (3)$$

Kikopott térfogat, V_v (mm³):

$$V_v = \frac{h \cdot \pi}{6} \left(\frac{3}{4} d^2 + h^2 \right) \quad (4) [3, 4]$$

Kopási úthossz, S (m):

$$S = n \cdot 2R \cdot \pi \cdot t \quad (5)$$

Kopási szám, K (mm³/Nm)

$$K = \frac{V}{S \cdot N} \quad (6)$$

2.2. Mérési eredmények

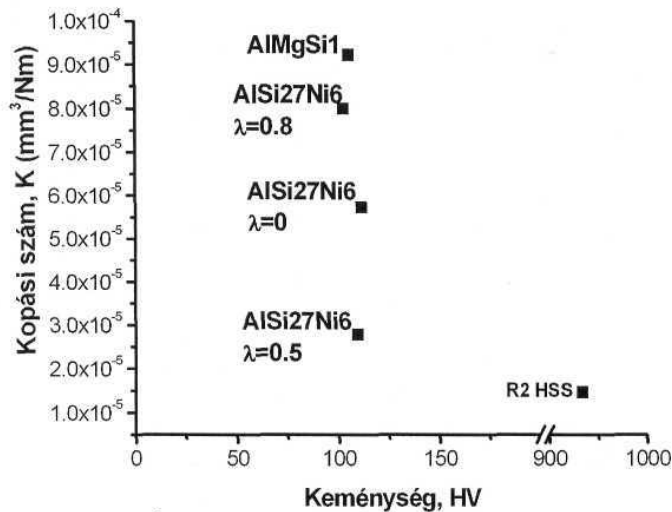
A mérési eredmények összefoglalva az 2. táblázatban találhatók. [5]

2. táblázat. Mérési eredmények

Anyag		Minta jele	Gömbsüveg mélysége, h (mm)	Kikopott térfogat, Vv (mm ³)	Kopási szám, K (mm ³ /Nm)	Keménység, Hv
R2 gyorsacél		S/1	0.018	0.010	2.41E-05	934
		S/2	0.008	0.002	5.34E-06	934
		S/3	0.013	0.006	1.36E-05	934
		S/4	0.014	0.006	1.52E-05	934
AlMgSi1		Als1	0.034	0.036	8.77E-05	107.4
		Als2	0.044	0.061	1.48E-04	104.1
		Als3	0.023	0.017	4.05E-05	105.3
Vizsgált PM ötvözet Al Si27% Ni6%	λ = 0	Zi1	0.026	0.022	5.30E-05	123.2
		Zi2	0.029	0.027	6.48E-05	103.5
		Zi3	0.027	0.022	5.38E-05	107.9
	λ = 0.8	05Zi1	0.011	0.004	9.23E-06	109.1
		05Zi2	0.030	0.029	7.01E-05	110.4
		05Zi3	0.007	0.002	3.74E-06	108.8
	λ = 0.5	08Zi1	0.036	0.040	9.66E-05	101.3
		08Zi2	0.029	0.026	6.32E-05	104.1

3. Összefoglalás

Az átlagos kopási számok találhatóak az átlagos keménység függvényében a következő ábrában (5.ábra).



5. ábra. Átlagos kopási számok találhatóak az átlagos keménység függvényében

A vizsgált alumínium ötvözetek keménységében nincs jelentős különbség, a kopási tulajdonságokat tekintve azonban jelentős eltérések tapasztalhatók.

A vizsgált Al Si27% Ni6% pormetallurgiai úton előállított ötvözet kedvezőbb kopási tulajdonságot mutatott mint a AlMgSi jelű ötvözet.

A PM ötvözetnél az alakítás mértéke nagyban befolyásolta a kopási tulajdonságokat. A legkedvezőbb kopási tulajdonság a $\lambda=0,5$ alakítás estén volt megfigyelhető, melynek kopási száma a nem tért el jelentősen vizsgált gyorsacél kopási számától.

Irodalomjegyzék

- [1] TÖRKÖLY T.: A hőkezelés hatása hypereutektikus RS/PM Al-Si-Ni ötvözetek szerkezeti stabilitására, Anyagvizsgálók Lapja, 11. évfolyam 2. Szám 2001. p. 78.
- [2] R. COLACO, R VILAR: Abrasive wear of metallic reinforced materials, Wear 255, 2003. p.643-650.
- [3] J. RICHTER, I. M. HUTCHINGS, T. W. CLYNE, D. N. ALLSOPP, X. PENG: Tribological characterization of diamond like-speed steels, Matériái characterization, 45, 2000. p.233-239.
- [4] BHARAT BHUSHAN (editor): Modern tribology handbook, CRC press, 2001. ISBN 0-8493-8403-6
- [5] Kovács T., Kuzsella L., Dévényi L: Wear Resistance of Hypereutectic Al-Si-Ni Alloy as a Function of Forming Rate and Comparison of Aluminium and Steel Sample, microCAD 2004

¹Kuzsella László

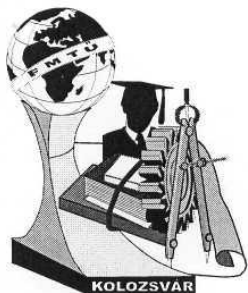
Ph.D hallgató

Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet

3515, Miskolc-Egyetemváros

femkuzsy@uni-miskolc.hu

00 36 46 565 111/2074



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

A FÜGGŐLEGES SÍKÚ CSUKLÓKAROS ROBOTOK MODELLEZÉSE A ROBOT MERIDIÁN SÍKJÁN

Nagy József

Abstrac

The purpose of the completed software is to make the learning of the robotics/robot technology easier and to help on understanding of the curriculum.

This program shows the graphic description (while the arm is being in motion) of the geometrical sizes which can be given by the user and alsó shows the shape of the specified robot meridian-borderline (work-area). The work area can be defined by using the kinematic regulations. The characteristics of the arm's motion can be analysed while moving by displaying actual angles, the coordinates of the TCP (Tool Center Point) and notable angles and so we can understand the relations easier.

Of course the software can move the arm to any optional point giving by the user. The user has two possibilities:

1. so called "simple motion method"
2. „bypass” method

The second method can be analysed in details thanks to "following reach" beacuse the motions stops until user-intervention/interference between the motion phases.

The built-in manual moving function ensures the analyzing the characterisites of the robot-arm.

Összefoglalás

Az elkészült szoftver célja a Robottechnika/Robotika tantárgy oktatásának/tanulásának megkönnyítése, a tananyag megértésének elősegítése.

A program szemléletesen (mozgás közben) mutatja be a paraméterként megadható geometriai méretek, valamint kinematikai előírások felhasználásával a definiált robot meridián-határvonalának (munkaterének) alakját. A robot mozgatása közben az aktuális szögállások, a TCP (Tool Center Point) koordinátájának, illetve a nevezetes szögállások kijelzésével, a kar mozgási jellemzőinek elemzése, az összefüggések mélyebb megértése válik lehetővé.

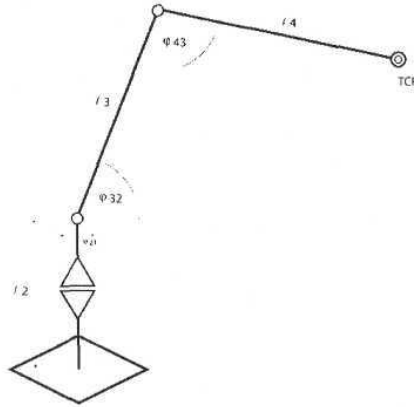
A szoftver természetesen képes a felhasználó által szabadon megadott pozícióra is mozgatni a robotot. Mindezt két módon tudja megtenni;

1. ún. egyszerű mozgással
2. „elkerülő” módon

Az utóbbit a „követő elérés” funkciónak köszönhetően részletesen is ki lehet elemezni, ugyanis a mozgási fázisok között a mozgás a felhasználó beavatkozásáig megáll.

A beépített manuális mozgatási funkció a robotkar mozgási jellemzőinek még érzéketesebb elemzését biztosítja.

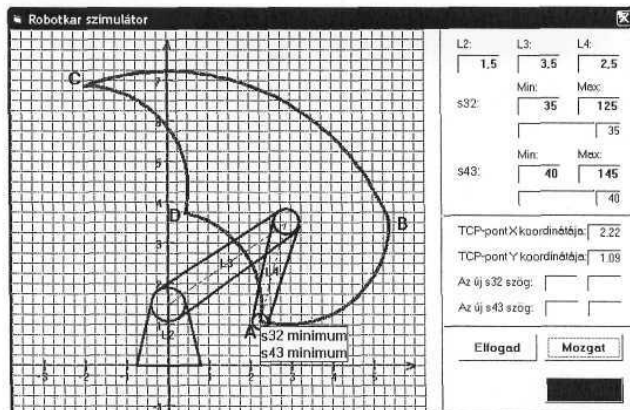
Néhány szó a függőleges síkú csuklókaros robotokról



1. ábra A függőleges síkú csuklókaros robot sematikus rajza

A robotkart jellemezni a geometriai méreteivel (l_2 , l_3 , l_4 karok hossza), valamint a kinematikai előírásaival, a φ_{21} , φ_{32} , φ_{43} szögek minimum és maximum értékeivel lehet. A program szempontjából a φ_{32} és φ_{43} szögek fontosak. A φ_{21} viszont érdektelen, mivel az a függőleges tengelyen vízszintes irányú elmozdulást tesz lehetővé. A kar végét a robot szerszámközpontjának, angol rövidítéssel TCP-pontnak (Tool Center Point) nevezzük. A TCP-pont világkoordináta rendszerbeli pozícióját leíró egyenletrendszer segítségével tudjuk megadni a kar végpontjának mindenkori helyzetét. Ennek egy speciális esete a meridián határvonalát, a robot munkaterének határait adja meg.

A program működése, funkciói



2. ábra A program felhasználói felülete

➤ A mozzgatás vezérlése, meridián metszet bejárása

Ennek megvalósítása úgy történik, hogy a program

- A robotkart alkotó vezérlők (vonalak, körök) pozícióit kis lépésekkel változtatja egy időzítő segítségével.

- b) Természetesen ennek a mozgásnak a robot kinematikai előírásait figyelembe véve kell történnie. Ehhez virtuális „érzékelők”-et kellett beépíteni a mozgási szélsőértékek detektálására, valamint meg kellett oldani ezen „érzékelők” a „külvilág” (a program vezérlése) felé irányuló kommunikációját.
- c) Ezen túlmenően a mozgítás irányát, valamint a mozgatandó karrészt is a meg kell határozni a kar állapotainak vizsgálatával.

Az így megvalósított mozgítás a definiált robot munkaterületének határvonalátjárja be.

➤ A robotkar mozgása tetszőlegesen megadott pozícióba

Mivel a csuklókaros robotok karrészei a kinematikai kényszereik miatt kizárólag rotációs mozgásra képesek, ezért ehhez első lépésként szükségünk van a tetszőleges pont elérését lehetővé tevő szögállások meghatározására.

A probléma: hogyan kaphatjuk meg azt a pontosan egy szögállás kombinációt, amellyel a kiválasztott pont elérhető? Ezt egy olyan (általam „háromszög” megoldásnak nevezett) összefüggéssel kaphatjuk meg, amely azt használja ki, hogy az elérendő pont, az ℓ_2 kar vége, illetve az ℓ_3 kar vége a H-pont egy háromszöget alkot. Mivel az ℓ_3 és ℓ_4 kar hossza ismert, ezért ha meghatározzuk az ℓ_2 karvég és az új TCP-pont közötti távolságot, akkor a háromszög oldalainak ismeretében a koszinusz-tétel alkalmazásával egyszerűen határozható meg a háromszög bármelyik szöge.

A szögek megállapítása után már csak a mozgítás vezérlését kell megoldani. Ehhez először is egy olyan objektumot kell létrehozni, amely egyrészt képes a bemutatott módon kiszámítani a szükséges szögállásokat, másrészt azokat (más jellemzőkkel együtt) tárolja is.

A robotkar aktuális helyzete alapján meg kell határozni a mozgatási szélsőértékeket. Fontos kiemelni, hogy ezek NEM A KINEMATIKAI ELŐÍRÁSOK. Ezen határértékek ugyanis az új pozíció eléréséhez szükséges szögek. Természetesen meg kell vizsgálni azt is, hogy a kijelölt pont érvényes-e, azaz belül van-e a munkaterületen?

➤ Elkerülő mozgítás megvalósítása

Ígazán akkor életszerű a robot mozgása, ha a kijelölt pontot, a munkadarabot felülről éri el. Ha nem így lenne, akkor leverheti azt.

Az elkerülés megvalósításakor is meg kell határozni az előzőekben megismert objektum segítségével a pozíció eléréséhez szükséges paramétereket.

Innentől viszont a probléma kettős. Egyrészt meg kell állapítani, hogy egyáltalán szükséges-e az elkerülés? Ezt a kar aktuális állapotai és az elérendő pozíció jellemzőinek vizsgálatával állapíthatjuk meg.

Ha szükséges az elkerülés, akkor:

- 1) Meg kell határozni azt az újabb szögállás kombinációt, amellyel megvalósítható (kikényszeríthető) az elkerülés. Ezt a tetszőleges pozíció elérésénél már megismert objektum, szögállás kombinációt kiszámító metódusa egy eltolási érték figyelembe vételével végzi.
- 2) Az objektumot, amely nem azonos a pont eléréséhez már létrehozottal, hozzáfűzzük az objektumok tárolásához használt kollekcióhoz.
- 3) A robotkar-objektum a kollekció elemeit LIFO-stratégiával dolgozza fel. Tehát a robotkar először azt a pozíciót veszi fel, amivel megvalósul az elkerülés, ezt reprezentálja a második objektum, és ezt követően (immár kényszerben) felülről éri el a munkadarabot. Ezt az első objektum teszi lehetővé.

Az elkerülő mozgás szemléltetésének javítása érdekében került beépítésre a programba a „követő” elérés. Ennek működtetésekor a kar mozgatása megáll az egyes mozgási fázisok végén, amelyet a SPACE gomb lenyomásával lehet újra indítani.

➤ Manuális mozgatás

Ezzel a funkcióval a kar mozgási jellemzőit lehet még érzékletesebben elemezni. Feladat lehet például a hallgatók részére, hogy maguk próbálják meg manuálisan abba a pozícióba mozgatni a robotkart, amelybe előzőleg a mozgató automatika vezérelte.

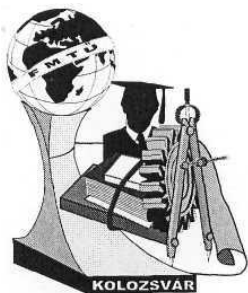
A szoftver felhasználásának szerepe az oktatásban

A szoftver fejlesztésének ötlete abban a megközelítésben merült fel, hogy egy ilyen interaktív lehetőségekkel bíró program, mind az előadásokon (projektor segítségével), mind az otthoni tanulás közben (hallgatói CD) jelentősen előmozdíthatja az anyag megértését. Ezzel az oktatás színvonala, minősége is emelhető. A szemléletessége, illetve a kijelzett értékek sokrétűsége pedig, a különböző mozgások elemzése kapcsán nyújthat segítséget.

Források, irodalomjegyzék

1. KULCSÁR Béla: Robottechnika. Bp.: LSI Oktatóközpont 1998.
2. SZELEZSÁN János, VERES Ferenc, MAROSVÁRY Erika: Matematika-3. Bp.: Számaik Kiadó 2001.
3. MICROSOFT: Visual Basic 6.0 Programozói kézikönyv. Bp.: Park könyvkiadó 1998.
4. AITKEN Péter G.: Programozás Visual Basic 6 nyelven. Bp.: Kiskapu Kft. 1999.
5. DEMETER M. Ibolya: Visual Basic 6.0 lépésről lépésre 1. Bp.: Panem Könyvkiadó 2000
6. DEMETER M. Ibolya: Visual Basic 6.0 lépésről lépésre 2. Bp.: Panem Könyvkiadó 2000

Nagy József főiskolai hallgató
 Gábor Dénes Főiskola (Győr) 9022 Győr, Árpád u. 6
 Telefon: (36-96) 550-200 E-mail: nagy.jozsef@oryx.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

TERMÉKTULAJDONSÁGOK BECSLÉSI LEHETŐSÉGEI AZ ÖNTÉSI TECHNOLOGIA ALAPJÁN

Dr. Réger Mihály- Dr. Verő Balázs- Dr. Csepeli Zsolt -Szélig Árpád

Abstract The inner structure of the continuously cast semis has a great importance from the point of view of further processing and application. The main reason for this is the very direct effect of the inner structure's features (ie. porosity, macrosegregations, geometry of primary dendrites) on the technological characteristic features of the semis during further processing (ie. crack sensitivity, formability, etc). The paper deals with the possible ways of macrostructure determination on the basis of the results of mathematical modeling of continuous casting process. We pay a special attention to the columnar-equiaxed transition as a function of heat parameters of the casting process and to the macrosegregation formation caused by the motion of solute enriched interdendritic liquid in the mushy zone.

Az utóbbi évtizedekben a számítástechnikai lehetőségek bővülésével egyre nagyobb teret kap a technológiai folyamatok matematikai modellezése, míg az üzemi kísérletek elsősorban a modellek jóságának ellenőrzésére szolgálnak. A matematikai modellezés lehetőségei természetesen korlátosak, hiszen a valóság mindig sokkal bonyolultabb, mint egy modell. A következőkben áttekintést adunk arról, hogy a kohászat egyik összetett technológiájának, a folyamatos öntés matematikai modellezésével milyen feltételrendszerben, milyen típusú és milyen mélységű eredmények szolgáltatathatók a termék, a lemezbuga végső tulajdonságai tekintetében.

1. A folyamatos öntés sajátosságai

Bár a technológia ipari szintű alkalmazása mintegy 30 éves múltra tekinthet vissza, az acélok folyamatos öntése során lezajló fémteni, metallurgiai folyamatok bizonyos részletei még ma sem ismertek. Ez részben azzal magyarázható, hogy az öntött szál belsejében kialakuló viszonyok, és az ott történtek kívülről nagyon nehezen és csak közvetett úton figyelhetők meg, és az öntött termék utólagos vizsgálata ezekre a részletekre nem ad választ. Ha a technológiát csak a folyékony fém kristályosítóba történő érkezésétől vesszük szemügyre, akkor is igen összetett folyamatról van szó. A terméktulajdonságok alapvetően a részfolyamatok eredő hatásától függenek, ezek jellemzésére álljon itt egy felsorolás a legfontosabb megválaszolandó részkérdésekről:

- szilárd kéreg kialakulása, folyamatos növekedése az adott hőtani és áramlási viszonyok között,
- folyékony fém áramlása a bemező tölcséren keresztül, olvadék-áramlási kép kialakulása,
- olvadt és szilárd öntőpor réteg viselkedése az olvadék tetején, valamint a kristályosító és a szilárd kéreg között,
- öntőpor és salak bekeveredésének és szeparációjának feltételrendszere a meniszkusz szinten, felületi hullámok kialakulása,
- a kristályosító oszcillációs mozgása, oszcillációs nyomok kialakulása a felületen,
- az öntött acél fizikai, hőtani tulajdonságainak, illetve azok hőmérsékletfüggése,
- a primer és szekunder hűtés hűtési intenzitásának eloszlása, ennek hatása a szilárd kéreg növekedésének menetére az öntési sebesség és a túlhevítés függvényében,
- mikrodúsulás, zárványképződés,

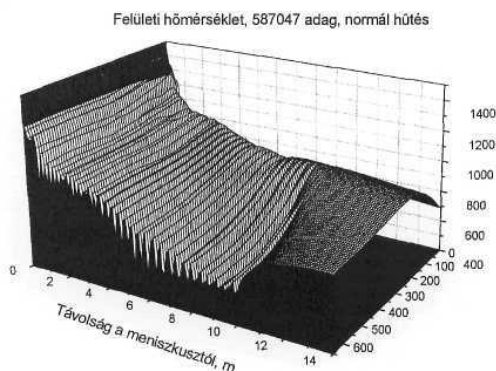
- a kristályosodás jellege, oszlopos, egyenlőtengelyű, illetve a kettő közötti átmenet, makrodúsulás, hídképződés,
- támgörgők közötti kihajlás, ezek dúsulást okozó hatása,
- a hűlés és kristályosodás okozta térfogatcsökkenés, zsugorodás követése a görgők beállításával, ennek hatása a makrodúsulásra.

2. Hőmérsékleti mező, szilárd kéreg növekedés

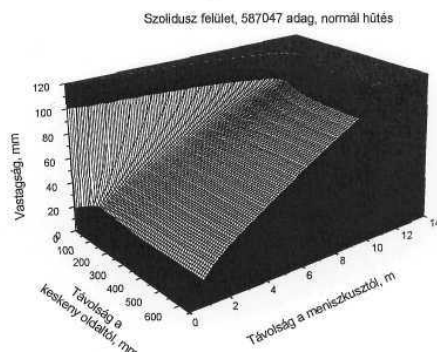
A modellezés egyik legalapvetőbb eredménye az olvadéktócsa mélységének, a mindenkori szilárd kéreg vastagságának, valamint az öntött szálban kialakuló hőmérsékleti mezőnek a becslése.

Az elmúlt években végzett szisztematikus adatgyűjtés és modellezés eredményeképpen rendelkezésünkre áll az öntőgép hőtani modellje, melynek megbízhatóságát felületi hőmérsékletmérési eredmények, illetve radioaktív izotópos vizsgálatok is bizonyítják. A modell megalkotásához szükséges volt mind a kristályosító, mind a szekunder zónában működő hűtő elemek adatainak részletes összegyűjtése és interpretálása, valamint az öntött acél fizikai tulajdonságainak meghatározása (IDS szoftver) [1].

A hőtani modell az öntött szál teljes hosszában szolgáltatja a hálópontok hőmérsékleti adatait [2]. Példaként a szál felületi hőmérséklet eloszlását (1. ábra) és a szál belsejében kialakuló szolidusz (2. ábra) felület elhelyezkedését mutatjuk be.



1. ábra A szál felületi hőmérsékletének eloszlása



2. ábra A szolidusz felület elhelyezkedése a szelvény belsejében

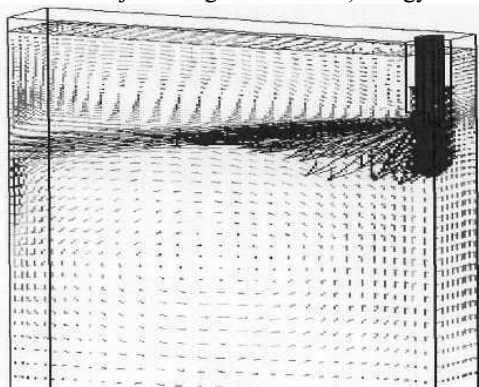
3. Olvadékáramlás

A kristályosítóban és környékén kialakuló áramlási viszonyok befolyásolják a kéreg növekedését elsősorban a keskeny oldal mentén, ahol az olvadéksugár a szilárd kéreg belső falára csapódik. Ezt a hatást az izotópos vizsgálatok is igazolták. Az első számítások szerint a kristályosítóban két nagy áramlási kör alakul ki, az egyik felfelé, a másik lefelé irányul. 0,6 m/perc-es öntési sebesség esetén a meniszkuszon kialakuló áramlási sebesség relatíve kicsi, 8 cm/s-os, a felületi hullám magasság 2 mm körüli. Mindkét adat a szakirodalom által elfogadott kritikus érték alatt van, ami azt jelenti, hogy az olvadék/öntőpor határfelület nyugodtnak tekinthető, kicsi az esély az öntőpor és salak bekeveredésre. A számított olvadékáramlási képet a 3. ábra mutatja.

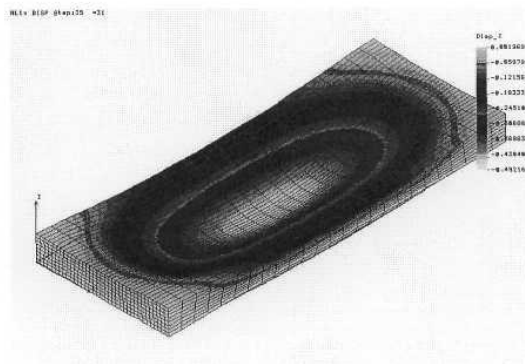
4. Szilárd kéreg kihajlás

A szál belsejében uralkodó ferrosztatikus nyomás miatt a már megszilárdult kéreg a támgörgők között kihajlik. Ahogy a szál halad lefelé, ezek a kihajlások „végig hullámszerűen” az öntött szál felületén és ezzel nemkívánatos áramlási folyamatokat indukálnak. A kristályosodás vége felé, ahol már viszonylag kicsi az olvadékutánpótlás lehetősége, ez a kihajlás, hullámszerűen a felsőbb részekből a dendritek közötti szennyezett olvadék beszívását eredményezheti, ezzel drasztikusan romlik a makroszegregációs kép. Az öntőgépek tervezésekor tehát arra törekszenek, hogy a szál kihajlása a lehető legkisebb legyen. A kihajlás nagyságát elsősorban a támgörgők távolsága és a szilárd kéreg vastagsága határozza meg.

Analitikus modell segítségével a kihajlás maximális értékei meghatározhatók. Az öntőgép hossza mentén elhelyezett támgörgők távolsága szekciónként változik, ennek megfelelően egy szekción belül az első görgőpáron lesz a legnagyobb a kihajlás, hiszen abban a szekcióban ott a legkisebb a kéregvastagság. Véges elemes szoftver segítségével egy-egy görgőpárra nézve a kihajlott lemezbuga szakasz alakja is meghatározható, ahogy ezt a 4. ábra szemléletesen mutatja.



3. ábra Olvadékáramlási kép



4. ábra Kihajlás két támgörgő között

5. Primer és szekunder dendritág távolság

A primer dendrites szerkezet minősége egyrészt a dúsulási jellemzőket, másrészt az átalakulási folyamatok során képződő szekunder szerkezetet, annak eloszlását határozza meg. Ha maga az öntési folyamat állandósult állapotúnak is feltételezhető, a kristályosodás bizonyosan nem állandósult állapotú, hiszen a kristályosodást befolyásoló paraméterek, a hőmérsékleti gradiens és a hűlési sebesség folyamatosan változik a kéregvastagság függvényében. Ebből az következne, hogy az állandósult állapotra érvényes $\lambda_1 = K * G^n * T^m$ típusú összefüggések nem alkalmazhatók. Egy kiterjedt vizsgálatsorozat bizonyította, hogy a folyamatos öntés viszonyai között a dendritág távolság gyorsan reagál a kristályosodási paraméterek változására, így az említett összefüggés megbízhatóan használható. Az 5. ábrán példaként bemutatott diagram igazolja, hogy a 0,1-0,2 % C-tartalom között az összetétel lényegesen nem befolyásolja a primer távolságot, illetve az eltérés a mérési eredmények szórásán belül marad.

A szekunder dendritág távolság a szakirodalom szerint elsősorban a helyi megszilárdulási idő, vagyis a likvidusz és szolidusz hőmérsékletek elérése közötti időkülönbség függvénye. A lemezbugán mért és a $\lambda_2 = A * \Theta$ összefüggés alapján számított szekunder távolság értékek jó egyezése igazolja a feltételezés helyességét.

6. Oszlopos-egyenlő tengelyű átmenet pozíciója

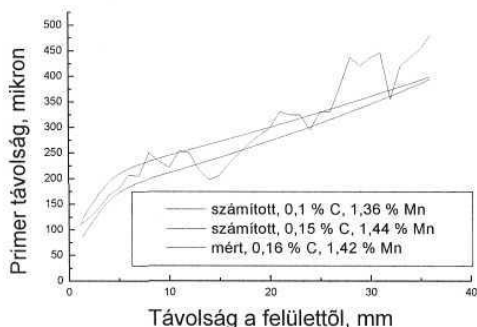
A nemzetközi szakirodalom és az üzemi tapasztalatok szerint az öntött szelvény középvonalában kialakuló makrodúsulást hatásosan csökkenti a belső un. egyenlőtengelyű dendrites zóna jelenléte. Ha széles ez a belső zóna, akkor az egyenlő tengelyű dendritek között eloszlik a szennyezett olvadék, így a középvonali makrodúsulás csökken. A belső egyenlőtengelyű zóna kialakulása és szélessége elsősorban a kémiai összetétel és a kristályosodási paraméterek függvénye, de az üzemi paraméterek és pl. csíráképződés lehetősége is meghatározó jelentőségű lehet. A kérdéskör komplexitása miatt ezidáig nem publikáltak olyan eljárást, mellyel az oszlopos-egyenlőtengelyű kristályosodás átmenete meghatározható lenne. Az elmúlt időszakban ipari kísérletekre alapozva olyan összefüggérendszer definiáltunk, mellyel az egyenlőtengelyű zóna szélessége a dunaújvárosi öntőgépre vonatkozóan becsülhető.

A számítási módszer [3] lényege, hogy a 6. ábrán látható nomogram segítségével adott karbon- és kén-tartalom esetén definiálható egy „küszöb hőmérsékleti gradiens”, melyhez az egyenlőtengelyű kristályosodás megindulása köthető. Amennyiben az éppen kristályosodó zónában uralkodó hőmérsékleti gradiens eléri ezt a határértéket, akkor az oszlopos dendritek helyett rendezetlen irányú egyenlőtengelyű dendritek képződése valószínűsíthető.

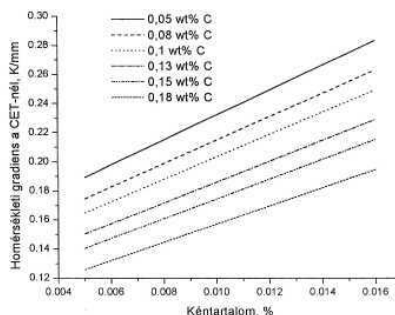
7. Térfogatváltozás a hűlés és kristályosodás miatt

Az öntött szál hűlése és a kristályosodás is fajtérfogat változással jár. Mivel a szál belsejében olvadék van, így az a térfogatkülönbséget ki tudja tölteni. Más a helyzet a kristályosodás vége felé, amikor az olvadék már nem áramolhat szabadon, ilyenkor nemkívánatos áramlások jönnek létre, mely a makroszegregáció növekedéséhez vezet [4]. Többféle számítási, becslési eljárás is van, melyek tesztelése, elemzése jelenleg is folyik. A 12. ábra azt a módszert mutatja, mely a támgörgők helyzetéből adódó un. külső térfogatváltozási kényszer, valamint a hűlés és kristályosodás okozta belső térfogatváltozás egyensúlyát vizsgálja.

Megjegyzendő, hogy a kristályosodás befejező szakaszában kialakuló áramlásokat és ezen keresztül a makroszegregációt is nagyban befolyásolja a már említett támgörgők közötti kihajlás, megbízható következtetések csak a térfogatváltozás és kihajlás együttes figyelembe vételével vonhatók le.



5. ábra Primer távolság számított és mért értékei



6. ábra Nomogram a CET pozíció meghatározásához

8. Összefoglalás

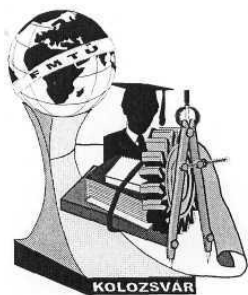
A dolgozat áttekintést ad azon technológiai részfolyamatok matematikai modellezési lehetőségeiről, melyek a terméktulajdonságok szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bírnak. A felsorolásokból kitűnik, hogy a lemezbugák megkövetelt felületi hibamentessége, repedésmentessége, homogén belső szerkezete, alakhúsége stb. csak a részfolyamatok kézben tartásával, tudatos irányításával garantálható. Az dolgozatban említett részletkérdések mindegyike meghatározó lehet a lemezbuga terméktulajdonságaira vonatkozóan, de a helyzetet tovább bonyolítja, hogy keresztthatások is előfordulnak. Erre példaként az egyik legfontosabb terméktulajdonság, a középvonali makrodúsulás erőssége említhető, mely első közelítésben meghatározó módon függ a likvidusz és szolidusz felületek elhelyezkedésétől, vagyis az olvadéktócsa alakjától, a 3. ábrán látható olvadékáramlási képtől, a 4. ábrán bemutatott kihajlási jelenségtől, az egyenlőtengelyű zóna lététől és kiterjedésétől (6. ábra), valamint a térfogatváltozási kényszerek okozta áramlásoktól.

Hivatkozások:

- [1] J. Miettinen, H. Kytönen, S. Louhenkilpi, J. Laine, Proc. of 12th IAS Steelmaking Seminar, Buenos Aires 1999, pp. 488-497
- [2] M. Réger, B. Verő, H. Kytönen, S. Louhenkilpi: Proc. of 4th European Continuous Casting Conference, Oct. 2002, Birmingham, pp. 969-978
- [3] M. Réger et al.: Proc. Of the Seminar EUROTHERM 69, Heat and Mass Transfer in Solid-Liquid Phase Change Processes, June 25-25, 2003 Ljubljana, Slovenia pp. 171-179
- [4] W. R.Trving, A. Perkins, M. G. Brooks, Ironmaking and Steelmaking, 1984, Vol. 11, No. 3, pp. 152-162

dr. Réger Mihály

Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Kar
 Anyag- és Alakítástechnológiai Tanszék, 1081 Budapest Népszínház u. 8.
 Telefon, fax 3141-438,333-6761,
 e-mail: reger.mihaly@bmf.bgk.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

ELŐGYÁRTMÁNY KÜLÖNFÉLE HIBÁINAK HATÁSA A HÁTRAFOLYATOTT TERMÉK MINŐSÉGÉRE

Lukács Zsolt, Dr. Gál Gaszton

ABSTRACT: In this paper, the reasons of various aesthetical and functional defects occurring during the mass production of aerosols and tubes will be discussed. It will also be shown what kind of preform defects will cause certain final product defects. The examinational strategies suitable to analyse the product defects will also be shown. By evaluating the results with a series of systematic experiments, the most critical preform defects will be summarised from the point of view of the quality of final product. Finally, some technological improvement will be proposed to reduce the number of faulty products.

ÖSSZEFOGLALÁS: Jelen dolgozatunkban bemutatjuk, hogy a napjainkban nagyszámban előállított aerosolos palackok és tubusok gyártása során milyen esztétikai és funkcionális hibák keletkeznek. Feltárjuk, hogy az egyes késztermékhibák milyen előgyártmány hibákra vezethetők vissza, illetve ezen hibák keletkezésének folyamata milyen vizsgálati stratégiával elemezhető. Végezetül egy szisztematikus kísérletsorozat eredményeit kiértékelve meghatározzuk, hogy melyek azok az előgyártmány hibák, amelyek a legkritikusabbak a késztermék minősége szempontjából. Javaslatokat teszünk a problémás technológiai lépések átgondolására, amelyekkel a selejt termékek száma csökkenthető.

BEVEZETÉS

Az aerosolos palackok és különféle tubusok nagyszámban fordulnak elő a mindennapjainkban. Ezen termékek gazdaságos gyártási technológiája a hátrafolyatás. A szigorúbb minőség ellenőrzési szabályok egyre nagyobb minőségi igények elé állítják a palackok és tubusok előállítóit. A hátrafolyatási technológia előgyártmánya egy tárcsa jellegű termék, amelynek hibái rendszerint megjelennek a folytatott készterméken. Előadásunkban bemutatjuk, hogy az egyes tárcsahibák a tárcsa előállítási technológiájának melyik lépésében keletkeznek és melyik előgyártmány hiba milyen jellegű hibát okoz a folytatott készterméken.

KIFOGÁSOLT KÉSZTERMÉK HIBÁK

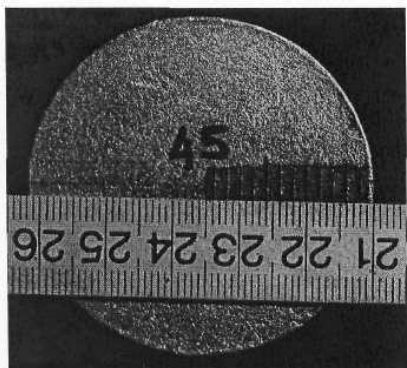
A késztermék minősége szempontjából legveszélyesebb előgyártmány hibák elemzését célszerű a készterméktől kiindulva vizsgálni. A gyártási folyamat végén a termékeket lakkozással, vagy festéssel látják el. Természetesen azon kisebb hibák, amelyeket a lakk, vagy festék elfed és nem jelentenek veszélyt a termék élettartamára nem képezik vizsgálataink tárgyát. Vizsgálataink során elsősorban a minőségi követelményeket nem kielégítő, esztétikai és funkcionális hibákkal foglalkozunk. Ezen kifogásolt hibák a gyártó és az átvevő cég tapasztalatai alapján a következők:

- Matt sáv a folytatott palást felső harmadában,
- A felületből kiszakadt anyagdarabok, kráteresség,
- A felület felhólyagosodása,
- Pikkelyes ráncos felületű palást,
- Palást felszakadások.

Vizsgálataink kiindulási elve az volt, hogy keressük meg a készterméken kifogásolt hibák helyileg hol helyezkedtek el a tárcsán a folytatás előtt. Elemezzük, hogy ott volt-e valamilyen sérülése a tárcsának és ha volt, az milyen kapcsolatba hozható a késztermék hibájával, illetve a tárcsa előállítás során melyik technológiai lépésben keletkezett. Mindezek alapján a kutatómunka első célja a folyatási eljárás során az anyagáramlás vizsgálata.volt.

ANYAGÁRAMLÁS VIZSGÁLATA A HÁTRAFOLYATÁS SORÁN

Az anyagáramlás vizsgálata céljából a szakirodalmi áttekintés és egyszerű előkísérletek elvégzése után végeselemes modellezést végeztünk. A modellezést a Qform nevű, alakítástechnológiai folyamatokat modellező szoftver segítségével végeztük. A végeselemes modellezésből kapott eredmények realitását, megbízhatóságát alakítási kísérletekkel igazoltuk. Kidolgoztunk egy olyan módszert, aminek segítségével a folytatás után is azonosítható jelölésekkel láttuk el az előgyártmányként szolgáló



tárcsákat. Így az anyagáramlás az alakítás során nyomon követhetővé vált. Ilyen jelöléssel ellátott tárcsa látható az 1. ábrán. Természetesen e jelöléseknek olyannak kell lenniük, hogy elviseljék a folytatás előtti koptatást és kenést, továbbá ne befolyásolják az anyagáramlást. A végeselemes futtatások és az alakítási kísérletek eredményei az anyagáramlás tekintetében jó egyezést mutattak. Ezek figyelembevételével az alakítás folyamatára az alábbi következtetések vonhatók le:

1. ábra.

1. A hátrafolyatott darab palástfelületének felső harmada - a paláston szinte mindig megjelenő fényes övig terjedő rész - a folyatási tárcsa palástfelületéből jön létre.

2. A hátrafolyatott darab palástfelületének alsó kétharmada a folytatási tárcsa alsó - matricoldal felőli - homlokfelületének körgyűrű alakú sávjából jön létre a folytatás során.
3. A hátrafolyatott darab teljes belső felülete a folytatási tárcsa felső - folytatóbélyeg felőli - homlok felületéből képződik.

A HIBÁK VIZSGÁLATÁNAK ELVE

Az anyagáramlás megismerése után a készterméken megjelenő hiba visszavezethetővé vált a tárcsa felületére. Az előzetes szakmai egyeztetések és az általunk feltételezett késztermékhiba - tárcsahiba kapcsolatok vizsgálatára kísérletsorozatot terveztünk. Üzemi körülmények között jellegzetes tárcsahibákkal ellátott nagyszámú, szisztematikus kísérletet végeztünk. Egy adott hibatípus-sorozaton belül jellegre azonos, de a műhiba méretét és orientáltságát tekintve különböző tárcsákat folytattunk. Minden egyes tárcsát a folytatás előtt fényképpel és szöveges leírással is dokumentáltunk, és olyan jelöléssel láttuk el, amely lehetővé tette a folytatás utáni azonosítását. A folytatás utáni szemrevételezésnél megvizsgáltuk, hogy a készterméken megjelent-e valamilyen kifogásolt hiba. Ha igen, akkor az azonosító jelölés és az anyagáramlás ismeretében meghatározhatóvá vált az adott műhibával ellátott tárcsa és a késztermék hibája közti összefüggés.

A VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI, KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérletsorozat elemzésénél nem foglalkoztunk azon hibatípusokkal, amelyek csak akkor eredményeznek hibás terméket, ha irreálisan nagy méretűek, hiszen az ilyen hibás tárcsákat a többszöri minőségellenőrzés során egyértelműen kiszűrhetők. Ezek figyelembevételével a következő megállapítások tehetők a kifogásolt hibák okaira:

Matt sáv a folytatott palack felső részén:

Az ilyen fajta hiba leggyakrabban valamilyen kenési egyenetlenség miatt keletkezik. A kenési egyenetlenség létrejöhet a tárcsakivágás során keletkező sorja miatt. A folytatás előtti koptató eljárásnál a kivágási sorja nem kopik le megfelelő mértékben és így kerül a tárcsa a matricába akkor a folytatás elején, amikor a folytatóbélyeg „meghajlítja” a tárcsát a matrica oldaláról, a sorja elkenheti a kenőanyagot és ez okozhatja a matt felület kialakulását. Ilyen hiba elkerülhető ún. kúpos tárcsák használatával. Ezek a tárcsák már előhajlítottan kerülnek a matricába ezért ez a kedvezőtlen jelenség kiküszöbölhető.

Kráteresség, felületből kiszakadt anyagdarabok:

Ilyen hiba a tárcsa folytatótöke oldali élén lévő rálapolódás miatt alakulhat ki. Rálapolódás keletkezhet túl magas kivágási sorja, túlkoptatás, vagy mindkettő miatt a koptatáskor, de hibás, hengeres felületén kitüremkedést tartalmazó tárcsának a folyató matricába való betolásakor bekövetkező elfordulása, befeszülése, esetleg a folyató sajtó adagolójának helytelen beállítása miatt is. Ezeknél a daraboknál valószínűleg a magas kivágási sorja a hiba oka. E daraboknál a sorja a koptatáskor a felületre lapolódik. Ez bekövetkezhet normális sorjamagasságú darabok túlkoptatásánál is.

Felület felhólyagosodása:

A felület felhólyagosodása a tárcsában lévő zárványok miatt következik be. Az elektronmikroszkópos és mikroszondás vizsgálatok kimutatták, hogy a hólyagok alatt Na, Mg és Cl elemek, a fürdő tisztítására használt sónak a fürdőben fel nem úszott részecskéi, tehát óriási kloridzárványok vannak. Ezek a zárványok a tárcsa kivágását követő hőkezelésnél megduzzadnak, és felnyílásokat hoznak létre az anyagban. A koptatáskor e hólyagok elverődnek, ami az észlelésüket megnehezíti, a folytatás során azonban megjelennek a késztermék felületén. E hibatípus kiküszöbölése érdekében az alumínium öntvehengerlése előtti salak és zárványtalanító eljárásnál kellene finomítani.

Palást felszakadások:

Az ilyen felszakadás oka csak a matrica egy alkotója környezetében kialakuló kenési elégtelenség lehet. Kenési elégtelenség úgy alakulhat ki, hogy a műhibás rész letörli, lehúzza a kenőanyagot a matricáról ott, ahol felcsúszik. Ezen a részen lecsökken az anyagnak a bélyeg mozgási irányával ellentétes sebessége az ép kenésű helyeken kialakuló sebességhez képest. Ez a sebesség-eltérés a folyatórésben, a bélyeg élének közelében a hibás kenésű részben tengelyirányú húzófeszültséget és felszakadást okoz. Az a tény, hogy több felszakadás keletkezik itt egymás alatt, egyrészt az alakítási szilárdságnak az alakváltozási sebességtől függő voltával, másrészt a súrlódási tényezőnek a relatív sebességtől függő voltával (az ún. *stick-slip* jelenséggel) magyarázható.

Lukács Zsolt / Tudományos segédmunkatárs

Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszék / H-3519 Miskolc, Egyetemváros

Telefon: (00-36) 46-565-111 (18-45)

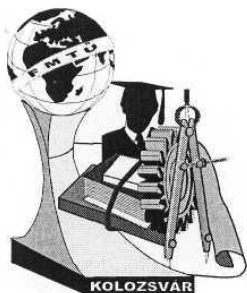
E-mail: lsolt@kugli.metuni-miskolc.hu

Dr. Gál Gaszton / Egyetemi adjunktus

Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszék / H-3519 Miskolc, Egyetemváros

Telefon: (00-36) 46-565-111 (18-45)

E-mail: metgalga@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

INTELLIGENS AKADÁLYKERÜLŐ ROBOT

Darabont-Horváth István

Abstract

The thesis is showing a small self manufactured car that with a sound radar applying fuzzy-logic of artificial intelligence is capable to drive round the obstacles. The system is controlled by a PIC16F876 microcontroller that holds the guiding software. Thanks to fuzzy logic the avoiding the obstacles is pretty arched and the pathfinding is continuous. The mechanical part's complexity of the system is an unavoidable condition of well functioning. The ultrasound emitter emits a strong ultrasound for a very short time, the receiver is "listening" the echo. The microcontroller - from the time left between emission and echo - calculates the distance of the obstacle from the system. The soundradar is fixed on stepper-motor, so it can observe not only the obstacles in front of it. The microcontroller depending on the observing of the obstacles directs the engines of the system corresponding to the fuzzy formules. So the driving round of the obstacles is continuous and pretty bended.

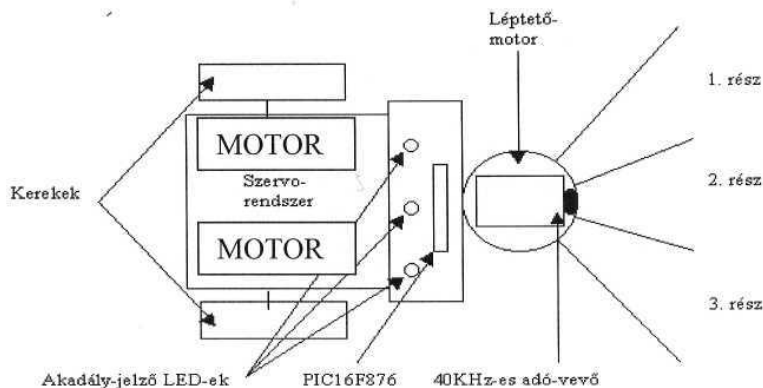
Összefoglalás

A dolgozat egy saját készítésű automatizált kisautót mutat be, amely hangradar segítségével, mesterséges intelligencia (fuzzy logika) alkalmazásával akadályok kikerülésére képes. A rendszert PIC16F876 mikrokontroller vezérli, amely tartalmazza az irányító software-t. A fuzzy-logikának köszönhetően az akadályok kikerülése szépen ívelt, az útkeresés folyamatos. A szerkezet komplex mechanikai része is elengedhetetlen feltétele a működésnek. Az ultrahangos adó nagyon rövid ideig tartó, erős ultrahangot bocsát ki, a vevő pedig "hallgatja" a visszhangot. A mikrokontroller - a kibocsátott hang és a visszhang között eltelt időből - megállapítja az akadály távolságát a rendszertől. A hangradar léptetőmotorra van szerelve, így nemcsak a közvetlenül előtte álló akadályokat észleli. A rendszert hajtó motorokat a mikrokontroller az észlelt akadályok függvényében a fuzzy-szabályoknak megfelelően vezérli. Így az akadályok kikerülése folyamatos és szépen ívelt.

Leírás:

A rendszer akadályészlelő része a hangradar. Ennek az adó és vevő áramköre a vezérlőpanelhez két opto-csatoló segítségével kapcsolódik, melynek központi része a mikrovezérlő. A vezérlőpanelhez a három motort meghajtó áramkör és egy feszültség háromszorozó csatlakozik. A

rendszert két-, egymástól független motor hajtja, melyek fogaskerék áttételekkel forgatják a két hátsó kereket. Az első keréknek csupán tartó szerepe van. A léptetőmotor a kocsí elején helyezkedik el és a hangradart mozgatja. A következő rajz a szerkezet felépítését ábrázolja:

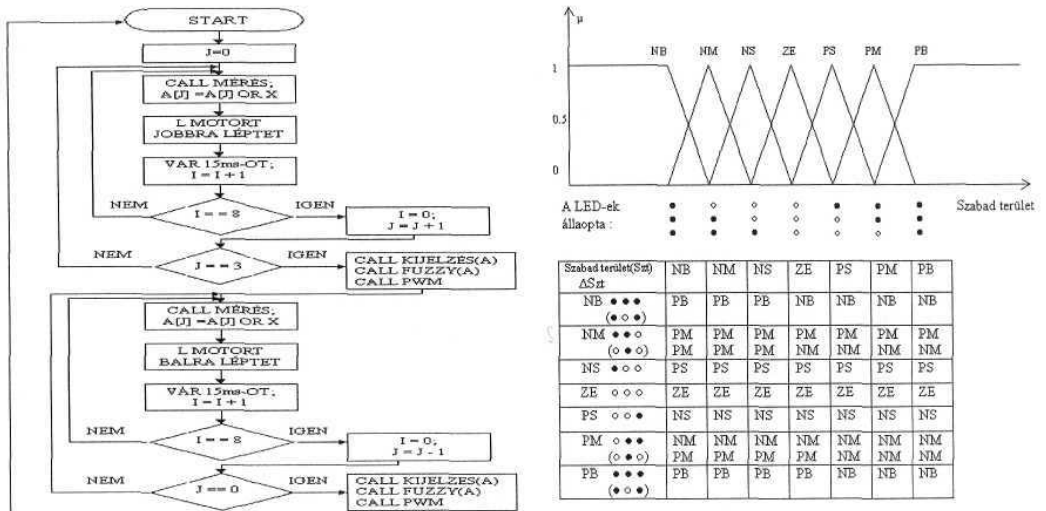


A szerkezet vázlatos rajza

A hangradar 40KHz-es, irányított kondenzátor hangszóróval és 40KHz-es kondenzátor mikrofonnal van kialakítva. A hangszórót 70V-os 40KHz-es oszcillátor hajtja meg. A PIC16F876-os mikrovezérlő 250 μ s-os impulzussal engedélyezi az oszcillátor kimenetét. Így a 40KHz-es jelből 10 impulzus kerül a hangszóróra. A mikrovezérlő ezután újabb 250 μ s-ot vár, majd figyeli a mikrofon által érzékelt visszhangot. A kiadott és a vett jel között eltelt időből a mikrovezérlő megállapítja, hogy az akadály egy adott távolságon belül (17 cm) van-e.

A hangradar léptetőmotorra van szerelve, mely jobbra-, balra mozog. így "egyszerűsített képet" alkot az előtte lévő akadályokról. A hangradar által bepásztázott területét három részre van osztva. Az adott részen, a radar által bizonyos távolságon belül észlelt akadály esetén az ennek megfelelő zöld színű LED kigyúl. A motorokat a PIC16F876-os mikrokontroller PWM (Pulse Width Modulation)-el vezérli. A két motor fuzzy-logika szerint van irányítva. A szabályok a három részen észlelt akadályok szerint vannak felállítva és halmazokhoz rendelve.

Ezen halmazokba sorolható eltérések (Error) aktuális értéke és az eltérések változásának értéke függvényében módosítja a PIC16F876-os a motorokat vezérlő impulzusok szélességét. Ha az aktuális eltérési állapotból nem tudjuk megállapítani az irányt (Positive-jobb vagy Negative-bal) akkor az előző állapotot vesszük figyelembe. Erre azért van szükség, mert így "zsákutcából" is ki tud jönni (U alakú akadály).



A teljes Assembly-ben írt program folyamatábrája és a tagsági függvény

Saját tapasztalataim:

A hangradar először többféle alacsony frekvenciás hangszórával és mikrofonnal készült. Ezek hatékonysága messze lemarad a 40KHz-es ultrahangos adó-vevőétől:

Hangszóró és mikrofon típusa	Frekvencia	Hatótávolság	Hullám-visszaverődési probléma
Lengőcs évés hangszóró papír membránnal+ elektret mikrofon	16KHz	13cm	van
Lengőcs évés hangszóró műanyag membránnal+ elektret mikrofon	20KHz	5cm	van
Piezohangszóró+elektret mikrofon	20KHz	3cm	van
Kondenzátor hangszóró+kondenzátor mikrofon(rnindkettő 40KHz-es)	40KHz	80cm	Kismértékben észlelhető

-A 40KHz-es frekvencia használatánál nem szükséges demodulátor használata

-Földpotenciál eltolódási problémák könnyen megoldhatók opto-csatolók segítségével.

-Magasfrekvenciás nagyfeszültségű jel könnyen áthalad nagy ellenálláson (néhány M Ohm), nyitott tranzisztoron.

-Súlyeloszlási problémák a mechanizmusnál: a rendszer súlypontja minél közelebb kell legyen a meghajtó kerekekhez.

-Mikrovezérlő segítségével hatékonyan automatizálhatunk komplexebb rendszereket is.

-A léptetőmotor mozgása gyorsabb kell legyen a rendszer sebességénél.

Következtetések:

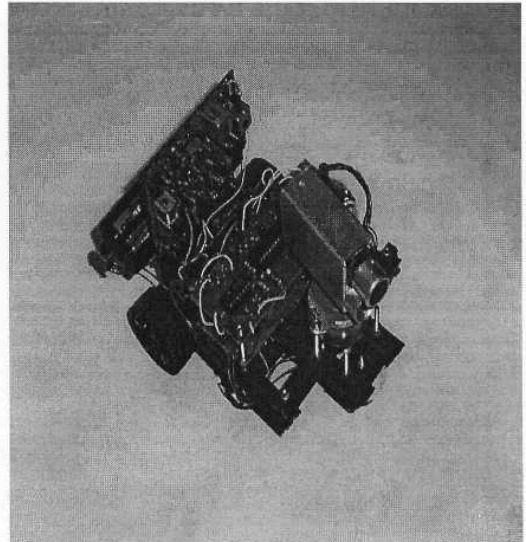
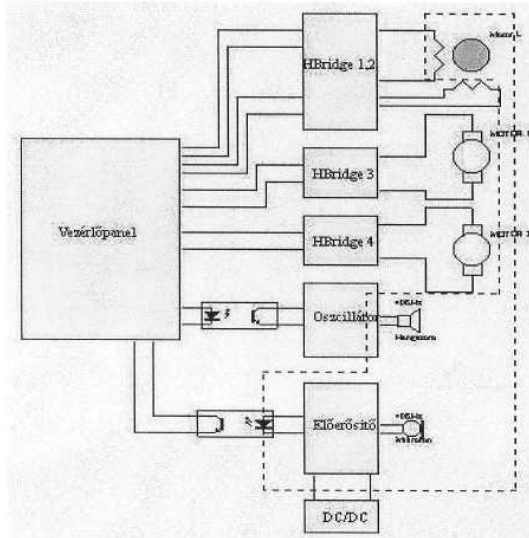
Az ultrahangos hangradar jól alkalmazható akadályok észlelésre és a távolság mérésére. A mikrovezérlők az elvárásoknak megfelelően oldják meg hasonló rendszerek irányítását. A fuzzy-

logikán alapuló ívelt mozgás következtében az autó nem ugrik, tehát a tehetetlenség következtében nincs talajon való csúszás és alkatrészek sem sérülnek meg, a megtett út pedig lerövidül.

Továbbfejlesztési lehetőségek:

Ha a hangradar segítségével nem csak azt állapítjuk meg, hogy az akadály egy bizonyos távolságon belül van-e, hanem pontosan megmérjük a távolságot, akkor alkalmazhatunk Fuzzy-szabályozást. Így a tagsági függvény (μ) segítségével (lásd Tagsági függvény ábra) meghatározhatjuk azt is, hogy a bemeneti értékek milyen mértékben tartoznak a különböző bemeneti halmazokhoz. A továbbiakban súlypont módszerrel nagyon finom szabályozást érhetünk el. Így a megtett út teljes mértékben folytonossá válik.

A következőkben a teljes áramkör vázlatos rajza látható (Blok diagramm) és a rendszer fényképe látható:



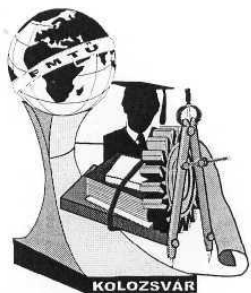
Könyvészet:

1. Dr. Dávid László - Márton László: *Retele Neuronale si logica Fuzzy in automatizări* Ed. Universitatii "Tetru Maior" Tg.-Mures anul 2002
2. Dr. Madarász László: *A PIC16C mikrovezérlők* Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola Kecskemét, 1996
3. Dr. Kónya László: *PIC mikrokontrollerek alkalmazástechnikája* Tanfolyami tananyag, 2000
4. ***Microchip Technical Library CD-ROM First Edition, 2002

Darabont-Horváth István - egyetemi hallgató

Sapientia EMTE; Marosvásárhely

Tel: 0265-217657, E-mail: darabont.istvan@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

HENGERES FOGASKEREKEK C.N.C. KÖSZÖRÜLÉSE

Szilágyi Árpád

Abstract

This paper project have the appointed target to study of manufactured technology cylindrical gear. In first part I presents the classical gear manufactured technology and hear principal characteristics. In next chapter I will presents more about numerical commander, used for elaboration of grinding proceedings of cylindrical gear and principal advantage of the modern technology.

A dolgozat kitűzött célja a hengeres fogaskerekek megmunkálási eljárásainak tanulmányozása. Az első részben a hagyományos fogaskerék-megmunkáló eljárásokat mutatom be, valamint ezek fontosabb jellegzetességeit. A következő részben a C.N.C. megmunkálás jellegzetességeit tanulmányozom, kihangsúlyozva a modern technika előnyeit.

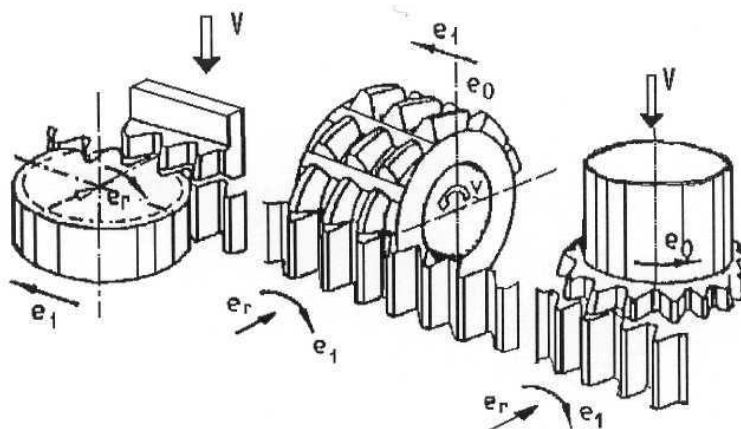
1. Bevezető

A dolgozat keretében a fogaskerekek eddig ismert megmunkálási eljárások tanulmányozásáról lesz szó. A megmunkálási eljárások hagyományos és korszerű technológiai változatok között egy összehasonlító vizsgálatra kerül sor, kiemelve a korszerű számvezérlésű gépeken való megmunkálás előnyeit.

2. A hagyományos megmunkálás jellegzetességei

Amint ismeretes, a fogaskerekek a forgó mozgások továbbításában használt gépalkatrészek. Meghatározó jellemzőik a modul, a fogak száma és az áttételi szám.

A fogaskerekek megmunkálása két lépésben történik nagyolás és simítás. A nagyolási műveletek két nagy csoportra oszthatók fel, másolási és lefejtő eljárások. A lefejtő eljárások közé tartozik a lefejtőgyalulási módszer l.a. ábra, a lefejtőmarás l.b. ábra és az l.c. ábrán látható metszőmarási eljárás. A megmunkáláshoz szükséges mozgások a következők a munkadarab forgása, a szerszám forgácsoló mozgása. A szerszám végezhet egyenletes vagy forgó mozgást, a lefejtőgyalulás és a metszőmarás esetében a megmunkáláshoz szükséges egy osztási mozgás. A lefejtőmarás esetében a megmunkálási művelet folytonos ezért ez az eljárás a leghasználtabb. A jellegzetes nagyolási műveletek az 1. ábrán láthatók.



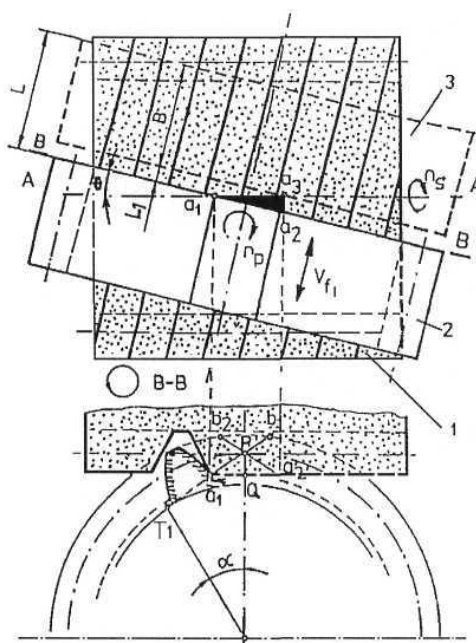
a) lefejtőgyalulás;

b) lefejtőmarás;

c) metszőmaró;

1. ábra. Nagyolási eljárások.

A simítást hántolással és köszörüléssel lehet elvégezni, az utóbbinak két változata ismert, másolási és lefejtő eljárások. Napjainkban, főleg a 2. ábrán bemutatott Reishauer féle burkoló köszörülést alkalmazzák.



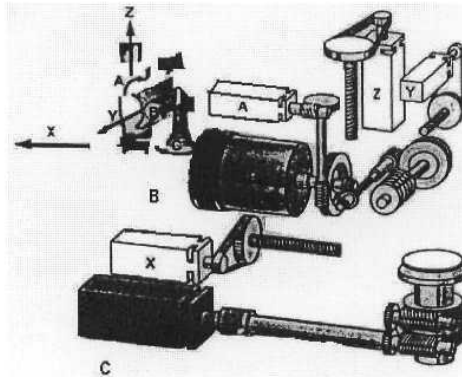
2. ábra. Reishauer féle eljárás.

A Reishauer féle eljárással nagy pontosságú fogaskerekeket lehet megmunkálni. A szerszám egy csiga alakú köszörűkő, a csiga archimédeszi spirál után van megmunkálva. A szerszám és a munkadarab közt több érintkezési pont létezik a megmunkálás során, ez a pontosság és a termelés előnyére van. A megmunkáláshoz szükséges mozgások a következők a szerszám és a munkadarab

forgása, a munkadarab egyenletes mozgása axiális és radiális irányban, az utóbbi a fogmélység beállítása érdekében.

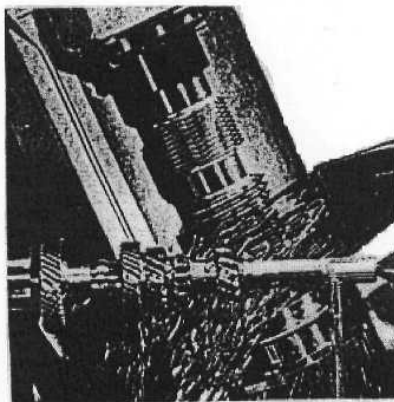
3. A C.N.C. fogazás jellegzetességei

Annak érdekében, hogy ki lehessen küszöbölni a klasszikus módszerek hátrányait, és bővíteni lehessen a technológiai lehetőségeket, a korszerű számvezérlésű fogaskerék-megmunkáló gépeknél valamennyi mozgást vezérhajtóművel valósítják meg. A gép vezérlő rendszere egy állandó összeköttetést hoz létre a tengelyek közt, a szoftverek segítségével. A gép koordináta rendszere a 3-as ábrán látható.



3. ábra. A C.N.C. fogaskerék-megmunkáló gépek koordináta rendszere.

A software felszerelés lehetővé teszi a gyors szerszámcsere egy újabb művelet elvégzésének érdekében, de nem igényel ehhez speciális mechanizmusokat. Ez az előny lehetővé teszi a megmunkálási műveletek ciklusainak párosítását, úgy amint látható a 4-es ábrán is látható, ahol az egy tengelyen lévő több fogaskerék megmunkálása látható egyetlen gép beállítással.

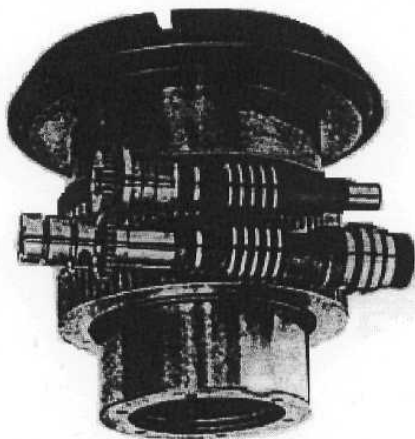


4. ábra. Egy tengelyen lévő fogaskerek megmunkálása.

Az elektronikus kinematikai láncok pontossága nagyobb, mint a mechanikai kinematikai láncok esetében, ezért a számvezérlésű gépeken nagyobb pontosságú műveleteket lehet elvégezni. Az elektronikus kinematikai láncok képesek a felhalmozott hibák minimalizálására, a gépasztal nagy pontossággal való forgatására, valamint, többek között a gép zaj szintjének csökkentésére is.

A C.N.C. gépek karbantartása és javítása sokkal egyszerűbb mint a hagyományos gépek esetében, a gépek szerkezeti és mechanikai egyszerűségének köszönhetően. Meghibásodás esetén a gép jelzi a képernyőn a hibát segítve ez által a javításban, amely hamar elvégezhető, növelvén a gép használati időtartamát.

A gépasztal és a szerszámtartófej meghajtási mechanizmusa az 5. ábrán látható. A gépasztal szilárdságának és a munkadarab egyenletes forgatásának érdekében, a meghajtási rendszer két csiga és csigakerékből áll, az egyik párat a burkolás a másik pedig az erők továbbításában használják.



5. ábra. A gépasztal és a szerszámtartófej meghajtási mechanizmusa.

Ez a felépítés megengedi az ellentétes dőlésű fogazást (a fogaskerék jobb- a csigamaró bal dőlésű lehet, vagy fordítva). Ez az eljárás elősegíti a forgácsolási műveleteket és csökkenti a szerszám kopását.

4. Következtetések

A C.N.C. vezérlés alkalmazása a fogazási műveletekben nélkülözhetetlené vált a fogaskerekek gyártásában, valamint az újabb technológiai elvárások teljesítésében. A C.N.C. fogaskerék-megmunkáló gépek sokkal rugalmasabbak és pontosabbak, mint a hagyományos gépek, valamint a megmunkálási idő is sokkal rövidebb, ami a termelés növeléséhez vezet.

Szakirodalom

1. Gyenge Cs., Tehnologia fabricatiei masinilor-unelte, Ed. UTC-N.1990

Szilágyi Árpád, V. éves hallgató
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépépítészeti szak
Telefon: 0741657179; '
E-mail: drarpi@personal.ro

SZERZŐK JEGYZÉKE

B

<i>Bagyinszki Gyula</i>	215
<i>Baki-Hari Zoltán-Gábor</i>	13
<i>Bakos Levente</i>	69
<i>Bakos Piroska</i>	133, 229
<i>Barkóczy Péter</i>	198
<i>Bauer Péter</i>	65
<i>Dr. Bányai Károly</i>	112, 141
<i>Bányai Tamás</i>	207
<i>Bányainé Tóth Ágota</i>	211
<i>Dr. Berce Petru</i>	245
<i>Dr. Bitay Enikő</i>	275
<i>Dr. Boór Ferenc</i>	125

C

<i>Cukor Bálint</i>	229
---------------------	-----

Cs

<i>Dr. Cselényi József</i>	207, 211, 224
<i>Dr. Csepeli Zsolt</i>	295
<i>Csorba Kristóf</i>	167
<i>Csukat Gabriella</i>	85

D

<i>Darabont-Horváth István</i>	303
<i>Détári Anikó</i>	37
<i>Dr. Dévényi László</i>	15 5
<i>Dr. Dudás Illés</i>	1, 112, 191, 245
<i>Domokos Péter</i>	101

F

<i>Fábin Enikő Réka</i>	49
<i>Fábin Margit</i>	29
<i>Fehér József</i>	229
<i>Fekete Tamás</i>	129
<i>Felde Imre</i>	215
<i>Felhő Csaba</i>	1, 112
<i>Földi Gabriella</i>	229
<i>Fülöp György</i>	183
<i>Fűzi Beatrix</i>	263

G

<i>Dr. Gácsi Zoltán</i>	198
<i>Dr. Gál Gaszton</i>	299
<i>Dr. Gécz Gábor</i>	61

G

<i>Gönczy László</i>	105
<i>Görög Levente</i>	171, 175
<i>Gurzó József</i>	25

Gy

<i>Dr. Gyenge Csaba</i>	XV, 69, 245, 255
<i>Gyenge Zoltán</i>	255
<i>Gyimes Ernő</i>	77, 81

H

<i>Halasi Tibor</i>	229
<i>Hevesi Zsolt</i>	241
<i>Dr. Horváth Mátyás</i>	183

J

<i>Dr. Judák Endre</i>	137
<i>Juhász József</i>	237

K

<i>Dr. Kalácska Gábor</i>	41
<i>Kalácska Margaret</i>	41
<i>Dr. Kelemen Zsolt</i>	89
<i>Keresztes Róbert</i>	41
<i>Kiss János</i>	61
<i>Dr. Kodácsy János</i>	183
<i>Komáromi Lóránd</i>	171, 175
<i>Korzenszky Péter</i>	137
<i>Kovács A dám</i>	17

K

<i>Dr. Kovács Imre</i>	93
<i>Kovácsné L. Mariann</i>	97
<i>Kovács Péter Tamás</i>	73
<i>Kovács Péter Zoltán</i>	267
<i>Kovács Tünde</i>	155, 287
<i>Kósa János</i>	119
<i>Köves Tibor</i>	151
<i>Kőszegi László</i>	29
<i>Kuzsella László</i>	287

L

<i>László Sándor Elek</i>	147
<i>László Zoltán</i>	9
<i>Lukács Zsolt</i>	299

M

<i>Madár Viktor</i>	137
<i>Majzik István</i>	101
<i>Mayer Melinda</i>	133
<i>Máthé Zsolt</i>	171, 175
<i>Mezei Sándor</i>	109
<i>íj. Mezei Sándor</i>	109
<i>Mészáros György</i>	29
<i>Miklósi Péter</i>	163
<i>Dr. Mikó Balázs</i>	125

N

<i>Nagyné Gyüker Mónika</i>	211
<i>Nagy József</i>	291

O

<i>Oláh Béla</i>	207
<i>Ottucsák György</i>	57

P

<i>Pintér Péter</i>	251
<i>Popa-Müller Izolda</i>	203
<i>Polák Helga</i>	271
<i>Pető Vilmos</i>	89
<i>Póliska Csaba</i>	198

R

<i>Rács Ilona</i>	85
<i>Réger Mihály</i>	295
<i>Réti Tamás</i>	215
<i>Dr. Roósz András</i>	187, 275

S

<i>Schrenpf Norbert</i>	33
<i>Dr. Sebestyén Imre</i>	183
<i>Simcsák Attila</i>	45
<i>Suplicz Sándor</i>	XXIX
<i>Dr. Sváb Erzsébet</i>	29

Sz

<i>Dr. Szabó Ottó</i>	XVII, 25
<i>Szabó Péter</i>	141
<i>Szakál Zoltán</i>	21
<i>Szántai Mihály</i>	125
<i>Szentesi Attila</i>	1, 141
<i>Szélig Árpád</i>	295
<i>Szilágyi Árpád</i>	307

Sz

<i>Szilágyi Sándor Miklós</i>	147, 171, 175
<i>Szüle Zsolt</i>	137

T

<i>Tarnay Botond</i>	179
<i>Tatár Levente</i>	129
<i>Tomka Ildikó</i>	225
<i>Tódor Balázs</i>	167
<i>Tóth Gábor</i>	1, 191
<i>Tóth János</i>	53
<i>Tóth László</i>	151
<i>Tóvári Péter</i>	251

V

<i>Varga András</i>	255
<i>Dr. Varga Gyula</i>	245
<i>Varga Róbert</i>	133, 229
<i>Varga Zsolt</i>	255
<i>Varró Dániel</i>	101
<i>Vásárhelyiné</i>	
<i>Perédi Katalin</i>	229
<i>Veres Zsolt</i>	187
<i>Veress Erzsébet</i>	29
<i>Dr. Végyári Ferenc</i>	233
<i>Dr. Verő Balázs</i>	295
<i>Véha Antal</i>	77, 81

Zs

<i>Zsoldos Ibolya</i>	21
-----------------------	----

Támogatók

Dr. Báródy Imre

BENZOT-HAR Kft.

HAROLT Kft.

MATPLAST Rt.

MATRICA Rt.

IKOS-CONF Rt.

HARTPLAST Rt.

PERLA HARGHITEI Rt.

CONSACT CONSULTING Kft.

ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK SZAKOSZTÁLYA

Ro, 400009 Kolozsvár/Cluj, Jókai/Napoca utca 2-4.

Postafiók: O.P. 191., Tel/Fax: +40-264-595176,

Mobil: +40-740-589718, Honlap: <http://www.eme.ro>

e-mail: titkarsag@eme.ro, bitay@eme.ro