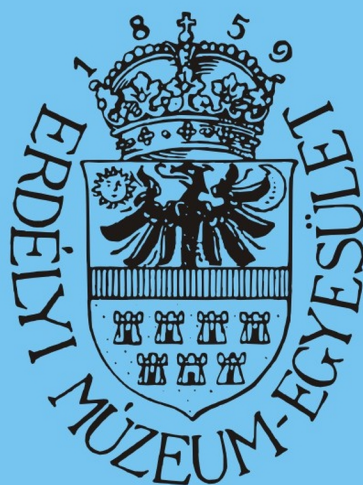


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK



*FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA*

X.



Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa

Kolozsvár, 2005

X. FMTÜ

NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



*Kolozsvár
2005 március 18-19*

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 – 44 – 2**

Minden jog, a kiadvány kivonatos utánnomására, 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, 2005. március 18.

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Gyenge Csaba, Dr. Branko Katalinic ELŐSZÓ.....	XVII
1. Dr. Fenyvessy József TÁJÉKOZTATÓ A SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM ÉLELMISZERIPARI FŐISKOLAI KARA TEVÉKENYSÉGÉRŐL.....	XIX
2. Dr. Orbán Ferenc GERINC MOZGÁSFUNKCIÓINAK VIZSGÁLATA ÉS MECHANIKAI VONATKOZÁSAI.....	XXIII
3. Sitkei Lili Eszter (FMTÜ-2004) KÖZÉP-KELET EURÓPA INNOVÁCIÓS HELYZETE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL MAGYARORSZÁGRA	1
4. Beleznai Róbert, Otrósinka Tibor, Simon Gábor LAPOS SZÍJJAL HAJTOTT SZERSZÁMGÉP FŐORSÓK STABILITÁS VIZSGÁLATA	7
5. Baki-Hari Zoltán-Gábor GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁK KIVÁLASZTÁSA A KIVITELEZÉSI IDŐ FÜGGVÉNYÉBEN.....	11
6. Keppler István TERMÉSZETES BOLTOZATOK KIALAKULÁSÁNAK ÉS TÖNKREMENTELÉNEK VÉGESELEM MODELLJE.....	15
7. Kiss Péter A NAGYVASÚTI VILLAMOS VONTATÁS HÁLÓZATI VISSZAHATÁ- SÁNAK SZÁMÍTÓGÉPES MODELLJE.....	19
8. Šooš Lubomír, Kolláth Ludovít, Križan Peter, Horvát Miroslav A FAHULLADÉKOK ÚJRAHASZNOSÍTÁSA.....	23

9. Šooš Eubomír, Kolláth Eudovít, Križan Peter, Horvát Miroslav ÚJ BRIKETT ÉS PELLETT PRÉSEK.....	27
10. Kovács Péter Tamás SZOLGÁLTATÁSBIZTOS BEÁGYAZOTT RENDSZEREK TERVEZÉSE PLATFORMFÜGGETLEN MODELL ALAPJÁN.....	31
11. Mezei Sándor A MEGMUNKÁLÁSI IDŐ MEGHATÁROZÁSA A DARABOK CSOPORT- TECHNOLÓGIÁVAL VALÓ MEGMUNKÁLÁSAKOR.....	35
12. Székely Ádám A SZÉLERŐMŰVEK ENERGIA TERMELÉSÉNEK RÖVID TÁVÚ ELŐREJELZÉSE.....	39
13. Tóth János HENGERELT SZÉLESSZALAG ALAKHŰSÉGÉNEK BIZTOSÍTÁSA.....	43
14. Micskei Zoltán AUTOMATIKUS TESZTGENERÁLÁS MODELL ELLENŐRZŐVEL.....	47
15. Balogh András VIATRA 2: EGY ÁLTALÁNOS MODELL-TRANSZFORMÁCIÓ FEJLESZTŐ KERETRENDSZER.....	51
16. Dúl Róbert, Dr. Jármái Károly ALUMÍNIUM KÖRCSÓ ALAKVÁLTOZÁSÁNAK VÉGESELEMES ANALÍZISE.....	55
17. Fábry Gergely VÁKUUMOS SZENNYVÍZELVEZETŐ-RENDSZEREK ÜZEMI TAPASZTALATAI.....	59
18. Oláh Béla, Bányai Tamás, Dr. Cselényi József A FELHASZNÁLÓK KÉSZTERMÉK IGÉNYEIT A SZERELŐÜZEMEKHEZ RENDELŐ ALGORITMUSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ÉS AZ OPTIMUMOK TERMÉKEKRE VALÓ ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA.....	65
19. Nagyné Gyüker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Dr. Cselényi József BESZÁLLÍTÓI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSÁNAK ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA AZ ALKATRÉSZEK ÉS A BESZÁLLÍTÓK SAJÁTOSSA- GAINAK FÜGGVÉNYÉBEN.....	70
20. Dr. Bagyinszki Gyula, Dr. Bitay Enikő LÉZERES ANYAGTECHNOLÓGIÁK ENERGIASÚRÚSÁGI JELLEMZŐI.....	75
21. Bajusz Ildikó MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS EGY TEJIPARI TERMÉK ESETÉBEN.....	81

22. Benke Márton, Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Van Humbeeck Jan AZ ÖREGEDÉS HATÁSA MARTENZITES ÁTALAKULÁSOKRA RÉZALAPÚ ALAKEMLÉKEZŐ ÖTVÖZETEKBE.....	85
23. Nemes I. P.; Kertész K.; Tapasztó L.; Koós A. A.; Sárközi Zs.; Vértesy Z.; Horváth Z. E.; Darabont S.; Biró L. P. SZÉN NANOCSSÖVEK SZINTÉZISE PORLASZTÁSOS PIROLÍZIS MÓDSZERREL, FOLYÉKONY SZÉNHIIDROGÉNEKBŐL.....	89
24. Kollár Mariann, Marossy Kálmán, Dr. Bárczy Pál PVC-PE HETEROGÉN RENDSZEREK.....	93
25. Péter Szabó István RÖVID MEGTÉRÜLÉSI IDEJŰ NAPKOLLEKTOROK TERVEZÉSE ÉS HATÁSFOKUK VIZSGÁLATA.....	97
26. Bálint Péter GYORSÍTOTT ELJÁRÁS KIDOLGOZÁSA A MINIA TŰR AUTÓLÁMPÁK FÉM-ÜVEG KÖTÉSÉNEK ÉLETTARTAMVIZSGÁLATÁRA.....	101
27. Berecz Tibor, Szabó Péter János A σ -FÁZIS ÉS AUSZTENIT KÖZÖTTI ORIENTÁCIÓS KAPCSOLAT VIZSGÁLATA DUPLEX KORRÓZIÓÁLLÓ ACÉLOKBAN EBSD SEGÍTSÉGÉVEL.....	105
28. Branner Ferenc A FENNTARTHATÓSÁG HELYI PROGRAMJÁNAK GYAKORLATI VONATKOZÁSAI NAGYVÁRAD PÉLDÁJÁN KERESZTŰL.....	109
29. Détári Anikó, Tudományos vezető: Dr. Tóth Levente FURÁNGYANTA KÖTÉSŰ HOMOKOK REGENERÁLÁSA.....	113
30. Fegyverneki György METALLURGIA ÉS REPEDÉSÉRZÉKENYSÉG ÖSSZEFÜGGÉSEI AI-HENGERFEJ ÖNTVÉNYEK ESETÉBEN.....	117
31. Fogarassy Árpád A JÖVŐ ENERGETIKAI PERSPEKTÍVÁIKÖZÉP-KELET EURÓPÁBAN.....	121
32. Kövér Zsuzsanna Ilona, Roósz András A Fe-Co KÉTALKOTÓS EGYENSÚLYI FÁZISDIAGRAM ESTPHAD MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ SZÁMÍTÁSA.....	125
33. Meleg Anna BIOETANOL, MINT ALTERNATÍV ÜZEMANYAG.....	129
34. Miklósi Péter ELHASZNÁLT LCD-ESZKÖZÖK HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI.....	133

35. Pintér Gergely	
FUTÁSI IDEJŰ ELLENŐRZÉS ABSZTRAKT MODELLEK ALAPJÁN.....	137
36. Árendás Csaba, Bachraty Gergely	
BIZTONSÁGI SZEMPONTBÓL VESZÉLYES PROGRAMOZÓI HIBÁK AUTOMATIKUS FELDERÍTÉSE.....	141
37. Bánszki Pál	
FOKOZAT NÉLKÜLI TRAKTOROK ÜZEMELTETÉSI TAPASZTALATAI.....	145
38. Darabont-Horváth István	
ROBOTOK LÁTÓRENDSZERE PAL LENCSE ALKALMAZÁSÁVAL.....	149
39. Simcsák Attila, Tarnay Botond	
ÖNTVÉNYMINŐSÉG ELLENŐRZÉS MEGVALÓSÍTÁSA SŰRŰSÉG- MÉRÉSSEL NYOMÁSOS ÖNTÖDÉBEN.....	153
40. Tarnay Botond, Simcsák Attila	
MÉRŐRENDSZER FEJLESZTÉSE HBM SPIDER FELHASZNÁLÁSÁVAL NYOMÁSOS ÖNTŐGÉPEK ÖNTÉSI PARAMÉTEREINEK MÉRÉSÉRE ÉS KIÉRTÉKELÉSÉRE.....	157
41. H. Horváth Zsuzsa, Véha Antal, Halászné Fekete Mária	
KÜLÖNBÖZŐ SZEMCSEMÉRETŰ FŰSZERPAPRIKA ÖRLEMÉNYEK SZÍNJELLEMZŐINEK ELEMZÉSE.....	161
42. Molnár Dániel	
ÖNTÉSZETI FOLYAMATOK VÉGES ELEMES ÉS VÉGES DIFFERENCIA SZIMULÁCIÓJA.....	165
43. Szabó Zsolt, Szipőcs Róbert, Kádár György	
FOTONIKUS KRISZTÁLYOKBAN LÉTREJÖVŐ SZUPERLUMINÁLIS HATÁS NUMERIKUS VIZSGÁLATA.....	169
44. Székely Ferenc	
KÜLÖNBÖZŐ MIKROMEGLYOGÓK, ÉS MŰKÖDTETŐ RENDSZERŰK FELÉPÍTÉSE.....	173
45. Cserta Erzsébet, Dr. Szűcs István	
BIOMASSZA TÜZELÉS HATÁSA A LÉGSZENNYEZŐ- EMISSZIÓRA.....	177
46. Szabó P. Balázs, Véha Antal, Gyimes Ernő	
DINAMIKUS ÉS STATIKUS KEMÉNYSÉGMÉRÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSA VISZKO-ELASZTIKUS ANYAG (BÚZASZEM) ESETÉBEN.....	181
47. Morovič Ladislav	
A LÉZERES 3D SZKENNELÉS.....	185

48. Schrempf Norbert KANALAS SZÉLSEBESSÉGMÉRŐK STATIKUS ÉS DINAMIKUS ELLENŐRZÉSI MÓDSZERE.....	189
49. László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós MOBIL EKG MÉRÉS ÉS RITMUSANALÍZIS.....	193
50. Görög Levente-Károly, Máthé Zsolt SZOFTVERVIZSGÁLAT: GYAKORLAT-ORIENTÁLT OLVASÁS AZ EVOLÚCIÓS VAGY BOEHM-FÉLE FEJLESZTÉSI MODELLEK ALAPJÁN FEJLESZTETT SZOFTVERBEN.....	197
51. Hoó Csaba, Roósz András, Dr. Buza Gábor IRÁNYÍTOTT KRISTÁLYOSÍTÓ BERENDEZÉS ÉPÍTÉSE.....	201
52. Karacs Gábor, Dr. Roósz András AUSZTENITESÉDÉS SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓJA.....	205
53. Zsoldos Gabriella, Dr. Czél György A CSÍPŐPROTÉZIS TORZULÁSÁNAK MÉRÉSE 3D-S MÓDSZERREL.....	209
54. Dr. Bitay Enikő, Dr. Réti Tamás POLIÉDERES MIKROSZERKEZET TOPOLOGIAI JELLEMZÉSE ALAKTÉNYEZŐK FELHASZNÁLÁSÁVAL.....	213
55. Mende Tamás, Dr. Roósz András AZ ESTPHAD FÁZISDIAGRAM SZÁMÍTÁSI MÓDSZER ALKALMA- ZÁSA A MgO-Al ₂ O ₃ -CaO RENDSZER ESETÉN.....	223
56. Tokai Attila, Kutrovác Lajos, Szántai Mihály, Szűcs László GENETIKUS ALGORITMUS PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA GYÁRTÁSI FINOMPROGRAMOZÁS ESETÉN.....	227
57. Dr. Kismihály János HSC-HPC, NAGY SEBESSÉGŰ ÉS NAGY TELJESÍTMÉNYŰ MARÁSI ELJÁRÁSOK HŰTŐ-KENŐ FOLYADÉK NÉLKÜL.....	231
58. Bankós Péter IPARI TERMÉK TERVEZÉS LEHETŐSÉGEI LINUX OPERÁCIÓS RENDSZEREN – A 'CAD/CAM' lehetőségei Linux-on –.....	235
59. Fábrián Enikő Réka BÓRRAL MIKROÖTVÖZÖTT, KIS KARBONTARTALMÚ, ALUMÍNI- UMMAL CSILLAPÍTOTT ACÉLLEMEZEK SZÖVETSZERKEZETÉNEK HATÁSA A LEMEZEK HIDROGÉNÁTERESZTŐ KÉPESSÉGÉRE.....	241
60. Dr. Réger Mihály, Dr. Verő Balázs, Dr. Csepeli Zsolt INTERKRITIKUS JOMINY VIZSGÁLAT A DP ÉS TRIP ACÉLOK ÁTALAKULÁSI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSÁRA.....	247

61. Farkas Gabriella, Dr. Horváth Sándor MŰSZAKI FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIAI VIZSGÁLATA.....	251
62. Lipták Gábor OPTIMÁLÓ ALGORITMUSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA.....	255
63. Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László A KEVERÉK-ÖSSZETÉTEL HATÁSA AZ ÜVEGHIBÁK JELLEGÉRE ÉS GYAKORISÁGÁRA	259
64. Puskás Nikoletta HATÁRFELÜLETI JELENSÉGEK KERÁMIA, PORCELÁN TERMÉKEK MÁZAZÁSÁKOR.....	263
65. Lukács Sándor, Tudományos vezető: Dr. Tóth Levente KÜLÖNBÖZŐ FIZIKAI TULAJDONSÁGÚ SZERSZÁMBETÉTANYAGOK HATÁSA A NYOMÁSOS ÖNTVÉNYEKRE.....	267
66. Kovács Tünde, Dr. Dévényi László A SZÖVETSZERKEZET HATÁSA A LOKÁLIS KOPÁSRA.....	271
67. Felhő Csaba, Prof. Dr. Dudás Illés, Dr. Varga Gyula A RAPID-PROTOTYPING ELJÁRÁSOK ORVOSI ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI.....	279
68. Varga Róbert, Bakos Piroska, Mayer Melinda AZ ELŐÁLLÍTÁSI HŐMÉRSÉKLET HATÁSA MEREV FALÚ, KEMÉNYÍTŐ- BÁZISÚ BIOLÓGIAILAG LEBOMLÓ CSOMAGOLÓESZKÖZÖK TERHELHE- TŐSÉGÉRE.....	283
69. Bakos Levente, Konzulens tanár: Dr. Gyenge Csaba GYAKORLATI KÍSÉRLETEK HOLONIKUS ÉS HAGYOMÁNYOS ÜZEMI SZÁLLÍTÁSI RENDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁRA.....	287
70. Dr. Lengyel Antal, Bodnár Gábor BELSŐÉGÉSŰ MOTOROK EMISSZIÓJA BIOHAJTÓANYAGOK ALKALMAZÁSÁVAL.....	291
71. Máthé Zsolt, Görög Levente K. AZ RSA ALKALMAZÁSÁNAK EGY LEHETŐSÉGÉRŐL.....	299
72. Simon Erika, Dr. Örvös Mária EGYIDEJŰ HŐ- ÉS ANYAGTARANSZPORT VIZSGÁLATA KONVEKTÍV SZÁRÍTÁS SORÁN.....	304
73. Nándoriné Tóth Mária EVOLVENS CSAVARFELÜLET GEOMETRIAI VIZSGÁLATA.....	309
74. Gyimes Ernő SZEGEDI BÚZAFAJTÁK TECHNOLÓGIAI MINŐSÉGE.....	313

75. Forgács Endre, Dr. Véha Antal REZGÉSDIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLAT TAKARMÁNY EXTRUDERNÉL.....	317
76. Kósa János, Végvári Ferenc AZ 123 FÁZISÚ SZINTERELÉSSEL ELŐÁLLÍTOTT $YBa_2Cu_3O_x$ TÍPUSÚ SZUPRAVEZETŐ VIZSGÁLATA.....	322
77. Kósa János, Bernáth Mihály SZINTERELÉSSEL ELŐÁLLÍTOTT POLIKRISTÁLYOS YBCO SZUPRAVEZETŐ GYÁRTÁSA ÉS VIZSGÁLATA NAGYOBB FLUXUS BEFOGÁSA CÉLJÁBÓL.....	327
78. Nagyné Pintér Zsuzsanna, Pokriva Péter, Sachinger Attila, Tóth Sándor SZOBORSZERŰ ALAKZAT REPRODUKÁLÁSA REVERSE ENGINEERING MÓDSZERREL.....	331
79. Pfeiffer András ÚJRAÜTEMEZÉSI DÖNTÉSEK TÁMOGATÁSA DISZKRÉT ESEMÉNYSZIMULÁCIÓ ALKALMAZÁSÁVAL.....	335
80. Gergely Zoltán, Konzulensek: Dr. Judák Endre, Madár Viktor DC MOTOR TERHELÉSFÜGGŐ FORDULATSZÁM-SZABÁLYOZÁSA PID ALGORITMUSSEL.....	339
81. Kuzsella László, Kovács Tünde KÉT KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZERREL MEGHATÁROZOTT KOPÁSI EGYÜTTHATÓ ÖSSZEHASONLÍTÁSA.....	343
82. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József FORGÁCSOLÓERŐK SZIMULÁCIÓJA ION-EGYKRISTÁLY MIKROFORGÁCSOLÁSÁNÁL.....	349
83. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József ION-EGYKRISTÁLYOK ALAKVÁLTOZÁSÁNAK SZIMULÁCIÓJA MIKROFORGÁCSOLÁSÁNÁL.....	353
84. Bene László, Albert Miklós, Forgács Endre, Terpó György TENGELEBEÁLLÍTÁSI HIBÁVAL TERHELT MOTOR – TENGELE- KAPCSOLÓ - SZIVATTYÚ GÉPCSOPORT REZGÉSANALÍZISE.....	357
SZERZŐK JEGYZÉKE.....	361

CONTENTS

Dr. Gyenge Csaba, Dr. Branko Katalinic PREFACE	XVII
1. Fenyvessy József INFORMATION ABOUT THE ACTIVITY OF THE COLLEGE-FACULTY OF FOOD ENGINEERING -UNIVERSITY OF SZEGED.....	XIX
2. Dr. Orbán Ferenc EXAMINATION OF MOTION OF SPINE AND MECHANICAL ASPECTS.....	XXIII
3. Sitkei Lili Eszter (FMTŰ-2004) THE INNOVATION ATTITUDE IN CENTRAL EAST EUROPE ESPECIALLY FOR HUNGARY.....	1
4. Beleznai Róbert, Otrosinka Tibor, Simon Gábor STABILITY ANALYSIS OF THE BELT-DRIVE OF THE MACHINE TOOL SPINDLE	7
5. Baki-Hari Zoltán-Gábor THE SELECTION OF THE RAPID PROTOTYPING TECHNOLOGIES DEPENDING ON THE EXECUTION TIME.....	11
6. Keppler István FINITE ELEMENT MODELLING OF ARCH FORMATION AND COLLAPSE.....	15
7. Kiss Péter COMPUTER MODEL FOR THE HARMONIC GENERATION OF THE RAILWAYS.....	19
8. Šooš Lubomír, Kolláth Eudovít, Križan Peter, Horvát Miroslav RECYCLING OF THE WOOD WASTE.....	23

9. Šooš Eubomír, Kolláth Eudovít, Križan Peter, Horvát Miroslav	
PRESSING MACHINES OF THE NEW BRIQUET AND PELLET.....	27
10. Kovács Péter Tamás	
DESIGN OF DEPENDABLE EMBEDDED SYSTEMS BASED ON PLATFORM INDEPENDENT MODEL.....	31
11. Mezei Sándor	
ESTABLISHING TIME OF MANUFACTURING IN CASE OF WORKING PARTS THROUGH GROUP TECHNOLOGY.....	35
12. Székely Ádám	
SHORT-TERM FORECASTING OF THE PRODUCED POWER OF WIND TURBINES.....	39
13. Tóth János	
CORRECT SHAPE OF ROLLED WIDE STRIP SUPPORTING.....	43
14. Micskei Zoltán	
AUTOMATIC TEST GENERATION USING MODEL CHECKERS.....	47
15. Balogh András	
VIATRA 2: A GENERAL MODEL TRANSFORMATION FRAMEWORK.....	51
16. Dúl Róbert, Dr. Jármay Károly	
FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE DEFORMATION OF ALUMINIUM TUBES.....	55
17. Fábry Gergely	
VACUUM SEWERAGE SYSTEM, AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SOLUTION.....	59
18. Oláh Béla, Bányai Tamás, Dr. Cselényi József	
SENSITIVITY ANALYSIS OF OPTIMUMS CONCERNING TO PRODUCTS AND COMPARISON OF ALGORITHMS FOR ASSIGNMENT OF ASSEMBLY PLANTS TO THE FINAL PRODUCT REQUIREMENTS OF THE USERS.....	65
19. Nagyné Gyüker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Dr. Cselényi József	
SENSIBILITY ANALYSIS OF OPTIMIZATION OF PURCHASING LOGISTIC SYSTEM AS A FUNCTION OF COMPONENTS AND SPECIALITY OF SUPPLIERS.....	70
20. Dr. Bagyinszki Gyula, Dr. Bitay Enikő	
ENERGY DENSITY CHARACTERISTICS OF LASER BEAM IN MATERIAL TECHNOLOGICS	75
21. Bajusz Ildikó	
QUALITY MANAGEMENT OF A DAIRY PRODUCT.....	81

22. Benke Márton, Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Van Humbeeck Jan THE EFFECT OF AGEING ON MARTENSITIC TRANSFORMATIONS IN COPPER BASE SHAPE.....	85
23. Nemes I. P.; Kertész K.; Tapasztó L.; Koós A. A.; Sárközi Zs.; Vértesy Z.; Horváth Z. E.; Darabont S.; Biró L. P. SYNTHESIS OF CARBON NANOTUBES BY SPRAY PYROLYSIS METHOD USING LIQUID HYDROCARBONS.....	89
24. Kollár Mariann, Marossy Kálmán, Bárczy Pál PVC-PE HETEROGENOUS SYSTEMS.....	93
25. Péter Szabó István DESIGNING AND EFFICIENCY TESTING OF SOLAR COLLECTORS HAVING SHORT RATE OF RETURN.....	97
26. Bálint Péter PLAN OF A QUICK PROCEDURE FOR THE DECLARATION OF LIFEEXPECTANCY OF GLASS-METAL SEAL IN STOP LAMPS.....	101
27. Berecz Tibor, Szabó Péter János STUDY OF THE ORIENTATION RELATIONSHIP BETWEEN THE SIGMA- PHASE AND AUSTENIT IN DUPLEX STAINLESS STEEL BY <i>EBSD</i>	105
28. Branner Ferenc SUSTAINABLE LOCAL DEVELOPMENT THROUGH THE EXAMPLE OF ORADEA CITY.....	109
29. Détári Anikó, Consultant: Dr. Tóth Levente RECLAMATION OF FURAN-RESIN BONDED SANDS.....	113
30. Fegyverneki György CONNECTION BETWEEN THE METALLURGY AND THE SUSCEPTIBILITY TO CRACKS IN CASE OF Al-CYLINDERHEADS.....	117
31. Fogarassy Árpád THE ENERGETICAL AND ECONOMICAL PERSPECTIVES IN CENTRAL- EASTERN EUROPE.....	121
32. Kövér Zsuzsanna Ilona, Roósz András CALCULATION OF THE Fe-Co BINARY EQUILIBRIUM PHASE DIAGRAM BY <i>ESTPHAD</i> METHOD.....	125
33. Meleg Anna POSSIBILITIES OF USING ETHANOL AS A FUEL.....	129
34. Miklósi Péter POSSIBILITIES FOR RECYCLING OF END-OF-LIFE LIQUID CRYSTAL DISPLAYS.....	133

35. Pintér Gergely	
RUN-TIME VERIFICATION BASED ON FORMAL MODELS.....	137
36. Árendás Csaba, Bachraty Gergely	
THE AUTOMATED DETECTION OF PROGRAMMING ERRORS WITH A VIEW TO SECURITY	141
37. Bánszki Pál	
WORKING EXPERIENCE OF CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS.....	145
38. Darabont-Horváth István	
VISUAL SYSTEM OF ROBOTS WITH THE <i>PAL</i> OPTIC.....	149
39. Simcsák Attila, Tarnay Botond	
IMPLEMENTING THE QUALITY CONTROL OF CASTINGS WITH DENSITY- MEASUREMENT IN PRESSURE DIE CASTING FOUNDRY.....	153
40. Tarnay Botond, Simcsák Attila	
DEVELOPING A MEASURING-SYSTEM BASED ON HBM SPIDER FOR ACQUISITION AND EVALUATION OF THE CASTING PARAMETERS OF PRESSURE DIE CASTING.....	157
41. H. Horváth Zsuzsa, Véha Antal, Halászné Fekete Mária	
ANALYSING OF COLOR CHARACTERISTICS OF PAPRIKA GRIST WITH DIFFERENT SIZE.....	161
42. Molnár Dániel	
FINITE ELEMENT AND FINITE DIFFERENT SIMULATION OF FOUNDRY PROCESSES.....	165
43. Szabó Zsolt, Szipőcs Róbert, Kádár György	
NUMERICAL INVESTIGATION OF SUPERLUMINAL EFFECT IN PHOTONIC CRYSTALS.....	169
44. Székely Ferenc	
SEVERAL MICRO-GRIPPERS AND BUILD-UP OF THEIR ACTUATING SYSTEM.....	173
45. Cserta Erzsébet, Dr. Szűcs István	
THE EFFETS OF BIOMASSE COMBUSTION ON THE EMISSION OF AIR POLLUTANT.....	177
46. Szabó P. Balázs, Véha Antal, Gyimes Ernő	
VISCO-ELASTIC MATERIALS (WHEAT KERNEL) MEASURED BY DINAMIC METHODS AND STATIC TEST.....	181
47. Morovič Ladislav	
LASER 3D SCANING.....	185

48. Schrempf Norbert	
STATIC AND DYNAMIC CALIBRATION OF CUP ANEMOMETERS.....	189
49. László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós	
MOBILE ECG MEASUREMENT AND RITHM ANALYSIS.....	193
50. Görög Levente-Károly, Máthé Zsolt	
SOFTWARE INSPECTION: USAGE-BASED READING IN SOFTWARE DEVELOPED ON THE BASIS OF EVOLUTIONARY OR BOEHM’S SPIRAL DEVELOPMENT MODELS.....	197
51. Hoó Csaba, Roósz András, Buza Gábor	
CONSTRUCTION OF UNIDIRECTIONAL SOLIDIFICATION SET-UP.....	201
52. Karacs Gábor, Dr. Roósz András	
SIMULATION OF AUSTENITIZATION.....	205
53. Zsoldos Gabriella, Czél György	
HIP JOINT DISTORTION MEASUREMENT BY 3D METHOD.....	209
54. Bitay Enikő, Réti Tamás	
TOPOLOGICAL CHARACTERIZATION OF POLYHEDRAL MICROSTRUCTURES USING QUANTITATIVE SHAPE INDICES.....	213
55. Mende Tamás, Roósz András	
THE APPLICATION OF THE <i>ESTPHAD</i> PHASE DIAGRAM CALCULATION METHOD IN CASE OF MgO-Al ₂ O ₃ -CaO OXIDES SYSTEM.....	223
56. Tokai Attila, Kutrovác Lajos, Szántai Mihály, Szűcs László	
TESTING PARAMETERS OF GAS FOR JOB SHOP SCHEDULING.....	227
57. Dr. Kismihály János	
<i>HSC-HPC</i> , NAGY SEBESSÉGŰ ÉS NAGY TELJESÍTMÉNYŰ MARÁSI ELJÁRÁSOK HŰTŐ-KENŐ FOLYADÉK NÉLKÜL.....	231
58. Bankós Péter	
INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN WITH „LINUXCAD” – /THE CAD&CAM POSSIBILITY ON LINUX OS/-.....	235
59. Fábíán Enikő Réka	
EFFECT OF THE MICROSTRUCTURE OF BORON-MICROALLOYED ALUMINIUM-KILLED LOW CARBON STEEL SHEETS ON HYDROGEN PERMEABILITY.....	241
60. Dr. Réger Mihály, Dr. Verő Balázs, Dr. Csepeli Zsolt	
THE ROLE OF INTERCRITICAL JOMINY TEST IN DETERMINATION OF TRANSFORMATION CHARACTERISTICS OF <i>DP</i> AND <i>TRIP</i> AIDED STEELS....	247

61. Farkas Gabriella, Dr. Horváth Sándor MICROTOPOGRAPHICAL EXAMINATION OF TECHNOLOGICAL SURFACES.....	251
62. Lipták Gábor COMPARISON OF OPTIMIZING ALGORITHMS.....	255
63. Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László EFFECT OF THE RAW-MATERIALS ON THE CHARACTER AND THE PREVALENCE OF THE GLASS DEFECT.....	259
64. Puskás Nikoletta INTERFACIAL PHENOMENA OF GLAZING OF CERAMIC AND PORCELAIN ITEMS.....	263
65. Lukács Sándor, Tudományos vezető: Dr. Tóth Levente DIFFERENT DIE MATERIALS IN HPDC.....	267
66. Kovács Tünde, Dr. Dévényi László EFFECT OF THE MICROSTRUCTURE ON THE LOCAL WEAR.....	271
67. Felhő Csaba, Prof. Dr. Dudás Illés, Dr. Varga Gyula MEDICAL APPLICATION POSSIBILITIES OF RAPID-PROTOTYPING TECHNIQUES.....	279
68. Varga Róbert, Bakos Piroska, Mayer Melinda THE EFFECT OF PRODUCTION TEMPERATURE ON THE LOADABILITY OF BIODEGRADABLE RIGID WALL PACKAGING.....	283
69. Bakos Levente, Consultant: dr. Gyenge Csaba EXPERIMENTAL RESEARCHES FOR COMPARING OF THE HOLONIC AN CLASSICAL INDUSTRIAL TRANSPORT SYSTEMS.....	287
70. Dr. Lengyel Antal, Bodnár Gábor EMISSION OF ENGINES USING OF BIO-FUELS.....	291
71. Máthé Zsolt, Görög Levente K. ABOUT A SPECIFIC APPLICATION OF THE RSA.....	299
72. Simon Erika, Dr. Örvös Mária STUDY OF HETA AND MASS TRANSFER DURING CONVECTIVE DRYING.....	304
73. Nándoriné Tóth Mária GEOMETRICAL ANALYSIS OF HELICOIDAL SURFACE OF INVOLUTE GEAR	309
74. Gyimes Ernő TECHNOLOGICAL QUALITY OF SZEGED WINTER WHEAT VARIETIES.....	313

75. Forgács Endre, Dr. Véha Antal	
VIBRATION DIAGNOSTICS IN FEED EXTRUDER.....	317
76. Kósa János, Végvári Ferenc	
EXAMINATION OF SINTERED 1 2 3 PHASE $YBa_2Cu_3O_x$	
SUPERCONDUCTOR	322
77. Kósa János, Bernáth Mihály	
SINTERED POLYCRYSTALLIN YBCO SUPERCONDUCTOR PRODUCTION AND	
EXAMINATION TO ACHIVE HIGHER FLUX	327
78. Nagyné Pintér Zsuzsanna, Pokriva Péter, Sachinger Attila, Tóth Sándor	
REPRODUCING A SCULPTURE FORMED SURFACE BY REVERSE	
ENGINEERING METHOD.....	331
79. Pfeiffer András	
SUPPORTING RESCHEDULING DECISIONS BY USING DISCRETE EVENT	
SIMULATION.....	335
80. Gergely Zoltán, Consultant: Dr. Judák Endre, Madár Viktor	
DC MOTOR LOAD-SENSITIVE RPM CONTROL WITH PID ALGORITHM.....	339
81. Kuzsella László	
COMPARISON OF THE WEAR COEFFICIENT IN CASE OF TWO DIFFERENT	
TRIBOLOGICAL METHODS	343
82. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József	
SIMULATION OF CUTTINGFORCES OF ION - SINGLE CRYSTALS AT	
MICROCUTTING.....	349
83. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József	
SIMULATION OF DEFORMATION OF ION - SINGLE CRYSTALS AT	
MICROCUTTING.....	353
84. Bene László, Albert Miklós, Forgács Endre, Terpó György	
VIBRATION ANALISYS OF A MOTOR- COUPLING-PUMP SYSTEM	
SUBJECTED TO MISALIGNMENT	357
LIST OF AUTHORS.....	361

ELŐSZÓ

A Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszakának szervező és tudományos bizottságának alapító tagjaként, örömmel és szakmai elégtétellel nyugtázom, hogy sikerült megrendeznünk immár a 10. konferenciánkat és megszerkeszteni-kinyomtatni ezt a jubileumi kiadványt.

A kiadványban szereplő tudományos dolgozatok címei és tartalmuk alapján megállapíthatjuk, hogy a tanulmányok, mind a gépészet széles területein, mind az alkalmazott informatika, anyagtudományok, logisztika és gyors prototípus gyártás, energetika, környezetvédelem, minőségbiztosítás és élelmiszermérnöki tudományok szakterületein értékes és korszerű kutatások eredményeit ismertetik. Mivel a szerzők nagy része doktorandus, vagy végzős diák, a beküldött dolgozatok nagy része ez irányú kutatási eredményeiket foglalja össze és ennek következtében mind a résztvevők, mind a kötet olvasói megfelelő betekintést nyerhetnek a különböző tanszékek és kutató csoportok legújabb kutatási irányzataiba.

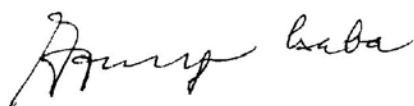
Az Erdélyi Múzeum Egyesület, mint Erdély akadémiai szintű magyar tudományos társasága, abban igyekszik támogatni a fiatal kutatókat, hogy évente lehetőséget biztosít eredményeik bemutatására, megvitatására, és a legjobbaknak az EME Műszaki Tudományos Füzetekben való közlésére.

A konferencia és a kiadvány nemzetközi elismeréséhez az is hozzá járul, hogy immár három éve a neves DAAAM közép-európai tudományos társaság védnökségét élvezzi. Ennek köszönhetően az FMTÜ szerepel a DAAAM egyesület évi közlönyeiben és sok értékes tudományos információval gazdagodtunk, átadták konferencia - szervezési

tapasztalataikat továbbá azzal is büszkélkedhetünk, hogy az FMTÜ kiadványai már harmadik éve ott szerepelnek a Bécsi Műszaki Egyetem könyvtárában a DAAAM egyesület kiadvány sorozatai mellett.

E szép és eredményes jubileum alkalmából szeretném megköszönni valamennyi szerző hozzájárulását a kiadvány létrejöttéhez, valamint a lelkes és kitartó szerkesztőbizottságnak az értékes munkát.

Az FMTÜ Tudományos Bizottságának
elnöke



Dr. Gyenge Csaba
Az MTA külső tagja

Kolozsvár 2005. március 5.

Congratulations for the 10. FMTÜ
conference!

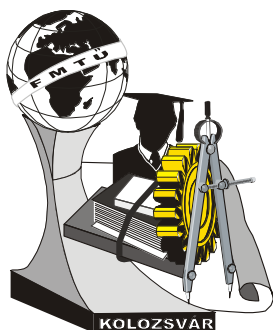
I wish a lot of successes for you.

Prof.Dr.hc.multi Branko Katalinic



President of DAAAM International

Vienna 2005.



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

TÁJÉKOZTATÓ A SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM ÉLELMISZERIPARI FŐISKOLAI KARA TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Fenyvessy József

Magyarországon a felsőfokú élelmiszeripari szakemberképzés a budapesti és szegedi intézményekben kezdődött. A *felsőoktatási integráció* eredményeként a Kar **2000. január 1.** napjától a *Szegedi Tudományegyetem*, mint jogutód intézmény *főiskolai karaként* működik.

A Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar és a Mezőgazdasági Főiskolai Kar (Hódmezővásárhely) szorosan együttműködik a Dél-alföldi Agrártudományi Centrum keretei között.

A Főiskolai Kar *oktatási feladatának* tekinti a társadalom és a gazdaság fejlődését szolgáló korszerű szaktudás közvetítését, a piaci igényeknek megfelelő gyakorlati szakemberek, mérnökök, menedzserek magas színvonalú képzését.

A Kar oktatói állomány **54 fő**.

A Kar rendelkezik a **BSc** szakok oktatásához szükséges minősített oktatókkal.

Az **54 fő** oktatóból minősített:

19 fő (CSc, PhD és habilitált)

14 fő (egyetemi doktor)

összesen **33 fő**, amely **61 %**.

A hallgatók létszáma:

élelmiszermérnök: 270 fő; élelmiszeripari gépészmérnök: 120 fő; vállalkozó-menedzser mérnök:
450 fő; levelező tagozaton: 800 fő

A Kar oktatási tevékenysége

A **BOLOGNAI NYILATKOZATNAK** megfelelően, a Magyar Felsőoktatás Európai Unióhoz történő csatlakozásának programja szerint, Karunkon az alapszakok képzése megújult. A *lineáris képzés BSc szintjét* két szakon 2005-ben már indítjuk. A leendő hallgatók számára ennek a képzésnek az előnye, hogy az MSc képzésben további két év tanulmány után *egyetemi mesterdiplomát* kaphatnak. A lineáris képzés feltételeinek megfelelően közös tantervek alapján, közös oktatási anyag kerül

mindazokon a Karokon és Intézményekben átadásra, amelyek a szakok indítására engedélyt kaptak. Így az **Élelmiszermérnök** (BSc) szakon egyetemi alapidipломát 3 magyarországi felsőoktatási intézményben szerezhettek a hallgatók (Mosonmagyaróvár, Budapest, Szeged) és bármelyik intézményből különbözeti vizsga nélkül folytathatják tanulmányaikat az MSc képzésben.

Egyetemi alapidiploma kerül kiadásra a 2005-ben induló tanévtől kezdődően a **Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök** szakunkon is, amely szintén összehangolt tantervek és tananyagok alapján oktatott, 2 magyarországi felsőoktatási intézményben (Gödöllő, Szeged). Itt is a BSc diploma megszerzése lehetőséget nyújt az egyetemi mesterdiploma megszerzésére irányuló továbbtanuláshoz.

A Bolognai folyamat és az azt követő felsőoktatás átalakítása a magyarországi felsőoktatásban megszüntette az oktatás tartalmát tekintően a duális jelleget, de megtartotta az intézmények **duális jellegét** (egyetem-főiskola, egyetemi kar – főiskolai kar), viszont a hallgatók számára könnyebbé tette az intézmények közötti átjárhatóságot, illetve a továbbtanulásnak a lehetőségét.

2006-ban hasonló körülmények között tudjuk indítani a **gazdasági és vidékfejlesztő agrármérnök** szakot.

Az alapképzés keretében oktatott szakok, szakirányok

📖 Élelmiszermérnök szak

Az élelmiszermérnök jártas a technológiai folyamatok irányításában, átfogó tudással rendelkezik a feldolgozás, tartósítás, termékgyártás elméleti és gyakorlati területein, képes üzemszervezési és üzemgazdasági feladatok ellátására.

Szakirányok: állati eredetű nyersanyagokat feldolgozó, növényi eredetű nyersanyagokat feldolgozó.

A tanulmányi kötelezettségnek eleget tett hallgatók főiskolai szintű (BSc.) végzettséget tanúsító oklevelet kapnak. A végzettség megnevezése: élelmiszermérnök.

📖 Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök szak

A mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök képes a termelési folyamatok és ipari szolgáltatások előkészítési, üzemeltetési és irányítási feladatainak, valamint a tervezés és a fejlesztés részfeladatainak megoldására.

Szakirányok: élelmiszeripari gépész, környezetinformatika.

A tanulmányi kötelezettségnek eleget tett hallgatók főiskolai szintű (BSc.) végzettséget tanúsító oklevelet kapnak. A végzettség megnevezése: mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök.

📖 Élelmiszeripari vállalkozó-menedzser mérnök szak

2005- évben még a hagyományos tantárgyi programokkal, szervezettel indul.

Az élelmiszeripari vállalkozó-menedzser ismeri a marketing tevékenység gyakorlati és elméleti tennivalóit, képes önálló marketing munkára, annak megszervezésére és irányítására. Alkalmas

különböző vállalati irányítási rendszerekben menedzseri munkakörök betöltésére.

A tanulmányi kötelezettségnek eleget tett hallgatók főiskolai szintű (BSc.) végzettséget tanúsító oklevelet kapnak. A végzettség megnevezése: élelmiszeripari vállalkozó-menedzser mérnök.

Alapképzésben választható modulok

Tanulmányaik során a hallgatók a 3. félévtől kezdődően olyan speciális tantárgyi modulokat választhatnak, amelyek elvégzését a diplomájukban betétlap igazol. Három féléven keresztül a modul tárgyait a választható tárgyak, illetve a szabadidejük terhére tanulják.

Választható modulok:

műszaki menedzser; élelmiszeripari környezetgazdálkodás; élelmiszeripari biotechnológia; élelmiszeripari higiénikus; műszaki informatika; logisztika; pénzügyi-informatika; régió- és térségfejlesztés.

A kiegészítő alapképzés keretében oktatott szak: mérnök-tanár (műszaki).

Akkreditált felsőfokú szakképzés: élelmiszeripari menedzser

Továbbképzés: élelmiszeripari higiénia szakmérnök; tejipari szakmérnök; hús- és baromfiipari szakmérnök.

A hallgatók végzés utáni elhelyezkedése igen sokrétű: élelmiszeripari nagyvállalatok mellett a kereskedelemben, banki, pénzügyi, menedzsment-marketing területen találnak munkalehetőséget.

A Kar kutatási és egyéb tevékenységei

A magyar élelmiszergazdaság előtt álló feladatok és kihívások alapján a Kar kutatási tevékenységét négy fő témakör köré csoportosíthatjuk: élelmiszer minőség és biztonság, élelmiszeripari technológia, agrár ökonómia, élelmiszeripari mérnöki kutatások:

- 📖 Élelmiszerbiztonság és élelmiszer-minőség kérdései
- 📖 Impulzus-, hő és anyag transzportfolyamatok modellezése vizsgálata az élelmiszeripari megvalósíthatóság szempontjából, műveleti paraméterek optimalizálásához
- 📖 Egészségtudatos táplálkozást megalapozó nyersanyagok, technológiák és termékek fejlesztése
- 📖 Spektroszkópiai módszerek alkalmazása az Élelmiszeripari és Környezeti feladatok megoldásában
- 📖 Agrárműszaki, és műszaki-technológiai fejlesztések, diagnosztikai eljárások
- 📖 Terület-, régió- és településfejlesztés szerepe és jelentősége Magyarországon és Európai-Unióban

- 📖 Bio-informatika
- 📖 Az EU csatlakozás és a globalizáció hatása a magyar élelmiszergazdaságra
- 📖 Multimédiás oktatóanyagok tervezése, hatékonyság vizsgálata
- 📖 Intelligens irányítási rendszerek

Az SZTE Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar elmúlt évi **pályázati tevékenységének** eredményeképpen a Kar **222 millió Ft** összegű sikeres és elnyert pályázati összeget tudhat magánénak. Hallgatói és oktatói mobilitásunkat a következő **EU programok** segítik: EU 4-es program; Leonardo da Vinci program; Erasmus program; Ceepus program.

A Kar **nemzetközi kapcsolatai széleskörűek**, igen jelentősek mind az oktatás, mind a tudományos tevékenység tekintetében. A külföldi partnerintézményekkel való kapcsolataink, a szakmai tapasztalatcsere rendszeres, amely a kölcsönös látogatások alkalmával valósul meg.

Gyakorinak mondható oktatóink nemzetközi konferenciákon való részvétele, azokon előadások tartása, illetve posztterek bemutatása.

A nemzetközi kapcsolatok szélesítése, az oktatók szakmai kapcsolatainak bővítése a képzés fejlesztése szempontjából indokolt.

A hallgatói élet

A hallgatók tájékoztatása a kari kiadványok mellett, a diák-tanácsadási rendszeren keresztül valósul meg. A HÖK szervezésében külön bizottság foglalkozik a tanulmányi ügyekkel, illetve a hallgatók szociális támogatásával, ösztöndíj adományozásával.

A hallgatók – oktatók közvetlen kapcsolata, a kari rendezvények, a diákköri munkában részt vevő hallgatók száma mind-mind hozzájárul a végzés utáni együttműködéshez.

A 90-es évek közepén alakult meg a Végzett Hallgatók Szövetsége, amely segítője, támogatója a kari célok, tervek megvalósításának. A végzettek alkotják az élelmiszeripari vezető szakemberek nagy táborát. A jó kapcsolat, az együttműködés anyagiakban is megmutatkozik.

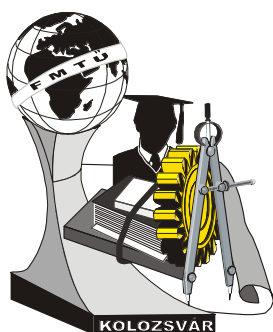
A HÖK szervezésében valósul meg 2005. tavaszán az „Európai Élelmiszeripari Hallgatók Egyesületének” éves közgyűlése Szegeden, amelyen kb. 15 ország részvétele várható.

A **Kar Kollégiuma** fontos része a képzési folyamatnak. Itt gondoskodunk a „szabadidő” értelmes és hasznos eltöltéséről. E célt szolgálják a sportpályák (kézilabda, kosárlabda, strandröplabda, konditerem, stb.), a könyvtár.

Dr. habil. **Fenyvessy József** egyetemi tanár, CSc

Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar

Telefon: 62/546-003; Fax: 62/546-003; e-mail: fotit@szef.u-szeged.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GERINC MOZGÁSFUNKCIÓINAK VIZSGÁLATA ÉS MECHANIKAI VONATKOZÁSAI

Dr. Orbán Ferenc

Abstract

Aim of the examinations is to use of Zebris apparatus and to practice the measures with people. Accuracy of apparatus was tested with a mechanism which motion is known. The people which was examined are university students and teachers.

It is doctor's duty to evaluate the results, we engineers are able to make some comparing with statistical methods.

Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálatok célja a Zebris berendezés használatának begyakorlása és az embereken végzett mérések természetének megismerése volt. A berendezés pontosságát teszteltük egy ismert mozgású mechanizmus tanulmányozásakor.

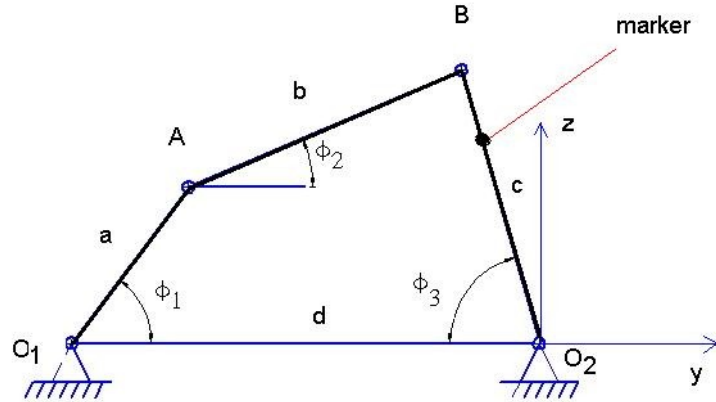
A vizsgált személyek részben egyetemi hallgatók és dolgozók voltak. Az eredmények korrekt kiértékelését szakorvos végezheti, így mi mérnökök a mérhető eredményeket hasonlítottuk össze matematikai statisztikai módszerek segítségével.

Bevezetés

A 2002 októberében egy biomechanikai laboratóriumot létesítettünk Pécsen. A labor jelenleg mozgásvizsgálatok végzésére alkalmas, de funkciója később bővülni fog. A mozgásvizsgálatokat a Zebris német cégtől vásárolt berendezéssel végeztük.

A mérés elve az, hogy ultrahang terjedési idejét méri, melyet az ún. markerektől a három mikrofonig megtesz. Természetesen így a marker mint pont helyzetét minden időpillanatban ismerjük. A berendezést emberi mozgásvizsgálatokra fejlesztették ki, de természetesen alkalmas a berendezés pl. mechanizmusok vizsgálatára is. A berendezés jobb megismerésére, valamint a riport eredményeinek értelmezése miatt egy négycsuklós mechanizmust is megvizsgáltunk. A mechanizmust a tanszéken készítettük el.

A mechanizmus mechanikai modellje:



1.ábra

A mechanizmus O_1 A forgattyú rúdja ω_1 szögsebességgel forog. Határozzuk meg az O_2B rúd szögsebességét, valamint a $\varphi_3(t)$ és az $\omega_3(t)$ foronomiai görbéket.

A φ_3 szög meghatározható az alábbi egyenletekből:

$$a \cdot \cos \varphi_1 + b \cdot \cos \varphi_2 + c \cdot \cos \varphi_3 = d$$

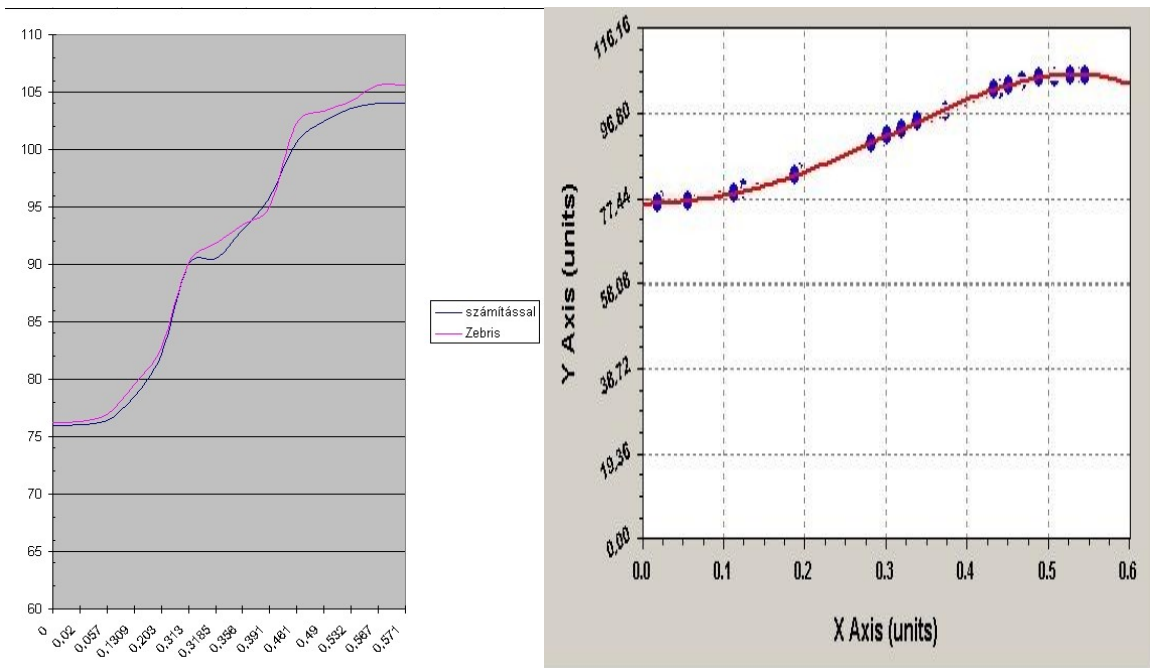
$$a \cdot \sin \varphi_1 + b \cdot \sin \varphi_2 - c \cdot \sin \varphi_3 = 0$$

A ω_3 illetve az $\omega_3(t)$ meghatározható, a B pont sebességére felírt összefüggésekből:

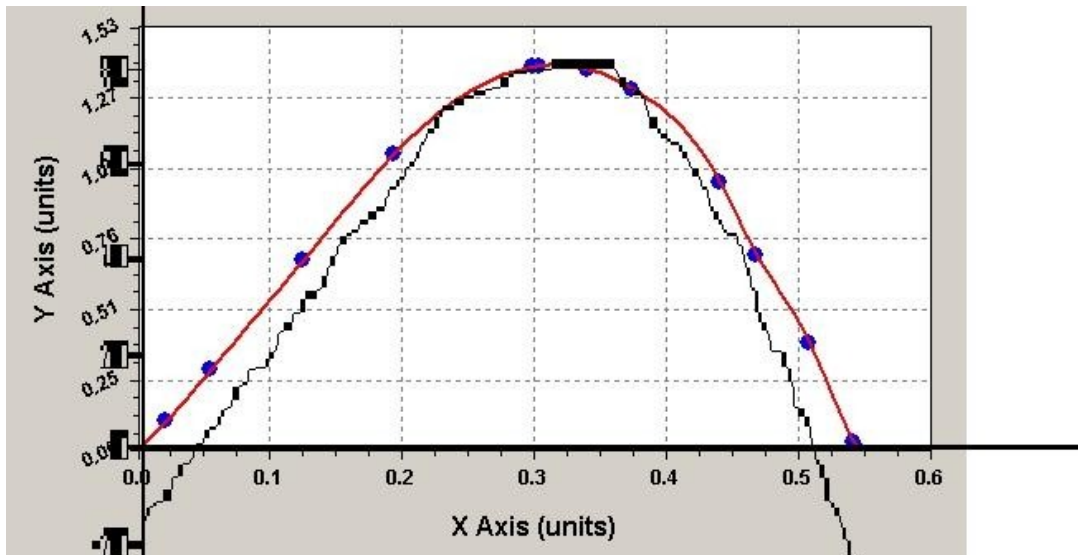
$$-\omega_3 \cdot c \cdot \sin \varphi_3 = b \cdot \omega_2 \cdot \sin \varphi_2 - a \cdot \omega_1 \cdot \sin \varphi_1$$

$$-\omega_3 \cdot c \cdot \cos \varphi_3 = a \cdot \omega_1 \cdot \cos \varphi_1 - b \cdot \omega_2 \cos \varphi_2$$

A φ_3 szög változása a 2. ábrán, az ω_3 szögsebesség változása a 3. ábrán látható.



2.ábra



3.ábra

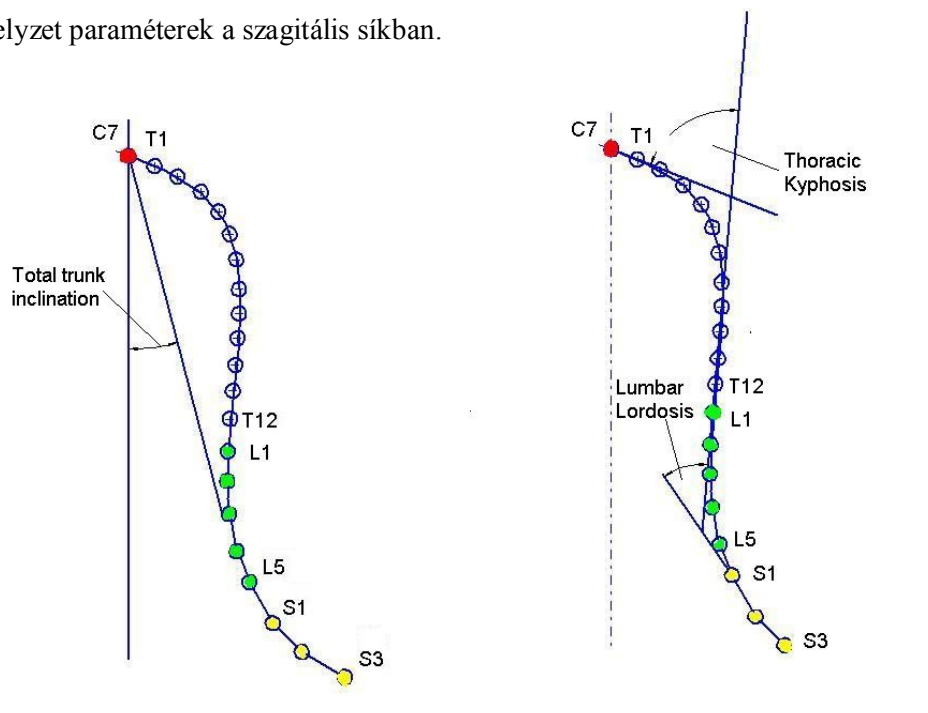
Gerinc biomechanikai vizsgálata

A vizsgálatokat a Win Spine szoftver segítségével az alábbi vizsgálatok végezhetők:

- Pointer Posture
- Triple cervical
- Triple lumbar

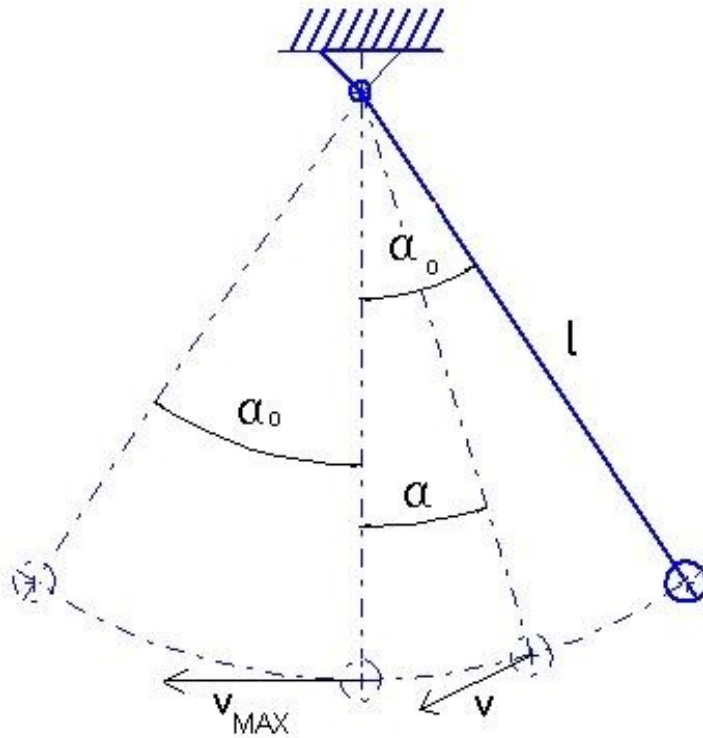
A vizsgálatok közül az első a Pointer Posture tulajdonképpen statikus vizsgálat. A gerinc alakjára különböző szögek értelmezhetők. (4. ábra)

A testhelyzet paraméterek a szagittális síkban.



4. ábra

A triple servical és a triple lumbar vizsgálatok dinamikus vizsgálatok.
 Valamennyi vizsgálat egy inga mozgás vizsgálatához hasonlítható:



5. ábra

Az anyagi pont pillanatnyi sebessége:

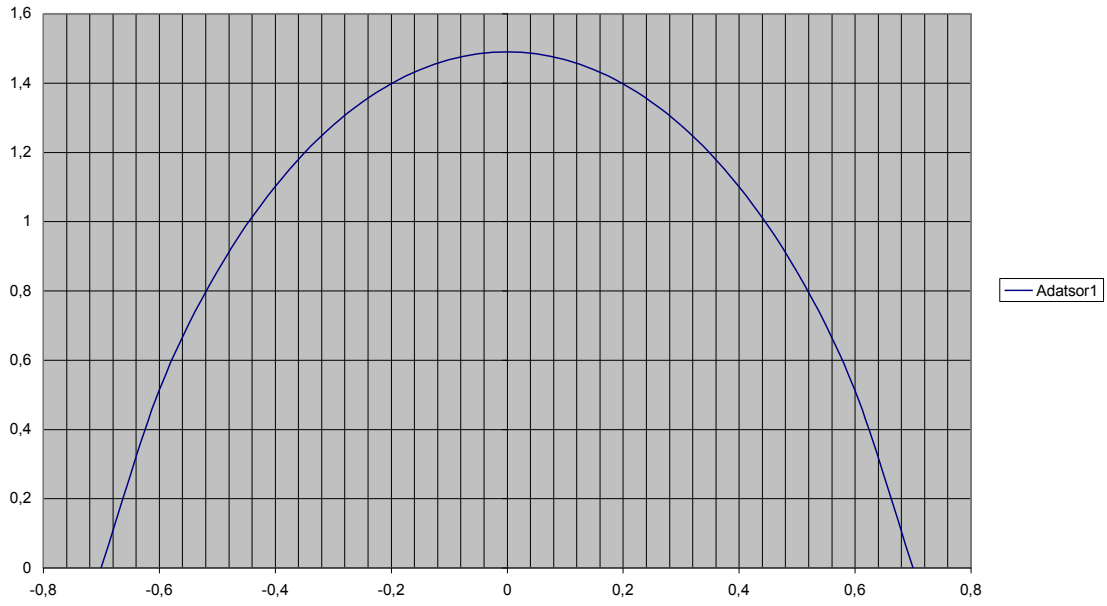
$$v = \sqrt{2g \cdot l(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$$

A szögsebesség:

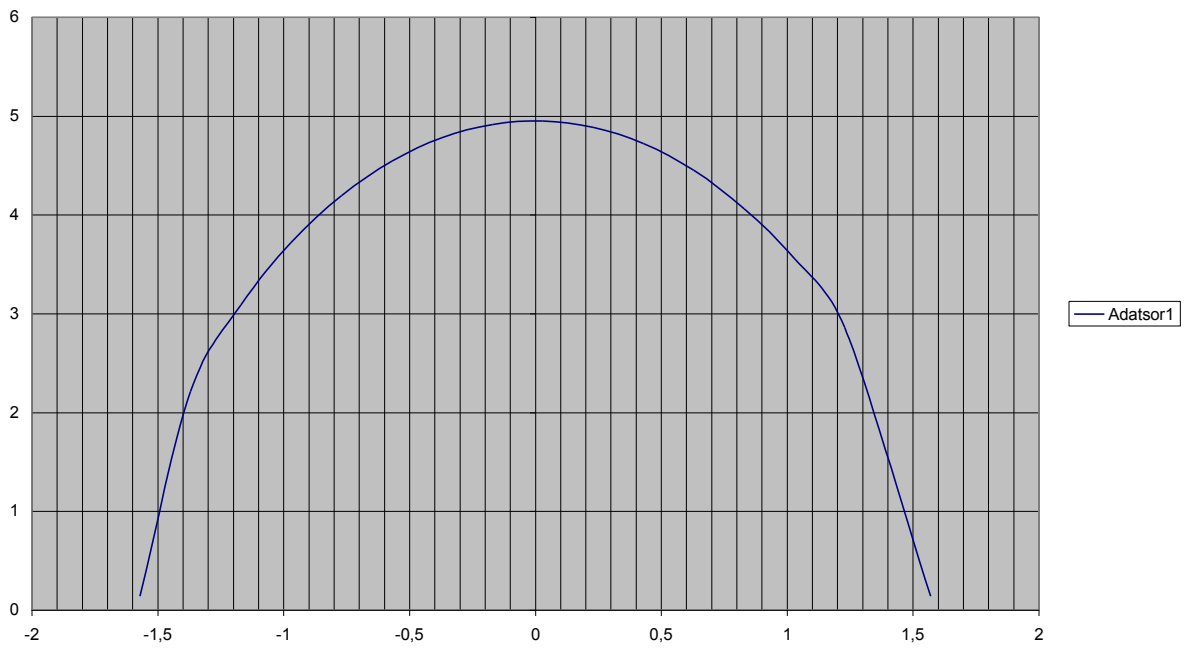
$$\omega = \frac{v}{l} = \sqrt{\frac{2g}{l}(\cos \alpha - \cos \alpha_0)}$$

A szögsebesség és az α szög közötti kapcsolat:

45°



90°-os



6.ábra

A Triple cervical vizsgálat a nyaki mozgékonytságot vizsgálja.

Öt különböző mozgást regisztrálunk.

Ezek: a fej előre, hátra hajlítása

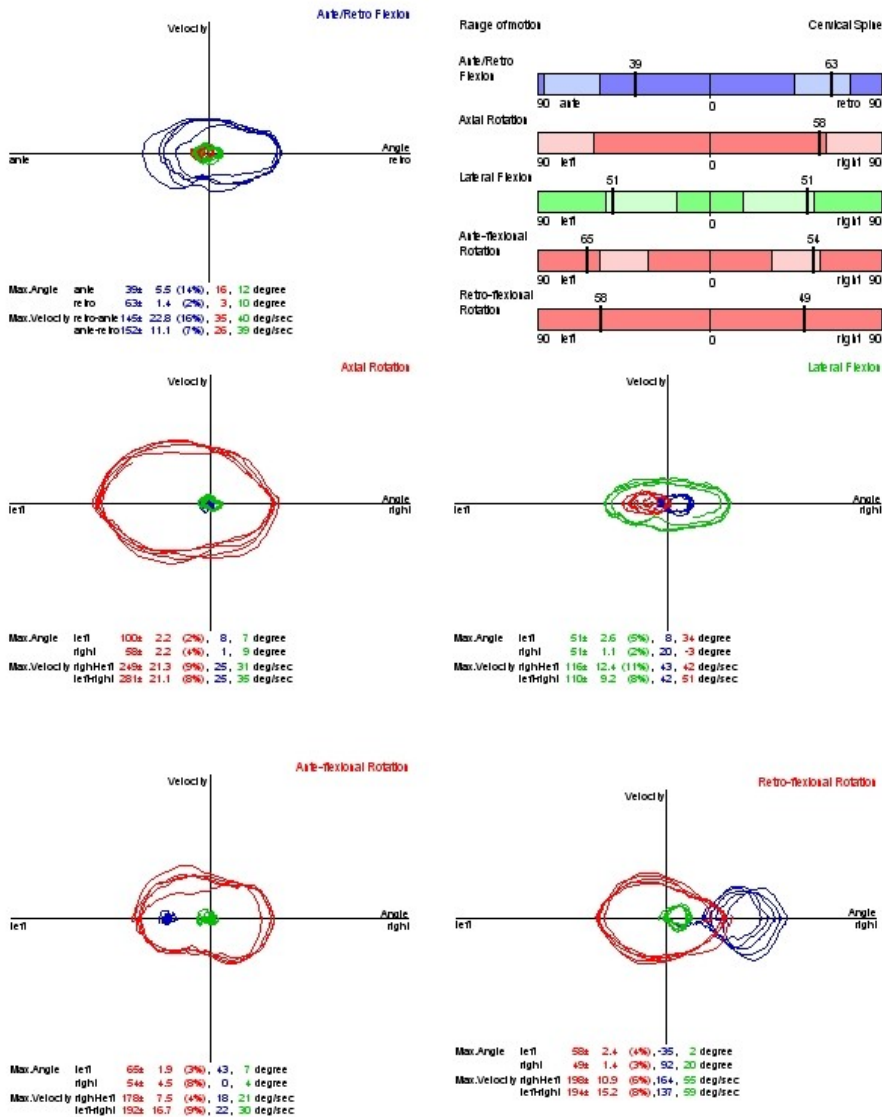
a fej forgása

a fej oldalirányú mozgata

a fej forgatása előre hajtott helyzetben

a fej forgatása hátra hajtott helyzetben

Zebris Cervical Spine report



A riportban egyrészt a szöveget szemléltetjük a különböző mozgások során un. oszlop diagramokban. A standard értékek az oszlop diagramban beállíthatók, így a kapott értékek azonnal értékelhetők. Azonban a mozgékonytságot értékelésére az oszlopdiagram nem szolgáltat elégséges információt, ugyanis mozgékonytságot elérhető kiterjedéssel is.

A mozgások jobban értékelhetők egy szögsebesség szög koordináta rendszerben. Ha a mozgás harmonikus, akkor majdnem kört kapunk ebben az ábrázolásban.

A nyaki csigolyák oldalsó rugalmasságának vizsgálata során, általában nagy a kitérő mozgás, főleg a forgás irányában tapasztalható. A fej hátra hajtott helyzetében történő fogásnál a kissé nagyobb oldalmozgást normálisnak kell tekinteni.

A többi mozgásnál rendes esetben csak kis kitérésű mozgás fog előfordulni.

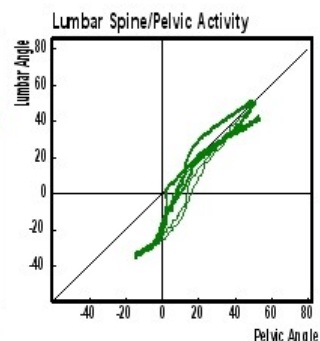
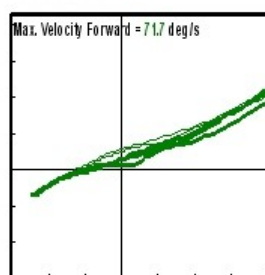
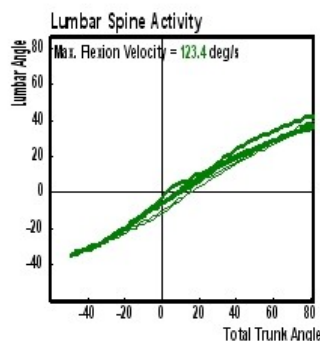
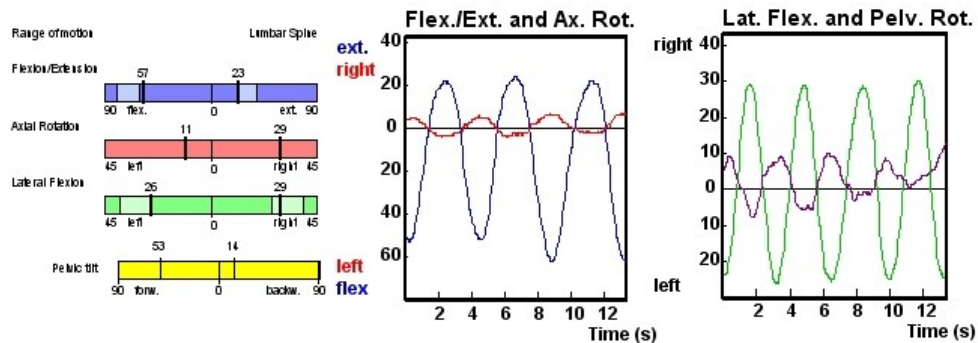
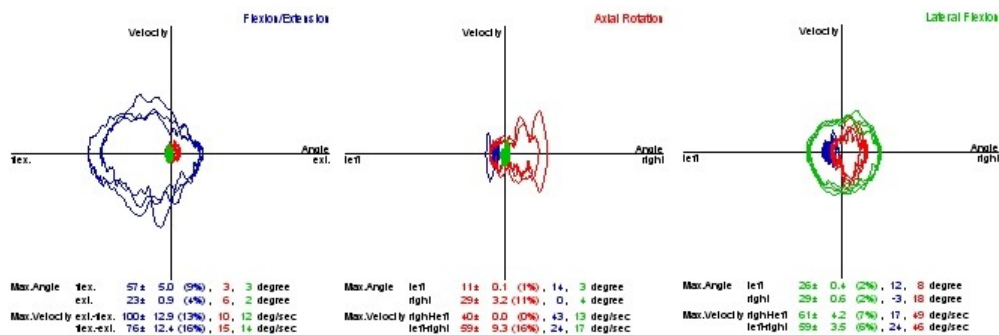
Ha a kitérő mozgás görbe a centrumon kívül található, akkor az azt jelenti, hogy a vizsgált személy megváltoztatta a helyzetét a mérés semleges pontjához képest.

Triple lumbar vizsgálat tulajdonképpen az ágyéki gerinc mozgékonyágát vizsgálja.

Itt három különböző mozgást értékelünk. Ezek előre- hátra hajlás, a felső test elforgatása és oldalirányú hajlása.

A kapott riport a különböző adatokat szolgáltatja.

Zebris Lumbar Spine report



A nyaki csigolya vizsgálatához hasonló eredményeket kapunk. Az előzőekhez képest két újabb diagram jelenik meg. A bal oldali diagramban az előre, hátra hajlás szöge az idő függvényében, illetve az axiális elfordulás az idő függvényében.

A bal oldali az oldalirányú mozgás és a medence forgás szög az idő függvényében.

A legalsó három diagram összefüggést ad a medence dőlése, valamint az ágyéki „lordosis” és a test dőlése között.

Két korcsoportot vizsgáltunk.

A fiatalabb korcsoport 11 fő, ebből 7 férfi és 4 nő 19-30 évesek.

Az idősebb korcsoport 7 fő, ebből 5 férfi és 2 nő 50-65 évesek.

A kapott eredményeket t-próbával hasonlítottuk össze.

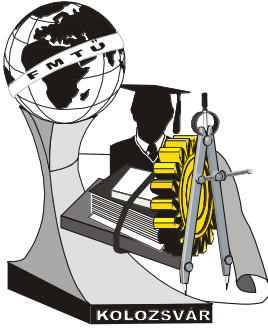
Az egyes korcsoportok szög és szögsebesség értékeit hasonlítottuk össze.

A vizsgálatok szerint szignifikáns különbség csak az előre-hátra hajlás mozgások között volt.

Dr. Orbán Ferenc PhD, intézetigazgató

Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar

36-72/503-650/3736, orb@witch.pmmf.hu



IX. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 26-27.

KÖZÉP-KELET EURÓPA INNOVÁCIÓS HELYZETE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL MAGYARORSZÁGRA

Sitkei Lili Eszter

Summary

It is an important global socio-economic procession in the XXI. century to build a knowledge based economy. Only those countries, regions or enterprises can be competitive and successful in this new type of economy, which can transform the structure of production to produce products and services with high intellectual added value. Nowadays, the economy of the so-called “developed” countries has been transformed with this kind of challenge. The efficiency of economic activity has been determined by the knowledge. The innovation has become the key factor of the economic growth in several countries and regions.

The aim of the European Union is to help the member states with several tools to increase their competitiveness in the world economy system.

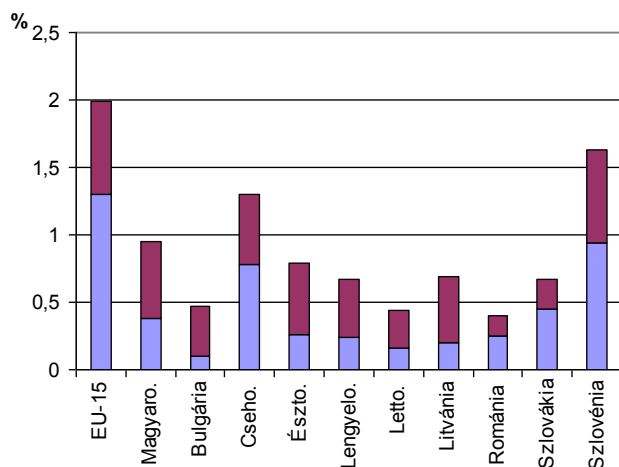
Összefoglalás

A XXI. század meghatározó jelentőségű globális társadalmi-gazdasági folyamata a tudásalapú gazdaság kiépülése. Ebben az új típusú gazdaságban csak azok az országok, régiók illetve vállalkozások lehetnek versenyképesek és sikeresek, amelyek a termelés szerkezetét a magas szellemi hozzáadott értéket megtestesítő termékek és szolgáltatások előállítására alakítják át. Ez a kihívás már ma is jelentősen formálja a fejlett országok gazdaságát, hatásai pedig egyre erősebben érezhetőek a munkaerőpiacon is.

Az egyes térségek, régiók felemelkedésének kulcsa a versenyképesség, valamint az ezt ösztönző társadalmi és gazdasági feltételek kialakítása. Nemzetközi tapasztalat tanúsítja, hogy csak azok a szereplők sikeresek, amelyek magas színvonalú innovációra, új és nagy szellemi hozzájárulást megtestesítő termékek piaci bevezetésére képesek (pl. Írország, Finnország). A siker titka tehát, hogy az innováció beágyazódjon a régióba, a területi politika és az innovációs politika egymásra találva egymással összefüggésben és egymást erősítve érvényesüljön. Az Európai Unió célja, hogy ezen hatásokat erősítse különböző eszközök segítségével.

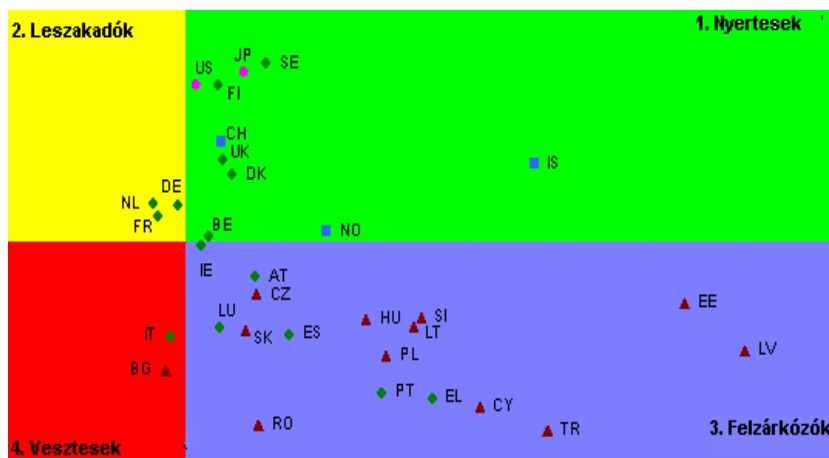
Általános innovációs helyzetkép

Egy ország innovációs helyzetének egyik legszemléletesebb mutatója az összes K+F ráfordítás a GDP százalékában, ezt mutatja az első ábra, az Európai Unióban és a Közép-kelet európai országokban, 2002-ben.



1. ábra

K+F ráfordítás a GDP százalékában az Európai Unióban és a Közép-kelet európai országokban, 2002. Ezt a mutatót jellemzően két részre szokták bontani a társadalmi szféra illetve az ipari szféra ráfordításai alapján, és optimálisnak az 1:2-höz arányt tartják a két szféra hozzájárulása között. Az ábrából kitűnik, hogy a közép-kelet európai országok jelenösen elmaradnak az innováció terén az uniós átlagtól. Szlovénia, és bizonyos területeken Magyarország, Csehország és Észtország nincs annyira rossz helyzetben, de a fő probléma az, hogy a növekedési ütemük nem utal a hátrány gyors ledolgozására.



2. ábra

Az országok besorolása az összevont innovációs index alapján, 2003

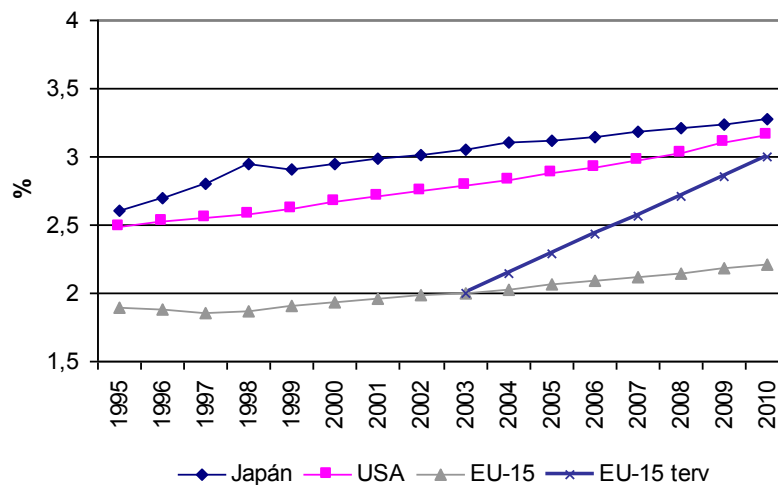
Még szemléletesebb és komplexebb a második ábra, amely az országok besorolását mutatja az összevont innovációs index alapján 2003-ban. Ezt az indexet 2000-óta állítják elő, azonos metodológiával. Ez a komplex indexet 4 kategóriába sorolható összesen 17 mutató eredményeiből állítják elő, a négy terület:

- az innováció humán erőforrás oldala,
- az új tudás termelés (GERD, BERD),

- tudás átadás és felhasználás (KKV-k innovációs képességeit tartalmazza, innováció előállítás, szolgáltatás stb),
- innováció finanszírozás, kibocsátás és piac, (kockázati tőke aránya stb.).

A helyzetet az Unió oldaláról is meg kell szemlélnünk. Hiszen ezen országok belépése rontja az uniós átlagot, márpedig az Európai Unió Tanácsa – felismerve a gazdasági fejlődést súlyosan veszélyeztető folyamatokat – 2000-ben deklarálta, hogy Európát a világ egyik legdinamikusabban fejlődő térségévé kívánja tenni. Ennek érdekében a barcelonai csúcson elhatározták, hogy 2010-ben már a GDP 3%-át kell kutatás-fejlesztésre fordítani.

Ugyanis az EU tagországainak együttes K+F ráfordítása 2000-ben alig érte el az USA 2/3-át. Azonban jelentősen meghaladja Japán K+F potenciálját. Az 1990-2000 közötti időszakban az EU valamelyest növelte K+F ráfordításait, de az összeg tekintetében a növekedés mértéke sokkal szerényebb volt, mint USA-ban és Japánban. E két térség már a 90-es évek közepétől dinamikusan növelte K+F ráfordításait, mialatt Európában a ráfordítások a GDP 1,8-2 %-a között mozognak. Ez azt eredményezte, hogy az uniós országok K+F ráfordításai jelentősen elmaradtak az Államokétól. A hátrány halmozódik, és ma már jelentős szakadék tátong az amerikai és uniós K+F kapacitások között.



3. ábra

Összes K+F ráfordítás a GDP százalékában

Ha 2000-2010-ig tartó évtizedben mindhárom régióban változatlanul folytatódik tovább a jelenlegi K+F politika, akkor az EU behozhatatlanul lemaradna a másik két gazdasági térség mögött, ezért tűzte ki célul az Unió a 3%-ot.

Az ábrán jól látszik, hogy ha sikerülne az erőfeszítés mire lenne elég.

- Ha USA és Japán megelégszik a jelenlegi helyzettel és az eddigi tendencia szerint növeli K+F ráfordításait, akkor 2010-re az EU a GDP%-ban kifejezett K+F ráfordítások terén valóban el fogja

érni az Államok előrevetített adatait. Japán befogásához azonban nem elegendő ez a növekedési ütem.

- Az ábrából azonban jól látszik, hogy a barcelonai határozat végrehajtásához az európai országoknak nagyon jelentős és gyors költségvetés-növekedést kellene végrehajtaniuk, ami a jelenlegi politikai-gazdasági környezetben korántsem biztosított.

De kérdés hogy mit tesz az unió a 3% elérése érdekében.

A K+F tevékenység helye és kezelése az Európai Unióban

- Az EU-ban a kutatás fejlesztés kezelése kettős jelleget mutat, nem tartozik azon politikák közé, amelyeket erősen központosítva, brüsszeli szabályozás és irányelvek mellett valósítanak meg a tagállamok, azonban nem az a terület, amit az Unió teljes mértékben tagállami megvalósítás keretei között kíván megvalósítani.
- Egyértelműen rögzítésre került az EU gazdasági versenyképessége és az innováció közötti szoros kapcsolat, ez abban is megmutatkozik, hogy a Közösség megalakulása óta egyre fontosabb szerepet játszik a kutatás-fejlesztés kérdése.
- Az EU története folyamán folyamatosan erősödött az általa támogatott, valamint az általa végzett kutatási tevékenység.
- Az EU 1958-tól végez saját, közvetlen kutatási tevékenységet a Közös Kutatóközpont (Joint Research Centre) intézeteiben. A JRC feladata, hogy tudományos és technológiai oldalról támogassa az EU politika döntéselőkészítését és döntéshozatalát.
- Az EU által finanszírozott K+F tevékenység gerincét a Kutatási, Technológia-fejlesztési és Demonstrációs Keretprogramok jelentik. 1984-ben indult az első 3,75 MRD ECU kerettel, a napjainkban folyó 6 KP költségvetése már 17,5 MRD Euró.
- A Strukturális Alapokból is jelentős kb. 6 %-os ráfordítás megy K+F finanszírozásra, de ezek általában a gazdaságilag hátrányosabb helyzetű, elmaradottabb régiók felzárkózását szolgálják.
- Megállapítható, hogy az EU kiemelten kezeli a kutatás-fejlesztést, mind az anyagi ráfordítások, mind a politikai elismerés szempontjából. De az előbb említett politika kezelés kettős jellegéből adódóan a központi elképzelések nem minden esetben találkoznak a tagállamokéval.

Az Európai Uniós csatlakozás előnyei-hátrányai a kutatás-fejlesztés területén

Előnyök:

- A pénzügyi mérleg országonként más és más az 5 KP-ban való részvételt illetően Az 5 KP-ban való részvétel sikere. Magyarország esetében relatív a siker a befizetésekhez mérten pozitív mérleget zárt az ország, azonban, ha nem kaptunk volna jelentős befizetési kedvezményt komoly hiány mutatkozott volna. (kb 20 millió euró)
- Tudományos kapcsolatrendszer erősödése (a projektben részt vevő egyetemek, kutatóintézetek és vállalatok között)

- Növekszik a keretprogramban részt vevő intézmények ismertsége elismerése
- A hosszabb ideig elszigeteltségben működő közép-és kelet európai intézményeknek lehetőségük nyílik nyugat-európai kapcsolatok erősítése.
- Kutatói mobilitás kiemelt támogatása, amely a tudástranszfert nagyban elősegíti.
- A kutatók hozzáférhetnek nagy európai kutatási infrastruktúrákhoz
- Hozzáférés a strukturális alapok támogatásaihoz, a csatlakozást követően, amelyből közel 6%-ot fordítanak a regionális innováció fejlesztésére. (Alapfeltétele az NFT)

Hátrányok:

- A Keret Programban és egyéb programokban való részvétel pénzügyi terhei, amelyek az elmúlt években programonként külön-külön jelentkeztek, 2004 májusától már egy összegben kell befizetni az EU programjaihoz a hozzájárulásokat.
- A keretprogramban való részvétel nehézségei:
 - *Rutin hiánya a már tagországokkal szemben*
 - *A pályázatok bürokratikusak*
 - *A pályázatok előkészítés jelentős anyagi és szakmai erőforrásokat igényel*
 - *A keretprogramok projektjeinek eltolódása a nagyméretű projektek és hálózatok irányába*

A csatlakozó országok teendői a K+F területén

Az elsődleges egy stabil gazdasági háttér, amely azonban a csatlakozás pillanatában már biztosítottnak kell lennie, hiszen ez kritériumként fogalmazódott meg.

Fontos a nemzetállamok KKV szektorainak támogatása, teljesítményük fokozása, mert különben a most is fennálló lemaradás tovább nőne a multinacionális vállalatokkal szemben. Mivel ezen vállalatok elsősorban az anyaországban telepítik fejlesztési részlegeiket, tovább gyengülhetnek a hazai K+F kapacitások. De mit tehet ez ellen az állam?

- A K+F tevékenységet végző intézmények támogatása, még akkor is, ha átmenetileg nincs azonnali megtérülés, vagy kereslet termékei iránt.
- A felsőoktatási rendszer több erőforráshoz juttatása, mert ez képezi a K+F termelő szektor háttérét.
- A KKV szektor támogatása-gazdaságfejlesztési programokon keresztül. Olyan módon támogatni őket, hogy lehetőség nyíljon a multinacionális vállalatokkal szembeni technológiai szakadék csökkentésére.
- Ezáltal előmozdítani, hogy a KKV szektor mindinkább fizetőképes megrendelőként legyen képes fellépni a hazai K+F termelő intézmények felé.
- A gazdaságfejlesztésben részt vevő szereplőknek össze kell hangolniuk erőfeszítéseiket, hogy a csatlakozás után a nemzeti gazdaságok fel tudják venni a fokozódó versenyben a kesztyűt.

Irodalomjegyzék

1. Mezei István: Magyarország csatlakozása az Európai Unióhoz – érvek és ellenérvek – mérlegen a kutatás-fejlesztés, Magyar Tudomány 2003. 5.
2. Dr. Szendrői László Tét attasé: Kutatás-fejlesztési ráfordítások a gazdaságilag legfejlettebb régiókban: Mire lesz elég a barcelónai 3%?, Nemzetközi K+F Hírlevél, Oktatási Minisztérium, 2003. június-júliusi
3. A magyar kis-közepes vállalatok innovációs képességének fejlesztése, (A tanulmány, elkészítését az Oktatási Minisztérium Kutatás-Fejlesztési Helyettes Államtitkársága támogatta) Magyar Innovációs Szövetség, Budapest, 2002.

Szerző: Sitkei Lili Eszter doktorandusz

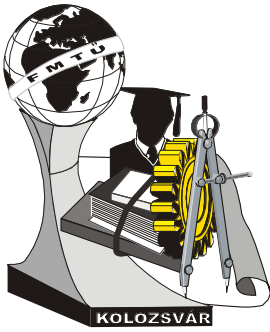
Témavezető: Dr. Tóth László, Pelczné dr. Gáll Ildikó

Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet, 3519 Miskolctapolca, Iglói u. 2.

Tel: +3646560121

Fax: +3646422786

E-mail: sitkei@alpha.bzlogi.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

LAPOS SZÍJJAL HAJTOTT SZERSZÁMGÉP FŐORSÓK STABILITÁS VIZSGÁLATA

Beleznai Róbert, Otrosinka Tibor, Simon Gábor

Summary

In the thesis we examined the belt-drive, which was applied in the sustain of the machine tools and we tried to confirm the theory of the transversal vibration. We made summation about that, how can determine the instabil revolution domain, and how can solve the non-linear differential equations. Then we made measurements in laboratory in order to determine the situation and amplitude of the instabil revolution domain, and examine the effect for some parameters, which modified the amplitude and the situation of the instabil revolution domain.

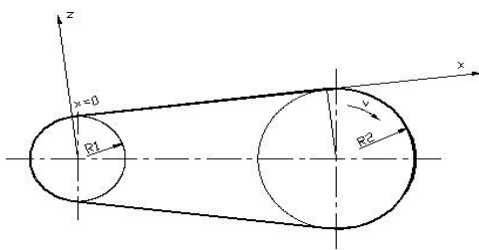
Összefoglalás

A dolgozatban a szerszámgépek főhajtásaiban alkalmazott szíjhajtást vizsgáltunk, mérésekkel próbáltuk igazolni a transzverzális lengésekre felírt elméletet. Rövid összefoglalást, áttekintést adtunk arról, hogyan lehet meghatározni az instabil tartományok nagyságát és helyzetét, illetve hogyan lehet megoldani a felírt nemlineáris mozgásegyenleteket. Ezek után laboratóriumban méréseket végeztünk arra vonatkozóan, hogy hol alakulnak ki instabil tartományok bizonyos fordulatszám-tartományokban. A mérések során a tartományok nagyságát és helyzetét befolyásoló tényezők hatását is vizsgáltuk.

1. Nem lineáris modellek vizsgálata linearizálási módszerek segítségével

Szíjhajtással találkozhatunk precíziós és ultraprecíziós megmunkáló gépekben. A szíjak felhasználása egyszerű, karbantartást nem igényel, olcsó, zajtalan, hatásfoka jó, védi a gépet a túlterheléstől, a motor (mint jelentős hő – és rezgésforrás) távolabb helyezhető a főorsótól. Azonban a szíj, mint rugalmas elem a hajtást dinamikailag érzékenyvé teszi. Ezért tervezéskor a főhajtás dinamikai viselkedését ismerni kell. A szíjágakban fellépnek mind longitudinális, mind transzverzális lengések, mi azonban most csak a transzverzális jelenségekkel foglalkoztunk. Ezek jelentősen befolyásolják a gép élettartamát, és káros rezgéseket idéznek elő, s így romlik a megmunkálási pontosság.

1.1. Egyetlen szíjág mozgásegyenlet rendszere



1. ábra
Szíjhajtás modellje

A nemlineáris tulajdonságok figyelembevételéhez a szíjra vonatkozó anyagtörvényt

$$\sigma_x = E\varepsilon_x + \beta\varepsilon_x^3$$

alakban írhatjuk fel, ahol σ_x a szíjban ébredő húzófeszültség, ε_x pedig a σ_x irányú fajlagos megnyúlás, E és β pedig anyagállandók, melyeket mérések útján kell meghatározni. A mozgásegyenletek előállítására [1] gondolatmenetét

követve a Hamilton elvet használjuk.

1.2. Transzverzális lengések vizsgálatára alkalmas mozgásegyenletek

Az említett egyszerűbb mozgásegyenletek előállításához alkalmazzuk G. Kirchhoff feltételezését [2]. Így egy integro-differenciál egyenletrendszert kapunk, melynek megoldását Galerkin módszerével trigonometrikus sor alakjában érdemes keresni, s így

$$\rho A \ddot{q}_i + r \dot{q}_i + \frac{i^2 \pi^2}{L^2} \left\{ \frac{i^2 \pi^2}{L^2} I_y E - \rho A v^2 + \frac{AE}{L} \left[u(L, t) - u(0, t) + \frac{\pi^2}{4L} \sum_{k=1}^{\infty} k^2 q_k^2 \right] \right\} \cdot q_i - \frac{2v}{L} \sum_{l=1}^{\infty (l \neq i)} \left\{ l(2\rho A \dot{q}_l + r q_l) \frac{[1 - (-1)^{i+l}]}{i^2 - l^2} \right\} = 0 \quad (2.)$$

$i = (1, 2, 3, \dots)$

nemlineáris egyenlet adódik, melynek úgy határozzuk meg a stabilitását, hogy munkapontra linearizáljuk az egyenletet, és ahol a linearizált egyenlet stabil, ott a nemlineáris egyenlet is stabil lesz.

1.3. A stabilitási tartományok vizsgálata

A szíj stabilitása több tényezőtől is függ: szíjhossz, szíjfeszítő erő, szíjkeresztmetszet, stb. A fenti differenciál-egyenletből indulunk ki, mely csak akkor lesz homogén, lineáris, periódikus, HILL-

típusú differenciál–egyenlet, ha a benne szereplő időfüggvény periódikus. Ez csak akkor áll fenn, ha a i értéke racionális szám.

1.4. Az $i \neq 1$ áttételű hajtás stabilitás vizsgálata

A HILL típusú differenciálegyenlet stabil és instabil tartományainak határán T és $2T$ periódusú megoldások lépnek fel, ahol T a függvény periódusa. A stabilitási tartományok határainak meghatározását Bolotin módszere alapján az ún. HILL–féle determinánsokkal végezzük el. A megoldásokat végtelen trigonometrikus sorok formájában kereshetjük.

A homogén lineáris algebrai egyenlet – rendszert felírva

$$\underline{D}_{2T} \cdot \underline{g} = 0 \quad (3.)$$

adódik. \underline{D}_{2T} az egyenlet – rendszer együttható mátrixa. Ennek a determinánsát nevezik HILL – féle determinánsnak. Ezek után meg kell határozni a determináns elemeit. Nem részletezett számítások után, kifejezhető a szíjtárcsa azon szögsebesség tartománya, ahol transzverzális lengések kialakulhatnak.

$$v_z = 2pk\pi \sqrt{\frac{E\{k^2\pi^2 I_y + LA[u_0 \pm e_2 \cos(\varphi_0)]\}}{\rho AL^2 (4k^2\pi^2 R_1^2 + L^2 z^2)}} \quad (4.)$$

$$v_p = 2k\pi \sqrt{\frac{E[k^2\pi^2 I_y + LA(u_0 \pm e_1)]}{\rho AL^2 (4k^2\pi^2 R_1^2 + L^2)}} \quad (5.)$$

2. Szíjak stabilitásának kísérleti meghatározása, [3]

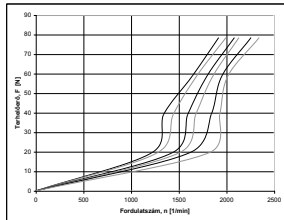


2. ábra
Szíjak vizsgálatára alkalmas kísérleti

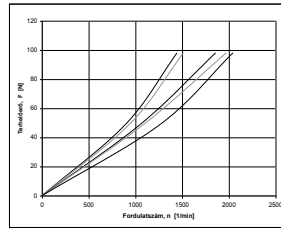
A szíjfeszítés súlyokkal történik, a szíjtárcsák excentricitása állítható. A motor szabályozható frekvenciaváltóval ellátott kétpólusú szinkronmotor. A szíjstabilitási vizsgálatot megfigyelés alapján végeztük el. Minden vizsgálatnál a feszített szíjágat figyeltük. Mikor a szíjág elérte az instabil tartomány kezdetét, ill. végét feljegyeztük a frekvenciaváltón leolvasható frekvencia értékét. Először excentricitás nélkül (csak a gyártási hibával) mértünk, majd az egyik, azt követően mindkét szíjtárcsán jelentősebb excentricitást hoztunk létre. Így figyeltük meg az excentricitás hatását a stabilitás tartományaira. A méréseket három áttétel esetén végeztük el. Minden esetben különböző szíjfeszítő erőket állítottunk be. A vizsgált fordulatszám intervallum 0-3000 1/min volt. Ezen fordulatszám intervallumban több instabil tartományt is tapasztaltunk – a beállított paramétereiktől függetlenül.

2.1. Mérési eredmények kiértékelése

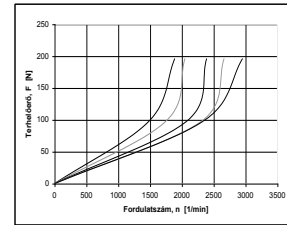
Áttétel: $i=1$



$e_1=0.01, e_2=0.04$

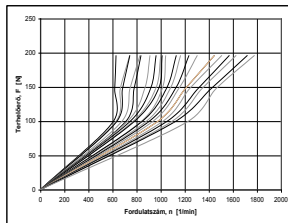


$e_1=2.01, e_2=0.04$

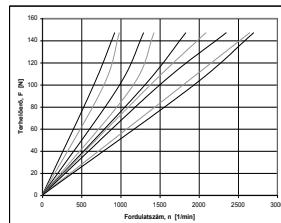


$e_1=2.01, e_2=0.04$

Áttétel: $i=0.5$



$e_1=0.01, e_2=0.04$



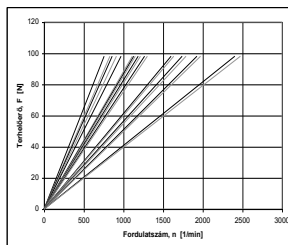
$e_1=0.01, e_2=2.04$

Excentricitás a hajtott tengelyen: e_1
Excentricitás a hajtó tengelyen: e_2

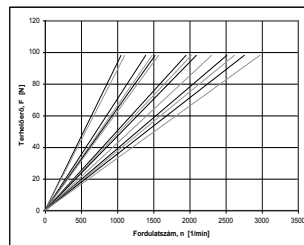
Az ábrákon a szíjfestítő erő van ábrázolva a fordulatszám függvényében. Görbe-párokat láthatunk, melyek közül a sötét vonalak jelölik az instabil tartományok kezdetét, a világosabb vonalak az instabil tartományok végét.

A diagramok jellegét tekintve felfedezhető az összhang a mérési eredmények és az elmélet között. Az excentricitás hatásaként az instabil tartományok magasabb fordulatszám intervallumban vannak jelen, míg az áttétel hatása a tartományok kiszélesedésében tapasztalható.

Áttétel: $i=0.4$



$e_1=0.01, e_2=0.04$



$e_1=0.01, e_2=0.04$

Irodalomjegyzék

- [1] Kirchhof G., Mathematische Physik, Teubner Verlag, Leipzig, 1876
- [2] Faragó Károly, Szíjhajtással kombinált szerszám gép főhajtóművek nemlineáris rezgései, kandidátusi értekezés 1986 Miskolc
- [3] Beleznai R. – Otrósinka T. – Simon G.: Szíjhajtású szerszám gép főorsók stabilitás vizsgálata, 2004, Miskolc

Név, tudományos fokozat: Beleznai Róbert, okleveles gépészmérnök

Munkahely, cím: Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet
3519 Miskolctapolca, Iglói út. 2.

Telefon: 06/46-560-133, 06/20-410-4629; E-mail: beleznai@bzlogi.hu

Név, tudományos fokozat: Simon Gábor, okleveles gépészmérnök

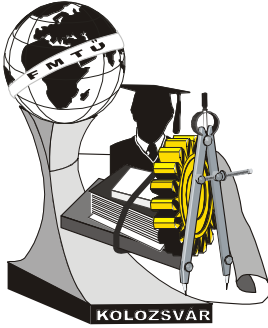
Munkahely, cím: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Szerszámgépek Tanszék, PhD hallgató
3515 Miskolc, Egyetemváros

Telefon: 06/70-243-3415; E-mail: simong@szgtirix.sztg.uni-miskolc.hu

Név, tudományos fokozat: Otrósinka Tibor, egyetemi hallgató

Munkahely, cím: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Szerszámgépek Tanszék
3515 Miskolc, Egyetemváros

Telefon: 06/20-224-6092; E-mail: otirt@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁK KIVÁLASZTÁSA A KIVITELEZÉSI IDŐ FÜGGVÉNYÉBEN

BAKI-HARI Zoltán-Gábor

Abstract

It is well known from the daily activity how important the use of an appropriate technology can be, for the achievement of a maximum efficiency. For that, this technology must be selected between more occasionally possible variants. This is the situation also in the case of the rapid fabrication of the prototypes. The selection of these technologies is done usually on the basis of two essential criteria (the technical and the economical ones), but also on the basis of the primary criteria related to the execution time, in the conditions when these criteria are intensively superimposed.

The present work tries to present some basic principles for the selection on the basis of the time criteria.

Összefoglalás

A mindennapi tevékenységből ismeretes, hogy a maximális hatékonyság eléréséhez milyen fontos a helyes technológia (eljárás) 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 alapkritérium (technikai illetve gazdasági kritérium) valamint egy elsődleges kritérium (~kivitelezési~ idő kritérium) szerint történik, éspedig úgy, hogy ezek nagyon átfednek.

Ezen dolgozat pedig az idő kritérium szerinti kiválasztásban igyekszik néhány irányelvet adni.

Bevezetés

Mai, egyre jobban rohanó világunkban a termelőknek a piacon való maradásukhoz nagyon jól kell alkalmazkodniuk ennek az állandó változásaihoz, illetve állandóan változó követelményeihez. Vagyis a lehető leggyorsabban kell legújabb termékeikkel megjeleníteni a piacon, természetesen még a konkurencia előtt. És természetesen a legjobb minőségben, mivel ez a piacon való megmaradásnak egyik alapfeltétele. Ennek a piacon való megmaradásnak a másik alapfeltétele, hogy az új termék kifejlesztése, valamint gyártása minél kisebb költségekkel történjen a rendkívül rövid idő és magas minőségi elvárások ellenére.

Ez viszont csak akkor lehetséges, ha egy új, az úgynevezett gyors termékkifejlesztési eljárást veszi igénybe. Ezen eljárást egyes források villámgyors termékkifejlesztésnek is nevezik, az alkalmazott eszközök által biztosított nagyon rövid idő miatt.

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 modellek (ma viszont már funkcionális darabok is), amelyek a termék elfogadtatását illetve különböző tesztek elvégzését teszik lehetővé, már a (ki)fejlesztés korai fázisaiban. 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. Így a kapott darabok is mind jobb és jobb tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezen eljárások másik előnye, hogy nem igényelnek hagyományos gépeket, illetve szerszámokat, mivel az eljárás alapelve szerint csak kellő mennyiségben s oda ahova kell van anyag helyezve. Ugyanakkor ezen technológiákról az is elmondható, hogy környezetkímélők, ami napjainkban már egy általánosan elismert, nagyon fontos elbírálási szempont.

Ezen eljárások ma már nagyon széleskörű felhasználásnak örvendenek a hadiipartól kezdve egészen a gyógyászatig.

Gyors prototípusgyártási technológiák kiválasztása

Ahhoz, hogy a gyors prototípusgyártás ténylegesen a villámgyors termékkifejlesztés 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. Ez az előnyben részesítés pedig a követett cél függvényében kell történjen.

A gyors prototípusgyártási technológiák esetében azonban egy sajátos helyzettel állunk szemben, és pedig, 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 pedig abból következik, hogy a fő cél a minimális kivitelezési idő biztosítása, a gyors termékkifejlesztés esetén, vagy esetleg a gyógyászati alkalmazások esetén ahol 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 olyan nagyon fontos ezen két kritérium között különbséget tennünk. De viszont az *idő* kritérium valahol átfedésben van a technikai kritériummal is, tehát lényegében nem vonható össze semmivel sem ebben a sajátos esetben. S ezt ajánlatos szem előtt tartani a kiválasztás során.

Figyelembe véve az előzőekben elmondottakat, kijelenthető, hogy a megfelelő technológia kiválasztását tulajdonképpen három kritérium szerint kell megejteni. Ezek közül egy, az RP modell kivitelezési ideje, elsődleges kritérium, míg a technikai (kivitelezési lehetőségek, a kapott modellek tulajdonságai)

illetve a gazdasági kritérium (felmerülő költségek) alapkritériumok. A helyes választás pedig a három kritérium keresztmetszetében található, amint az 1. ábrán is látható. Észrevehető, hogy ez a választhatósági terület milyen



1. ábra

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 köszönhető.

Gyors prototípusgyártási technológiák idő kritérium szerinti kiválasztása

Nagyon jól tudott tény, hogy egy technológia (eljárás) kiválasztásánál - de főleg a gyors prototípusgyártási technológia esetében - az idő kritérium nem más mint a minimális kivitelezési idő kritériuma. Vagyis az ezen eljárásokkal gyártott darabok kivitelezési ideje minimális kell hogy legyen.

Ahhoz, hogy a minimális kivitelezési idők meghatározhatóak legyenek, először azokat az elemeket kell azonosítani, amelyek ezeket az időket megadják. Ezek a gyors prototípusgyártás esetében pedig éppen maga az eljárás, valamint ennek a kifejlesztési foka, amelyet általában a gyors prototípuszó gép (berendezés) határoz meg.

Az eljárás szerinti kiválasztás

Ebben az esetben azt kell figyelembe venni, hogy melyik eljárás biztosítja a célnak megfelelően az előállítandó darabnak a minimális kivitelezési időt. Ugyanis egyes eljárásokkal, egyes anyagokból direkt állíthatók elő a célnak megfelelő darabok, míg más eljárások ezt csak közvetve biztosítják, természetesen (az esetek döntő többségében) nagyobb kivitelezési idővel. Ez több esetben annak tudható be, hogy az alkalmazandó anyag a rendelkezésre álló eljárással, esetleg egyetlen gyors prototípusgyártási eljárással sem alkalmazható (például a gyógyászatban használatos biokompatibilis anyagok esete).

Az eljárás kifejlesztési foka szerinti kiválasztás

Gyors prototípusgyártás esetén a kifejlesztési fokot általában a berendezés kora határozza meg. Elmondható, hogy az új berendezések egy magasabb kifejlesztési fokot képviselnek, amelyek többféle anyag használatát teszik ma már lehetővé, és jobb minőséget biztosítanak a terméknek rövidebb kivitelezési idő mellett. Ugyanakkor az eljárásoknak ma már több változata is van, így például pontonkénti és felületenkénti megmunkálás (lásd a sztereolitográfia esetét). A felületenkénti megmunkálások, amelyek általában újabbak is, rövidebb kivitelezési időt biztosítanak. Viszont ezen berendezések ára is nagyobb, több segédanyagot is használnak, ami azonban költségnövekedést jelent.

Következtetések

Amint az előbbieken bemutatottakból illetve [1], [2] és [3]-ból látható a gyors prototípusgyártási technológiák kiválasztása egy nagyon bonyolult feladat, mivel több szempontot is figyelembe kell venni, ugyanakkor még újak is, így a velük kapcsolatos ismeretek elég gyatrák, s mint minden új, modern technológia esetében az ismételhetőség sajnos ma még aránylag alacsony. S így a kiválasztás inkább a szakmai tapasztalatok szerint végezhető. Viszont az elmondható, hogy általában arra kell törekedni, hogy egy minél újabb eljárási változat legyen használva, s ha beszerzésről van szó, akkor nem kell sajnálni az anyagiakat egy utolsó generációs berendezésre, mert a költségek hamarosan megtérülnek.

Irodalom

- [1] BAKI-HARI, Z. G., *The Selection of the Rapid Prototyping Technologies in Accordance with the Proprieties Needed by the Rapid Prototyping Models*, Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technical Engineering, CD-ROM Edition, Volum III (XIII), 2004, Proceedings of „IMT ORADEA - 2004” Annual Session of Scientific Papers with International Participation, May 27th - 28th, 2004, Oradea, Felix Spa, Editura Universităţii din Oradea, ISSN 1583-0691
- [2] BAKI-HARI, Z. G., *Gyors prototípusgyártási technológiák kiválasztása a költségek függvényében*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka IX, Kolozsvár, 2004 március 26 - 27, 13 – 16 old., ISBN 973-8231-33-7
- [3] 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
- [4] BAKI-HARI, Z. G., *Gyors prototípusgyártás - a korszerű termékfejlesztés egyik eszköze*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka VIII, Kolozsvár, 2003 március 21 - 22, 103 – 106 old, ISBN 973-8231-20-5
- [4] BÂLC, N., *Tehnologii neconvenţionale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001, ISBN 973-35-1130-7
- [5] BERCE, P., és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, Bucureşti, 2000, ISBN 973-31-1503-7
- [6] DALI, I., *Számítógéppel segített RP eljárás kiválasztása mesterséges intelligencia alkalmazásával*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka III, Kolozsvár, 1998 március 20 - 21, pp. 9 – 12, ISBN 973-98092-5-1

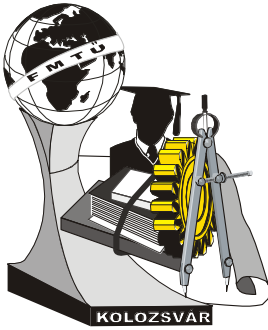
BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandusz

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

Tel: +40-264-434 706

Mobil: +40-723-206 415

E-mail: bakihari@eme.ro



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

TERMÉSZETES BOLTOZATOK KIALAKULÁSÁNAK ÉS TÖNKREMENTELÉNEK VÉGESELEM MODELLJE

Kepler István

Abstract

During the discharge of granular materials from containers, sometimes special region takes form. This region is capable of bearing the pressure originating from the mass above it, and can cut off the stream of granular mass. In this paper we demonstrate a new iterative method for the modelling of this arching action with the use of finite element method. The use of the method for the determination of critical outlet size also discussed.

Összefoglalás

A szemcsés halmazok tartályból történő kifolyása során a kifolyónyílás környezetében időnként olyan tartományok alakulnak ki, melyek képesek a fölöttük lévő anyaghalmoz súlyából eredő terhelés elviselésére, és így a kiömlés folyamatának megakadályozására. Alábbiakban bemutatjuk a természetes boltozódás végeelem módszerrel történő modellezésének egy új módszerét, valamint az új módszer alkalmazását a boltozódás szempontjából kritikus nyílásméret meghatározására.

Bevezetés

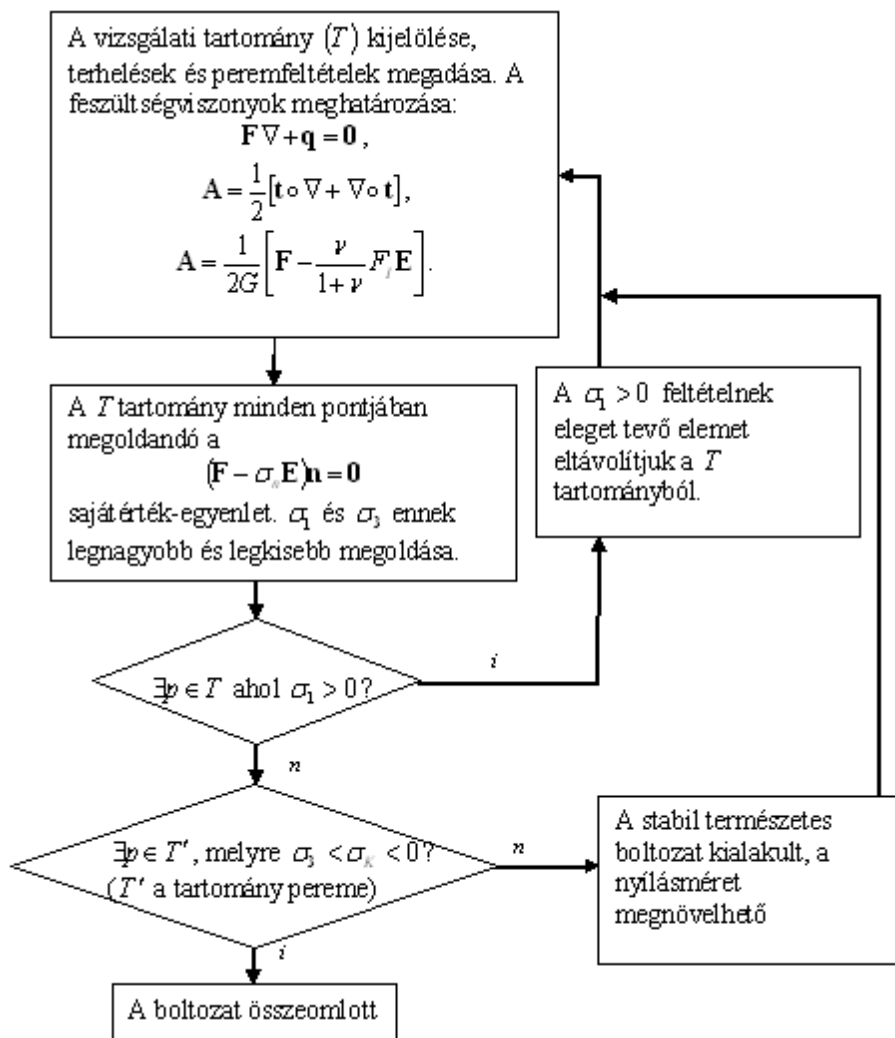
Szemcsés anyagok tárolóedényből való kiürítése során időnként a kifolyást akadályozó természetes boltozatok alakulnak ki. A természetes boltozatok olyan tartományok a szemcsehalmozban, melyek képesek a saját súlyuk megtartása mellett ellenállni a felettük lévő anyag súlyából adódó terhelésnek, és így meg tudják akadályozni a tároló kiürítését. Ez a jelenség bizonyos esetekben súlyos problémákat okozhat a tároló építményre ható terhelési viszonyok megváltozása miatt.

A természetes boltozattal átívelhető kritikus nyílásméret meghatározása a témával foglalkozó kutatók által leggyakrabban vizsgált kérdés. Végeelem módszer segítségével fogjuk megvizsgálni egy természetes boltozat kialakulását, a feszültségviszonyok változását a természetes boltozat környezetében, valamint az összeomlás okait.

A halmazbeli feszültségviszonyok, a boltozat kialakulása és összeomlása

A szemcsés halmaz feszültségviszonyainak tisztázása során a következő feltételezésekből indulunk ki.

1. A szemcsés anyag folytonosan tölti ki a vizsgált tartományt, anyagtulajdonságai helytől, időtől, iránytól és előzetes terhelési viszonyoktól függetlenek.
2. A feszültségi és alakváltozási tenzor között lineáris kapcsolat van, *lineárisan rugalmas kontinuumként* modellezve a halmazt, annak viselkedése kellő pontossággal leírható.
3. A vizsgált halmaz terhelése az önsúlyból adódik.
4. A halmazt határoló falak és a szemcsés anyag között nincs súrlódás.
5. Az oldalirányú megtámasztás végtelen merevségűnek tekinthető.
6. A tartománynak a vizsgálat síkjára merőleges méretét végtelennek tekintjük, azaz *sík alakváltozási állapotot* feltételezünk.

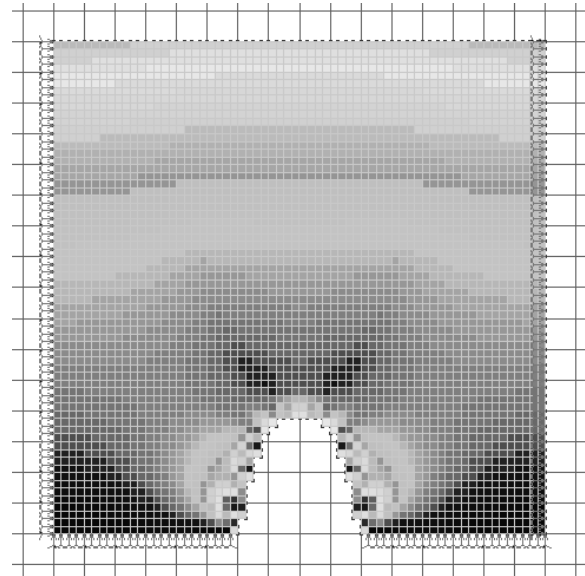


1. ábra: Iterációs algoritmus a természetes boltozódási folyamat numerikus szimulációjára

Korábbi munkánkban [1] megmutattuk, hogy az előbbi feltételek mellett a természetes boltozódás jelensége végelem módszerrel modellezhető; a megfelelő tönkremeneteli feltételek figyelembevételével.

A boltozat kialakulásának modellezése során a szemcsés anyagoknak azt a tulajdonságát kell kihasználnunk, hogy nem képesek a húzó feszültségek elviselésére. A kiömlőnyílás megnyitása után a halmaz egyes pontjaiban a legnagyobb főfeszültség (σ_1) pozitívvá válik. Ezeken a helyeken a halmazban húzófeszültség keletkezik, az anyag halmaz folytonossága megszakad. A $\sigma_1 > 0$ feltétel felhasználásával jelölhetők ki azok a tartományok, ahonnan a szemcsés anyag kiömlik.

A halmaz szabad felszínnel határolt – kéttengelyű feszültségi állapotban lévő – részeinél egy másik tönkremeneteli feltételt is figyelembe kell vennünk. Kéttengelyű feszültségi állapotban a szemcsés anyagok csak egy bizonyos σ_K értéknél kisebb nyomófeszültség elviselésére képesek. σ_K értéke az anyagtulajdonságokon kívül az előtömörítés módjától és értékétől is függ, meghatározása a triaxiális vizsgálat egy módosított változatával történhet [2]. Amennyiben a legkisebb nyomófeszültség (σ_3) abszolút értéke nagyobb, mint σ_K , akkor a boltozat pereme összeomlik, és ez általában a teljes boltozat összeomlásához vezet.



2. ábra: A végelem modell

Numerikus vizsgálataink

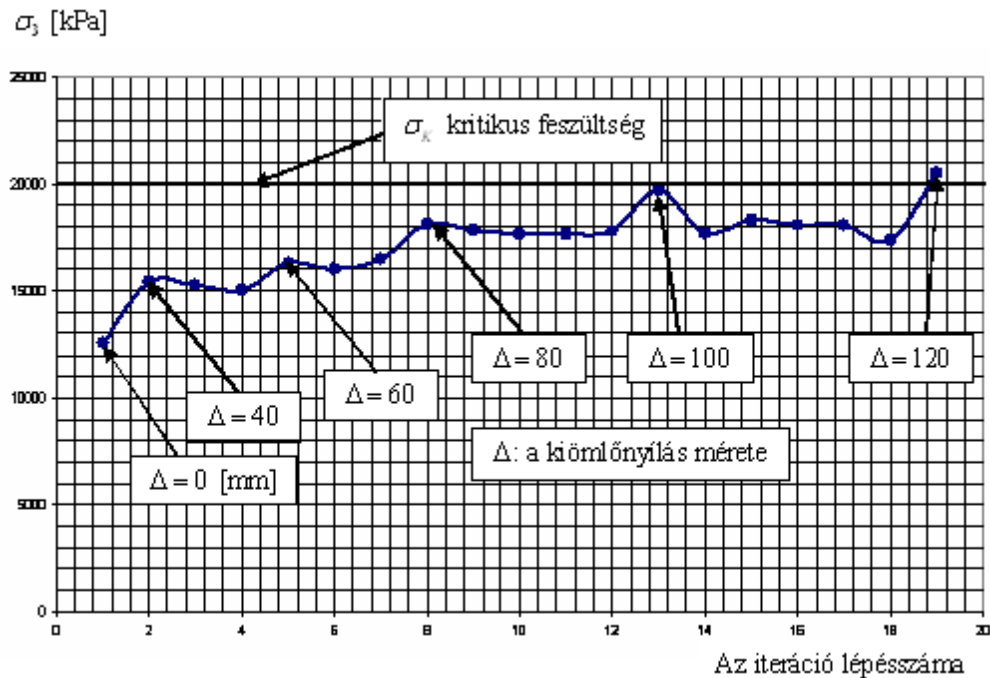
Vizsgálataink célja a kritikus nyílásméret meghatározása volt egy leegyszerűsített modellsilóban, végelem módszerrel. Az előzőekben megfogalmazott tönkremeneteli feltételek felhasználásával kidolgoztunk egy iterációs módszert a boltozódási folyamat feszültségviszonyainak tisztázásához. Modellsilónk egy téglalap alakú, a vizsgálat síkjára merőleges irányban végtelen kiterjedésű tartomány volt, melynek alján a kiömlőnyílás méretét fokozatosan növeltük. Minden alkalommal, amikor megnöveltük a kifolyónyílás méretét, meghatároztuk a feszültségviszonyokat majd megvizsgáltuk a tönkremeneteli feltételeket. A tönkrement anyagrészeket eltávolítottuk a tárolóból, újra megvizsgáltuk a feszültségviszonyokat, ezután pedig újra a tönkremeneteli feltételeket. Ezt az eljárást mindaddig folytattuk, amíg a $\sigma_3 < \sigma_K < 0$ feltétel nem teljesült, mert ekkor a természetes boltozat összeomlott.

Az iterációs módszer blokksémáját láthatjuk az 1. ábrán.

A végelem modell lehetőséget adott a feszültségviszonyok folyamatos nyomon követésére. A 2. ábra az iterációs folyamat egyik közbenső lépéséhez tartozó állapotban mutatja az első főfeszültségek eloszlását és a tartomány alakját a részben kialakult boltozattal.

Megvizsgáltuk a boltozat tönkremenetelét okozó harmadik főfeszültségek változását az iteráció során (3. ábra). Azt tapasztaltuk, hogy a tönkremenetel szempontjából a kritikus pillanat mindig a nyílás

megnövelésének időpontja. Ekkor a harmadik főfeszültségnek minden esetben lokális szélsőértéke volt. A húzófeszültségek megjelenése miatti anyagkihullás nem növelte a harmadik főfeszültséget, sőt kismértékű csökkenés volt tapasztalható. A lokális maximumok értékei közelítőleg lineáris növekedést mutattak, egészen a kritikus nyílásméret (példáncan 120mm) eléréséig, ahol σ_3 értéke elérte a kéttengelyű feszültségállapothoz tartozó kritikus nyomófeszültség értékét, és a boltozat összeomlott.



3. ábra: A boltozat mentén számítható maximális harmadik főfeszültség értékének változása

Továbblépési lehetőségek

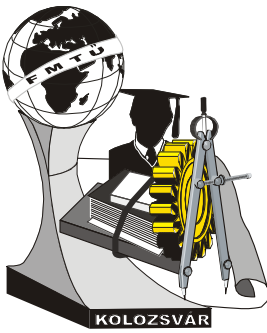
Fentiek alapján ez az új eljárás alkalmazható a természetes boltozódás numerikus szimulációjára. Pontosabb eredmények elérése érdekében célszerű a későbbiekben a falsúrlódást, a kohéziót, az oldalfal rugalmasságát valamint a tároló valódi alakját figyelembe vevő modellek megalkotása. A tönkremeneteli feltételek és az anyagjellemzők időbeli és terhelési értékektől függő változását is figyelembe vehetjük.

Irodalom:

1. Keppler I.: *Természetes boltozódás modellezése végeelem módszerrel*. 2005. Gödöllő, MTA-AMB XXIX.
2. Csizmadia B., Oldal I., Keppler I.: *Quasi-triaxial apparatus for the determination of mechanical properties of granular materials*. 2003. Győr, 20-th Danubia Adria Symposium.

Keppler István

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar,
Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék
06 28 522 042, kepler.istvan@gek.szie.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A NAGYVASÚTI VILLAMOS VONTATÁS HÁLÓZATI VISSZAHATÁSÁNAK SZÁMÍTÓGÉPES MODELLJE

Kiss Péter

This paper shows the current state of a long term research work. The author is working on the modeling of the low frequency disturbance of the railways as high power consumer as the master thesis of his degree work on the Department of Electric Power Systems of the Budapest University of Technology and Economics. The software called TAPSZAK is an essential part of the project. It is based on the traction supply networks are represented by the base model of the authors of reference [1.]. The presented model contains all the elements of the traction (except the locomotive) to an extent mentioned in reference [1.]. The locomotive is simulated by a unit current generator in order to study the amplification of the harmonic currents along the traction supply network. The nowadays simple active filter-model can be used for filtering optional harmonic order currents. The calculated results without harmonic filtering mirror near the real measurements published in reference [1.], it means, that the model is correct to give the efficiency of the harmonic filtering.

Jelen dolgozat egy több féléves kutatómunka pillanatnyi állapotának eddigi eredményeit mutatja be. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamos Energetika Tanszékének Villamos Művek és Környezet csoportjánál diplomamunka témájaként a vasút, mint nagyfogyasztó hálózati visszahatásának modellezésén dolgozik a szerző. A vasúti tápszakaszok leképezésére az [1.] irodalom szerzői által alkotott modellre alapozva készül a TAPSZAK program, amely a munka szerves részét képezi. A jelenlegi modell a mozdonyt leszámítva minden elemet az [1.] irodalom szintjén tud kezelni, a mozdonyt egy egységnyi felharmonikus áramgenerátorral és egy átlagos mozdonyi alapharmonikus fogyasztással helyettesítve felhasználható a hálózat áramkiemelésének számítására. A program jelenlegi egyszerű aktív szűrő-modellje is lehetőséget nyújt már tetszőleges harmonikus tetszőleges mértékű szűrésére. A harmonikus szűrés nélküli számítások az [1.] irodalom helyszíni mérési eredményeivel jól egyező értékeket adnak, így a modell alkalmas a szűrés hatékonyságának vizsgálatára.

Bevezetés

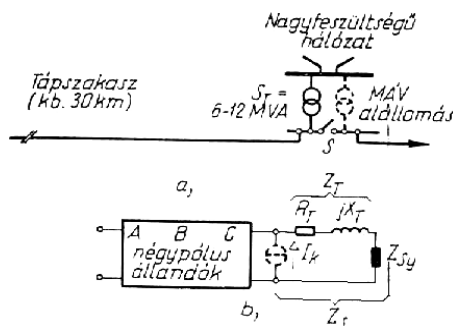
A szolgáltatott villamos energia elvárt minőségét illetően az elmúlt években igen komoly követelményeket támasztottak [2.]. Ezek közül az egyik a feszültség jelalakjára, mint jellemzőre vonatkozik. A gyakorlatban a nemlineáris fogyasztók felharmonikus áramokkal szennyezik a hálózatot,

mintegy virtuális harmonikus áramgenerátorként jelennek meg a hálózati csatlakozási pontjukban. Az energiaellátás biztonsága érdekében elengedhetetlen ennek a szennyezésnek a csökkentése, megszüntetése.

A vasút Magyarországon közvetlenül a 120 kV-os főelosztó hálózatra kapcsolódik vonali feszültségen. Az egyenirányítóval felszerelt járművek elterjedése óta igen nagy mértékű a vasúti hálózat torzítása, amelynek csökkentésére alkalmazható a felharmonikus szűrés. A felharmonikus szűrés két alapvető fajtája az alábbi:

- A passzív szűrés a legegyszerűbb esetben egy szűrendő frekvenciára hangolt soros rezgőkörrel valósítható meg. A passzív szűrő a hangolási frekvenciáján kis impedanciájú, ezért sőtöli a táphálózatot a harmonikus áramra nézve, amelyre hangolt [1.].
- Az aktív harmonikus szűrés lényegében a fogyasztói áram szinuszosítása elektronikus módon. Az aktív szűrő egy mikroprocesszorral vezérelt áramgenerátor, amely a torzítás ellentettjét adja hozzá a torzított áramhoz és így eredőben közel szinuszos áramfelvételt biztosít. Az aktív szűrőket szintén meghatározott frekvenciákra tudjuk hangolni, amelyeken méri a fogyasztói áramot, amit mikroprocesszoros logikája ellenfázisban fog a hálózatba injektálni [2.].

A vasúti hálózat áramköri elemei



1. ábra: a) vasúti hálózat

b) helyettesítő modell

Egy tápszakaszt magába foglaló vasúti hálózat (1.a) ábra) négy elemet tartalmaz: a mozdonyt, a munkavezeték-rendszert sín- és földvisszavezetéssel, az állomási transzformátort és a nagyfeszültségű táppontot.

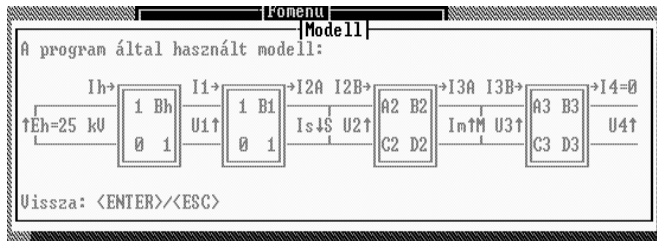
- A mozdony a munkavezeték alatt halad, két részre bontva azt. A csatlakozási pontján (ahol az áramszedő a munkavezetékhez ér) mint alapharmonikus fogyasztó és felharmonikus áramforrás jellemezhető. A mozdony által injektált áram felharmonikusok értéke gyakorlatilag független a hálózat konfigurációjától és a mozdony helyzetétől [1.].
- A munkavezeték-rendszer olyan föld-visszavezetéses többvezetékes, elosztott paraméterű rendszer, amelyet a munkavezeték, a függesztővezeték, és a sínek alkotnak. A munkavezeték-rendszer redukálható az áram oda-és visszavezetését reprezentáló egyenértékű, kétvezetékes rendszerre [1.], így a tápszakasz négypólussal helyettesíthető (a közbenső mozdony által két részre bontva), amely az állomás felőli oldalon annak impedanciájával van lezárva, míg a fázishatár felől üresen jár.

- A transzformátor szintén helyettesíthető négyfólussal, amely tartalmazza annak mágnesező és szórási impedanciáját. A mágnesező impedancia elhanyagolható, így frekvenciánként elegendő a szórási impedanciával számolni [1.].
- A rendszer vizsgálatához szükséges mögöttes hálózati felharmonikus mérési ponti impedancia a csatlakozási ponttól mért pozitív és negatív sorrendi impedanciák összege. Számítási célokra minden állomásban külön-külön szükséges mérni, és felvenni az impedancia helygörcbét, amelyet közelítéssel használhatunk fel a modellben.

A hálózat leképezése egy programba

Munkám során egy vasúti tápszakaszt modellező program fejlesztésén dolgozom. A program a kisméretű zavarok terjedését és aktív felharmonikus-szűrésének lehetőségét vizsgálja. A MSZ EN 50160-as szabvány a kisméretű zavarok tanulmányozásához az első 50 harmonikus vizsgálatát írja elő. Tanulmányaim, az [1.] és a [2.] irodalom alapján arra a következtetésre jutottam, hogy elegendő a páratlan harmonikusokkal foglalkoznom (a párosak csak a félvezetők vezérlésének változásakor jelentkeznek, akkor is csekély mennyiségben és rövid ideig), és megfelelő, ha a program csak a 45. harmonikusig tekinti át a spektrumot.

Az 1.b) ábra alapján készítettem el azt a modellt, amelyet a program használ (2. ábra). Az ABCDh-val és az ABCD1-gyel jelölt rész csak soros tagokat tartalmaz, az előbbi a mögöttes hálózat impedanciáját, az utóbbi a 126/26,3 kV/kV transzformátor szórási adataiból származtatott impedanciáját. Az ABCD2 és ABCD3 négyfólus jellemzi együttesen a felsővezeték-sínpár rendszert. ABCD2 ebből az állomás



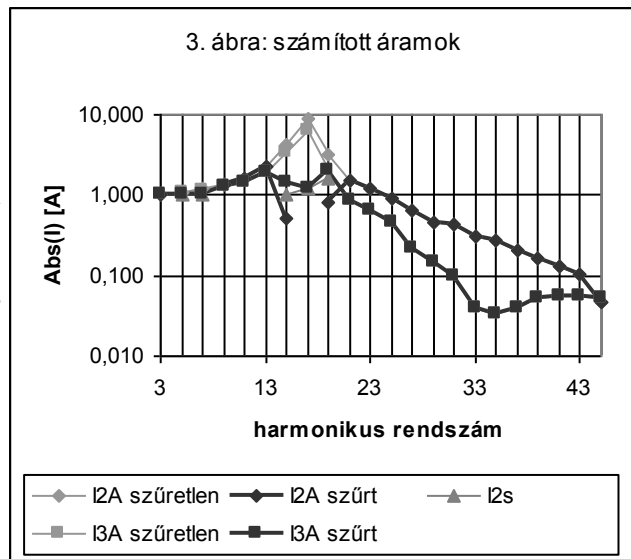
2. ábra: A modell a programban

és a mozdony közötti, ACBD3 a mozdony és a fázishatár közötti szakasz. A mozdony a kettő között kapcsolódik a hálózatra, a szűrő (bekapcsolt állapotában) az állomás felsővezeték oldali gyűjtősinére.

Számítási eredmények és tanulságok

A program jelenlegi változatával egy a felsővezeték alatt tetszőleges helyen álló mozdony egységnyi felharmonikus áram-injektálásának hatását lehet tanulmányozni frekvencia-tartományban. Ez azért kézenfekvő, mert így közvetlenül meghatározható az áramkiemelés mértéke, hisz a nevezőben 1 A szerepel mindig. A vizsgálat céljára egy 30 km hosszú, az átlagos magyar tápvezeték rendszer fizikai paramétereivel rendelkező tápszakaszt tápláltam be a programba [1.], a mozdony 10 km-re áll az állomástól.

Az első eredmények azt mutatják (lásd a 3. ábrán), hogy az áramkiemelés a 17. harmonikusnál a legnagyobb mértékű (ez az ún. párhuzamos rezonancia jelenségére vezethető vissza és egybevág a korábbi mérések eredményével [1.]). Így vizsgálat céljára a 17. harmonikust teljesen, míg a szomszédos 15. és 19. harmonikust kétharmad részben csillapító szűrést állítottam be.



Érdeemes megfigyelni, hogy a szűrő hatására az I3A is változik a szűretlen esethez képest, pedig

az a szűretlen hálózatrészben helyezkedik el, illetve kialakul a hálózatban a szűréstől függetlenül egy természetes „szűrő”, hiszen a mozdonytól a tápláló hálózat felé folyó áram 35. felharmonikus összetevője kevesebb, mint az 5 százalékára csökken az injektált szinthez képest. Ez arra vezethető vissza, hogy valószínűleg az üresen járó tápszakaszk inductivitása és kapacitása ezen a hosszon már ki tud alakítani egy soros rezgőkört is, amely rezonancia-frekvenciája ezek szerint az üresen járó hossz növekedésével csökken. A leglényegesebb változás persze az, hogy a szűrő előtti gyűjtősíni áram (I2A) esetén a teljesen kompenzált harmonikus (17.) összetevő eltűnt. Természetesen a spektrum, amit a program számít, vonalas, az ábrázolásnál csak az összetartozó értékek könnyebb észrevétele érdekében kötöttem össze a pontokat egy vékony vonallal.

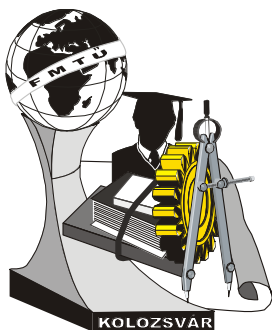
Irodalomjegyzék

1. Dr. Dán András – Varjú György: Felharmonikus szűrés és alapharmonikus meddőteljesítmény kompenzáció. Alkalmazás a nagyvasúti villamos vontatási alállomásban; Elektrotechnika, 1988./10-11., 394-404. oldal
2. Dr. Dán András: A villamosenergia-minőség növelt rézkeresztmetszettel; Magyar Rézpiaci Központ, Budapest, 1999.

Kiss Péter / BME Villamos Energetika Tanszék, V. évfolyam

Lakcím: 1212 Budapest, Dunadűlő út 1. X. em. 63.

Telefon: (36 20) 528 6977, e-mail: kipseter@chello.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A FAHULLADÉKOK ÚJRAHASZNOSÍTÁSA

Lubomír Šooš, Ludovít Kolláth, Peter Križan, Miroslav Horvát

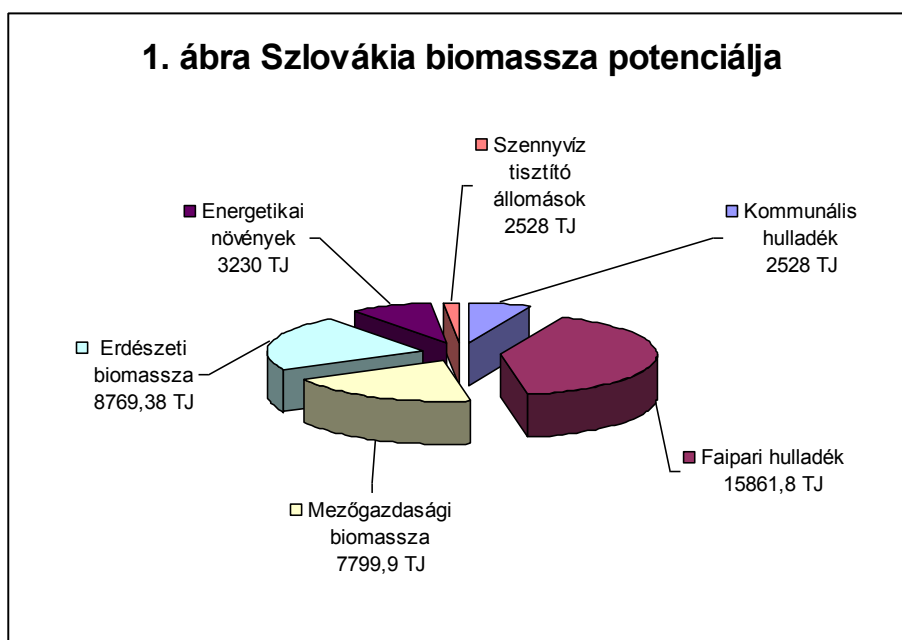
A cikk felvázolja a fahulladék brikettálására tervezett gépsorok gazdaságossági aspektusait és egy vázlat segítségével szemlélteti a megoldás lehetőségét.

This paper deals of economical aspects of designing of machines for briquetting of waste and with attached scheme represents possibility of solution.

A hulladékok, ezen belül a biomassza, fahulladék, energetikai célokra történő újrahasznosításáról, a megújuló energiaforrásokról gazdag ismereteket szerezhetünk a világhálóról is. Tanszékünk e széles problémakörön belül főleg a fahulladék energetikai célokra való felhasználására keres megoldásokat.

Földünkön az évente kitermelt biomassza mennyisége kb. $2 \cdot 10^{14}$ kg, amely 90 TWr energiamennyiségnek felel meg ($1 \text{ TWr} = 8760 \text{ h} \times 10^{12} \text{ W} = 8,7 \cdot 10^{12} \text{ kWh}$). Ez a mennyiség 7,5 – ször nagyobb, mint a világ össz energiafogyasztása (12 TWr).

Szlovákia a biomassza energetikai célokra való felhasználásának területén, a lehetőségekhez képest, jelentősen le van maradva. A szlovákiai biomassza potenciálja 35 PJ (1. ábra), azonban jelenleg az energetikai célokra újrahasznosított biomassza az energiaforrások kb 1% - át teszi csak ki (Svédországban kb. 18%, Ausztriában kb. 12%).



E lemaradás főbb okait a következőkben látjuk:

- állami, kerületi szinten hiányzik a biomassza újrahasznosításának átgondolt stratégiája,
- törvényi, intézményi szabályozások hiánya, amelyek támogatnák a biomassza újrahasznosítását, mint jelentős hazai megújuló energiaforrást,
- az energiatermelő, energiaszállító – elosztó cégek érdektelensége, a földgáz preferálása,
- a hagyományos tüzelőanyagok (szén, földgáz) árának deformálása,
- a hulladékok újrahasznosítására irányuló hazai technológiák fejlesztésére kifejtett kutató – fejlesztő munka elégtelensége,
- a drága külföldi technológiák vásárlására szánt pénzeszközök hiánya.

Tanszékünk új gépek (brikett prés, pellet prés, kalapácsos daráló, osztályozó, stb.), berendezések, gépsorok tervezésével igyekszik e gondok enyhítésén. Egy általunk tervezett és a gyakorlatban gazdaságosan működő komplex brikettelő gépsor vázlatát a 2. ábrán látható.

A hulladék (fűrészpor) teherautón érkezik az A szekcióba. A forgó dobos szárítóba az (1) csiga és a (2) serleges elevátor segítségével kerül. Szárítóba a forró levegő a (3, 4) kazánrendszerből áramlik. A kazánban fahulladékot adagolunk a (17) elevátor segítségével. Füst a (15) kéményen keresztül távozik. A száraz fűrészpor a (6) elevátorral a (7) silóba kerül, amely alatt három brikett prés (8) van. A brikett a (9) hűtőcsatormán keresztül a (10) tördelő asztalra majd a (11) mérlegre kerül. A csomagolás itt kézzel történik, mindegyik mérlegnél egy-egy munkás ül. Ők rakják a 10 kg-os csomagokat a (12) paletára. Az egész gépsor vezérlő rendszere az F megemelt teremben van (13 – a szárító vezérlése, 14 – a prések vezérlése). Ennél a gépsornál tehát nedves, de megfelelő frakciójú fűrészporral számoltunk. Nincs szükség a fűrészpor osztályozására és a fűtéshez elegendő fahulladék is van.

A gépsorokban nem mindig alkalmazzuk saját tervezésű gépeket. Az adatbázisunkból történő kiválasztásukat (brikett prés, daráló, szárító, osztályozó, kazán, stb.) gondos gazdaságossági számítások előzik meg. Az egyes gépek összehasonlítására és kiválasztására főleg a köv. két kritériumot vesszük figyelembe:

1. 1 kg brikett legyártásához szükséges energiaköltségek

$$E_n = \frac{P \cdot C_c}{W}$$

2. 1 kg briketre eső befektetési költségek

$$I_n = \frac{C_s}{W \cdot H}$$

P – a befektetett munka (teljesítmény) [kW]

C_s – a gép ára [Sk]

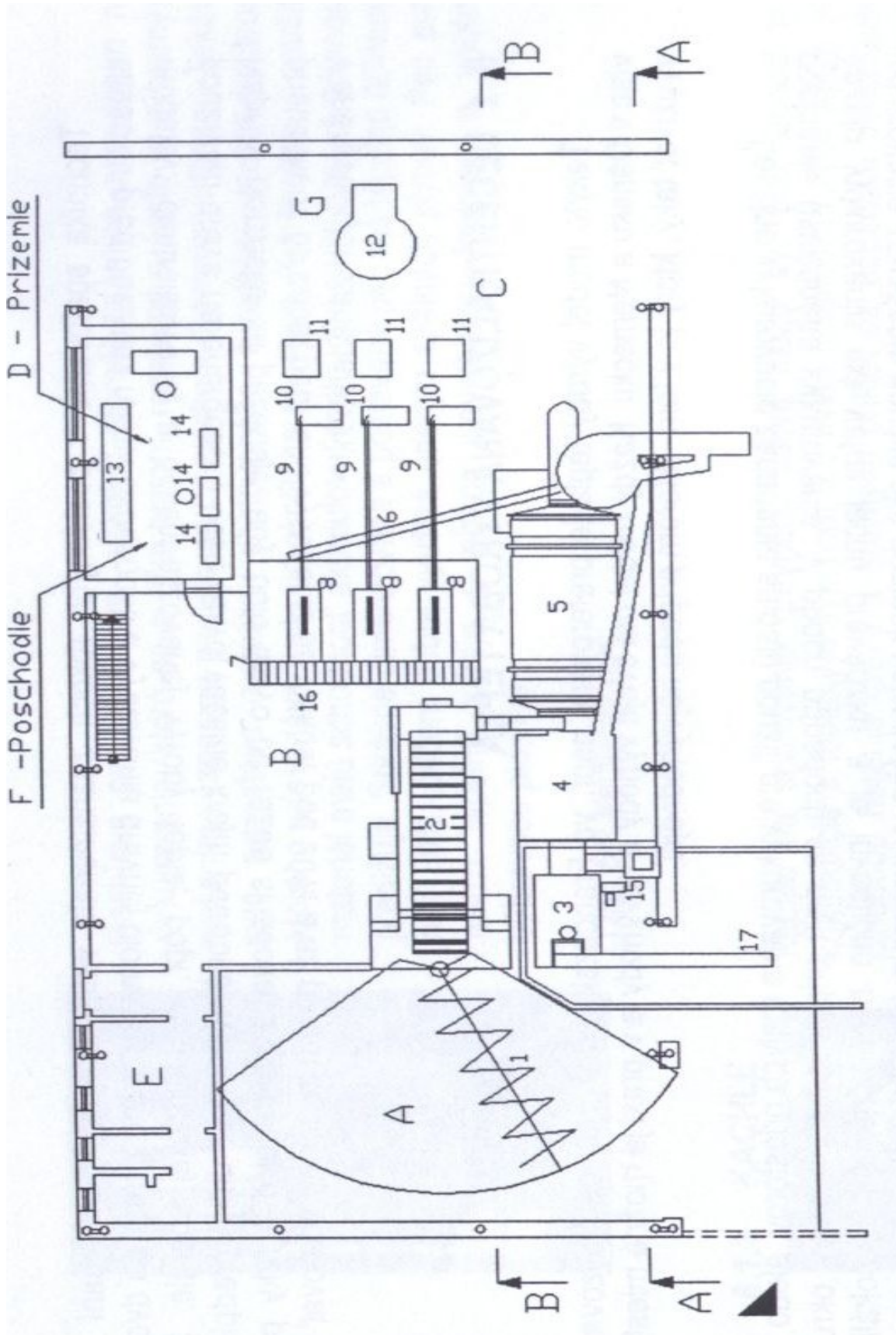
C_c – 1 kW energia ára [Sk]

W – a gép teljesítménye [kg/h]

H – tervezett üzemóra [h]

A gépek (pl. a brikett prés) kiválasztásánál az összköltségből az 1kg briketre eső részt vesszük alapul:

$$C_n = E_n + I_n$$



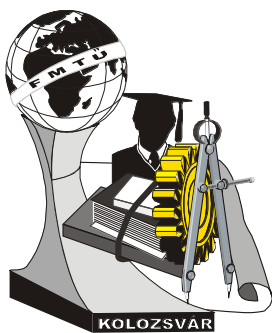
2. ábra A brikettelő gépsor elrendezése

A gazdaságossági számításoknál természetesen további költségeket is figyelembe kell venni pl. a fahulladék szállítási költségeit, a hulladék árát, dolgozók bérét, karbantartási költségeket, stb. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy az egész projektet, a gépsort nagyban befolyásolják a fahulladék jellemzői, főleg a nedvessége és a frakció nagysága. Ezen okok miatt már terveztünk olyan gépsorokat is, ahol nem volt szükség szárítóra, kazánra, de be kellett iktatni egy darálót.

Irodalomjegyzék

- [1] Šooš, Ľ.: Drevný odpad... čo s ním? (Fahulladék... hogyan tovább?), Energetické centrum, Bratislava, august 2001, 120 s.
- [2] World Sustainable Energy Days 2004, Proceedings, Wels, Austria, 3-4. 3. 2004, 360 s.

doc. Ing. Ľubomír Šooš, PhD., Ing. Ľudovít Kolláth, PhD., Ing. Miroslav Horvát, Ing. Peter Križan, Strojnícka fakulta STU, Katedra výrobnéj techniky, Nám. slobody 17, 812 31 Bratislava, Slovenská republika, tel.: ++421 2 57296 543, fax: ++421 2 52497 809, e-mail: lubomir.sooš@stuba.sk, ludovit.kollath@stuba.sk, miroslav.horvat@stuba.sk, peter.krizan@stuba.sk



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ÚJ BRIKETT ÉS PELLETT PRÉSEK

Lubomír, Šooš, Ľudovít Kolláth, Peter Križan, Miroslav Horvát

A cikk rövid tájékoztatást ad a Szlovák Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán (Gyártógépek Tanszéke) folyó kutató – fejlesztő munkáról a hulladékok újrahásznosítására szolgáló gépek és berendezések területén. A munka két területet érint: különböző hulladékok sajtolásának technológiáit és új prések fejlesztését.

This paper contains short informations about the research activities of the Department of Engineering Production, Faculty of Mechanical Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava, in area machines and devices for waste processing. The research overshoots in two areas: compacting of different types of wastes and development of new construction compacting presses.

A Szlovák Műszaki Egyetem Gyártógépek Tanszékén az új energiahordozókat illetően a kutató – fejlesztő munka két alapvető irányban folyik:

1. különböző hulladékok (főleg biomassza) sajtolásának technológiái,
2. új brikett és pellet prések fejlesztése.

Célunk az, hogy a brikettálást és pelletálást újabb és újabb hulladékokra alkalmahassuk és ezáltal új energiahordozókat nyerjünk, ill. a hulladékot más célra hasznosítsuk. Figyelmünket az új energiahordozók kutatásakor a dendromasszán kívül a fitomasszára és a kommunális hulladékra összpontosítjuk. Ezidáig a köv. anyagokkal kísérleteztünk:

Tőzeg

Potenciális energiahordozóról van szó, amelynek hasonló fűtőértéke van, mint a barnaszénnek. Ezirányú kísérleteinket a SLOVEN cég megbízásából végeztük. A cég tervei szerint az általunk kifejlesztett technológiával és brikettpréssel tőzeget brikettálna Oroszországban és Ukrajnában. A brikett egy része a szlovákiai piacra kerülne.

Szennyvíziszap

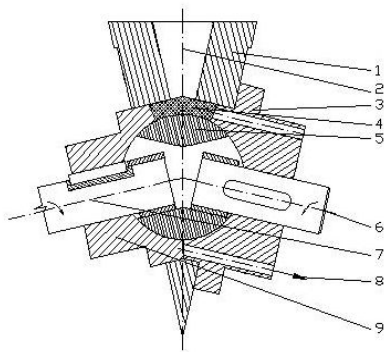
Nagy fejtörést okozó hulladékról van szó, mivel nagy a víztartalma és nagy mennyiségről van szó. Közvetlenül a szennyvíztisztítóból 95 – 98 %-os relatív nedveséggel kerül ki kásás állapotban, viszont 65 – 80 % szerves anyagot tartalmaz. Centrifugálás, fermentálás és egy „hordozó anyaggal“ történő összekeverés majd pelletálás után alternatív fűtőanyagot kapunk, melynek fűtőértéke 9 – 11 MJ/kg. Már az első kísérleteink sikeresnek bizonyultak, jelenleg a pelleték hamutartalmát, pontos fűtőértékét (a hordozó anyag mennyiségének függvényében) és az emissziót vizsgáljuk.

Szalma

Szlovákiában jelenleg kb. 800 000 hektáron termelnek búzát. Egy hektárról kb. 4t búzát és kb. ugyanennyi szalmát nyerünk. Ez a szalma viszont nem alkalmas sem állatok etetésére sem almozásra. A szalma fűtőértéke kb. 14,5 MJ/kg. Ez azt jelenti, hogy nem elhanyagolható energiaforrásról van szó. Sikeres példaként az osztrák Wolstahl városát említhetjük.

Új prések fejlesztése

1. olcsó pellet prés (1. ábra)



1. ábra Pellet prés prototípusa

1, 2 – tölsér, 3 – matrica, 4 – préskamra, 5 – forgó golyó, 6, 7 – tengely, 8 – pellet kimenet, 9 – pellet prés háza

A vállalkozók szemszögéből nézve, gond az ismert pellet prések magas árával van. Kis és közepes teljesítményű préseket asztalosműhelyekben és fafeldolgozó cégeknél lehet alkalmazni, számításaink szerint Szlovákiában százas nagyságrendben. Így sok vállalkozó megoldhatná saját fűtési gondjait.

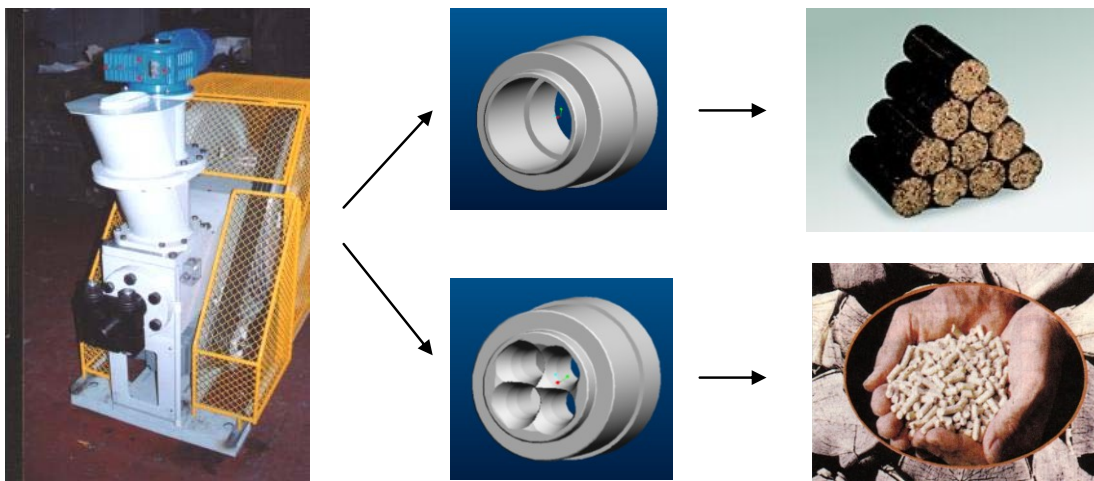
Megoldást az általunk fejlesztés alatt álló axiális – forgó golyóból álló pellet prés jelenthet, melynek már legyártottuk a prototípusát, s amelyen 25 – 40 kg/h teljesítményt értünk el (a hulladék fajtájától függően) 250 W befektetett munka mellett. Kísérleteink azt mutatják, hogy ez az új pelletálási elv működőképes és az elvből adódóan a prés olcsó lesz.

2. kétfunkciójú prés (2. ábra)

Célunk az, hogy az általunk már kifejlesztett és sorozatban gyártott BZ – 50 – 250 – es brikett prés egyszerű átalakításával pelletálni is tudjunk.

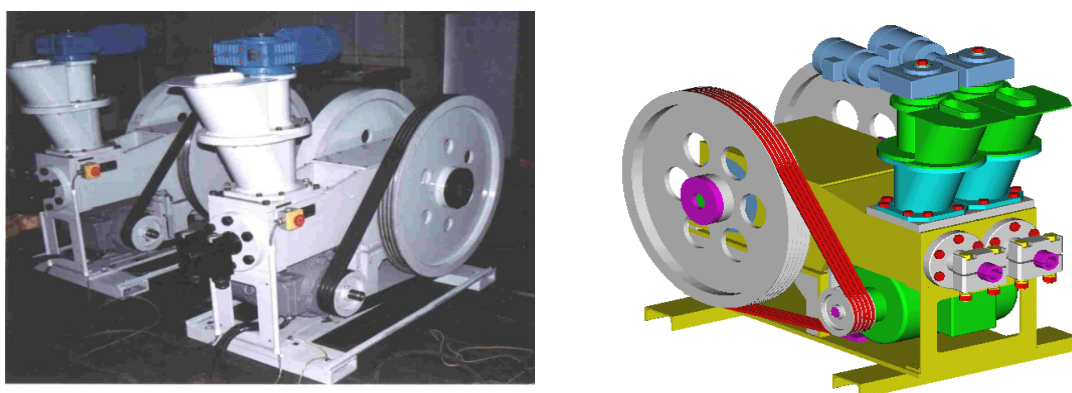
3. kétkamrás brikett prés (3. ábra)

2001 – től dolgozunk ezen a projekten. Kétkamrás prés a már kifejlesztett BZ – 50 – 250 – es présből lett kialakítva. Az új prés teljesítménye (kg/h) megduplázódott, de a befektetett munka (kW) nem. A gyártási költségek szintén nem nőnek a duplájára, mivel az alkatrészek 83 %-a



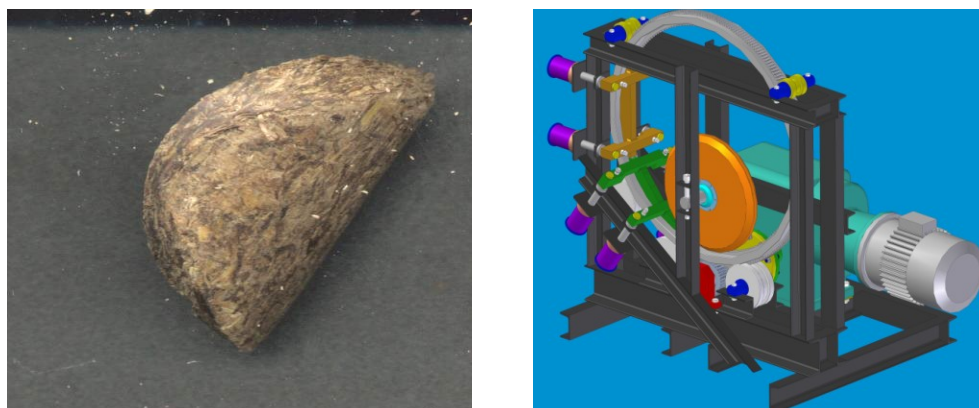
2. ábra A BZ – 50 – 250 – es brikett prés átalakítása pelleteléshez

megegyezik az egykamrás prés alkatrészeivel. Végző célunk egy moduláris felépítésű gép kifejlesztése különböző brikettátmérőkre (50, 55, 60, 65 mm).



3. ábra Kétkamrás brikett prés

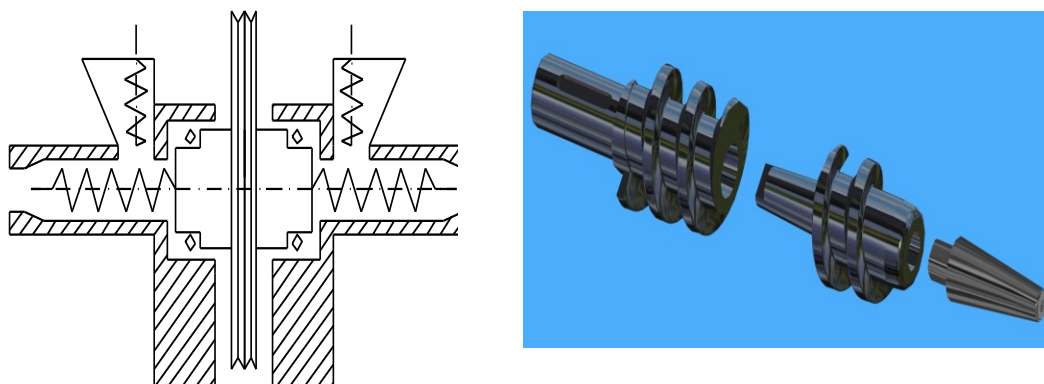
4. prés új alakú és méretű sajtolt termék (fűtőanyag) előállítására (4. ábra)



4. ábra Pellet prés új alakú fűtőanyag sajtolására

Véleményünk szerint a pellet nem a legmegfelelőbb alakú sajtolt fűtőanyag (szigorú követelmények a sajtolt hulladék paramétereire – frakcióméret, nedvesség, a matrica gyors kopása, a felület és a térfogat aránya szempontjából a henger nem az optimális alak). Ezen okok miatt foglalkozunk az alak optimalizálásával a felület és a térfogat arányának szempontjából. Ezen eredmények alapján kezdtük el az 4. ábrán látható pellet prés fejlesztését.

4. nyomócsigás prés (5. ábra)



5. ábra Nyomócsigás prés

Az ismert nyomócsigás préseknel (pl. Pini & Kay) nagyon nagy a csapágyak axiális terhelése. Az 5. ábrán vázolt elképzelésünk szerint ez a terhelés nagyban csökken, az élettartam megnő. Foglalkozunk továbbá a csiga kopásának csökkentésével, amelyet a csiga méreteinek optimalizálásával, új anyagok alkalmazásával és a legnagyobb terhelésnek kitett rész cserélhetőségével szeretnénk megoldani.

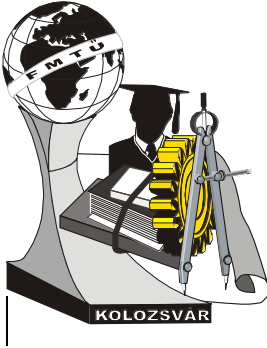
Irodalomjegyzék

- [1] Šooš, L., Kolláth, L.: Realita zhutňovania biomasy na Slovensku (Biomassza sajtolásának szlovákiai gyakorlata), In. Briketovanie a peletovanie 2004, Strojnícka fakulta STU, Bratislava, 4. 11. 2004, ISBN 80-227-2146-8, s. 42-49.
- [2] Šooš, L.: Projekt vedy a výskumu číslo: 2003 SP 26028 OC 04. Technológia výroby a zariadenie na výrobu modifikovaného energonosiča (Modifikált energiaforrás gyártásának technológiája és gépei), Bratislava, december 2003, 84 s.
- [3] Šooš, L., Žák, L.: Tvarová a rozmerová analýza výliskov z organického paliva (Organikus hulladékból előállított sajtolt termék alak- és méretanalízise), In. Technika ochrany prostredia – TOP 2001, Častá-Papiernička, Slovensko, ISBN 80-227-1530-1, s. 491-497

doc. Ing. Ľubomír Šooš, PhD., Ing. Ľudovít Kolláth, PhD.,

Ing. Miroslav Horvát, Ing. Peter Križan,

Strojnícka fakulta STU, Katedra výrobnjej techniky, Nám. slobody 17, 812 31 Bratislava, Slovenská republika, tel.: ++421 2 57296 543, fax: ++421 2 52497 809, e-mail: lubomir.sooš@stuba.sk, ludovit.kollath@stuba.sk, miroslav.horvat@stuba.sk, peter.krizan@stuba.sk



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

SZOLGÁLTATÁSBIZTOS BEÁGYAZOTT RENDSZEREK TERVEZÉSE PLATFORMFÜGGETLEN MODELL ALAPJÁN

Kovács Péter Tamás

Abstract: This paper presents a metamodel that can be used to describe dependable embedded systems in a platform independent way. It supports the description of not only functional but performance and dependability-related properties as well. Platform independent modeling promotes reuse, and enables the designer to fully exploit the advantages of visual design.

Összefoglalás: Jelen dolgozat bemutat egy szolgáltatásbiztos beágyazott rendszerek platformfüggetlen leírására szolgáló metamodelt, amely nemcsak a rendszer funkcionalitását, de a teljesítménybeli és megbízhatósági követelmények megadását is lehetővé teszi. A platformfüggetlen modellel való megadás elősegíti a modellek újrafelhasználhatóságát, és lehetővé teszi a vizuális tervezés előnyeinek teljes kihasználását.

Bevezetés

A modellalapú vizuális tervezés és az újrafelhasználás olyan módszerek, melyeket beágyazott rendszerek tervezése során is érdemes alkalmazni [4]. Mivel beágyazott rendszerek tervezése során jellemzően alacsony szintű módszereket alkalmaznak, az újrafelhasználás még kevésbé terjedt el, holott a futtató környezetek sokfélesége és változékonysága ezt indokolná.

Újrafelhasználható terveket platformfüggetlen modell formájában célszerű megadni. Egy platformfüggetlen modell (Platform Independent Model – PIM) nem tartalmazhat olyan részleteket, amelyek egy meglévő platformra - futtató környezetre vagy operációs rendszerre - utalnak, hanem a rendszerrel szemben támasztott pontos követelményeinket kell rögzítenie. Az Object Management Group (OMG [1]) Modellvezérelt Architektúra (Model Driven Architecture - MDA [2]) nevű kezdeményezése egy olyan módszert ajánl, amely PIM-et transzformál platform specifikus modellé (Platform Specific Model – PSM) automatikusan vagy félautomatikusan. Így ugyanannak a

rendszernek többféle, különböző platformon futó megvalósítása állítható elő jóval kevesebb befektetéssel, mint egyenként előállítva ugyanezeket.

Az MDA kizárólag a rendszer funkcionalitását veszi figyelembe. Az alább ismertetett megközelítés kibővíti ezt a teljesítmény és megbízhatóság leírására alkalmas eszközökkel is.



1. ábra PIM és PSM szerepe

A PIM a rendszer egy platformfüggetlen modellje, amely a rendszerrel szemben támasztott követelményeket tartalmazza olyan formában, amely bármilyen lehetséges megvalósítás esetén értelmezhető, ellenőrizhető. A PIM önmagában is validációs és verifikációs vizsgálatok alapja lehet, amelyek során tervezési hibák már ebben a korai szakaszban felfedhetők. A PIM leírja, hogy milyen funkciót várunk el a rendszertől, és hogy ezt a funkcionalitást milyen megbízhatósággal és teljesítménnyel kell nyújtania (ld. 1. ábra). A megbízhatóság jellemzően rendelkezésre állási paraméterekkel adott, míg a teljesítmény a garantált válaszidő, késleltetés, jitter értékével jellemezhető.

A leképezésnek, amely a PIM-et PSM-é alakítja, nem csak a PIM-et kell figyelembe vennie. A célplatform jellemzői, úgymint funkcionalitása, és a funkció nyújtásának megbízhatósági és teljesítménybeli követelményei is a leképezés bemenetei, mivel ezeket felhasználva kell a PSM-nek a PIM-ben definiált követelményeket kielégítenie. Ennek során a leképezés kiválasztja a szükséges erőforrásokat, ütemezi a megosztottan használt erőforrások használatát (pl. processzor, kommunikációs hálózat), a megbízhatósági paraméterek kielégítése érdekében pedig a hibatűrési sémáját és a redundancia fokát is megállapítja.

Metamodellzés

Munkám célja többek között az, hogy egy olyan jelölésrendszert dolgozzak ki, amely képes elosztott alkalmazás részrendszerek (Distributed Application Subsystem - DAS) minden követelményét rögzíteni. Egy DAS közös célt szolgáló, logikailag összetartozó taszkok csoportját jelenti [1].

A jelölésrendszer megadásának legkézenfekvőbb módja egy metamodell, amely precízen és vizuálisan definiálja a modellekben használható fogalmakat és az azok közötti relációkat. A kidolgozott metamodell egy tisztán fogalmi modell, amely tetszőleges, MOF kompatibilis modellező

nyelven, illetve annak kiegészítésével megvalósítható. Munkám során a metamodell UML nyelven adtam meg.

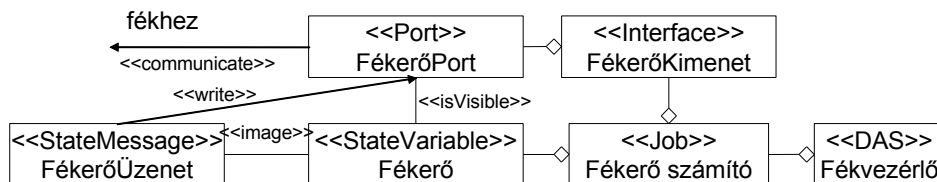
A platformfüggetlen modellek metamodellje

A platformfüggetlen modellek metamodellje három csomagból áll. A funkcionalitás (Functionality) csomag azokat az elemeket tartalmazza, amelyek a funkcionalitással kapcsolatos követelményeket írják le. A másik két csomag elemei azt teszik lehetővé, hogy a funkcionalitást leíró elemekhez a teljesítménnyel és a megbízhatósággal kapcsolatos követelményeket csatoljunk. Ezáltal a PIM metamodell alkalmazhatóvá válik szolgáltatásbiztos, elosztott, valósídejű rendszerekben.

Funkcionalitás (Functionality) csomag

A funkcionalitás csomag írja le a DAS-okat, amelyek meghatározott működési módokban (operating mode) üzemelhetnek, amelyek során feladatokat (job) hajtanak végre. A feladatok állapotváltozókon (state variable) dolgoznak, amelyek lehetnek belső változók, vagy az interfészeken (interface) keresztül küldhető és fogadható változók. Az interfészeknek több fajtája van, többek között a feladatok közötti kommunikációt és az érzékelőkkel való kommunikációt lehetővé tevő interfészek. Az interfészek portokat (port) tartalmaznak, amelyek más portokkal állnak összeköttetésben. Ezekon a portokon keresztül állapot üzenetek (state message) és esemény üzenetek (event message) továbbíthatók. A periodikus állapot üzenetek állapotváltozók pontos értékét szállítják, míg az esemény üzenetek állapotváltozók változását hordozzák. A tervező ezen kívül számos korlátot adhat meg, melyek egyik típusa az üzenetek elfogadhatósági kritériumait határozza meg, míg mások az analízis során tényként felhasználható korlátokat adják meg. Diagnosztikai célokra további ellenőrzések adhatóak meg, melyek a rendszer nem üzemszerű működését detektálják.

A 2. ábra egy egyszerű fékrendszer PIM-jének részletét mutatja. A modell elemek sztereotípiákkal vannak azonosítva. Látható, hogy a DAS egy feladatot futtat, amely a fékerő változót állítja elő, majd állapotüzenetként küldi azt egy másik alrendszernek.



2. ábra Egyszerű fékrendszer PIM-je (részlet)

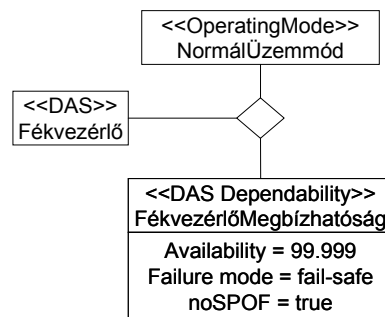
Teljesítmény (Performance) csomag

A teljesítmény csomag olyan elemeket tartalmaz, amelyeket a funkcionalitás csomag elemeihez kapcsolva leírhatóak azok teljesítménybeli követelményei meghatározott működési módokban. Ilyen jellemzőket csatolhatunk a feladatokhoz, az üzenetekhez, és az adatfolyamokhoz is. Minden teljesítménybeli jellemző leírása a QoSCharacteristic nevű, a UML Profile for Schedulability,

Performance and Time Specification szabványban definiált elemből származtatott, amely a szolgáltatásminőség leírásának központi eleme. [5]

Megbízhatóság (dependability) csomag

A megbízhatóság csomag felépítése az előzőhöz hasonló. A benne található elemek csatolhatóak egy komplett DAS-hoz, feladathoz, üzenethez vagy adatfolyamhoz (ld. 3. ábra). A redundancia (többszörözés) fokának megadása minden esetben opcionális, mivel a későbbi PIM→PSM leképezés feladata lesz ezen paraméterek beállítása úgy, hogy a PSM a tervező minden követelményét kielégítse. A leképezés a megadott követelmények és a felhasználható elemek tulajdonságai alapján határozza meg a redundancia sémáját és fokát.



3. ábra Megbízhatósági követelményekkel kibővített DAS

Összefoglalás, további lehetőségek

A munka további lépései között szerepel a platformfüggetlen modell alapján végzett verifikációs és validációs feladatok, valamint a már említett leképezés kidolgozása, amely platformfüggő modelleket generál. A távlati cél az, hogy a PIM-mel a rendszer funkcionalitása is leírható legyen, amely alapján forráskód is generálható. Emellett a célplatform ismeretében annak konfigurációs adatai is előállíthatóak lesznek.

Irodalomjegyzék

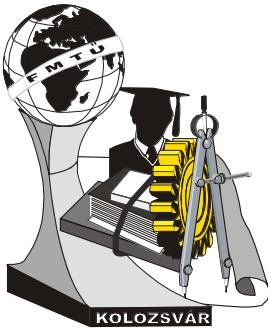
- [1] Object Management Group, URL: www.omg.org
- [2] Model Driven Architecture, URL: www.omg.org/mda/
- [3] H. Kopetz, R. Obermaisser, P. Peti and N. Suri, "From a Federated to an Integrated Architecture for Dependable Real-Time Embedded Systems," 2004
- [4] I. Majzik, G. Pintér and P.T. Kovács: "UML Based Design of Time Triggered Systems", Proc. 7th IEEE International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC 2004), 2004, Vienna, Austria, May 12-14, pages 60-63, ISBN 0-7695-2124-X
- [5] UML Profile for Schedulability, Performance, and Time Specification, Version 1.1, January 2005, URL: <http://www.omg.org/technology/documents/formal/schedulability.htm>

Kovács Péter Tamás / I. évf. doktorandusz

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

Mérés-technika és Információs Rendszerek Tanszék / 1117 Budapest, XI. Magyar tudósok körútja 2.

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



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A MEGMUNKÁLÁSI IDŐ MEGHATÁROZÁSA A DARABOK CSOPORTTECHNOLÓGIÁVAL VALÓ MEGMUNKÁLÁSOKOR

Mezei Sándor

Summary

The use of group technology recommended for economical working of spare parts manufactured in small or medium series. In order to increase productivity determining manufacturing time is also important in this case to settle the time necessary for the work to be carried out. To calculate team manufacturing time we can use analytical methods, likewise for the calculation of the well-known manufacturing time or approximate but faster methods such as the interpolation-, comparative- or grapho-analytical methods.

Összefoglalás

A kis- vagy közepes tételben gyártott alkatrészek gazdaságos megmunkálására ajánlott a csoporttechnológia alkalmazása. A termelékenység növelése érdekében, ebben az esetben is szükséges a normaidők megállapítása, mely az elvégzendő munka szükséges idejét rögzíti. A csoport normaidejének a kiszámítására analitikus módszereket alkalmazhatunk, hasonlóan a közismert normaidő kiszámításához vagy interpolációs-, összehasonlító- vagy grafo-analitikus módszereket.

Bevezetés

Az időnorma, valamilyen munkafeladat elvégzésére adott műszaki-szervezési feltételek és követelmények figyelembe vételével meghatározott időmennyiség. Ennek alapján állapítható meg a munkanorma, mely valamilyen időegység alatt ellátandó munkamennyiséget jelent, amely a ténylegesen biztosítható műszaki és szervezési feltételek mellett az átlagos képességű és átlagosan begyakorolt dolgozó normális munkaintenzitással el tud érni. Az előbbit akkor alkalmazzák, ha a kivitelezendő műveletek hosszúak (főleg egyedi és kissorozat gyártásnál), az utóbbit akkor használják, ha a műveleti idők rövidebbek (leginkább nagysorozat- és tömeggyártásnál). A munkanorma készülhet becsléssel statisztikai adatok alapján, összehasonlítással, valamint elemzéses-számításos módszerrel. Ez utóbbi eljárás eredménye az úgynevezett műszaki időnorma vagy munkanorma, mely különféle munkatanulmányokra, munkafeltételekre, időmérésekre és időelemzésekre épül.

$$N_t = \frac{T_{pi}}{n} + T_u \quad (1)$$

A normaidő két fő alkotó elemei [4] az előkészületi és befejezési idő (T_{pi}) és a darabidő (T_u). Az előkészületi és befejezési időt az egyszerre gyártásba adott mennyiségre (egy sorozatra) csak egy ízben utalványozzák. Ezt osszák a darabok számával (n), hogy az egy darabra jutó időmennyiséget az egyes termékek normaidejébe belefoglalják.

A darabidő minden termékre külön-külön felmerül. Nemcsak a munkadarab alakbeli változásához vagy a vegyi összetétel és tulajdonság megváltoztatásához közvetlenül (főidő) és közvetve (mellékidő) szükséges idő tartozik (együtt alkotják a T_{op} műveletidőt), hanem bele kell számítani a munkavégzéskor elkerülhetetlenül felmerülő veszteségidőket (például a T_{dl} munkahely-kiszolgálás idejét vagy a T_{ir} szabályozott megszakítások idejét) is.

$$T_u = T_{op} + T_{dl} + T_{ir} \quad (2)$$

Minden egyes tényező felbontható pontosan meghatározott és tartalmilag behatárolt részekre:

$$T_u = t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} + t_{to} \quad (3)$$

ahol:

- t_b – főidő
- t_a – mellékidő
- t_{dt} – műszaki kiszolgálás ideje
- t_{do} – szervezési kiszolgálás ideje
- t_{on} – pihenés és a természetes szükségletek elvégzési ideje
- t_{to} – megszakítások ideje technológiai vagy szervezési okokból.

Az időnorma összetevőinek meghatározása

Az előkészületi és befejezési idő (T_{pi}) alatt a munkás a következő tevékenységeket végzi el:

- átveszi és tanulmányozza a technológiai dokumentációt, majd a végén leadja azokat
- átveszi, majd visszaadja a szükséges szerszámokat, készülékeket és mérőműszereket
- felszereli gépre és leszereli a gépről a szerszámokat és készülékeket
- beállítja a felszerelt szerszámokat
- átveszi a szükséges nyersdarabokat, majd leadja a késztermékeket és a megmaradt anyagokat.

Az előkészületi és befejezési időt egy adott esetben, a munkahelyen végzett megfelelő megfigyelési módszerekkel (lefilmezés vagy lemérés) határozzák meg. Gyakori a táblázatokba foglalt időadatok megfelelő kiválasztása és összegezése az esedékes tevékenységek felleltározása alapján.

A főidő alatt történik a munkadarab alakjának, méreteinek és állapotának a tényleges megváltoztatása. A kézi erővel végzett megmunkálások vagy a nemismétlődő műveletek esetében a megfigyelés alapján gyűjtik az adatokat, melyeket majd statisztikai módszerekkel dolgoznak fel. A gépi megmunkálások, vagy a szabályosan ismétlődő tevékenységek esetében az analitikus módszereket alkalmazzák gyakrabban:

$$t_b = \frac{L}{v_s} i = \frac{L}{n \cdot s} i = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s} i \quad (4)$$

ahol:

- L – a szerszám által megtett úthossz a megmunkálás irányában
- v_s - a megmunkálás irányában a szerszám vagy az asztal sebessége
- i – a fogásszám
- n – fordulatszám
- s – előtolás
- l – a darab megmunkálandó felülethossza
- l_1 - ráfutási hossz
- l_2 - kifutási hossz.

A mellékidő alatt végzik el az összes kisegítő műveleteket, melyek szükségesek a főidő alatt elvégzett tevékenységek lebonyolításához. A normaidőhöz csak azokat a segédidőket adjuk hozzá azonban, melyeket nem egyidőben végzünk a főidővel. Ide tartoznak a következő műveletek:

- a nyersdarab elhelyezése a rögzítő készülékbe, majd a késztermék eltávolítása
- a nyersdarab rögzítése, majd lazítása
- a forgácsolási adatok beállítása
- a gép szükséges mozgásainak és a hűtő folyadék be- és kikapcsolása
- a megmunkált felületek mérése, stb.

A műszaki kiszolgálás idejében (t_{dt}) a következő tevékenységekre szánt időket foglaljuk bele:

- a szerszámcsere ideje
- a szerszámbeállítás ideje
- a megmunkálás közbeni kompenzáló beállítások ideje
- a szerszámélezés, ideje ha a munkás végzi, stb.

A műszaki kiszolgálás idejét a főidő segítségével számíthatjuk ki a megmunkálás körülményeit számontartva egy K_1 együttható által:

$$t_{dt} = \frac{K_1}{100} t_b \quad (5)$$

A szervezési kiszolgálás idejében (t_{do}) a következő tevékenységekre szánt időket foglaljuk bele:

- a gép tisztításának és olajozásának az ideje
- a szerszámok és készülékek elhelyezési ideje a munka elején és összegyűjtési ideje a munka végén
- a nyersdarabok és késztermékek elrendezési ideje
- a forgács eltávolításának ideje, stb.

A szervezési kiszolgálás idejét a műveleti idő segítségével számítjuk ki számontartva a megmunkálási körülményeket egy K_2 együttható által:

$$t_{do} = \frac{K_2}{100} T_{op} \quad (6)$$

A pihenés és a természetes szükségletek elvégzési ideje (t_{on}) a szükséges pihenés idejét és a természetes (fiziológiai) szükségletek idejét tartalmazza. A műveleti idő segítségével számítjuk ki számontartva a munkakörülményeket és a pszichikai terheléseket egy K_3 együttható segítségével:

$$t_{on} = \frac{K_3}{100} T_{op} \quad (7)$$

A megszakítások ideje technológiai vagy szervezési okokból (t_{to}) nem szükségszerű hogy megjelenjen. Ha mégis létezik, akkor az idejét megfigyelések segítségével meghatározott idők statisztikai feldolgozásával állapítjuk meg. Ide tartoznak azok az idők, melyek a gép működő képességének hiányához kötődnek karbantartás vagy javítás miatt, szerszámhiány miatt, a tevékenység átszervezése miatt vagy szervezési okokból, mikor nem tudjuk biztosítani a gépnek a leterhelését darabokkal, de ugyanakkor a munkásnak sem találunk más feladatkört.

A csoporttechnológiai normaidő meghatározása

A kis- és közepessorozatban gyártott alkatrészek megmunkálására gyakran alkalmazzuk a csoporttechnológiát, melynek a normaidejét többféle módszerrel határozhatjuk meg. Gyakran alkalmazzuk az *elemzéses-számításos (analitikus) módszert*, mely nagyon hasonlít a fent bemutatott módszerhez:

$$N_t = \frac{T_{p\hat{i}_k} + \sum_{i=1}^p T_{p\hat{i}_i}}{\sum_{i=1}^p n_i} + \sum_{i=1}^p (T_{op_i} + T_{dl_i} + T_{ir_i}) \quad (8)$$

ahol:

- $T_{p\hat{i}_k}$ - a csoport komplex darabjának előkészületi és befejezési ideje
- $T_{p\hat{i}_i}$ - a csoport i tételére vonatkozó előkészületi és befejezési idő, mely szükséges akkor, mikor az $i-1$ darabról áttérünk az i darab megmunkálására
- n_i - a csoport i tételére vonatkozó darabszám
- $T_{op_i}, T_{dl_i}, T_{ir_i}$ - a csoport i tételére vonatkozó műveletidő, a munkahely kiszolgálási ideje és a szabályozott megszakítások ideje
- p - a csoportban levő, egymástól különböző alkatrészek száma.

Az *interpolációs módszer* lehet fogásonkénti vagy globális. Az első esetben a komplex darab normaidejét egy K arányossági tényezővel módosítjuk, melyet fogásonként alkalmazunk. Sok munkát igényel, de elég pontos. Akkor alkalmazzuk, mikor a darab és a komplex darab között nagy a hasonlóság. A második esetben csak a fontosabb méreteket hasonlítjuk össze, ezért gyorsabb mint az első, de nem olyan pontos. Akkor alkalmazzuk, mikor egyszerű alkatrészeket kell összehasonlítani a komplex darabbal, mely kevés fogásból készül.

Az *összehasonlító módszer* esetében a következő egyenletet alkalmazzuk [2]:

$$T_u = \frac{q^* \cdot A + 1}{A + 1} T_{u_k} \quad (9)$$

ahol:

- T_u, T_{u_k} - egy adott alkatrész és a komplex alkatrész darabideje
- q^* - összehasonlító tényező, mely a felületek és az anyagminőségek arányától függ
- A - a komplex darab fő- és mellékidejének az aránya.

Homogén csoportok esetében elég jó eredménnyel alkalmazható a következő összehasonlító módszer. Legyen p a csoportot alkotó alkatrészek száma és számítsuk ki a legegyszerűbb és a legbonyolultabb (komplex) darab előkészületi és befejezési idejét és darabidejét. Legyen α és β ezeknek az időknek az egy alkatrésztípusra eső része.

$$\alpha = \frac{T_{p\hat{i}_{max}} - T_{p\hat{i}_{min}}}{p} \quad (10) \quad \beta = \frac{T_{u_{max}} - T_{u_{min}}}{p} \quad (11)$$

A csoport összmegmunkáló ideje a következő képlettel kiszámítható:

$$T_{p_{cs}} \approx \sum_{i=0}^{p-1} (T_{p\hat{i}_{max}} + \alpha \cdot i) + \sum_{i=1}^p n_i \sum_{i=0}^{p-1} (T_{u_{min}} + \beta \cdot i) \quad (12)$$

vagy jelöljük γ és δ -val a fenti időknek a középértékét:

$$\gamma = \frac{T_{p\hat{i}_{min}} + T_{p\hat{i}_{max}}}{2} \quad (13) \quad \delta = \frac{T_{u_{min}} + T_{u_{max}}}{2} \quad (14)$$

A csoport normaideje a következő képlettel is kiszámítható:

$$T_{p_{cs}} \approx p\gamma + p\delta \sum_{i=1}^p n_i \quad (15)$$

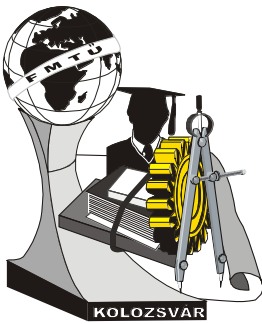
A *grafo-analitikus módszerek* [1] grafikonokat alkalmaznak, melyek a normaidő és a darabok méretei közötti összefüggéseken alapszanak. Ezeket a grafikonokat fogásonként, vagy műveletenként állították össze. Alkalmazásukkal gyorsan eredményhez juthatunk úgy az egyszerű, mint a komplex darabok esetében. Hasonlóképp alkalmazhatók a *táblázatos módszerek*, melyek egy sorozat értékeire tartalmazzák a meghatározott időértékeket.

Irodalom

1. **DRĂGHICI, G.** és mások: Bazele teoretice ale proiectării proceselor tehnologice în construcția de mașini, Editura tehnică, București, 1971
2. **FRIDRIK L.** és mások: Alkatrészgyártás és szerelés, Tankönyvkiadó Budapest, 1979
3. **MITROFANOV, S. P.:** Tehnologia de grup în construcția de mașini, Editura tehnică București, 1962
4. **PICOȘ C.** és mások: Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin așchiere, Editura Universitas Chișinău, 1992

MEZEI SÁNDOR, doktorandus

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



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A SZÉLERŐMŰVEK ENERGIATERMELÉSÉNEK RÖVID TÁVÚ ELŐREJELZÉSE

Székely Ádám

Nowadays, ecological concerns, renewable energy sources are becoming a more and more important subject. Preparation and construction of several wind power plants presently take place in Hungary.

The main obstacle of the more widespread usage of wind power is the unpredictable nature of wind, that considerably decreases the value of wind energy because the deviations from the power plan. Therefore, in order to economically use the available energy and increase the proportion of energy produced from renewable sources, we need to know the methods for predicting the power of wind turbines and also their reliability and limitations.

The wind forecasts issued by the National Institute of Meteorology are not suitable for wind power predictions without correction due to their inaccuracy. For the correction there are no widely used and reliable methods, therefore correction according to physical or mathematical modeling of the surrounding area of the power plant offers a promising new research field.

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerülnek a környezetvédelmi szempontok, ezen belül a megújuló energiaforrások. Hazánkban jelenleg is több szélerőmű előkészítése, illetve építése zajlik.

A szélenergia széles körű felhasználásának egyik fő akadálya a szél kiszámíthatatlan természete, amely a villamosenergia-rendszerirányító központnak leadandó termelési menettrendtől való gyakori eltérések esetén lényegesen csökkenti a megtermelt energia megbízhatóságát és így természetesen értékét is. Annak érdekében tehát, hogy a megújuló energiaforrások gazdaságosan kiaknázzhatók legyenek és azok részesedése az ország energiatermeléséből elérhesse az Európa Tanács irányelveiben megfogalmazott arányt, fontos ismerni az energiatermelést befolyásoló tényezők előrejelzésére rendelkezésre álló módszereket, azok megbízhatóságát és korlátait. Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) által készített szélelőrejelzések korrekció nélkül sem térbeli felbontásukban, sem pontosságukban nem alkalmasak az energiatermelési menettrend elkészítésére. A korrekcióra vonatkozóan a hazai szakirodalomban nem ismertek a gyakorlatban kipróbált módszerek. A szélerőmű környezetének fizikai vagy matematikai modellezésével adódó korrekciós lehetőségek további kutatási témát jelentenek.

Bevezetés

Egy szélérőmű telepítésének előkészítése meteorológiai szempontból többek között a beruházás tervezett helyének környezetében szélereősség- és irányméréseket jelent, amelyeket hosszú ideig (6-12 hónap) és nagy időbeli felbontással (jellemzően 10 perc) végeznek. Az így adódó hatalmas adattömeget feldolgozva a mérési pont helyére vonatkozóan megbízható információ nyerhető a szélereősség és –irány eloszlására. Ezek az eloszlások digitális modellekkel extrapolálhatóak a mérési pont akár 20 km-es körzetére, ami jó alapot szolgáltat a beruházás pontos helyének várható energiahozam szempontjából optimális megválasztására. Ezen modellek azonban nem alkalmasak a rövid távú előrejelzések által az erőműtől távoli pontokban meghatározott értékek extrapolációjára.

A meteorológiai előrejelzések megbízhatóságának megállapítására adatgyűjtést végeztem, melynek eredményeire és az ezekből levonható konklúziókra a későbbiekben térek ki.

1. A szél területi eloszlásának meghatározása

A szélérőművek telepítési helyének kiválasztásakor a lehető legnagyobb energiahozam elérése érdekében kulcsfontosságú az optimális hely pontos megválasztása.

A tágabb környezet kiválasztásában segítséget nyújthatnak a meteorológiai statisztikák, térképek, melyekből kiolvashatók, melyek az országnak azon területei, amelyek a főbb szélcsatornák valamelyikébe esnek [1]. Nyugat-Európában és az Egyesült Államokban kifejezetten a várható energiahozam becslése céljából is készültek az átlagos szélesebesség térbeli eloszlásáról térképek, amelyek közül a legelterjedtebb a dán Risø National Laboratory által a saját fejlesztésű WASP modell és a (15 tagú) Európai Unió több, mint 200 mérőállomásáról származó adatok felhasználásával készült European Wind Atlas [2].

Az említett WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program) modell a meteorológiai állomások által gyűjtött adatokat a környék digitális térképének felhasználásával „megtisztítja” a felszín domborzati viszonyainak, egyenetlenségeinek, érdességének valamint az árnyékoló műtárgyak hatásától, majd az így nyert referencia-adatokat extrapolálja. A különböző hatásokat figyelembe vevő almodellek részletesebb leírása megtalálható a hivatkozott irodalomban ([2] illetve [3]).

A WasP modellt a Európai Szélatlasz készítése kapcsán ismert széljárású meteorológiai mérőhelyek szimulációjával ellenőrizték és az esetek többségében elfogadható pontosságot tapasztaltak. Látnunk kell

azonban a WAsP és hasonló modellek korlátait is: a domborzati és egyéb áramlásmódosító tényezők figyelembevételét végző almodellek mellett nagyrészt statisztikai módszereket alkalmaznak, amelyekkel a tervezés fázisában, átlagos értékek becslésében igen jó eredményeket lehet elérni, nem alkalmasak azonban a rövid távú előrejelzések korrekciójára, azaz az erőmű működtetése során a környékre adott szél-előrejelzés alapján az erőmű pontos helyén várható szélereősség és –irány kiszámítására.

2. A meteorológiai szélelőrejelzések

A használatos meteorológiai előrejelzések a légköri folyamatokat leíró differenciálegyenlet-rendszerek numerikus megoldásán alapulnak, felbontásukat és megbízhatóságukat a peremfeltételek pontosságán kívül alapvetően a közelítés pontossága, tehát ezen keresztül a rendelkezésre álló számítógép-kapacitás határozza meg.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat által futtatott modellek közül az energiatermelési menetrend elkészítéséhez legcélszerűbb a 0-48 órás előrejelzések készítéséhez használt ALADIN (Aire Limite Adaptation dynamique Developpement InterNational, azaz korlátos tartományú modellezés dinamikai adaptációval nemzetközi együttműködésben) rendszert alapul venni.

A Budapesten futtatott ALADIN modell lényegében a Kárpát-medencére szolgáltat adatokat, a közelítő megoldás során alkalmazott ráctávolsága 6500 m. Ebből adódóan nem veheti figyelembe egy szélereőmű néhány száz méteres körzetében fellelhető áramlásmódosító objektumok hatását. A ráctávolság a rendelkezésre álló számítógép adott sebessége miatt nem csökkenthető, a horizontális felbontás belátható időn belül nem fogja elérni azt a pontosságot, amelynél figyelembe vehetőek a felszín jellemzői és egyes árnyékoló objektumok hatásai, így ezeket a hatásokat az előrejelzés korrekciójával lehetne számításba venni.

A fenti elméleti megfontolásokat az általam gyűjtött és kiértékelt adatok is alátámasztják: mint azt a bővebb dolgozatomban [3] részletesen elemzem, az előrejelzések és a tényleges mért adatok korrelációja az előrejelzés időtávlatának csökkenésével javul ugyan, de még 1 napos előrejelzéseknél sem haladja meg egyik vizsgált meteorológiai állomás esetén sem a 0,7 értéket. A szélereőművek energiatermelésének megbízhatóbb előrejelzése érdekében tehát elengedhetetlen az erőmű mikrokörnyezetének fent említett áramlásmódosító jellemzőit is számításba venni.

A meteorológiai előrejelzések energetikai célú korrekciójára alkalmas lehet a szélérőmű környezetének numerikus vagy fizikai modellezése, amely során egy pontos digitális vagy valóban megépített terepmodell számítógépes illetve szélcsatornás vizsgálatával a környékre jellemző különböző irányú és erősségű szelek esetén meg lehet határozni a szélérőmű telepítési helyén várható szél erősséget. Ezután az erőművel szomszédos 4 vagy több rácspontra adódó előrejelzésnek megfelelő helyzet visszakeresésével kaphatjuk a korrigált, az erőmű mikrokörnyezetének terep- és áramlási viszonyait is figyelembe vevő előrejelzést. Ez az eljárás egyszeri modellvizsgálatot igényel, eredményeit felhasználva azonban nagyobb megbízhatóságot várhatunk az energiatermelés előrejelzésében. A korrigált előrejelzésekből kapott és ténylegesen mért adatok összevetésének tapasztalatait beépítve tovább javítható a módszer. Ezen módszerek gyakorlatban való kipróbálása és eredményességük vizsgálata további kutatási feladatot jelentenek.

Irodalomjegyzék

[1]: Dr. Tóth László- Dr. Horváth Gábor: Alternatív energia. Szélmotorok, szélgenerátorok.

Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2003

[2]: Radics Kornélia: Magyarország szélklímája, a szélenergia hasznosítása. Tanulmány.

PSAK V. Konferencia, Sopron, 2000

[3]: Székely Ádám: A szélérőművek energiatermelésének rövid távú előrejelzése.

Díjazott Tudományos Diákköri Dolgozat. BME Elméleti Villamosságtan Csoport, Budapest, 2004.

Székely Ádám, demonstrátor

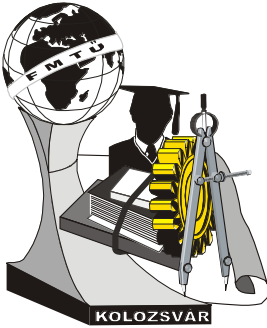
Elméleti Villamosságtan Csoport, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

1111 Budapest, Egry József utca 18. V. em.

Tel.: +3670 337 9046

Fax: +361 463 3189

szekely@evtsz1.evt.bme.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

HENGERELT SZÉLESSZALAG ALAKHŰSÉGÉNEK BIZTOSÍTÁSA

Tóth János

A cikk az acélszalag alakhűségének vizsgálatával foglalkozik. Ennek keretében matematikai algoritmust és interaktív számítógépi programot dolgoztam ki, amelynek segítségével modellezhetők és optimalizálhatók a hengerelt szalag alakparaméterei.

This article is about the examination of steel strip correct shape. In this framework I worked out a mathematical algorithm and an interactive computer programme which helped me to make model and optimize the rolled strip of shape parameters.

1. Hőmérsékleti viszonyok elemzése

A melegedési viszonyok elemzéséhez elsősorban a hengerrésből kifutó anyag hőmérsékletét kell meghatározni, másodsorban pedig a hengertestek hőmérsékleti/hőtágulási viszonyait kell ismerni. A hengerelt szalag hőmérsékletének alakulása az alakíthatósági tulajdonságok és a mechanikai tulajdonságok szempontjából lényeges, míg a szerszámok (azaz a hengerek) hőállapota a szalag alakját – annak szélesség menti alakulását, vagyis a lencséséget – határozza meg.

A számításaim során használt összefüggések és állandók acél szélesszalag-meleghengerlési körülményekre vonatkoznak, vagyis arra az esetre, amikor a hengerrésből kifutó szalag hossza igen nagy, szinte nincs is közidő. Ebben az esetben a hengerek is, és az alkalmazott hűtő-kenőfolyadék is lényegesen felmelegszik, vagyis a keletkező hőmennyiségek három hely között oszlanak meg. Ezek:

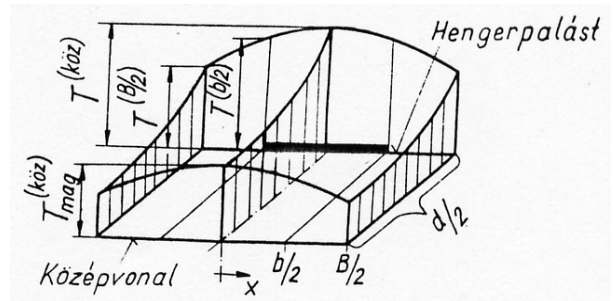
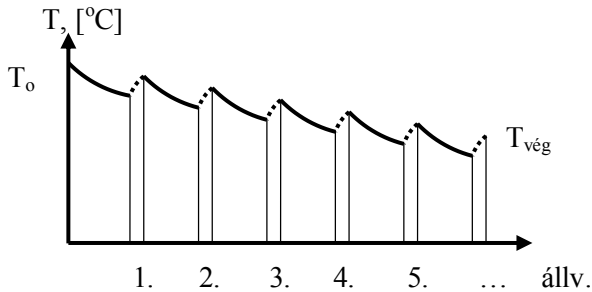
- a hengerrésből kifutó hengerelt anyag,
- a munka- és támhengerek, valamint
- a környezet, elsősorban a hűtővíz.

A hengerelt szalag hőmérsékletének a változásai az alábbi szakaszokra oszthatók:

- melegedés a henger-résben,
- hűlés két-két állvány között.

1.1. A hengerelt szalag hőmérséklete

Folytatólagos hengerlés közben a szalag hőmérséklete kétféleképpen változik: a henger-résekben melegszik, míg a két-két állvány között szabadon futó szalaghossz hűl. Ezt a változást szemlélteti az 1. ábra. Egy technológia paramétereinek tervezésekor ezt a változást tudnunk kell.



1. ábra. A hengerelt szalag hőmérsékletváltozása

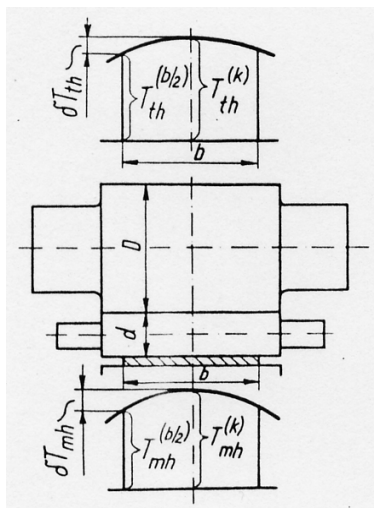
2. ábra Hőmérséklet-eloszlás a hengertestben

1.2. A hengertest hőmérséklete

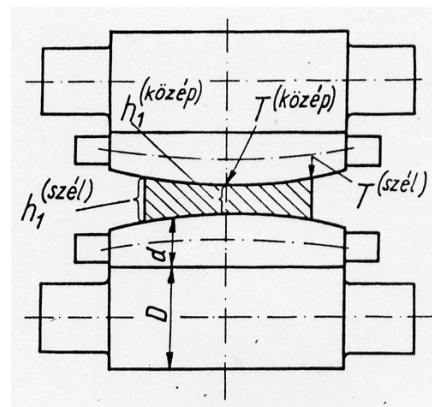
A hőáramsűrűségek ismeretében mód nyílik arra is, hogy a hengertestek hőmérsékletét meghatározzuk. A henger hőmérsékletét a hengertestbe beáramló hőmennyiség, valamint a hűtéssel elvont hőmennyiség egyensúlyából lehet meghatározni. A hengertestben várható hőmérséklet-eloszlást a 2. ábra mutatja be.

A kezdeti feltételek:

- a D_{mh} átmérőjű munkahenger felületegységén keresztül átáramló hőmennyiség ismert,
- a henger felületének kezdeti hőmérséklete szintén ismert, és megegyezik a ráfolyó hűtővíz hőmérsékletével,
- a henger anyagának hővezetési tényezője ismert,
- a henger felülete és a ráfolyó hűtővíz közötti hőátadási tényező ismert.



3. ábra. Tengelyirányú hőmérsékletmegoszlás a hengertestekben



4. ábra. A henger-rés kialakulása

A hengerpalást közepe és a hengereelt szalag szélével érintkező helyen elhelyezkedő keresztmetszetek között hőmérséklet-különbség mutatkozik, mert a szalagszéleken túlnyúló hengertest-részek illetve a hengerchapok fokozott hűtőhatása miatt axiális hőáramlás is kialakul a hengertestben (3. ábra).

2. Hengereelt termék alakja

A hengerrésből kifutó szalag „átlagos” vastagsága a beállított terheletlen hengerrés (s_0 , [mm]) nagyságától, a hengerállvány eredő rugóállandójától (C , [mm/kN]), valamint az aktuális hengereelési erőtől (F , [kN]) függ:

$$h_{ki} = s_0 + C \cdot F \quad [mm]; \quad (2.1)$$

Ennek a szalaghossz mentén állandónak kell lennie (szűk szórásmezőbe kell esnie). Ezt a feltételt vagy folyamatosan működő vastagság-szabályozó automatikával lehet biztosítani, vagy a fellépő hengereelési erő lehető legszorosabb állandóságáról kell gondoskodni. Ennek alapvető feltétele a magasságsökkenés állandósága mellett a hőmérséklet állandóságának a biztosítása. A hossz-menti méretpontosság mellett igen fontos tulajdonsága a hengereelt terméknek a szélesség menti méret-különbség, az úgynevezett lencsésesség. A lencsésesség kialakulásában a henger-rendszer (munka-és támhengerek) alakváltozása játszik szerepet, mégpedig két, egymással ellentétes hatással:

- a hengereelési erő hatására a (közel) kéttámaszú tartónak tekinthető hengerek kihajlanak, vagyis a hengerrés közepe megnövekszik, a szalag lencsésessége pozitív irányban változik (a szalagközép vastagsága nagyobb, mint a szalagszélé),
- a hengertest melegeedésének hatására a henger-rés csökken (értelemszerűen csak akkor, ha közben nem történik hengerrés-állítás), mégpedig úgy, hogy a hengerátmérők növekedése a középső keresztmetszetükben a legnagyobb (a tengelyirányú hőáramlás miatt), ezért a hengereelt szalag lencsésessége ennek a hatásnak a következtében negatív irányban változik (a szalagközép vastagsága kisebb, mint a szalagszélé).

A fenti két hatást befolyásolja a hengerekre ráköszörült alapdomborítás, amelyik lehet vagy negatív, vagy pozitív, esetleg zérus. Ennek nagyságát – állandónak tartott hődomborodás és rugalmas kihajlás mellett – úgy lehet (kell) megválasztani, hogy a szalag kívánt lencsésességét biztonságosan el lehessen érni.

2.2. A hengerek hőokoza alakváltozása

A hengerrés hőokoza alakváltozása (a hődomborítás) a munka- és a támhengerek hőtágulásának eredőjeként alakul ki. A hengertestben a hőmérséklet-eloszlás nem egyenletes (2. és 3. ábrák). A hőtágulás az egyes henger-keresztmetszetek átlagos hőmérsékletétől függ, ami a palást- és a maghőmérséklettel van összefüggésben. A hőmérsékletek a hengertestbe beáramló és abból hűtéssel elvitt hőáramok eredőjének segítségével számíthatók ki.

3. A hengerelt szalag lencsésége

A munka- és támhenger a hengerrés kialakításában különböző szerepet játszik (4. ábra): A munkahenger teljes átmérője részt vesz az alak-képzésben, azonban a támhengernek csak a szalag felé eső sugara számít ebbe bele.

Adott alaplomborítású hengerekkel, kívánt lencséségű szalagot csak egymással összetartozó sebességgel és magasságcsökkenéssel lehet hengerelni. A magasságcsökkenés növelésével ugyanis elsősorban a hengerlési erő növekszik, ami a hengerek rugalmas behajlását és a hengerrés közepét növeli. A hengerlési sebesség növelésével pedig elsősorban felmelegszenek a hengerek, ami a hengerek hőtágulását növeli, illetve a hengerrés közepét szűkíti. A meleghengerlést rendszerint követő hideghengerléskor a sík szalagkifekvésének a feltétele (a belső feszültség-mentesség) csak akkor tartható be, ha az alapanyag meglévő lencsésége az alakváltozás arányában csökken. Egy konkrét hengerlési technológia számításakor tehát ismerni kell az alapanyag, azaz a melegen hengerelt szélesszalag lencséségét. Célszerű tehát, ha a melegen hengerelt szalag lencsésége minimális.

4. Számítás eredménye

Most bemutatok egy konkrét példát, hogy az általam készített számítógépes programmal kiszámított érték mennyire közelíti meg adott anyagnál mért üzemi adatokat.

Anyagminőség: ASTM A 36,

Szélesség: 1230 mm,

Vastagság: 2,03 mm,

Lencséség (számított): 36,05 mm,

Lencséség (mért): 35,88 mm,

Eltérés: kb. 0,47 %

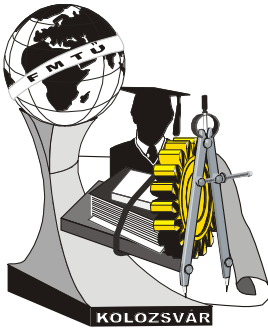
Ez az eredmény is azt mutatja, hogy jól szimulálhatóak a számítógépes programmal az üzemi körülmények.

Irodalom

- [1] Voith M.: Alumíniumötvözetek képlékenyalakítása. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.
- [2] A DV Meleghengersonán gyártott szélesszalag vastagságtéréseinek meghatározása. Kutatási jelentés. NME Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszék, Miskolc, 1988.
- [3] Mihajev, M. A.: A hőátadás gyakorlati számításának alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest. 1990.

TÓTH JÁNOS III. éves doktorandusz hallgató

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



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AUTOMATIKUS TESZTGENERÁLÁS MODELL ELLENŐRZŐVEL

Micskei Zoltán

Abstract. Testing is an essential, but time and resource consuming activity in the software development process. Generating a short, but effective test suite usually needs a lot of manual work and expert knowledge. In a model-based process, among other subtasks, test construction and test execution can also be partially automated. Based on the method suggested in [1], this paper presents a *test generator tool*, which can be used for test set generation in the development process of event-driven embedded systems. For a selected test coverage criterion and from the UML statechart model of the system the program generates test cases using the SPIN model checker. The test generator tool supports currently the test sequence construction on the basis of the “all states” and “all transitions” coverage criteria. The necessary model transformation [2] and requirement generation steps are performed automatically. The configuration of the model checker in the case of test generation, namely the settings required for constructing a short and minimal test suite, differs from the usual needs of classic model checking problems. The paper analyzes the possible settings of the model checker SPIN by measuring the efficiency of test construction in the case of different real-life statechart models, and introduces an optimized setting for test generation. The test generator is extended for real-time applications, in this case the model is available in the form of timed automata, and the model checker to be used is Uppaal [3].

A tesztelés a szoftverfejlesztés lényeges, ámde idő- és erőforrás-igényes része. Rövid, ugyanakkor hatékony tesztek generálása komoly tudást és rengeteg emberi munkát igényel. Modell-alapú fejlesztés esetén viszont, egyéb részfeladatok mellett, a tesztek előállítása és végrehajtása is részben automatizálható. A dolgozat bemutat egy *tesztgeneráló eszközt*, ami az [1] cikkben javasolt módszer alapján eseményvezérelt rendszerekhez készít tesztsorozatokat. A rendszer UML állapotterkép modelljéből kiindulva egy megadott fedési kritérium alapján a SPIN modell ellenőrző eszközt használja a teszt generáláshoz. Jelenleg a „minden állapot” és a „minden tranzíció” fedési kritériumok használhatóak, de az eszköz könnyedén bővíthető más, az irodalomban javasolt kritériummal is. A modell ellenőrző használatához szükséges modell transzformáció [2] és a követelmények temporális logikával való megfogalmazása automatikus. A modell ellenőrző azonban tesztgenerálás esetén más beállításokat igényel, mint a klasszikus verifikációs feladatoknál. Elég egy darab ellenpéldát találni, de az lehetőleg minél rövidebb legyen. A dolgozat megvizsgálja a SPIN modell ellenőrző különböző konfigurációs lehetőségeit, és valós életbeli állapotterképeken elvégzett mérések segítségével meghatároz egy optimalizált beállítást. Az eszköz kiterjeszthető valós-idejű alkalmazásokhoz is, ilyenkor az Uppaal [3] modell ellenőrzőt és időzített automatákat használ a tesztek generálásához.

1. Bevezető

A tesztelés során a tesztelendő rendszert bemeneti adatokkal látjuk el, megfigyeljük a kimeneteit, és ebből próbálunk arra következtetni, hogy a helyes, elvárt működést valósítja-e meg. A tesztsorozatok (bemenet – elvárt kimenet párok) előállításához segítséget nyújtanak a fedési kritériumok, melyek meghatároznak egy tesztelendő követelményhalmazt (pl. minden kódsort hajtsunk végre). Azonban még így is a klasszikus, implementáció alapú tesztelés rendkívül időigényes folyamat, sok benne a hibalehetőség. Erre a problémára nyújthatnak megoldást a *specifikáció alapú* tesztelési módszerek. Ilyenkor a rendszer valamilyen magas szintű, általában félformális modelljét hívjuk segítségül a tesztelés következő feladatainak automatizálásához:

- *Teszt orákulum előállítása*: a modellt arra használjuk fel, hogy egy bemeneti sorozathoz megmondja, megjósolja (innen a módszer neve) a rendszer kimenetét.
- *Fedés meghatározása*: modell alapú tesztelési módszerekkel megoldható, hogy meghatározzuk egy már meglévő tesztkészlet fedését egy adott fedési kritériumhoz [4].
- *Konformancia tesztelés*: Az implementáció és a modell szimultán futtatásával vizsgálható az, hogy a megvalósítás mennyire igazodik a specifikációhoz.
- *Tesztgenerálás*: A tesztelés talán legnehezebb részét, a tesztgenerálást is lehet automatizálni. A dolgozat további része ezzel a feladattal foglalkozik.

2. Tesztgenerálási módszerek és eszközök az irodalomban

A Pennsylvania Egyetem munkatársai által kidolgozott módszerben állapotterképes leírásokat transzformáltak egy modell ellenőrző bemeneti nyelvére, majd tesztek generáltak hozzá [1]. A javasolt megvalósítással kapcsolatban azonban több probléma is felmerül, például az állapotterkép szemantikájának formalizálása nem teljes, és nem készült eszköz sem a módszer demonstrálására.

Az AGEDIS [5] egy Európai Unió által támogatott kutatási projekt, melynek célja a szoftverek minőségének javítása a tesztelés automatizálásával. Módszerükben egy UML Profile-ban definiált jelölésekkel lehet annotálni a modell bizonyos elemeit, és ezekhez generál azután a rendszer tesztek, majd az absztrakt tesztesetek részeit az implementációnak megfelelően azok végrehajtását is elvégzi.

P. E. Black és munkatársai a mutációs analízis technikát kombinálják modell ellenőrző használatával [4]. Gargantini és társai cikkükben [6] bemutatnak egy módszert tesztek generálására ASM modellekből SPIN modell ellenőrző segítségével. Elkészítették a tesztgenerátor program prototípusát, és beszámolnak egy kis modellen végzett sikeres próbáról is. A fentebb bemutatott eszközökön kívül természetesen léteznek még tesztgeneráló programok. Ezeket tekintjük át [7], részletezve az egyes szoftverek elérhetőségét, a használt formalizmusokat, a be- és kimeneti formátumokat.

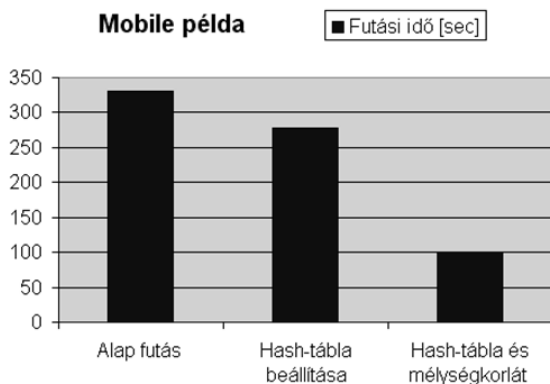
Láthatjuk tehát, hogy az automatikus tesztgenerálás területén aktív kutatás folyik, sok a témával kapcsolatos friss cikk, de a módszerek megvalósíthatóságával kapcsolatban még sok a nyitott kérdés.

3. Tesztgenerálási tapasztalatok

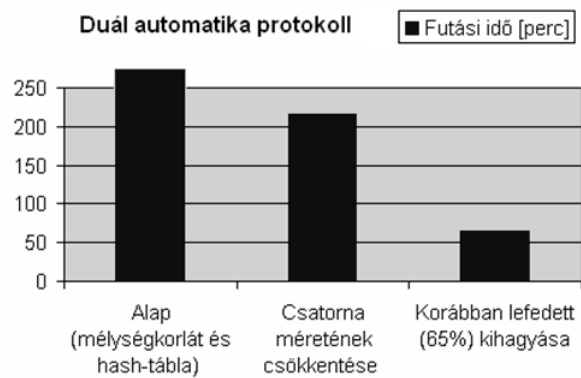
Az általam készített eszköz működésének főbb lépései a következők:

1. Az állapotterképet hierarchikus automatákká, majd a SPIN bemeneti nyelvére transzformálja.
2. A megadott fedési kritériumhoz (pl. minden állapothoz generáljunk tesztet) tartozó teszt követelményeket lineáris temporális logikai formulákká alakítja.
3. Mindegyik formulához egy olyan futást keres, ami teljesíti azt. Ezért a negáltját ellenőrizteti, és ha egy negált formula nem teljesül, a kiadódó ellenpélda éppen az eredeti formulát kielégítő teszt sorozat lesz.
4. A SPIN kimenetét feldolgozza, és bemeneti esemény – kimeneti akció párokból álló sorozatot állít elő belőle, ami már közvetlenül használható tesztként.

Az eszköz alkalmazhatóságát két példán keresztül vizsgáltam. Az első egy mobiltelefon állapotterképe (10 állapot, 21 átmenet). Jelen dolgozatban csak a főbb eredményeket ismertetem, a részletes mérési eredmények megtalálhatóak [8]-ban. A mérések során a szélességi bejárás, és az iteratív módon való rövidebb ellenpélda keresése módszerei nem bizonyultak alkalmasnak, túl nagy volt a memóriaigényük. Mint az az 1. ábrán is látszik, a mélységi bejárásnál használt megfelelő *mélységkorlát* megadása eredményezett hatékony futást.



1. ábra mobil példa



2. ábra duál automatika példa

A mobiltelefon mintapéldánál szerzett tapasztalatokat felhasználva egy valódi ipari alkalmazáson is teszteltem az eszközt. Ez egy bit szinkronizációs (úgynevezett duál automatika) protokoll állapotterképe volt, mely 5 objektumból, a hozzájuk tartozó eseménysorokból, 31 állapotból és 174 átmenetből áll. A modell nagy mérete miatt állapottömörítési eljárásokat kellett alkalmazni. A SPIN közelítő eredményt adó *bitstate hashing* eljárása bizonyult a legalkalmasabbnak. Ennek során az állapotokat a memória egy-egy bitjén tároljuk, így azonban az állapot összevonás miatt az állapotter egy részét nem járjuk be. A tesztgenerálás során viszont elég, ha a tucatnyi lehetséges teszt közül akár egyet is megtalálunk, a bitstate hashingnek köszönhetően azonban ez a folyamat gyors lesz. Ha a modell méretét tovább szűkítjük, a szükséges futási idő még jobban csökkenthető, például az objektumokhoz tartozó eseménysorok méretének kisebbre állításával. A bejárando állapotter így jóval kisebb lesz, a kapott teszt azonban az eredeti modellben is egy helyes teszt sorozat lesz. Végül tovább

csökkenthető az eszköz futási ideje azzal, hogy a program kihagyja azokat a tesztkövetelményeket, amiket egy korábban generált teszt eset már lefed (2. ábra).

4. Bővítési lehetőségek, értékelés

Az eszköz hatékonyságát nagyban befolyásolja, hogy hogyan választja ki a kritériumokat lefedő tesztesetekből a végleges teszt készletet. A minimális hosszúságú vagy minimális elemszámú teszt készlet kiválasztása NP-teljes feladat [9], azonban további heurisztikák alkalmazása (pl. mélyen fekvő állapotok előre vétele) segíthet a megközelítésében.

Beágyazott rendszerek egy fontos részhalmazát képezik a *valós-idejű rendszerek*. Az eszköz kiterjeszhető ezekre is, ilyenkor a SPIN helyett az Uppaal modell ellenőrzőt használjuk. A mobiltelefon mintapéldának elkészítettem az Uppaal-os modellét, és ehhez sikeresen generáltam minden állapotot lefedő tesztsorozatot. Az automatizálás akadálya, hogy az Uppaal, egyelőre még nem támogatja a hierarchikus automatákat [10], így a hierarchiát kisimító transzformációt el kell készíteni.

Dolgozatomban bemutattam a modell alapú tesztgenerálás lehetőségeit, és egy konkrét eszközt, mely modell ellenőrzőt használ a tesztesetek előállítására. A mérések során használt példákkal demonstráltam a módszer alkalmazhatóságát.

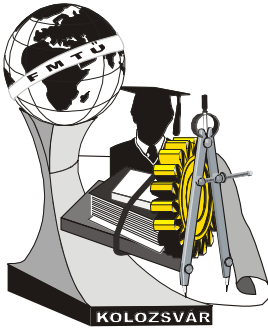
Irodalomjegyzék

1. Hyoung Seok Hong, Insup Lee, Oleg Sokolsky, Sung Deok Cha: Automatic Test Generation from Statecharts Using Model Checking, Technical Report MS-CIS-01-07, Feb 2001.
2. D. Latella et al: Automatic Verification of a Behavioural Subset of UML Statechart Diagrams Using the SPIN Model-checker. Formal Aspects of Computing, (11)6, pp 637-664, Springer Verlag, 1999.
3. T. Amnell et. al.: Uppaal - Now, Next, and Future. In Proc. Modelling and Verification of Parallel Processes (MOVEP'2k), LNCS 2067, pages 100-125, Springer Verlag, 2000.
4. Paul Ammann, Paul E. Black, and Wei Ding, Model Checkers in Software Testing, NIST-IR 6777, National Institute of Standards and Technology, 2002.
5. A. Hartman and K. Nagin: The AGEDIS Tools for Model Based Testing, Proceedings of ISSTA 2004, ACM, ISBN 1-58113-820-2, pages 129-132, 2004.
6. A.Gargantini, E.Riccobene, S.Rinzivillo: Using Spin to Generate Tests from ASM Specifications. Abstract State Machine 2003, LNCS 2589, Springer Verlag, page 263, 2003.
7. Alan Hartman: Model-based test generation tools,
http://www.agedis.de/documents/ModelBasedTestGenerationTools_cs.pdf
8. Micskei Zoltán: Automatikus tesztgenerálás modell ellenőrzővel, TDK dolgozat,
http://www.hszk.bme.hu/~mz271/tesztgeneralas_tdk.pdf, 2004.
9. Hyoung Seok Hong et al: Data flow testing as model checking, International Conference on Software Engineering, ISBN: 0270-5257, pages 232-242, 2003.
10. Alexandre David, M. Oliver Möller and Wang Yi: Verification of UML Statecharts with Real-Time Extensions, Technical report, Uppsala University 2003.

Micskei Zoltán, műszaki informatikus hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3-9.

Telefon: +36-1-789-6575, e-mail: mz271@hszk.bme.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

VIATRA 2: EGY ÁLTALÁNOS MODELL- TRANSZFORMÁCIÓ FEJLESZTŐ KERETRENDSZER

Balogh András

Recent achievements in software engineering aim at the simultaneous increase of software productivity and quality by increasing the level of the automation of the design and implementation process. The most characteristic appearance of this trend is that of the Model Driven Architecture (MDA) [1] initiative of OMG which aims at a direct implementation starting from a Platform Independent Model (PIM) describing the business logic. The construction of software components from high level models and the mappings between various levels of modeling involve model transformations, mappings between various models or even modeling languages. These transformations require the simultaneous handling of modeling and programming languages. Model transformations can be applied for model analysis and model checking applications. The systems designer works with an expressive, easy-to-use, semi-formal modeling technology, like UML, and the model correctness analysis has to be done in a precise mathematical formalism. The mapping between the two domains requires model transformations that can handle multiple modeling languages at the same time. Currently there are no universal development tools for model transformations that could support the whole transformation development process. We present a general model transformation framework in this paper that can be used in the development of a large scale of model transformations.

A szoftverfejlesztés területén elért legújabb eredmények a fejlesztés produktivitását és minőségét célozzák az automatikus tervezési és implementálási eljárások bevezetésének segítségével. A legerőteljesebb irányzat a modell-vezérelt architektúra (MDA)[1], mely az Object Management Group (OMG) kezdeményezése, mely a szoftverek közvetlen és automatikus implementációját támogatja egy, a rendszer funkcionális specifikációját tartalmazó platform független modelltől (PIM). A szoftver komponensek magas szintű modellekből való generálása, valamint a modellezési szintek közötti leképezések elvégzéséhez modell transzformációkra van szükség. Ezeknek egy időben kell kezelni a modellezési és programozási nyelveket.

A modell transzformációk másik jelentős felhasználási területe a modell analízis és modell ellenőrzés területe. A rendszerfejlesztő egy egyszerűen használható és szemléletes modellezési nyelven dolgozik, de az analízis technikák matematikai formalizmust igényelnek. Transzformációk segítségével a modelleket át lehet alakítani a tervező által használt modellezési nyelvről az analízis eszközök nyelvére. Ez olyan transzformációkat igényel, melyek több modellezési nyelvet támogatnak egy időben.

Jelenleg nincs olyan univerzálisan használható transzformáció fejlesztő környezet, mely a fejlesztés teljes életciklusát támogatja. E cikkben bemutatunk egy olyan keretrendszert, mely széles körű támogatást nyújt különféle transzformációk fejlesztéséhez.

1. Bevezetés

A Modell-vezérelt Architektúra (MDA) az Object Management Group (OMG) egyre inkább terjedő koncepciója [1]. Egy lehetséges módszert definiál nagy informatikai rendszerek szabványos modellezésére, ami elkülöníti a rendszer funkcionális specifikációját az implementáció-specifikus részekről.

A fejlesztési folyamat egy platform-független modell (Platform Independent Model – PIM) elkészítésével kezdődik, mely specifikálja a tervezett rendszer funkcionális jellemzőit. Ez a modell nem tartalmaz semmiféle implementációval kapcsolatos információt. A PIM elkészülte után kiválasztják az implementációs platformot vagy platformokat és a PIM-et (automatikusan vagy manuálisan) átalakítják a rendszer platform-specifikus modelljére (Platform Specific Model – PSM). A PSM a rendszer funkcionális és implementáció-specifikus elemeit is tartalmazza, ezáltal egy adott platformhoz tartozik. A kész rendszer forráskódját a PSM modellből lehet generálni.

2. Modell-transzformációk

Mivel az MDA paradigma erősen támaszkodik a modell-transzformációkra és kódgenerálásra, ezek a technológiák fontos szerepet játszanak napjaink szoftver fejlesztési technológiájában. Ez idő szerint néhány speciális modell-transzformációs eszköz létezik már (például [2]), de egyik általunk simert eszköz sem rendelkezik az összes szükséges funkcióval.

A modell-transzformációk igen fontos szerepet kapnak a modell verifikáció és validáció területén is, melyet elsősorban a megbízhatósági és biztonsági elemzés területén használnak. Ezen alkalmazási területeken a transzformációkat arra használják, hogy a rendszer modelljét egy matematikai modellé alakítsák, melyet a formális analízis eszközök használni tudnak, és az automatikus transzformáció segítségével elrejtsek a matematikai formalizmust a rendszer fejlesztője elől.

A napjainkban elérhető transzformációs eszközök nem különítik el a tervezési és végrehajtási idejű környezeteket, ezért a teljes transzformáció tervező rendszerre szükség van akkor is, ha a felhasználó csak futtatni szeretne egy transzformációt. Ebből következően a rendszerek telepítése, konfigurálása és használata igen bonyolult.

3. Transzformáció fejlesztés a VIATRA 2-ben

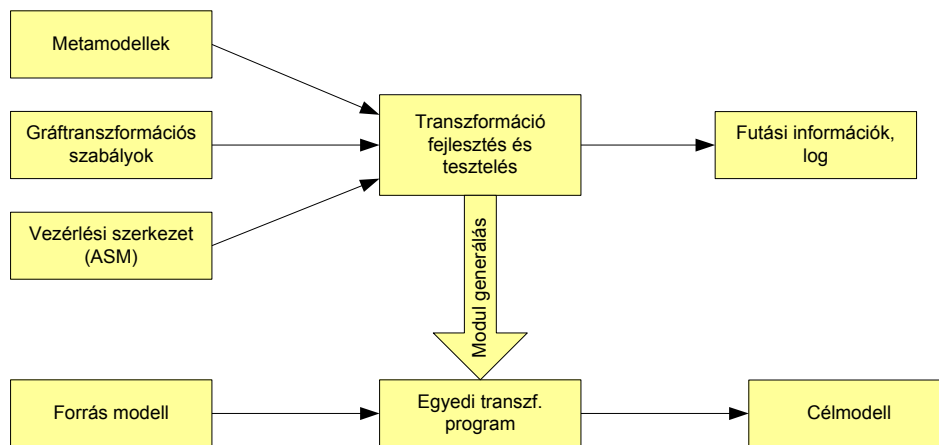
A modell-transzformációk előzőekben bemutatott lehetséges alkalmazási körei bizonyos követelményeket támasztanak egy általános modell-transzformáció fejlesztő keretrendszerrel szemben. Az eszköznek támogatnia kell a transzformációk és kódgeneráló modulok definícióját, fejlesztését, tesztelését és javítását.

A modell-transzformációkat sok különböző leírási móddal lehet definiálni [7]. Egyik legerősebb és általunk is használt módszer a gráf transzformációs megadás. Ebben a formalizmusban az elemi modell manipulációs lépéseket gráfminták (részgráfok) formájában adják meg. Egy szabálynak két oldala van, a baloldali mintára illeszkedő részt kell keresni a modellben, és azt a jobboldalival

helyettesíteni. Ez a formalizmus vizuális formában ábrázolja a szabályokat, mely könnyen érthető a transzformációs technológia mélyebb ismerete nélkül is.

Az elemi gráf transzformációs szabályok nem definiálják a végrehajtás vezérlési szerkezetét, ezért rendszerünkben az absztrakt állapotgépek (Abstract State Machines ASM) nyelvét használjuk [3]. Az a nyelv nagyon hasonló formalizmust kínál, mint az általános programozási nyelvek, de matematikailag precíz szemantikája van, ezáltal könnyen használható és könnyen ellenőrizhető is.

A modellek ábrázolásához szükség van egy metamodellezési környezetre is, mely egyszerre több különböző nyelv metamodelljét (definícióját) tudja kezelni, és precíz szemantikával rendelkezik. Rendszerünkben a VPM (Visual and Precise Metamodeling) [4] koncepciót használtuk erre a célra.



1. ábra: A transzformáció fejlesztés menete

Az 1. ábra szemlélteti a transzformáció fejlesztés menetét. A meta-modellek, gráf transzformációs szabályok és vezérlő programok importálásra kerülnek a Viatra keretrendszerbe. A transzformációk nyomkövetése és tesztelése a keretrendszeren belül történik, majd a kész transzformáció egy specifikus transzformációs modul formájában készül el, mely már független a VIATRA rendszertől.

A transzformációs modulok különböző platformokra és programozási nyelvekre generálhatóak, ezáltal az elkészül transzformációk könnyen integrálhatóak összetett fejlesztőrendszerekbe is. Az egyik legfontosabb célplatform az Eclipse Modeling Framework (EMF) [5], ami egy nyílt, általános célú modell ábrázolási környezet, mely egyre több kereskedelmi termék alapját is képezi.

4. A keretrendszer felépítése

A VIATRA 2 keretrendszer fejlesztésekor az egyik fő cél a könnyű használhatóság volt, ezért erősen modularizált architektúrát alakítottunk ki. A teljes keretrendszert egy létező (és igen széles körben használt) nyílt szoftverfejlesztő környezetbe, az Eclipse keretrendszerbe [6], integráltuk.

A VIATRA 2 keretrendszer dinamikusan bővíthető újabb modellezési nyelvek beolvasó moduljaival, modell-értelmezőkkel és forráskód formázó modulokkal. A modellezési nyelvek beolvasó moduljai új modellezési nyelvek kezelését teszik lehetővé, míg a modell-értelmezőkkel különböző modelleket lehet „futtatni” a rendszeren belül. Utóbbi lehetővé teszi például a dinamikus viselkedést leíró modellek (például állaptgépek) egyszerű szimulációját is.

A forráskód formázó modulok a kódgenerátorok által készített forráskódot formázzák a célnyelv speciális igényeinek megfelelően. Például Java nyelv esetén az egyes osztályokat automatikusan külön fájlokba helyezik el, a csomagstruktúrának megfelelő könyvtárakban. Ezen bővítések segítségével a későbbiekben is követni lehet a felhasználói igények esetleges változásait.

5. Összegzés

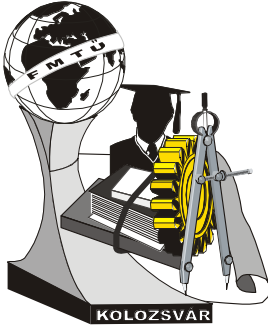
A VIATRA 2 keretrendszer komplett megoldást kínál modell-transzformációk vizuális tervezéssel támogatott fejlesztésére, tesztelésére és hibakeresésére. A transzformációkból önálló végrehajtó modulokat lehet generálni, ezáltal a VIATRA keretrendszerre nincs szükség futási időben. A VIATRA 2 keretrendszer meta-transzformációs képességeinek segítségével az MDA koncepció kiegészíthető modell-vezérelt megbízhatóság és teljesítmény analízissel, mely az MDA transzformációk elemzésén alapul.

Hivatkozások

- [1] Gy. Csertán, A. Pataricza, P. Harang, O. Dobán, G. Biros, A. Dancsecz, and F. Friedler. BPM based robust e-business application development. Proc. Dependable Computing - EDCC-4, 4th European Dependable Computing Conference, p. 32-43. Springer, Berlin etc., 2002.
- [2] IBM. Model Transformation Framework, 2004. <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/mtf>
- [3] Egon Börger, Robert Stark, “Abstract State Machines A Method for High-Level System Design and Analysis”, ISBN 3-540-00702-4, Springer-Verlag Heidelberg, 2003
- [4] D. Varró, A. Pataricza, “VPM: Mathematics of Metamodeling is Metamodeling Mathematics”, in Journal of Software and Systems Modelling, Special Issue on UML 2002, Springer.
- [5] The Eclipse Community, EMF Resources URL: <http://download.eclipse.org/tools/emf/scripts/home.php>
- [6] The Eclipse Community, Eclipse portal. <http://www.eclipse.org>
- [7] Varró Dániel. „Automated Model Transformations for the Analysis of IT Systems”, PhD Thesis, Budapest University of Technology and Economics, Department of Measurement and Information Systems, 2004.

Balogh András, doktorandusz

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tsz.
H-1117 Budapest, XI. Magyar tudósok körútja 2. Informatika ép. I.B. 414
Tel: +36 (1) 463-3579 Fax: +36 (1) 463-2667
Email: abalogh@mit.bme.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ALUMÍNIUM KÖRCSŐ ALAKVÁLTOZÁSÁNAK VÉGESELEMES ANALÍZISE

Dúl Róbert, Dr. Jármai Károly

Összefoglalás

A finite element analysis was made to explore the buckling behaviour of an aluminium tube. The tube was exposed to axial compression and the deformation style of the tube was analysed. This quasi-static model is the basis of a dynamic one in which the optimum cross sectional parameters of the tube will be determined.

Alumínium körcső alakváltozását vizsgáltuk végeelem analízis segítségével. A csövet tengely irányú nyomásnak tettük ki és megfigyeltük, hogy az adott geometriai méretekkel rendelkező cső milyen alakváltozást szenved el. E kvázi-statisztikus vizsgálat alapját képezi egy dinamikus analízisnek, melyben hossztengety irányú nyomásnak kitett alumínium körcső optimális keresztmetszeti méreteit határozzuk meg.

1. Bevezetés

Az autóiipari fém szerkezetekkel kapcsolatban a megbízhatóság, jó gyárthatóság mellett jelentkezik a tömegcsökkentés igénye illetve az, hogy a karosszériák legyenek egyre biztonságosabbak. A tömegcsökkentés és a biztonság növelése például a szerkezet merevségének fokozásával két, látszólag egymásnak ellentmondó tényező. E két feltétel akár egyidejűleg is megvalósítható könnyűfémek, mint például az alumínium vagy magnézium alkalmazásával.

Az utasok biztonságának növelése egy alumínium térváz esetében energia elnyelő elemek beépítésével történik. Ezek az elemek az ütközési energiát alakváltozás formájában emésztik fel. Formájuk, keresztmetszetük különböző lehet, sőt a baleset közbeni alakváltozást még hideg állapotban végrehajtott képlékeny alakítással – előzetes deformációval - is fokozhatják.

E cikkben leírt vizsgálat során egy első energiaelnyelő elemként funkcionáló alumínium körcső alakváltozását tanulmányoztuk végeelem analízis segítségével. Megvizsgáljuk, hogy a hossztengety

irányú nyomásnak kitett cső alakja milyen módon változik, a cső geometria milyen mértékben befolyásolja ezt az alakváltozást.

A vizsgálat eredményei elősegítik annak a kérdésnek későbbi megválaszolását, hogy adott kezdeti hosszúság mellett milyen optimális átmérő és falvastagság érték eredményezi a minimális tömeg – legnagyobb elnyelt energia célfüggvény értékeket.

2. Cső geometria

A kezdeti geometriai paraméterek kiválasztásában a csövek axiális összerogyása témában keletkezett irodalomra támaszkodunk. Andrews és szerzőtársai [1] kísérleti eredmények alapján meghatározták a körszelvényű alumínium csövek kvázi-statikussal történő összenyomása során keletkező horpadási képeket. Cikkükben táblázatot közölnek a különböző L/D (cső hossz / cső belső átmérő) értékek és t/D (falvastagság / cső belső átmérő) értékek függvényében a várható horpadási képekről.

A kísérletek alapján hétféle horpadási képet különböztettek meg: ezek közül a két, energia elnyelés szempontjából legjelentősebb forma az a) harmonika (1.a ábra) és b) gyémánt alak (1.b ábra).



1.a ábra Harmonika alak



1.b ábra 3 oldalú gyémánt alak

A cikk megállapítja, hogy egységnyi hosszra vonatkoztatva a harmonika alak nyeli el a legtöbb energiát horpadása során, ezért arra törekszünk, hogy a vizsgálat alatt mindig ezt a horpadási formát érjük el. Az ilyen típusú alakváltozáshoz a keresztmetszetnek a cikkben közölt táblázat alapján a $0.5 < L/D < 5$ és $0,02 < t/D < 0.1$ határok között kell lennie. D a cső belső átmérője, t a falvastagsága, L a cső kiindulási hossza.

A cső keresztmetszeti méreteinek kiválasztásához az ALCOA-Köfém Kft. Profilkatalógusát használjuk fel. A választást az is befolyásolja, hogy a kiválasztott keresztmetszet a mérettábla „közepén” helyezkedjen el, azaz a későbbi optimalizálás során legyen lehetőség a méretekkel mind a kisebb, mind a nagyobb átmérők és falvastagságok irányába elmozdulni. Ennek megfelelően és $L=250\text{mm}$ csőhosszúságot feltételezve a kiválasztott méretet az 1. táblázat mutatja be, ahol D' a cső külső átmérője.

D' [mm]	t [mm]	L/D	t/D
90	4	3.048	0.048

1. táblázat Katalógusból választott cső keresztmetszeti méretek

3. Alapanyagok

A cső anyagának kiválasztása során is az ALCOA-Köfémekben gyártott ötvözetek adatait használjuk fel [2]. Ezen ötvözetek közül vizsgálatainkhoz az alábbi jelöltük meg.

Ötvözet	Állapot	$R_{p0.2}$ [MPa]	R_m [MPa]	A_5 [%]	E [MPa]	ν
6060	T1	65	130	15	69500	0.33

2. táblázat A vizsgálathoz felhasznált alumínium ötvözet jellemzői

4. Analízis

A kvázi-statisztikus vizsgálat végrehajtásához az MSC.Software cég MSC.PARTAN általános elő- és utófeldolgozóját, illetve az MSC.MARC nevű megoldóját használjuk.

A 250 mm magas cső középfelületét modelleztük, e középfelületre a kör kerülete mentén és a cső magasságának irányában is 50-50 db 4 csomópontos négyszögletes elemet helyeztünk el. A cső összenyomására használt két felületet tökéletesen merevnek tételezzük fel. Az egyik véglapot rögzítettnek, a másikat mozgónak vesszük fel, a mozgó felületre terhelésékként z-irányban (a hossz tengellyel párhuzamosan) 125 mm-es elmozdulást írunk elő. Peremfeltételként előírjuk még, hogy a cső rögzített végén az elemek elmozdulása 0 legyen (az elemek elfordulását a cső egyik végén sem akadályozzuk).

Az alumíniumot izotróp anyagként vizsgáljuk és két konstitutív modellt veszünk fel:

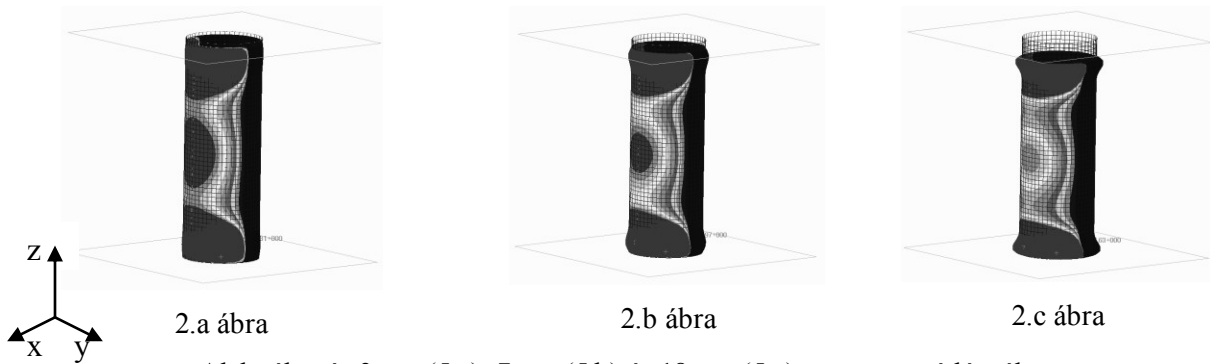
1. Rugalmas szakasz: megadva a rugalmassági moduluszt és a Poisson-tényezőt.
2. Képlékeny szakasz: azon belül is rugalmas-képlékeny típus Mises folyási kritériummal és lépésenkénti lineáris közelítéssel.

Az analízis során azt várjuk, hogy az elemek a két merev véglappal és egymással is érintkezni fognak, ezért a szimulációba kontakt analízist is beépítünk.

5. Eredmények

Az analízis eredményeit a terhelésként előírt 125mm-es elmozdulás kezdeti szakaszára mutatjuk be. A vizsgálatok részeredményei megegyeznek az irodalomban fellelt kísérleti eredményekkel és elméleti levezetésekkel.

Az irodalomban leírt jellegzetes hordósodás először a két véglaphoz közeli területen érzékelhető a 2.a, 2.b és 2.c ábrán bemutatottak szerint. A deformált alakra elhelyezett színskála az alakváltozás mértékét mutatja be. A megjelenített elmozdulás azért aszimmetrikus, mert csak a pozitív x irányú komponenseket ábrázoltuk. Így ugyanis a kis mértékű, a cső közepénél elkezdődő gyűrű kialakulás – mely az x irányban jelentkezik leglátványosabban - nyomon követhető. A [4] irodalomban közzétett kísérletek azt mutatják, hogy a cső két végén a kihordósodás minden esetben megjelenik, függetlenül a később kialakuló horpadási képtől, legyen az harmonika vagy pedig gyémánt alakú.



Alakváltozás 3mm (5.a), 7mm (5.b) és 18mm (5.c) összenyomódásnál

6. További feladatok

Az irodalom túlnyomó többsége kvázi-statisz vizsgálatokat ír le, és elsősorban ezen analízis végrehajtását tekintjük elsődleges feladatunknak. Azonban a valóságban e horpadási folyamat nagy sebességgel zajlik le, amely alakváltozás során a szerkezeti anyagok a kvázi-statisz folyamattól eltérő módon viselkednek. Ezt a modellezést már kifejezetten nagy sebességgel rövid idő alatt lezajló, nagy alakváltozásokkal járó feladatok megoldására kifejlesztett végelem kóddal, az MSC.DYTRAN-nal kívánjuk elvégezni. A teljes dinamikus horpadási folyamat elemzésével és az egyes lépésekhez tartozó alakváltozási energia értékek kiírásával lehetőség nyílik arra, hogy ezen értékekre függvényt fesszünk, melyet két paramétertől: a cső átmérőtől és falvastagságtól teszünk függővé. Ennek segítségével eljuthatunk egy elnyelt fajlagos energiát leíró célfüggvényhez és az optimaláshoz.

7. Irodalom

- [1] Andrews, K.R.F., England, G.L., Ghani, E.: **Classification of the axial collapse of cylindrical tubes under quasi-static loading**. Int. Journal of Mechanical Sciences. Vol. 25, No 9-10. pp. 687-696, 1983.
- [2] ALCOA EUROPE. **Standard sections**.
- [3] Singace, A.A. **Axial crushing analysis of tubes deforming in the multi-lobe mode**. Int. Journal of Mechanical Sciences. Vol. 41, pp. 865-890, 1999.
- [4] Bouchet, J., Jacquelin E., Hamelin P., **Dynamic axial crushing of combined composite aluminium tube: the role of both reinforcement and surface treatments**. Article in Press at Composite Structures, Cost 1690, Disk 29/10/01

Dúl Róbert, doktorandus

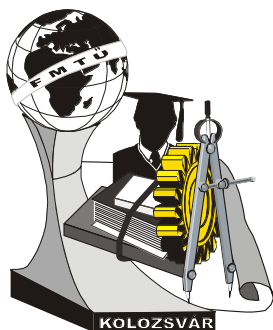
VARINEX Informatikai Rt. 1141 Budapest, Kőszeg u. 4.

Tel.: +36-1-273-3414, dulr@varinex.hu

Dr. Jármái Károly, egyetemi tanár, tudományos vezető

Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tsz., 3515 Miskolc-Egyetemváros

Tel.: +36-46-565-111/20-28, altjar@uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

VÁKUUMOS SZENNYVÍZELVEZETŐ-RENDSZEREK ÜZEMI TAPASZTALATAI

Fábry Gergely

Abstract

In any town there are basically three technical versions of collecting and transporting sewage to a wastewater treatment plant: either with the help of **gravity**, **pressure**, or **vacuum**. Compared to traditional gravity sewage collection **vacuum sewerage system** offers an advantageous alternative in installation and in operation as well especially on flat terrain with high groundwater table (at least the half of the villages in Hungary). Due to its economic and environmental advantages altogether more than 1600 km long vacuum sewerage system pipework has been built in about 50 towns in Hungary in the past 12 years. Operating a vacuum sewerage system differs from traditional gravity systems. In this presentation we are going to explain how to best operate and maintain vacuum sewerage systems.

Összefoglaló

A településeken keletkező szennyvizek vezetékes hálózat segítségével történő gyűjtésére és tisztítótelepre való továbbítására alapvetően háromféle technikai lehetőség kínálkozik: a **gravitációs**, a **nyomás alatti** és az utóbbi évtizedekben reneszánszát élő **vákuumos** technológia.

A **vákuumos szennyvízelvezetés**, különösen síkvidéki, magas talajvízszinttel megáldott településeken (Magyarország településeinek legalább fele) kedvező alternatívát nyújt a hagyományos gravitációs szennyvízgyűjtéssel összehasonlítva. Ezen településeken gravitációs csatornát csak az ideálshoz képest jelentős gazdasági, környezetvédelmi és műszaki hátránnyal lehet létesíteni és üzemeltetni. Az elmúlt 12 évben a környezeti és gazdasági előnyök következtében Magyarországon közel ötven településen 1600 km hosszúságban épült vákuumos szennyvízelvezető-rendszer, melyből körülbelül 800 km a vákuum gerincvezetékek hossza. Az előadásban arra kívánunk koncentrálni, hogy célszerűen mire kell felkészülnie, odafigyelnie az üzemeltetőnek az építkezés illetve az üzemeltetés során.

Az első Iseki vákuumos szennyvízelvezető-rendszert Magyarországon 1994-ben helyezték üzembe, napjainkban pedig már 50 településen üzemel.

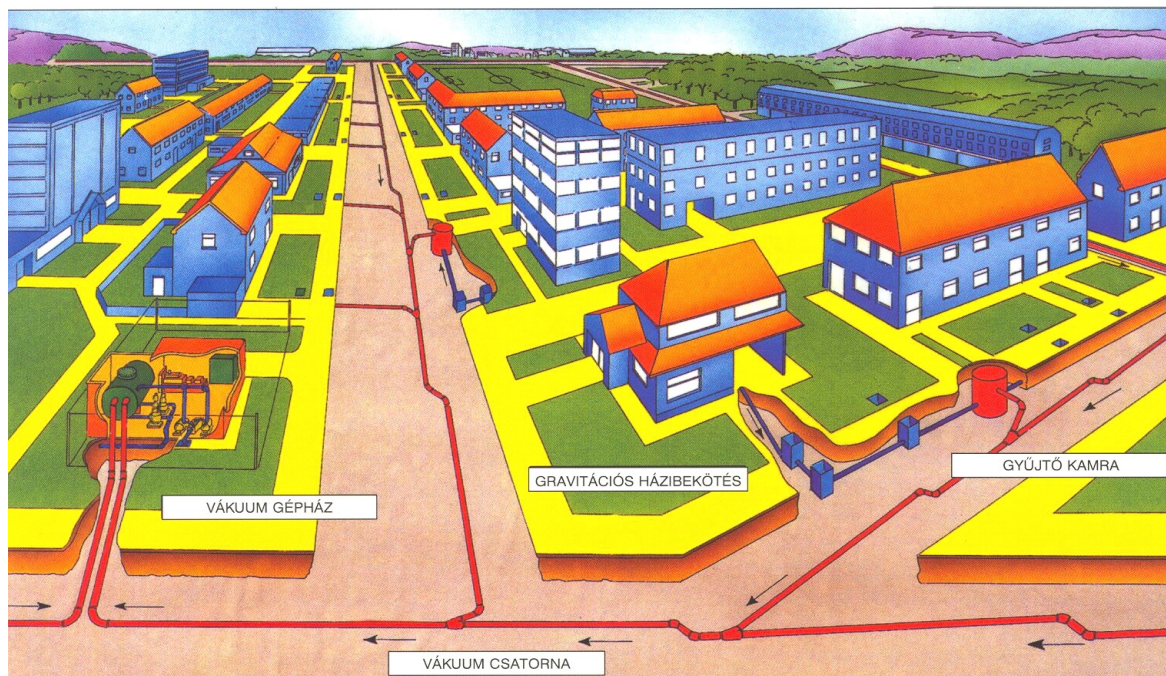
A vákuumos szennyvízelvezető-rendszerek üzemeltetése sok tekintetben eltérő vonásokat mutat a korábban létesített, alapvetően gravitációs csatornahálózatok kialakult üzemeltetési gyakorlatától. A vákuumos technológia jellegéből fakadóan számos olyan műszaki, hidrodinamikai ismeretet feltételez, amely csak ezen rendszerek sajátossága. Az üzemvitel igényesebb, preventív szemléletmódot kíván meg. Alapelv, hogy a vákuumos hálózat tervezését és kivitelezését csak nemzetközi tapasztalatokkal és az erre kiadott egységes rendszerre vonatkozó Alkalmazási Engedéllyel rendelkező rendszergazdák közreműködésével lehet megvalósítani. A technológia az építésre és üzemeltetésre vonatkozó részletes rendszergazdai előírások pontos betartása esetén arra felkészült üzemeltető által kiválóan működtethető.

Most arra kívánunk koncentrálni, hogy célszerűen mire kell felkészülnie, odafigyelnie az üzemeltetőnek az építkezés illetve az üzemeltetés során.

Felkészülés az üzemeltetésre

Az üzemeltető gyakorlati szakemberei vegyenek aktívan részt a beruházás folyamatában. Ismerjék meg a technológiát, a kiviteli terveket és kövessék naprakészen a kivitelező tevékenységét. A legfontosabb elméleti és gyakorlati ismereteket sajátítsák el.

A hálózattal szemben támasztott követelmények



Hálózati séma

Az építés során az egyik legfontosabb szabály az, hogy a vákuum csővezeték liftek közötti szakaszaiban „kontraesés” nem lehet. Pontosabb csőfektetésre van szükség mint a nyomás alatti szennyvízelvezetés esetén. A vezeték esése a tervezett magassági vonalvezetés jellegétől semmilyen körülmények között sem térhet el. Az esetleges eltérések visszaáramlást nem okozhatnak. Az általában 0.2% esésű KPE csővezeték árokfenék esési viszonyait lézershintező segítségével kell kialakítani. A csövek alatti és melletti talaj összetételére és tömörségére gondot kell fordítani. Görbült csöveket nem szabad beépíteni. Az eleve hibásan beépített, illetve a nem megfelelő ágyazat miatt később kialakult ellenesésű szakaszokban összegyűlő szennyvíz később a rendszer „teljes vízdugósodásához”, ezáltal ágvégi vákuumhiányhoz vezethet.

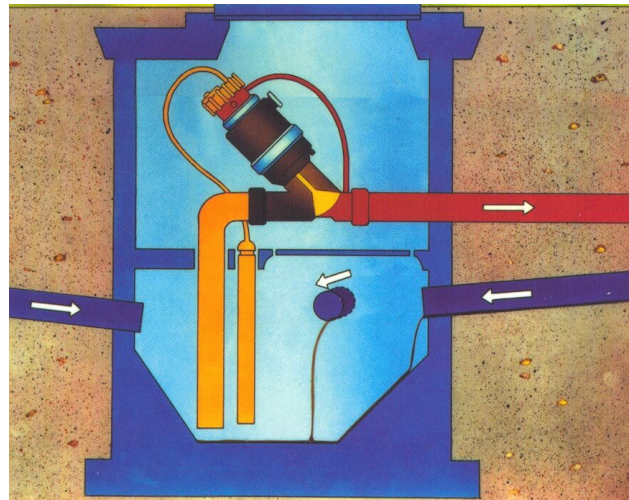
A polietilén vákuum hálózatot a légtömorség ellenőrzése érdekében vákuum (vagy nyomás) próbának kell alávetni.

A kivitelezés során független geodéta végezze a nyílt árkos bemérést, és a hagyományos megoldástól eltérően a megvalósulási terv tartalmazza a vákuumvezeték hossz szelvényét is. Ezt hidraulikailag is ellenőrizni kell.

Az aknákkal szemben támasztott követelmények

A vákuumszelep aknák és a beléjük vezető gravitációs bekötő vezetékek és szuszogó csövek egyenletes lejtésben vízzáró kivitelben készüljenek. Az aknák fedlapszintjének kialakításánál el kell kerülni a felszíni vizek befolyásának lehetőségét.

A szelepaknák vízzáróságát ellenőrizni kell. (Az aknát a fedél alatt 500 mm-ig fel kell tölteni vízzel. A megengedett vízvesztéseget a szabvány szerint számolni kell.) Az akna gyűjtőtér fogata a napi átlagos szennyvízhozam 25%-át haladja meg, hogy üzemszünet esetén se kerülhessen sor előntésre. Mélyfekvésű ingatlanon, illetőleg szuterénben elhelyezkedő kibocsátót csak megelőző jellegű műszaki intézkedéssel lehet az aknára kötni, hogy üzemszünet esetén elkerüljük az épületen belüli előntést.



A szelepakna szellőzését úgy kell megoldani,

Gyűjtőakna

hogy abba a szelep nyitásakor lehetőleg ne kerüljön közvetlenül nagy mennyiségű hideg levegő, de ugyanakkor a házi csatornarendszerből se kerüljön a bűzzár leszívásra. A szelepaknákat és a gravitációs vezetékeket az építés után még a szelep beszerelése előtt ki kell tisztítani, a törmeléküket gondosan el kell távolítani. A szelepbeszerelést a rendszergazdai utasítások szerint kell végrehajtani és ellenőrizni. Célszerű minden egyes szelepaknára felfektetni egy adatlapot, amelyen a végrehajtott ellenőrzéseket névvel, dátummal el kell látni. Az adatlap a későbbi üzemeltetés során is végigköveti a hibaelhárítási, karbantartási eseményeket s a műszaki kiértékelések hasznos támogatója lesz.

A vákuumgépház tesztelése, vizes üzempróbák

A vákuumgépház működési filozófiáját, reteszfeltételeit, automatikus újraindulását és funkcionális működését a rendszergazda előírásai szerint vizes üzempróbákkal ellenőrizni kell. Az üzemi szivattyúk, vákuumszivattyúk mellé 100% automatikusan üzembe lépő beépített rásegítő, illetve melegtartalék szivattyú kapacitás kell. Alacsony vákuumértékre, üzemzavarra, áramkimaradásra a filozófia szerint kialakított idők leteltével távjelzésű (telefon, URH) riasztórendszer kell figyelmeztessen. A modern vákuumrendszerekbe beépített öngyógyító program működését is ellenőrizni kell.

A vákuumpróbák, víztartáspróbák és gépház tesztelések után kerül sor a korrekt víz-levegő arány beállítására, a szelepek behangolására. Ezt mindig a gépházról az ágak vége felé elindulva kell végrehajtani egy-egy ágon folyamatosan. Az ágvégi szelepeknél biztosítjuk a hosszabb levegőidőt értelemszerűen.

Ezt követően kerülhet sor az ún. ágvégi vizes üzempróbára, melynek során a lehető legrosszabb üzemállapot, a távvezetékként való működtetés kerül kipróbálásra az ágvégi vákuumérték egyidejű regisztrálásával.

Szennyvizes próbaüzem

Amikor a rendszer minden tesztnek megfelelt és kellő számú jelentkező van (célszerűen áganként 50%), el lehet kezdeni a házi csatornák rákötését. A házicsatornák telken belüli szakaszait szakkivitelező készítheti az üzemeltető felügyelete mellett, annak előírásait betartva. A telken a tisztítónyílást úgy kell kialakítani, hogy az szellőzőként is, valamint esetleges mintavételi helyként is szolgáljon. A bekötések előre fordítása után általában sajnos elkerülhetetlen, hogy azokból újabb törmelékek kerüljenek a rendszerbe átmenetileg növelve a szelepfelakadások lehetőségét. Ezért a bekötést követően az érintett aknákat újból ki kell tisztítani.



DN 90 mm Iseki vákuumszelep

Az üzembe helyezett rendszer sajátosságairól célszerű lakossági fórumot tartani, ahol többek között tájékoztatni kell a felhasználókat arról, hogy milyen szennyvíztől idegen anyagokat (sütőolaj, rongy, háztartási hulladék, betét, eldobható pelenka, építőanyag maradék, törmelék stb.) nem illik a szennyvízelvezető-rendszerbe bejuttatni, milyen műszaki következménnyel járhat ezek bejuttatása akár a hálózat, akár a szennyvíztisztító telep hatékony működésére nézve. Fel kell hívni a figyelmet arra is, hogy amennyiben véletlenül mégis sor került valamilyen idegen anyag bejutására, a legjobb amit tehetnek, hogy azt haladéktalanul telefonon közlik az üzemeltetővel, aki ha szükséges, ilyenkor célirányosan tud intézkedni.

Üzemeltetési stratégiák

A vákuumos szennyvízelvezető rendszerek automatikus üzeműek, állandóan jelenlévő kezelőszemélyzetet nem igényelnek. Természetesen az adatátviteli rendszer segítségével az ügyeletes elérhetőségéről gondoskodni kell üzemzavar esetére. Ez viszont nem jelenti azt, hogy ne lenne szükség rendszeresen karbantartásra és hibamegoldásra, elhárításra.

Az üzemeltetést alapvetően kétféle filozófiával lehet végezni. Az első megközelítése az, hogy a rendszer automatikusan üzemeljen, és majd ha hiba van valahol, akkor azt majd kijavítjuk. (Tisztelet a kivételnek, hagyományosan ez a gyakorlat.) A második megközelítése a hibák tervszerű megelőzésén alapul, amikor is nem engedjük meg a hibákat kialakulni, rendszeresen értékeljük és

szervizeljük a rendszert, ezáltal optimális üzemállapotban tartjuk. Ezen esetben minimális hibaszámmal, optimális áramfelhasználás mellett megbízhatóan, jól működik a vákuumhálózat.

Megelőző karbantartás

Az üzemeltetés során a napi szennyvíztovábbítás, vákuum és kitápláló szivattyú üzemórák, energiafelhasználás adatait fel kell jegyezni és ki kell értékelni. Az egy köbméter szennyvíz begyűjtésére és tisztítótelepre való továbbítására felhasznált fajlagos energia mutató a rendszer egyik fontos működési jellemzője. Értéke jól megépített és üzemeltetett rendszerek esetén 0.5 és 1 kWh/m³ közötti szám, amely a rendszer méreteitől, a víz-levegő aránytól, a tisztítótelep távolságától, a topográfiai viszonyoktól és a rendszer kihasználtságától függ. Egy nagyobb, kevesebb szennyvizet forgalmazó, jellemzően „hegymeneti” rendszer távoli tisztítóművel értelemszerűen nagyobb energiafogyasztású és viszont. Megfigyelhető az is, hogy a szennyvízforgalom felfutása után a kezdeti viszonylagosan magasabb érték lecsökken és egy állandó szintre beáll.

Az üzemeltető a napi adatok nyomonkövetésével ki tudja szűrni a kiugró értékeket okozó hiányosságokat, amelyeknek nyilvánvalóan megvannak a műszaki okai, illetve kellő tájékoztatást kap egy esetleges karbantartás, újra behangolás időszzerűségéről. A gépházban elhelyezett vákuumdiagram-író is kitűnő segédeszköz a folyamatok értékelésének. Egyszerű rápillantással megállapítható, hogy egy adott időszakban volt-e idegen tárgy miatt bekövetkezett szelepfelakadás, működött-e és hányszor az öngyógyító rendszer, az átlagosnál sűrűbb volt-e a vákuumszivattyú kapcsolási száma pl. éjszakai időszakban, van-e különbség esős napszak és száraz napszak között. Ezen információknak az esetleges rendellenességek – már kezdődő fázisban való – kiszűrésében fontos szerepük van. A számítástechnika és informatika mai szintjén már lassan alapkövetelmény (ha a beruházó pénztárcája ezt lehetővé teszi), hogy a vákuumrendszereket monitoring rendszerrel és az adatrögzítést, kiértékelést elősegítő komputerrel is ellássák.

A kiforrott technológiájú modern vákuumrendszerekbe tartós, megbízható berendezéseket építenek be, amelyek viszonylag kevés karbantartást igényelnek. A tervszerű karbantartás során legalább hathavonként kerüljön sor az aknák és szerelvényeik szemrevételezésére, a gépház berendezéseinek karbantartására, évenként az akna gyűjtőterek és idomok kiöblítésére, a szuszogó tisztítására és a szelepidő beállítására az ellenőrző lista szerint. Ezt nagyobb rendszereknél forgószínpadszerűen célszerű elvégezni hetenkénti meghatározott számú akna felülvizsgálatával. Hét évenként ellenőrizni/cserélni kell a vákuumszelepek gumi alkatrészeit is.

A rendszeres felülvizsgálatokat, csakúgy mint az eseti hibaelhárításokat a szelepakna törzskönyvbe be kell vezetni. Az így összegyűlt adatok kiértékelése alapján ki fog derülni, hogy mely aknáknál számíthatunk rendszeresen „deviáns” fogyasztói magatartásra, azaz hol kerülnek be az átlagosnál nagyobb számban idegen anyagok. Az ismeretek birtokában megelőző intézkedésként további célzott, az adott kibocsátókat érintő felvilágosításokat lehet tartani, illetve fel lehet készülni az adott aknák átlagosnál sűrűbben beiktatott karbantartására.

Tipikusan ebbe a körbe tartozik a hagyományos csatornahálózatoknál is sok gondot okozó zsírosodás jelensége. Egyes vákuumos rendszereknél is megfigyelhető, hogy bizonyos aknák 63 mm átmérőjű szelepvezérlő sűrítőcsövei elzsírosodnak. Egyes településeken kb. 10%-a az aknáknak, más hálózatokban ennél nagyobb százaléka „hajlamos” a zsírdugó kialakulására a helyi víz keménységétől függően. A zsírosodás tipikusan fogyasztói szokásra vezethető vissza. Még egy településen belül is előfordul, hogy az egyik akna sűrítőcsöve egyáltalán nem vagy csak alig, a másik pedig fél évenként elzsírosodik, eldugul. Ahol pl. a frituolajat rendszeresen kiöntik a csatornába, ott különösen télen, amikor a zsír kevésbé oldódik a vízben a zsírosodással számolni kell.

Ha a sűrítőcsőben összeáll a zsírdugó, akkor a szelep az indítójelet csak magasabb szennyvízszintnél, vagy egyáltalán nem kapja meg. Ha végül kinyitott és kiszívta a szennyvizet, akkor megint kérdéses, hogy lecsúszik-e a zsírdugó és megkapja-e a szelep a zárási jelet, illetve mennyi ideig lesz nyitva. Az adott környezetben egy zsírdugós sűrítőcső teljesen fel tudja borítani a korrekt víz-levegő arányt. Ez egy alattomos hiba, mivel nehezen azonosítható és ráadásul kialakulása után az energiaigényt növeli, a rendszer egésze vákuumellátottságát pedig csökkenheti. Az aknák évenkénti tisztítása általában elegendő, de az akna törzskönyvek kiértékelése segítséget nyújt azon aknák kijelölésére, amelyekben gyakorítani kell a zsírosodás ellenőrzését és megelőző elhárítását.

Szeretnénk kiemelni, hogy a helyes üzemeltetői szemlélet ebben a kérdésben is, mint ahogy a cikk egészében igyekeztünk sugallni, a hiba megelőzésére teszi a hangsúlyt. A rendszeres megelőző jellegű karbantartás esetén az idegen tárgyak és zsírosodás miatti szelepfelakadások száma drasztikusan csökken, a rendszer egyszerűen, alacsony áramfelhasználás mellett, problémamentesen üzemeltethető. Ez a kifizetődő megközelítés, amelyet minden üzemeltetőnek javasolni tudunk.

Összefoglalás

A vákuumos szennyvízelvezetés a rendszergazdai előírások betartása és megelőző stratégiájú üzemeltetői szemlélet bevezetése esetén kiválóan működik.

Meggyőződésünk, hogy a vákuumos technológia a szennyvízelvezetés olyan új generációja, amely előnyös tulajdonságai miatt széles körben el fog terjedni.

Irodalmi hivatkozások

Fábry Gergely, Vákuumos szennyvízelvezetés, ÉPKO 2004 VIII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó

Gergely Fabry, Preparing operators of vacuum sewerage systems, Water & Wastewater International, December 2004, pp. 29-31

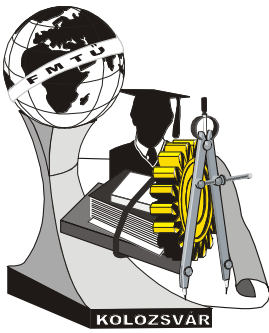
Fábry Gergely, doktorandusz

Szent István Egyetem Környezettechnika Tanszék, 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

Tel/fax: +36 1 275 0208

Mobil: +36 20 9443 162

e-mail: fabry@axelero.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

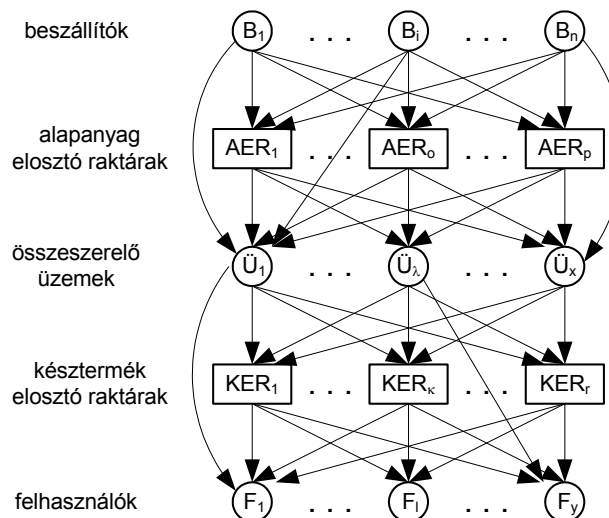
A FELHASZNÁLÓK KÉSZTERMÉK IGÉNYEIT A SZERELŐÜZEMEKHEZ RENDELŐ ALGORITMUSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA ÉS AZ OPTIMUMOK TERMÉKEKRE VALÓ ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA

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. E bonyolult, nagyméretű, hálózatszerű logisztikai rendszer optimális működtetése, teljesen újszerű elméleti megalapozást igényelt a tervezési és irányítási módszereknél. A megoldandó feladat egy logisztikával integrált szerelésütemezési feladat, amelybe beletartozik a késztermékek elosztása, készletezése és az alkatrészek készletezése is.



1. ábra: Hálózatszerűen működő összeszerelő rendszer

Ezek megoldásánál különböző célfüggvényeket és feltételeket kell, illetve lehet figyelembe venni. Első esetként az optimalizálásnál a költségfüggvényt választottuk célfüggvényként, mely komponenseit a [1] dolgozatban részleteztünk. A vázolt, hálózatszerűen működő logisztikai rendszer költségfüggvényében szereplő nagy számú optimalizálandó paraméter és a rendszer nagy méretei miatt az optimalizálást egy egymáshoz hierarchikusan kapcsolódó visszacsatolós, többlépcsős heurisztikus módszerrel oldjuk meg, aminek moduljait a [2] dolgozat mutatta be. A szerzők a [3] dolgozatban már megfogalmazták az egyes késztermékek szerelő üzemekhez való hozzárendelés alapelveit, az első modul megoldási lehetőségeit és heurisztikus algoritmusait. E dolgozatban egy egyszerű számpéldán keresztül végezzük el a bemutatott algoritmusok összehasonlítását és az optimumok érzékenységi vizsgálatát.

A hozzárendelés célfüggvénye a k -edik termékénél [3]:

$$K_1^k = \sum_{\lambda=1}^x \sum_{v=1}^q t_{kv} y_{v\lambda}^k (k_{k\beta}^{SZ} s_{v\lambda} + k_{k\lambda}^M) \rightarrow \min. \quad (1)$$

ahol T mátrix megadja a v -edik felhasználó által a k -edik késztermékből megrendelt évi mennyiséget, Y mátrix megmutatja, hogy a k -edik terméket a v -edik felhasználó hány százalékban kapja a λ -edik szerelőüzemből az alábbi feltételek figyelembevételével: $0 \leq y_{v\lambda}^k \leq 100$ és

$$\sum_{\lambda=1}^x y_{v\lambda}^k = 100. \quad k_{k\beta}^{SZ} \text{ a } k\text{-edik termék fajlagos szállítási költsége a } \beta\text{-edik járműfajta esetében, } s_{v\lambda} \text{ a}$$

szállítási úthossz a v -edik felhasználó és a λ -edik szerelőüzem között ill. $k_{k\lambda}^M$ a fajlagos szerelési költsége a k -edik terméknek a λ -edik üzemben. A probléma termékenként egy tiszta egészértékű programozási (IP) feladat. A problémát egzakt módon a szállítási feladatnál alkalmazott magyar módszer segítségével érdemes megoldani. A szerzők két heurisztikus algoritmust is kidolgoztak [3] a probléma megoldására a feladat nagy méretei és hatalmas számítási igénye miatt. Ezen heurisztikus módszerek jóságát egy kisméretű feladat segítségével kívánjuk ellenőrizni, mégpedig úgy, hogy a feladatot egzaktul is megoldjuk és összehasonlítjuk a heurisztikus módszerekkel. A [4] dolgozatban már bemutatásra került a két kidolgozott algoritmust.

2. Algoritmusok érzékenységi vizsgálata

Az alapadatok a következők: $\lambda=3, v=6, k=8$. A $T = [t_{kv}]$ mátrix 1-6 edb/év közötti értékeket vehet fel, mely értékek átlaga 2 ezer darab körül legyen. Az adatstruktúra relatív változókkal legyen definiálva, a későbbi egyszerűbb módosítások végett. Ennek megfelelően a rendelési mátrixot a következő formában adjuk meg: $t_{kv} = t_0 a_{kv}$, ahol t_0 a terméktől és felhasználótól független rendelési alapmennyiség, a_{kv} pedig a v -edik felhasználó relatív rendelési mennyisége a k -edik termékből. t_0 értékének módosításával mennyiségi változást idézhetünk elő, a_{kv} módosításával pedig struktúraváltozást érhetünk el. Az előzőekhez hasonlóan a szerelőüzemek kapacitásmátrixa a következő formában írható fel: $r_{k\lambda}^F = r_0^F a_{k\lambda}^F$ (R^F mátrix).

$$T = 2 \begin{bmatrix} 0.5 & 2.5 & 0 & 0 & 1.5 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 0.5 & 0 & 0 \\ 1.5 & 0 & 0 & 1 & 2.5 & 0 \\ 2 & 1.5 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 0 & 0.5 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{edb} \\ \text{év} \end{bmatrix}, R^F = 4 \begin{bmatrix} 1.5 & 1 & 0.5 \\ 0 & 2 & 2 \\ 0.5 & 0.5 & 1.5 \\ 1 & 1.5 & 0 \\ 1.5 & 0 & 2.5 \\ 0.5 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1.5 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{edb} \\ \text{év} \end{bmatrix}$$

Az $S=[S_{v\lambda}]$ útmátrix értékei 20 és 250 km között változhat, átlaguk 100 km körül legyen. A fajlagos szállítási és szerelési költségek viszonya: $\delta = k_0^{SZ} / k_0^M = 0.2, \dots, 2$ értékeket veheti fel, legyen most $\delta=1$. A fajlagos szállítási költség kiszámítására vonatkozó képlet: $k_{k\beta}^{SZ} = k_0^{SZ} a_{k\beta}^{SZ}$, ahol $k_0^{SZ} = k_0 \delta$ a terméktől független szállítási alapköltség, $a_{k\beta}^{SZ} = a_{00}^{SZ} a_{k0}^{SZ} a_{0\beta}^{SZ}$ pedig az arányossági paraméter, értéke átlagos termékre, átlagos járműre $a_{00}^{SZ} = 1$, $a_{0\beta}^{SZ} = 0.7 - 1.3$, $a_{k0}^{SZ} = 0.8 - 1.2$. A fajlagos szerelési költség kiszámítására vonatkozó képlet: $k_{k\lambda}^M = k_0^M a_{k\lambda}^M$, ahol $k_0^M = k_0$ a terméktől független szerelési alapköltség, $a_{k\lambda}^M = a_{00}^M a_{k0}^M a_{0\lambda}^M$ pedig az arányossági paraméter: $a_{00}^M = 1$, $a_{0\lambda}^M = 0.8 - 1.2$, $a_{k0}^M = 0.7 - 1.4$.

Olyan adatstruktúrát adtunk meg, amely egyaránt alkalmas érzékenységi vizsgálatra, ill. a különböző optimalizálható módszerek összehasonlítására is. Az érzékenységi vizsgálat csak a termék befolyására terjed ki, de adatmodellje felhasználható a fajlagos költségek érzékenységi vizsgálatára. Vizsgálódás során a T, az R^F és az S mátrixok állandóak. Állandónak tételezzük fel továbbá a k₀, a δ, az a_{0λ}^M és az a_{0β}^{SZ} értékeket. Ez utóbbi két paraméter értéke 1, tehát a szerelési arányossági paraméter független a szerelőüzemektől, illetve a szállítási arányossági paraméter független a szállítójárművektől, azaz a szállítójárművet adottnak vesszük. A termékköltségekre vonatkozó érzékenységi vizsgálat során, mind az A, mind a B módszernél csak az a_{k0}^M és az a_{k0}^{SZ} értéke változik a fent definiált határok között (csak a termékektől függenek az arányossági paraméterek). A következőkben egy példán keresztül végezzük el a két módszer összehasonlítását különböző termékek esetén.

$$S = 100 \begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 & 1.5 \\ 2.5 & 0.6 & 1.2 \\ 1.8 & 2 & 1 \\ 0.6 & 0.5 & 1.5 \\ 2 & 1 & 2.5 \\ 2.2 & 1.2 & 0.2 \end{bmatrix} \quad [\text{km}] \quad K^{SZ} = k_0 \delta \quad \begin{bmatrix} 0.6 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.9 \\ 1 \\ 1 \\ 1.1 \\ 1.2 \end{bmatrix} \quad \left[\frac{\text{Ft/db}}{100\text{km}} \right], \quad K^M = k_0 \quad \begin{bmatrix} 0.7 \\ 1 \\ 1.2 \\ 0.8 \\ 1.3 \\ 0.9 \\ 1.4 \\ 1.1 \end{bmatrix} \quad [\text{Ft/db}]$$

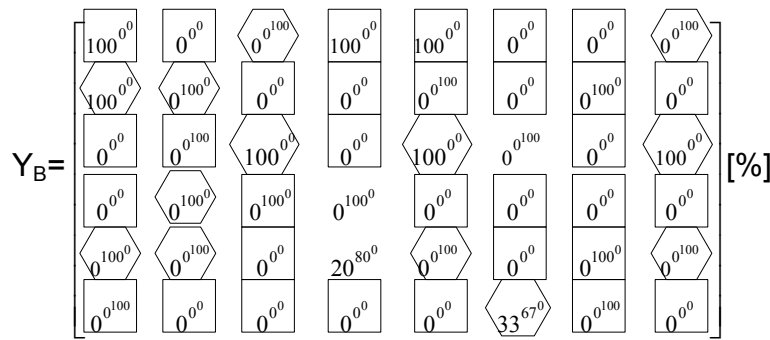
A paraméterek segítségével lehet egyszerűen változtatni a célfüggvényben szereplő fajlagos költségek és rendelések értékeit, és így a későbbiek során paraméter érzékenység-vizsgálatot végezni. Az Y háromdimenziós mátrix, úgy írjuk át a tömörebb ábrázolás érdekében, hogy $Y = [y_{vk}^\lambda]$, vagyis a síkban az y_{vk} mátrix szerepel, és a λ értéke kisebb számokkal a lapmélységet kifejezve oldalt kissé eltolva jelenik meg. Az Y mátrix M, A és B indexe az egyes módszerekre utal. Magyar módszerrel megoldva a példát Y mátrixra a következő megoldást kapjuk δ=1-re:

$$Y_M = \begin{bmatrix} 100^{0^0} & 0^{0^0} & 33^{17^{50}} & 100^{0^0} & 100^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 100^{0^0} \\ 20^{80^0} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{0^0} \\ 0^{0^0} & 0^{0^{100}} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{0^{100}} & 50^{50^0} & 0^{0^0} & 33^{0^{67}} \\ 0^{0^0} & 0^{67^{33}} & 0^{100^0} & 50^{50^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} \\ 100^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{0^0} & 0^{100^0} & 33^{0^{67}} & 0^{0^0} & 0^{100^0} & 100^{0^0} \\ 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{67^{33}} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} \end{bmatrix} \quad [\%]$$

Az A heurisztikus algoritmussal megoldva a példát a következő eredményt kapjuk:

$$Y_A = \begin{bmatrix} 100^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^{100}} & 100^{0^0} & 100^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^{100}} \\ 100^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{0^0} \\ 0^{0^0} & 0^{0^{100}} & 100^{0^0} & 0^{0^0} & 100^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{0^0} & 100^{0^0} \\ 0^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{100^0} & 50^{50^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} \\ 0^{100^0} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{100^0} & 0^{0^{100}} \\ 0^{0^{100}} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 0^{0^0} & 33^{0^{67}} & 0^{0^{100}} & 0^{0^0} \end{bmatrix} \quad [\%]$$

Végül a B heurisztikus algoritmussal megoldva a példát Y mátrixra a következőt kapjuk:



Érdeemes megvizsgálni, hogy a három féle módszerrel kapott hozzárendelésnél (Y_M ; Y_A ; Y_B) a felhasználók termékeinek a szerelőüzemekhez való hozzárendelése hogyan alakult. Az Y mátrix egyes elemeit különböző jelölésekkel láttuk el a következők szerint:

- Négyzet: Y_M ; Y_A és Y_B mátrixok;
- Hatszög: Y_A és Y_B mátrixok;
- Kör: Y_M és Y_A mátrixok megfelelő elemei azonosak.

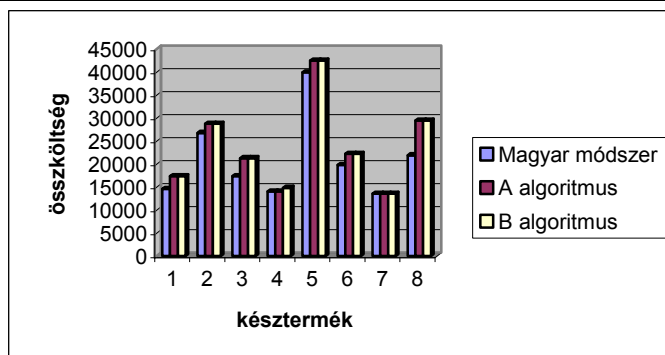
Az elvégzett jelöléseket azonosítva megállapíthatjuk, hogy a mátrix $6 \times 8 = 48$ eleméből:

- teljes összeesés (négyzet) 29 elemnél, vagyis $(29/48) \times 100 = 60,42\%$ -nál áll fenn;
- az A és B módszer (hatszög) 13 eleménél, vagyis $(13/48) \times 100 = 27,08\%$ egyezik meg;
- M és A módszer (kör) 2 eleme (mindkettő a 4. termékénél), vagyis $(2/48) \times 100 = 4,17\%$ -t ad ki;
- mindössze egy elemnél (a 3. felhasználó, 6. termékére) adott más-más eredményt a 3 módszer.

Táblázatba (1. táblázat) foglalva a futási eredményeket megállapítható, hogy a Magyar módszer több mint 11 %-kal jobb ($167910k_0/189110k_0=0,8879$), mint az A algoritmus, viszont a B algoritmus már 13,11 %-kal rosszabb ($189920k_0/167910k_0=1,1311$) eredményt szolgáltat az optimális megoldásnál. A táblázat is kiválóan tükrözi, hogy az A algoritmus csak 0,4 százalékkal ($189110k_0/189920k_0=0,9957$) közelíti jobban az optimális megoldást, mint a B algoritmus, ami abból adódik, hogy $a_{0\lambda}^M$ értékét állandónak tételeztük fel.

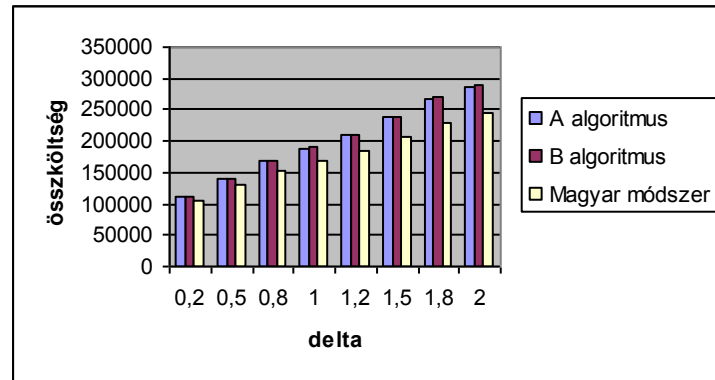
1. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termék	Magyar módszer			A algoritmus			B algoritmus		
	szerel	szállít	össz	szerel	szállít	össz	szerel	szállít	össz
1.	7700	6900	14600	7700	9660	17360	7700	9660	17360
2.	16000	10780	26780	16000	12740	28740	16000	12740	28740
3.	10800	6560	17360	10800	10480	21280	10800	10480	21280
4.	8000	6030	14030	8000	6030	14030	8000	6840	14840
5.	19500	20400	39900	19500	23000	42500	19500	23000	42500
6.	9000	10800	19800	9000	13200	22200	9000	13200	22200
7.	9800	3740	13540	9800	3740	13540	9800	3740	13540
8.	9900	12000	21900	9900	19560	29460	9900	19560	29460
Össz.	90700	77210	167910	90700	98410	189110	90700	99220	189920



2. ábra: A módszerek eredményei termékenként

A 3. ábrában tüntettük fel különböző δ értékek (0.2; 0.5; 0.8; 1; 1.2; 1.5; 1.8; 2) esetén a kapott összköltség eredményeket mind a két algoritmusnál illetve a Magyar módszernél egyaránt.



3. ábra: Az eredmények diagramba foglalása különböző δ értékek esetén

A 3. ábra is jól tükrözi, δ értékének növekedésével az egyes módszerek által adott összköltség eredmények is lineárisan nőnek. Ugyanakkor, ha a $\delta=0,2$ -ről $\delta=2$ -re, vagyis 10-szeresére nő, az összköltség $290e/110e=2,6$ vagy $250e/100e=2,5$ -szörösére növekszik meg. A két heurisztikus algoritmus között különböző δ -k esetén nem mutatkoztak nagy eltérések, mivel a szerelőüzemektől független fajlagos szerelési költség esetében nem érvényesült az algoritmusok 2. lépésében a csere lehetősége, így tulajdonképp a szállítási költség alapján kerültek kiosztásra a felhasználók késztermék igényei. Minden valószínűséggel, ha a vizsgálatainkat a szerelőüzemektől függő fajlagos költségekre is kiterjesztjük, akkor a B módszerrel valamivel kedvezőbb eredmények adódnak, mint az A modell esetén. Azt is meg kell jegyezni, hogy nem tüntettük fel az egyes δ esetekhez tartozó Y mátrixokat, de az azonos mátrixok rendre mind megegyeznek.

3. Összefoglalás

A dolgozat bizonyítja, hogy a hálózatszerű szerelőrendszereknél az egyes felhasználók által igényelt termékek szerelőüzemekhez egyszerűsített költségfüggvények alapján való optimális hozzárendelésére kidolgozott két heurisztikus módszer a nagyobb méret feladatoknál nehézkesen használható magyar módszer közel azonos eredményt ad. Ha változtatjuk a szerelési és a szállítási fajlagos alapköltségek arányát - feltételezve, hogy a fajlagos szerelési költségek nem szerelőüzem függő és a fajlagos szerelési költséget állandó értéken tartjuk - akkor a fajlagos szállítási alapköltség növelésével az összköltség lineárisan növekszik, de 10-szeres szállítási költségnövekedés csak kb. 2,5-szeres összköltség növekedést eredményez.

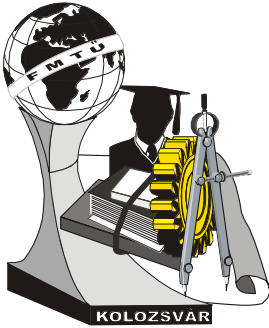
4. Irodalomjegyzék

- [1] OLÁH B., BÁNYAI T., CSELÉNYI J.: **Logistical tasks of co-operative assembly plants.** 3rd International Conference on Advanced Engineering Design, Prague, 2003. 110. old.
- [2] 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.** Miskolczi Gespräche 2003, Universität Miskolc, 2003. 145-150. old.
- [3] OLÁH, B., BÁNYAI, T., CSELÉNYI, J.: **Optimal assignment of assembly plants to the final product requirements of the end users in a cooperative assembly system.** 15th International DAAAM Symposium, Vienna, 2004. 321-322. old.
- [4] OLÁH, B., BÁNYAI, T., CSELÉNYI, J.: **Hálózatszerűen működő összeszerelő rendszerénél a felhasználók késztermék igényeit a szerelőüzemekhez rendelő algoritmusok érzékenységi vizsgálata.** Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2004. (konferenciakiadvány megjelenés alatt)

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



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BESZÁLLÍTÓI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSÁNAK ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA AZ ALKATRÉSZEK ÉS A BESZÁLLÍTÓK SAJÁTOSSÁGAINAK FÜGGVÉNYÉBEN

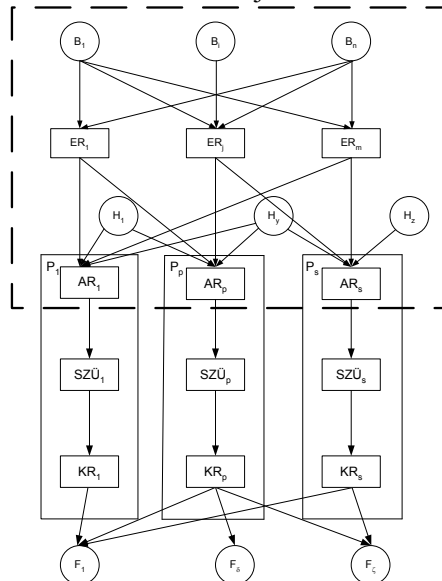
Nagyné Gyöker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József

1. Abstract

The paper analyses the general composed model for planning and operating of the purchasing-assembling logistic system operating in networks, which was detailed in the previous publications. We use simplified cost function to our analysis and we inquire which factors influence the optimal supplier of components and the optimal yearly transport number.

2. Bevezetés

Az összeszerelő hálózatok működésében a beszerzési logisztikai rendszer tervezésének és működtetésének az optimalizálása igen jelentős feladat, amely során különböző célfüggvényeket és feltételeket kell, illetve lehet figyelembe venni [1]. Optimalizálásunk egyik lehetősége, hogy célfüggvényként egy költségfüggvényt választunk, amelyet a [2] dolgozatban részleteztünk. A felvázolt sok paraméteres optimalizálási feladat egy heurisztikus módszert igényel, amelyet több lépésben, lépések után visszacsatolós (feedback) módszerrel oldunk meg, arra az esetre amikor minden szállító közvetlenül a termelőüzemhez szállítja az alkatrészeket.



1. ábra: Hálózatszerűen működő szállítói-összeszerelői logisztikai rendszer

A vizsgált rendszer a következő egységekből épül fel: termelő vállalatok (P_p), amelyen belül alkatrész raktárakat (AR_p), szerelőüzemeket ($SZÜ_p$), készrúraktárakat (KR_p) (innen történik a késztermékek kiszállítása a felhasználókhoz (F_δ)) tüntetünk fel. Az alkatrészeink beszállítása a fent említett alkatrésraktárba történhet: a kiemelt szállítók csoportjától (B_j) közvetett módon, azaz elosztóraktárakon (ER_j) keresztül, illetve közvetlen beszállítással az elosztóraktár elkerülése esetén. A szerelőüzemek telephelyeihez megfelelő közelségben elhelyezkedő szállítók a helyi szállítók

csoportját (H_y) alkotják, ahonnan csak közvetlen beszállítás valósítható meg a termelőüzemeink felé [3].

E dolgozat célja, hogy nagyvonalakban bemutassuk a hálózatszerűen működő beszállítói-összeszerelői logisztikai rendszer működését, a kitűzött beszállítók optimális megválasztására illetve az évi beszállítások számának optimalizálására szolgáló egyszerűsített célfüggvényt, annak komponenseit. Részletesen elemezzük a teljes leszámítolás módszerével a célfüggvény komponensek egyes jellemzőinek, azok egymáshoz viszonyított arányainak az optimumokra való hatását. Céljaink között szerepel, hogy a vizsgált négy alkatrész vonatkozásában megvizsgáljuk, hogy az egyes alkatrészek esetében összevonásokat alkalmazva az eredményül kapott optimális megoldásokhoz képest mennyivel tudunk alacsonyabb költségeket produkálni.

3. Egyszerűsített költségfüggvény

A [4]-ben leírtak szerint az optimalizáló algoritmus első lépése alkatrészenként megválasztja a beszállítókat illetve az évi beszállítások számát. Mindezekhez elegendő egyszerűsített költségfüggvényt használni illetve azt minimalizálni. Első lépésben az optimalizálásunk célfüggvényeként az alábbi költségfüggvényt választottuk, amelyet a [5] dolgozatban részleteiben feltártunk.

$$K_{gpi}^B = K_{gpi}^{BV} + K_{gpi}^{BS} + K_{gp}^{AR} \rightarrow \min. \quad (1)$$

A K_{gpi}^B az évi összköltsége a g-edik alkatrésznek az általunk vizsgált részrendszerben, amely az alábbi költségkomponensekből tevődik össze: K_{gpi}^{BV} az évi összvásárlási költség, K_{gpi}^{BS} az évi összszállítási költség, K_{gp}^{AR} az évi összraktározási költség a termelőüzem alkatrészraktárában. Az egyes költségfüggvény komponensek, fajlagos költségfüggvények, ezek átalakításai az érzékenység vizsgálat céljára egy korábbi dolgozatban részletesen be lettek mutatva. [6]

4. Érzékenységvizsgálat módszere

Az érzékenységi vizsgálatnál nem a [4]-ben ismertetett heurisztikus algoritmust használtuk, hanem az egyes paraméterek befolyásának vizsgálatához a felvett változó adatokkal a teljes leszámítolás módszere kínálkozott a legkedvezőbbnek. A teljeskörű optimum érzékenységi vizsgálatnál a következő paraméterek lehetnek változók:

$$Q_{gpi}^B, I_{ip}, \varphi, c_{\varphi g}, f_{gpi}^{BV}, f_{gpi}^{BS*}, f_{gp}^{AR*}.$$

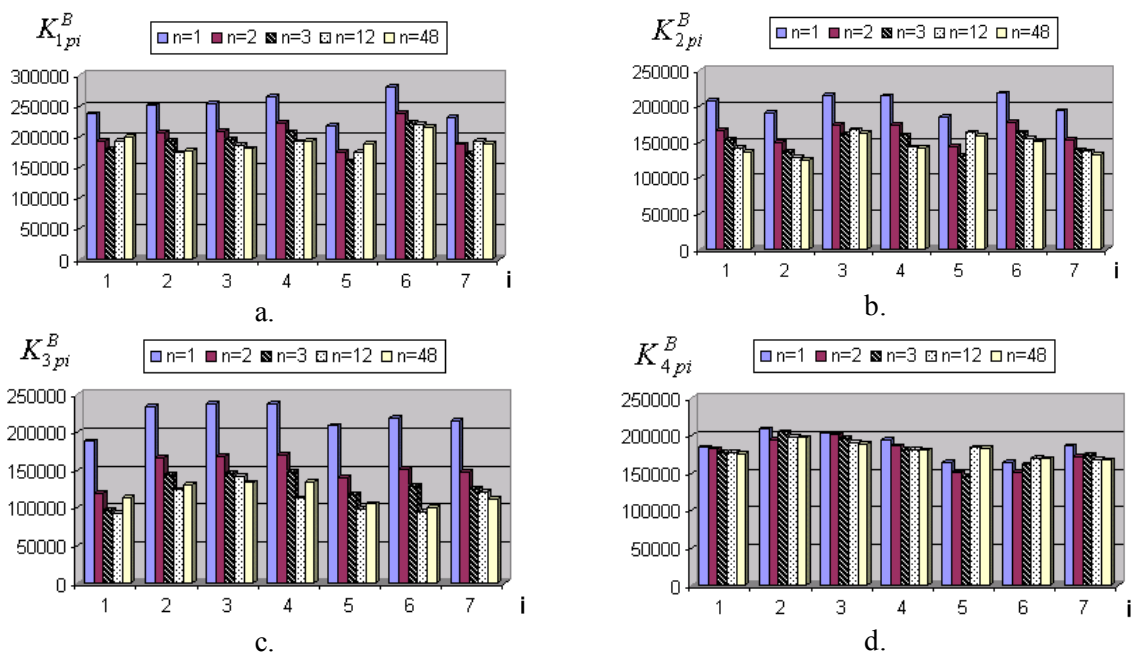
5. A teljes leszámítolás adatstruktúrája

A dolgozat kötött terjedelme nem teszi lehetővé, hogy az előzőekben felsorolt valamennyi változtatható paraméterre kiterjesszük az érzékenységi vizsgálatokat, ezért a következő adatokat állandónak tekintettük. **A vizsgálatok állandó adatai:** $g=4$, négy alkatrésze terjesztjük ki a vizsgálatainkat; (megemlítjük, hogy hét beszállítót vizsgálunk, de ez a változó paraméterekhez tartozik, ezért ott van felsorolva) $p=1$, egy termelőüzemre számítjuk ki a költségeinket (ezek a tényezők az alapadataink); $\varphi=1$, egy szállítójárműre vonatkoztatjuk a számításokat, $Q_{g11}^B = [1200009000015000030000]$ [db/év] az éves rendelési mennyiség, $C_{1g} = [700,700,800,1000]$ jármű kapacitás mátrix, amely a következőképpen értelmezett: a szállítóeszköz az adott alkatrészből a megadott mennyiséget tudja elszállítani, azaz az első alkatrészből a jármű 700 darabot tud elszállítani egyszerre. $\varepsilon_1 = 300$ ($n=1,2,3$), $\varepsilon_1 = 375$ ($n=12$), $\varepsilon_1 = 400$; vagyis az ε_1 értékei különböző beszállítási számokra vonatkoznak az 1. beszállító esetén ($\varepsilon_1 = \frac{k^V}{k^{AR*}}$ költségmutató, amely a fajlagos vásárlási alapköltség változását mutatja a fajlagos raktározási alapköltséghez viszonyítva alkatrészenként; ismerjük alkatrészenként az egyszerre vásárolt mennyiségeket amelyek segítségével alkatrészenként meghatározhatóak a beszállítási számok függvényében az ε_1 értékei) $\varepsilon_2 = 200$ (ε_2 költségmutató, amely a fajlagos szállítási alapköltség változását mutatja a fajlagos raktározási alapköltséghez

viszonyítva alkatrészenként), f_{gli}^{BV} a fajlagos vásárlási költség, a vásárolt illetve egyszerre beszállított mennyiség függvényében, $f_{gli}^{BS*} = 0,8k_0$ [EUR/járatkm] a fajlagos szállítási költség minden beszállítóra, $f_{g1}^{AR*} = 0,004k_0$ [EUR/(db*nap)] a fajlagos raktározási költség, $\rho_{g0} = 1$ (alkatrésztől függő fajlagos alapköltség), $\nu_{p0} = 1$ (felhasználótól függő fajlagos alapköltség), $k^{AR*} = 0,004$ pedig a fajlagos raktározási alapköltség. **A vizsgálatok változó adatai:** A vizsgálatok során a már említett $i=7$, hét beszállító közül választjuk ki az optimálist; vizsgálataink esetén az évi beszállítások számánál számításba veendő összes esetet $n_{1i} = 1, 2, 3, 12, 48$ figyelembe vesszük; útvektor, amely egy eleme jelenti az egyes beszállítóktól való szállítás távolságait az első termelőüzemnek km dimenzióban (a transzponált vektort adtuk meg): $L_{ip}^{BS^T} = [40 \ 50 \ 70 \ 75 \ 80 \ 100 \ 125]$; a κ_{i0} beszállítóktól függő alapköltséget az 1. alkatrész 1 évi adott mennyiségű beszállításánál, különböző évi beszállítási számoknál egy mátrixba lehet megadni. Jelen esetben a mátrix minden elemét 1-re vettük fel.

6. A vizsgálati eredmények és értékelésük

A 2. ábrán az évi összköltség van ábrázolva a különböző évenkénti beszállításoknál, különböző alkatrészeknél az optimális beszállító esetén $K_{gpi}^{BV} + K_{gpi}^{BS} + K_{gp}^{AR} = K_{gpi}^B(n)$. A diagramon feltüntetett értékekhez társul egy k_0 szorzó, amely a már bemutatottak alapján relatívvá teszi a kapott értékeinket, vagyis a napi áringadozásoktól függetlenné.

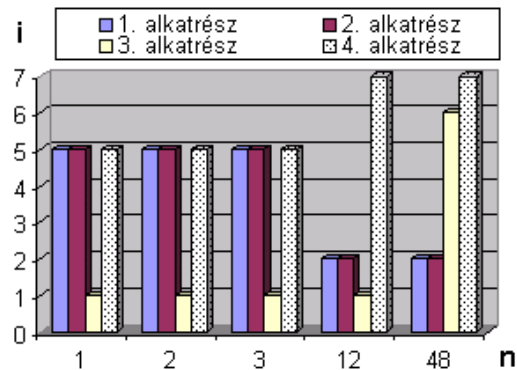


2. ábra Összköltségváltozás különböző évi beszállítások esetén

Az összköltségek összege közötti különbségek az egyes alkatrészek vonatkozásában az összes évi beszállítási számot, illetve beszállítót figyelembe véve a következők: az 1. alkatrésznél a legnagyobb és a legkisebb összköltség eltérése: 105584 k_0 , a 2. alkatrésznél: 90878,1 k_0 , a 3. alkatrésznél 145604,8 k_0 , míg a 4. alkatrésznél 62010 k_0 . A 2. ábrát elemezve megállapítható, hogy ha az optimális beszállítót választjuk, akkor $n=2, 3, 12, 48$ évi beszállításoknál az összköltség alig változik.

A 3. ábrán a különböző beszállítási esetekre ismertetjük a négy alkatrész vonatkozásában az optimális beszállítót $i_0 = i_0(n)$. Az ábra a legkisebb összköltséget adó beszállítókat ábrázolja az évi beszállítások számának függvényében. Egyértelműen adódik, hogy az 1. és a 2. alkatrésznél $n=1, 2$ és 3 évi beszállításnál $i=5$ beszállító, illetve $n=12, 48$ évi beszállításnál a 2. beszállító adja a legjobb megoldást. A 3. alkatrész esetén $n=1, 2, 3, 12$ évi beszállításnál $i=1$ beszállító, illetve $n=48$ évi

beszállításnál a 6. beszállító az optimális. A 4. alkatrész vonatkozásában n=1, 2, 3 beszállítási számnál az 5., míg n=12, 48 esetén a 7. beszállítóval célszerű szállítani.



3. ábra Optimális beszállítóválasztás az évi beszállítási szám változásának függvényében az egyes alkatrészek vonatkozásában

A táblázatban alkatrészenként láthatjuk az optimális beszállítót, a beszállítási számot valamint a költséget. Az összköltség a négy alkatrész vonatkozásában 523402,2k₀.

1. táblázat

Alkatrész (g)	Optimális beszállító (i)	Optimális beszállítási szám (n)	Optimális költség ($K_{gpi}^B * k_0$)
1.	5.	3	160336
2.	2.	48	124470,9
3.	1.	12	92550,3
4.	5.	3	146045

A különböző beszállítási számok esetén összesítettük az egyes alkatrészeket melyik beszállítóval érdemes szállítani.

2. táblázat

Beszállítási szám	Alkatrész → Optimális beszállító
1	1,2,4 → 5; 3 → 1
2	1,2,4 → 5; 3 → 1
3	1,2,4 → 5; 3 → 1
12	1,2 → 2; 3 → 1; 4 → 7
48	1,2 → 2; 3 → 6; 4 → 7

Megvizsgálva az alkatrészenként kapott optimális megoldásokat, illetve az ezek alapján megtett összevonások eredményeit (pl.: n=1 esetén az 1, 2, 4 alkatrészt egyszerre szállítottuk az 5 beszállítóval), megállapíthatjuk, hogy a költségfüggvényünk mindössze 0,008-1,382%-al csökken. Ezekből megállapítható, hogy a szállítási költség nem olyan domináns, mint a vásárlási és a tárolási költség a megadott példánk esetén. Bár az összköltségünk a fent bemutatottak alapján lényegesen nem csökken, viszont más szempontokat figyelembe véve (csak két beszállítóval kell tartani a kapcsolatot, esetleges árengedmények a három alkatrész miatt, rögzített, állandó évi beszállítási szám minden alkatrésze, stb.) érdemes évi 3-szor szállítatnunk az 5 beszállítóval a megadott három alkatrészt, illetve a 3. alkatrészt az 1. beszállítóval.

7. Összefoglalás

A dolgozat egy termelőüzem és négy alkatrész esetén bemutat egy olyan optimum érzékenységi vizsgálati módszert, amely képes sokféle paraméter hatását elemezni; illetve vizsgálni az egyes

alkatrészek vonatkozásában a beszállítóra illetve az évi beszállítások számára kapott optimumra ezek milyen befolyást gyakorolnak.

8. Köszönetnyilvánítás

Jelen kutatómunka az F037525 és a T038382 OTKA projekt támogatásával készült.

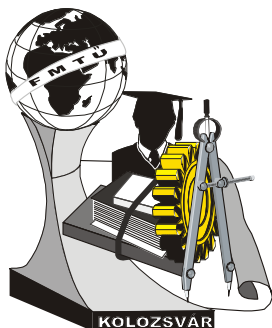
9. Irodalomjegyzék

- [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 Collaboration. University of Twente. Published by Drubbel Institute for Mechatronics. Proc. pp.: 81-92.
- [3] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **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
- [4] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Logistical tasks of purchasing system of assembly networks,** Annals of DAAAM for 2003 & Proceedings of the 14th International DAAAM Symposium, 22-25 October 2003, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, Published by DAAAM International, Vienna, Austria 2003, ISSN 1726-9679, ISBN 3-901509-34-8
- [5] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Algorithm of optimisation of selection of purchasers of assembly systems operating in networks and supply schedules,** Miskolcser Gespräche 2003, 24-25. September 2003., Miskolc, pp. 29-34
- [6] M. Nagy, Á. Bányai, J. Cselényi: **Sensibility analysis of optimization of purchasing logistic system as a function of yearly transport number,** Modelling and Optimisation of Logistic Systems – Theory and Practice, Edited by T. Bányai and J. Cselényi, University of Miskolc, Miskolc, 2004, (A kiadvány megjelenés alatt.)

Nagyné Gyüker Mónika doktorandusz

Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék, Miskolc-Egyetemváros H-3515

Tel: 06 46-565111/1752 Fax: 06 46-563399 E-mail: altmoni@gold.uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

LÉZERES ANYAGTECHNOLÓGIÁK ENERGIASŰRŰSÉGI JELLEMZŐI

Dr. Bagyinszki Gyula - Dr. Bitay Enikő

The laser is a special thermal source characterized by a high energy density. The laser beam can be concentrated on a small surface, which make it possible to achieve a very high heating and cooling rate during local surface treatments. It is well known that the required properties of remelted surface can be obtained only, if we use appropriately selected processing parameters. In this paper a novel method is outlined, by which the most important technological parameters can be efficiently calculated.

A lézer az ún. nagy energiasűrűségű hőforrások közé tartozik, azaz teljesítménye ill. energiája sugárfókuszolás révén nagyon kis anyagfelületre koncentrálható, rendkívül gyors termikus folyamatokat indukálva. A célszerűen definiált ill. számszerűsített energiasűrűségi jellemzők jól használhatók a lézeres anyagtechnológiák tervezéséhez, a fontosabb technológiai paraméterek kiválasztásához. A következőkben lézeres felületi átolvasztás kapcsán mutatjuk be az energiasűrűség számításának lehetőségeit ill. a befolyásoló tényezőket.

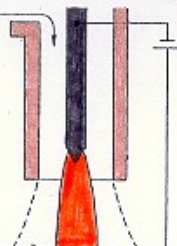
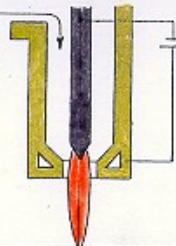

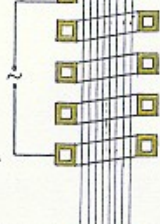
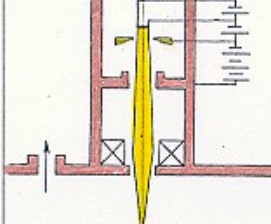
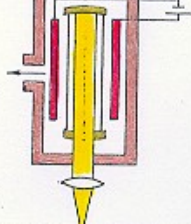
Nagy energiasűrűségről (nagy teljesítménysűrűségről) akkor szokás beszélni, ha a fajlagos teljesítmény- (energia-) bevitel meghaladja a $10^2 \text{ W/mm}^2 = 10^4 \text{ W/cm}^2 = 10^8 \text{ W/m}^2$ -es értéket. Az 1. táblázat a fontosabb technológiai hőforrásokkal végzett hevítési módok jellegzetes adatait, az 1. ábra pedig néhány hőforrás elvét hasonlítja össze. Az említett határérték azonban nem különíti el jól és egyértelműen a hagyományos ill. az általában nagy energiasűrűségüként emlegetett hőforrásokat, eljárásokat. Talán ez indokol(hat)ta, hogy bevezették az ultra (vagy extrém) nagy energiasűrűség fogalmát is, amely már ténylegesen csak a plazmas-, de főképpen az elektronsugaras- és a lézeres eljárásokat jellemezheti, ami számszerűsítve a $10^4 \text{ W/mm}^2 = 10^6 \text{ W/cm}^2 = 10^{10} \text{ W/m}^2$ -es érték - sugárfókuszolás útján történő - megvalósíthatóságát jelenti.

Technológiai hőforrások jellemzői

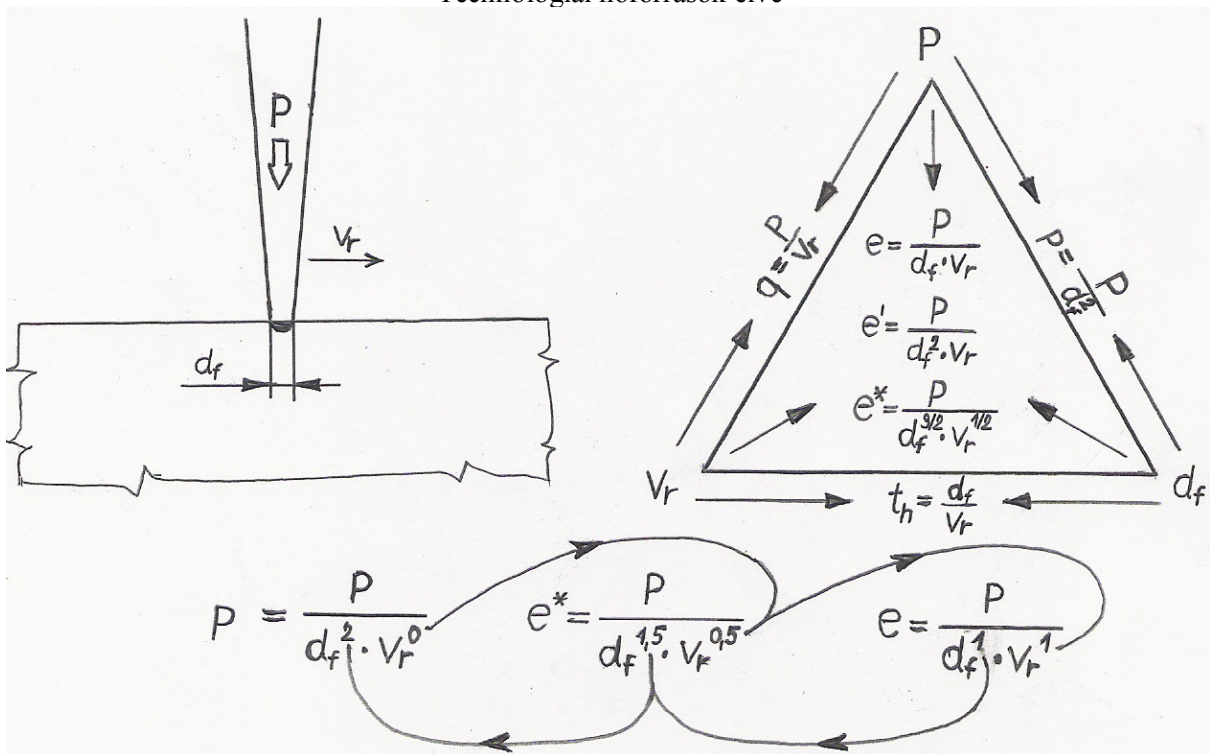
1. táblázat

hevítési mód		jellemzők	teljesítménysűrűség [W/mm ²]	hatásidőtartam [s]	hőforrás hőmérséklet [°C]
hőfejlődés a munkadarabra ható hőforrásban	lánghevítés*		$10^1 - 5 \cdot 10^2$	0,1 - 2,0	3000 - 3200
	elektro. ívhevítés**		$5 \cdot 10^0 - 2 \cdot 10^2$	0,1 - 1,0	4000 - 5000
	plazmahevítés***		$5 \cdot 10^0 - 10^3 (-10^6)$	0,01 - 0,1	10000 - 20000
hőfejlődés a hőforrással befolyásolt munkadarabban	ellenállás imp. hev.		$10^1 - 10^3$	0,01 - 0,2	-
	indukciós hevítés		$10^0 - 2 \cdot 10^2$	0,1 - 5,0	-
	indukciós imp. hev.		$10^1 - 3 \cdot 10^2$	0,001 - 0,5	-
hőfejlődés a hőforrás és munkadarab kölcsönhatásakor	elektronsug. hev.		$10^1 - 10^7$	0,001 - 0,1	-
	lézeres hevítés		$10^1 - 10^7$	0,001 - 0,1	-
	lézeres impulz. hev.		$10^2 - 10^8$	0,001 - 0,1	-

* C₂H₂+O₂ láng; **AWI ív; ***Ar plazma

HEVÍTŐ HŐFORRÁS	elektromosan vezető anyagokhoz	elektromosan nem vezető anyagokhoz is	
van saját hőmérséklet ↓ hőfejlődés a hőforrásban	ívhevíítés (4000-5000°C) 	plazmahevíítés (10000-20000°C) 	lánghevíítés (3000-3200°C) 
nincs saját hőmérséklet ↓ hőfejlődés a munkadarabban	indukciós hevíítés 	elektronsugár hevíítés 	lézeres hevíítés 

1. ábra
Technológiai hőforrások elve



2. ábra
Nagy energiasűrűségű technológiák paraméter-összefüggései

A fókuszolható technológiai hőforrások beállítási paraméterei közül az anyagmegmunkálási hőciklust (termikus folyamatokat) és annak eredményét lényegesen meghatározza:

- a sugárteljesítmény P [$W = J/s$],
- a fókuszolt sugár által érintett anyagzóna (felületi fókuszolt) jellemző mérete d_f [mm],
- a munkadarab és a sugár egymáshoz viszonyított relatív sebessége v_r [mm/s].

A 2. ábrán látható technológiai paraméter-háromszögből adódnak az elektronsugaras és a lézeres megmunkálások fő energetikai ill. energiasűrűségi jellemzői:

- a teljesítmény (P) és a relatív sebesség (v_r) hányadosa, ami az ömlesztő hegesztésekre is általánosan értelmezett fajlagos hőbevitel vagy vonalenergia:

$$p = \frac{P}{v_r} \quad \left[\frac{J}{mm} \right] \quad (1)$$

- a teljesítmény (P) és a fókuszolt-méret (d_f) négyzetének hányadosa a teljesítménysűrűség, mely tartalmaz egy fókuszgeometria-faktort (Y) is, aminek értéke négyzetfolt esetén 1, köralak esetén $\pi/4 = 0,785$:

$$p = \frac{P}{Y \cdot d_f^2} = \frac{P}{Y \cdot d_f^2 \cdot v_r^0} \quad \left[\frac{W}{mm^2} \right] \quad (2)$$

- a fókuszolt-méret (d_f) és a relatív sebesség (v_r) hányadosa az ún. hatásidőtartam, azaz egy felületi anyagi pont fókuszoltban való tartózkodási ideje:

$$t_h = \frac{d_f}{v_r} \quad [s] \quad (3)$$

- a teljesítménysűrűség (p) és a hatásidőtartam (t_h) szorzata, vagy másképpen a teljesítmény (P) és a fókuszolt-méret (d_f) - relatív sebesség (v_r) szorzat hányadosa, ami (felületi) energiasűrűségnek vagy fajlagos planimetrikus energiabevitelnek is nevezhető a mértékegysége alapján:

$$e = p \cdot t_h = \frac{P}{Y \cdot d_f \cdot v_r} = \frac{P}{Y \cdot d_f^1 \cdot v_r^1} \quad \left[\frac{J}{mm^2} \right] \quad (4)$$

- a teljesítménysűrűség (p) és relatív sebesség (v_r) hányadosa, vagy másképpen a teljesítmény (P) és a fókuszolt-méret négyzete (d_f^2) - relatív sebesség (v_r) szorzat hányadosa, amit térfogati energiasűrűségnek vagy fajlagos volumetrikus energiabevitelnek tekinthető a mértékegysége alapján:

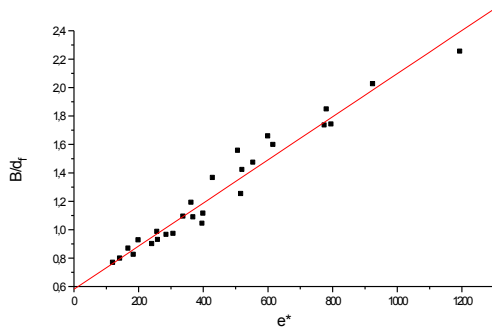
$$e' = \frac{p}{v_r} = \frac{P}{Y \cdot d_f^2 \cdot v_r} = \frac{P}{Y \cdot d_f^2 \cdot v_r^1} \quad \left[\frac{J}{mm^3} \right] \quad (5)$$

Ez utóbbi kettő jobban kifejezi a technológia "hatását", mivel mindhárom fő paramétert együttesen figyelembe veszi, sőt megadható az energiasűrűségnek egyfajta "súlyozott" értéke (2. ábra alsó része) is, amelyben a fókuszolt-méret (d_f) és a relatív sebesség (v_r) hatása kitevőiken keresztül korrigálva, súlyozva szerepel:

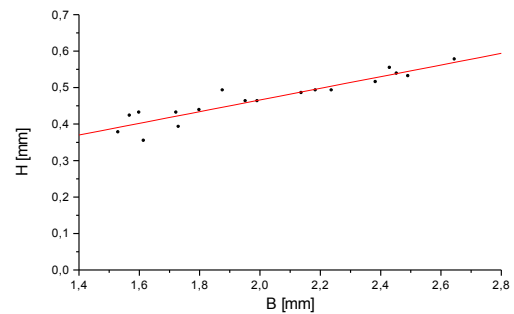
$$e^* = p \cdot \sqrt{t_h} \cdot Y = \frac{P}{d_f \cdot \sqrt{d_f} \cdot v_r} = \frac{P}{d_f^{3/2} \cdot v_r^{1/2}} = \frac{P}{d_f^{1,5} \cdot v_r^{0,5}} \quad \left[\frac{J}{mm^2 \sqrt{s}} \right] \quad (6)$$

Szerszámacél lézeres felületi átolvasztása kapcsán az olvadási rétegszélesség (B) - felületi fókuszfolt méret (d_f) arányszámának (B/d_f) fenti technológiai paraméterformuláktól való függését vizsgálva - az elvégzett lineáris regressziós analízisek eredményei szerint - a súlyozott energiasűrűség adott legjobb (R=0,97776) korrelációt (2/a. ábra). Ennek megfelelő számítási képletként az alábbi adódott:

$$\frac{B}{d_f} = 0,581 + 1,52 \cdot 10^{-3} \cdot e^* \quad \Rightarrow \quad B = d_f (0,581 + 1,52 \cdot 10^{-3} \cdot e^*) \quad (7)$$



a)



b)

3. ábra

Lézeres felületi átolvasztás réteggeometriai adatai

Az előzőek szerint kalkulálható olvadási rétegszélesség (B) és a beolvadási mélység (H) viszonyát is elemezve, a kapott R=0,9337 korrelációjú egyenes (2/b. ábra) egyenletével H is számítható:

$$H = 0,146 + 0,16 \cdot B \quad [\text{mm}] \quad (8)$$

A beolvadási profilgörbék 5 jellegzetes pontjukra illesztett $y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2$ alakú polinommal közelíthetők. A minden esetben $R > 0,98$ korrelációs együtthatóval illeszkedő görbeszakaszok és a felület síkja (vetületi egyenese) közötti terület numerikus integrálással meghatározva, az olvadási keresztmetszetre (A_{olv}) felírható hogy:

$$A_{olv} \approx 0,72 \cdot H \cdot B \quad [\text{mm}^2] \quad (9)$$

Ennek és a relatív sebességnek az ismeretében számítható az időegység alatt átolvasztott anyagtérfogat:

$$V_{olv} = A_{olv} \cdot v_r \approx 0,72 \cdot H \cdot B \cdot v_r \quad \left[\frac{\text{mm}^3}{\text{s}} \right] \quad (10)$$

Ebből pedig - az L [J/mm³] olvadáshő pontos értékének ismeretében - kalkulálható az átolvasztás teljesítményszükséglete:

$$P_{olv} = V_{olv} \cdot L \approx 0,72 \cdot H \cdot B \cdot v_r \cdot L \quad [\text{W}] \quad (11)$$

Adott anyagminőség és adott sugárteljesítmény esetén a kezelt anyagréteg alakját elsősorban a teljesítménysűrűség és azon belül is a teljesítmény-eloszlás (stacioner sugár esetén többnyire Gauss-eloszlás) szabja meg. A réteggeometria tehát a teljesítménysűrűség és a teljesítmény-eloszlás változtatásával szabályozható, ami egyenértékű a hőciklus szabályozásával. E szabályozás három legelterjedtebb módszere a következő:

- a sugár defókuszálása (szélesítése) a stacioner sugárral való kezelés egyik módja. Ennek célja keskeny és mély hegesztési varrat helyett korlátozott mélységű és adott szélességű felületolvasztott vagy felületedzett anyagsáv(ok) létrehozása.
- a sugár oszcillálása (lengetése, rezgetése) a sugár dinamikus eltérítését jelenti. A hőciklus az eltérítés pályájától, irányától, frekvenciájától és amplitúdójától függ. E dinamikus eltérítéskor a hőeloszlás a munkadarabon már nem Gauss-eloszlású.
- a sugár pulzálása (szaggatása) elektronikus úton - a sugár be-kikapcsolásával - impulzusos kezelést tesz lehetővé. Az impulzus frekvenciájának és kitöltési tényezőjének megválasztásával elérhető, hogy a sugárszaggatás ellenére a kezelt anyagsáv folyamatos maradjon. Míg a sugár defókuszolása és lengetése a munkarendet lágyabbá teszi a hőbevitel bizonyos mértékű növelése révén, addig az impulzustechnika célja a munkarend még keményebbé tétele az effektív hőbevitel csökkentésével. Ezzel a kezelt anyagsáv viszonylagos szélessége - a folytonos sugárral elérhető mérethez képest - tovább csökkenthető.

A technológiatervezés alapfeladata a teljesítménysűrűség (teljesítmény és fókusz méret) és a relatív sebesség értékének helyes megválasztása. Természetesen ebbe beleértendő a felület megfelelő előkészítése ill. az abszorpciós tényező "beállítása" is (pl. igen vékony, de egyenletes grafitbevonattal). Kiinduló információként szükséges az alábbiak ismerete:

- a munkadarab anyagminősége (összetétele) és annak tulajdonságai, különös tekintettel a hőfizikai jellemzőkre (hővezetési tényező, fajhő, sűrűség, hőmérsékletvezetési tényező, olvadási hőmérséklet, olvadáshő);
- a munkadarab jellemző méretei és alaki sajátosságai ill. esetlegesen alkalmazandó előmelegítési hőmérséklete;
- a megmunkálás eredményével szemben támasztott követelmények: réteggeometria, réteggeménység és annak eloszlása;
- az alkalmazandó védőgáz összetétele ill. áramlási sebessége;
- a lézerberendezés „gépállandói”: módusszerkezet (pl. TEM₀₀), működési hullámhossz (a gyakorlatban elterjedt CO₂-lézereknél a 10,6 μm az infravörös, Nd:YAG- ill. Nd:üveg-lézereknél az 1,06 μm a közeli infravörös tartományba esik s ez utóbbit a fémek jobban abszorbeálják), polarizáció (lineáris vagy cirkuláris).

A lézeres anyagmegmunkálás tehát sok, időnként változó paramétertől függ. Még ha az anyagminőségi jellemzők és munkadarabok méretei abszolút állandóak is - amit az ipari gyakorlatban nehéz biztosítani - a folyamatparaméterek változása bekövetkezik a hosszabb megmunkálási időszakok alatt. Ennek következtében mindig állandó minőség csak korlátozott körülmények (feltételek) mellett szavatolható. Ennek okai lehetnek pl.:

- az optikai rendszerben mechanikailag és termikusan okozott változások,
- az optikai elemek szennyezettsége és elöregedése,
- a működő (működtető) gázt továbbító csőfej kiégése vagy szennyezettsége,
- a rögzítőelemek kopása, eltérései,
- kedvezőtlen hatások az elektromos ellenőrző rendszerben, stb.

Továbbá az intenzív lézerefény és az anyag kölcsönhatása fizikai értelemben dinamikus folyamat, amelynél a sugárzás-visszaverődés következtében „feedback” (visszatáplálás) történhet a lézerezonátorba, melynek eredménye a lézerefény-intenzitás eloszlás ingadozása is lehet.

FELHASZNÁLT IRODALOM

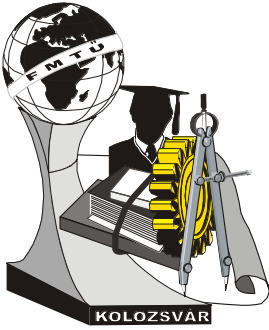
1. Bagyinszki Gyula: *Nagy energiasűrűségű hegesztési eljárással készített kötések hegeszthetőségének kérdései* (Hegesztő szakmérnöki diplomaterv), BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Intézet, 1993, 139 oldal
2. Bagyinszki Gyula: *Nagy energiasűrűséggel kezelt felületi rétegek tulajdonságbecslése* (Kandidátusi értekezés), BME Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Tanszék, 1997, 99+10 oldal
3. Bitay Enikő: *Tratament superficial cu laser al otelurilor cu continut redus de carbon*, Teza de Doctorat, *Doktori értekezés*, Universitatea Tehnica Cluj-Napoca, Romania, 2002, 165 oldal
4. Bitay Enikő - Roósz András: *Lézeres átolvasztás folyamatának elemzése*, IX. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, FMTÜ 2004, Cluj-Napoca, Romania, 26. 03. 2004, ISBN 973-8231-33-7, 275-286 oldal

Dr. Bagyinszki Gyula főiskolai docens

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar,
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet, Anyag- és Alakítástechnológiai Tanszék
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.
Tel: (+36-1) 219 6304, Fax: (+36-1) 219-6494, E-mail: bagyinszki.gyula@bkgk.bmf.hu

Dr. Bitay Enikő tudományos főkutató

Erdélyi Múzeum-Egyesület
Ro-400009 Kolozsvár, Jókai / Napoca u. 2-4.
Tel, fax: (+40) 264-595-176, E-mail: bitay@eme.ro



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

MINŐSÉGBIZTOSÍTÁS EGY TEJIPARI TERMÉK ESETÉBEN

Bajusz Ildikó

Abstract

Sour cream is an indispensable product of the Hungarian cuisine used for cooking and baking. Freshly pasteurized milk and cream are used for its production. It gains its pleasant taste and aroma from the full culture of lactic acid used for its coagulation. The basic material is made homogeneous to cease the whey precipitation. Its most significant feature is its viscous consistency and pleasant sourish flavour. They get into commercial distribution with 20% and 12% fat content. The production process of sour cream doubly requires the observation and compliance with the Hygienic Regulations, Operational Instructions and Instructions for Cleaning and Maintenance. In the Szeged plant of SOLE HUNGARIA Corporation the flowchart of the product has been prepared, then we determined its critical control points and limit values. In the course of the production finished product tests were performed during manufacturing and after the finishing process, as a result of which it could be stated that the quality, consistency, flavour and smell of the product meet the requirements of the regulation by complying with the prescribed instructions. Based on our findings we can propose the introduction of the HACCP system for the process of industrial production as well as the preparation of its documents, which later on can provide the basis of the working phases serving the production of the excellent product.

Összefoglalás

A tejföl a magyar konyha sütés-főzéshez használt nélkülözhetetlen terméke. Készítéséhez frissen pasztörözött tejet és tejszínt használnak. Kellemes ízét és aromáját az alvasztáshoz felhasznált tejsavbaktérium színtenyészettől nyeri. Az alapanyagot homogénezzik, hogy a savókiválást megszüntessék. Legfontosabb jellemzője a sűrűn folyó (gyakran kanalazható) állomány és kellemes savanykás íz. 20 %-os és 12 %-os zsírtartalommal kerülnek forgalomba. A tejföl gyártási folyamata fokozottan megköveteli a Higiéniai Szabályzat, a Műveleti Utasítások, a Takarítási és Karbantartási Utasítások átgondolását, betartását. A SOLE HUNGÁRIA Rt. szegedi üzemében elkészítettük a termék folyamatábráját, majd meghatároztuk a kritikus szabályozási pontokat és a határértékeket. A termelés során gyártásközi és a termék elkészülte után késztermék vizsgálatokat végeztünk, amelyek eredményeképpen megállapíthattuk, hogy az előírt utasítások betartása mellett a termék minősége, állománya, íze, szaga a szabály követelményeinek megfelel.

Eredményeink alapján javasolhatjuk az üzemi termelés folyamatára a HACCP rendszer bevezetését, dokumentumainak elkészítését, amelyek a későbbiekben a kiváló termék előállítását szolgáló munkafázisok alapját adhatják.

Bevezetés

Az ember ősidőktől fogyasztja és régóta alapvető tápláléknak tekinti a tejet és tejtermékeket. Kiegyensúlyozott összetételükkel és táplálkozási értékükkel fontos szerepet játszanak ma is a táplálkozásunkban. Különösen kedveltek az ún. friss fogyasztású tejtermékek (pasztőrözött tejfeleségek, ízesített tejfeleségek, savanyú tejkészítmények, tejszínkészítmények, különleges készítmények). Világszerte megfigyelhető pl. a savanyított tejkészítmények fogyasztásának növekedése. [1.]

A nem megfelelő körülmények között gyártott és tárolt termékek azonban súlyos ételmérgezéseket, ételfertőzéseket okozhatnak, ennek megelőzésére, valamint az élelmiszerek biztonságosságának, minőségének garantálása érdekében minőségbiztosítási rendszereket dolgoztak ki. A minőségbiztosítás a műszaki és a gazdasági tevékenységek olyan összehangolt rendszere, amelynek révén a fogyasztói igényeket a legjobban kielégítő termék biztonságosan és gazdaságosan állítható elő. [2.]

A nyerstejben található mikroorganizmusok a következő nagy rendszertani csoportokba sorolhatók: élesztőgombák, penészek, baktériumok, bakteriofágok. Sok termék gyártásához speciális, külön erre a célra összeállított szintenyészeteket ún. kultúrákat használunk. Ezek lényeges tulajdonságai a tejcukorbontás, a gázképzés, a savképzés, a fehérje- és zsírbontás és a különböző aromaanyagok termelése, amely tulajdonságok a tejtermékek jellegét kialakítják és biztosítják az élvezeti értéküket, sőt sokszor hosszú eltarthatóságukat is.

Savanyú tejkészítmények és előállításuk

Az élelmiszeripar szempontjából a tej fehérjéje, a kazein fontos tulajdonsága, hogy koagulálással gél-szerkezetet alakít ki. Ennek egyik módja a tej savas alvadása. A kalcium a tejben kalcium-kazeinát és kalcium-foszfát komplex formájában, kazeinmicellákat alkotva van jelen. A tejhez hozzáadott kultúrák által termelt tejsav hatására a kazeinmicellák destabilizációja következik be, vagyis a kazein izoelektromos pontjánál ($pI = 4,6$) koagulál, amely a tej alvadását eredményezi. A tej savas alvadásakor a kazeinfehérjék kolloid diszperz szol állapotból, kolloid átmeneti rendszerbe, gél állapotban mennek át, vagyis a híg folyó tejből kocsonyás alvadék keletkezik. [3.]

Minőségbiztosítás

Az élelmiszer biztonság és minőség biztosítására, a veszélyek elhárítására dolgozták ki a „veszélyek elemzésére és azok elhárítására alkalmas kritikus szabályozási pontok”, a *HACCP rendszerét* (Hazard Analysis Critical Control Point System).[4.] Ez egy olyan rendszer, amellyel meghatározzák a specifikus veszélyeket a termék-előállítás, forgalmazás folyamatában. Azok megelőzésére alkalmas műveleti lépéseket, a kritikus szabályozási pontokat használják fel, az élelmiszer biztonság és minőség kézbentartásához.

A HACCP rendszer alapelvei és alkalmazásuk

- I. Veszélyelemzés
- II. Kritikus szabályzási pontok (CCP) meghatározása
- III. Kritikus határértékek kidolgozása
- IV. Felügyeleti rendszer kidolgozása (monitoring)
- V. Hibajavító eljárások kidolgozása
- VI. Igazoló eljárások
- VII. Dokumentálás

A HACCP alapelvének megvalósítása a SOLE Hungária Rt-nél

A HACCP munkacsoport összeállítását úgy valósítottuk meg, hogy vezetője a cég szegedi üzemének minőségbiztosítási szakembere volt, tagjai pedig, egy mikrobiológus főiskolai docens, egy tejipari szakmérnök főiskolai adjunktus és én, mint főiskolai tanársegéd. Ezzel eleget tettünk a Magyar Élelmiszerkönyv azon kívánalmának, hogy a HACCP terv kidolgozásához mindig rendelkezésre kell, hogy álljon a megfelelő speciális tudás és szakértelem. A munkacsoport létrehozása után a Szegeden készített savanyú tejkészítmények közül a választásunk a tejföldre esett, és ezután került sor a folyamatára elkészítésére. A munkacsoportunk a helyszínen ellenőrizte, hogy a termék előállítása valóban a folyamatára alapján történik-e. Miután megállapítottuk, hogy folyamatábránk nem szorul módosításokra, elkezdtük a lehetséges veszélyek felsorolását, a veszélyek elemzését és a meghatározott veszélyek szabályozására alkalmas intézkedések átgondolását. Munkacsoportunk a veszélyelemzések során határozta meg azokat a veszélyeket, amelyeknek megszüntetése vagy alacsonyabb szintre történő csökkentése fontos és szükséges a biztonságos élelmiszer előállításához. Így elkészítettük a veszélyelemzési adatlapokat, amelyeknél kitértünk a veszély valószínű előfordulására, az egészségügyi hatásainak súlyosságára, biológiai, kémiai vagy fizikai hatások megmaradására a tejfölből. A kritikus szabályzási pontok (CCP) meghatározását a döntési fa segítségével állítottuk elő. A döntési fa alkalmazásával meghatározott kritikus pontok után kerülhet sor a kritikus határérték paraméterek meghatározására. Miután a kritikus határértékeket is rögzítettük javaslatot készítettünk a helyesbítő tevékenységekre, az előforduló eltérések kezelésére. Ezeket a javító eljárásokat az üzemben az előállítás során feljegyzésekben kell rögzíteni, amelyeket a HACCP tervben is feljegyeztünk.

Javaslatétel

A hazai tejiparban jelenleg kíméletlen intenzív verseny alakult ki a gyártók között. A piaci verseny két fontos eleme a termék ára és minősége. A multinacionális cégek mesterségesen alacsonyan tartott árai miatt a gyártók olyan termékek kidolgozására kényszerülnek, melyek a termelési költségek csökkentésével járnak, de a már megszokott minőség megőrzése mellett. [5.] Ezért szükségessé vált a tejfölgyártás kritikus pontjainak meghatározása is, a HACCP rendszer kiépítésének

megkezdése. Ahhoz, hogy a HACCP rendszer által kínált előnyöket ki tudjuk használni, a jövőben szükség lesz minden termékre, minden tevékenységre kiterjedően elkészíteni és bevezetni azt.

Az általunk kiválasztott tejfölnél megállapíthatjuk, hogy öt kritikus pont merül fel a gyártás során, amelyeknek oka a hőfokeltolódás, a biológiai fertőződés a berendezésektől, levegőtől, stb., valamint a savfok és pH eltolódás.

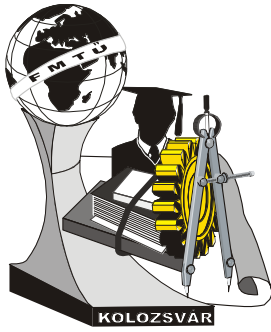
IRODALOMJEGYZÉK

1. Szakály, S. (2001): Tejgazdaságtan, Dinasztika Kiadó, Budapest
2. Farkas, J. – Fábri, I. (1990): Az élelmiszer-mikrobiológiai minőségbiztosítás időszerű kérdései, Budapest
3. Balatoni, M. – Kitting, F. (1981): Tejipari kézikönyv, Budapest
4. Fehér, L. (2004): Az élelmezés minősége és biztonsága, Kézirat, SZTE Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar, Szeged
5. Horváth, A. (2002): Fogyasztói trendek a tej és tejtermékek piacán, GfK Hungária, Budapest

Név: Bajúsz Ildikó, főiskolai tanársegéd, PhD hallgató

Munkahely: Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar
6724 Szeged, Mars tér 7.

Telefon:: +36-06/62-546-030; **Fax:** +36-06/62-546-034; **e-mail:** bildiko@szef.u-szeged.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AZ ÖREGEDÉS HATÁSA MARTENZITES ÁTALAKULÁSOKRA RÉZALAPÚ ALAKEMLÉKEZŐ ÖTVÖZETEKBE

Benke Márton, Mertinger Valéria, Nagy Erzsébet, Jan Van Humbeek

Abstract

There is a need to develop much cheaper Cu base alloys besides today's most widely used shape memory alloys, the Ti, Ni and Fe based alloys. Cu base alloys have very favourable shape memory characteristics, but their brittle behavior limits their applications. The aim in developing Cu base alloys is to increase ductility besides keeping the shape memory effect. Shape memory characteristics decay during applications. This phenomena is called ageing. Transformations shift to higher temperatures by ageing, furthermore, they completely disappear in some cases. The effect of ageing on the transformation characteristics was investigated in the well-known CuAlNi and the increased ductility possessing CuAlNiMn and CuAlNiMnFe alloys. Transformations shifted towards higher temperatures upon ageing in CuAlNi alloy. In CuAlNiMn and CuAlNiMnFe alloys the transformations were destroyed by ageing. Only the CuAlNiMn alloy's results are presented [1,2,3,4].

Összefoglalás

A napjainkban leggyakrabban alkalmazott Ti, Ni és Fe alapú alakemlékező ötvözetek mellett igény van a jóval olcsóbb Cu alapú ötvözetek kifejlesztésére. A Cu alapú ötvözetek - viszonylag alacsony árak mellett - kedvező alakemlékező tulajdonságokkal rendelkeznek. Alkalmazhatóságuknak azonban korlátot szab rideg viselkedésük. A Cu alapú alakemlékező ötvözetek kifejlesztésénél a cél a szívósság növelése az alakemlékező effektus megtartása mellett. Az alakemlékező ötvözetek átalakulási tulajdonságai fokozatosan romlanak a felhasználás során. Ez a jelenség az ún. öregedés. Az öregedés hatására az átalakulások egyre magasabb hőmérsékletek felé tolnak, egyes esetekben pedig el is tűnhetnek. A jól ismert CuAlNi ötvözet mellett a növelt szívósságú CuAlNiMn és CuAlNiMnFe ötvözeteknél az öregedés hatását vizsgáltuk az átalakulási tulajdonságokra. A CuAlNi ötvözet esetében az öregedési időtartam növelésével az átalakulások magasabb hőmérsékletek felé tolódtak. A CuAlNiMn és CuAlNiMnFe ötvözeteknél az öregedés átalakulásra nem hajlamos szerkezetet hozott létre. Cikkünkben csak a CuAlNiMn ötvözet eredményeit ismertetjük [1,2,3,4].

Vizsgálatok

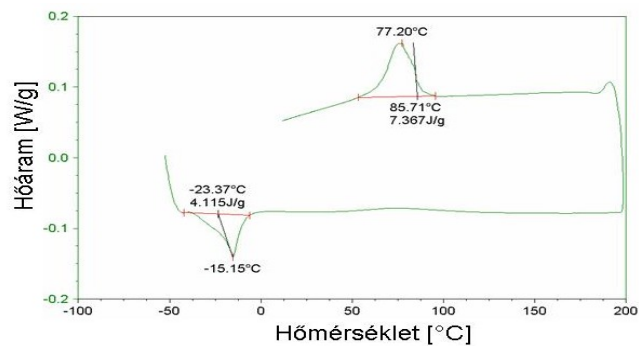
A 3mm átmérőjű egykristályos, Cu-13,4Al-5Ni-4Mn.összetételű rudakból 1,5mm vastag korongokat vágunk le a vizsgálatokhoz. Az ötvözetet hőkezelti kellett a vizsgálatok előtt. A hőkezelés első lépése 15 perces homogenizálás volt sófürdőben 800°C-on, melyet vízben való edzés követett. A második lépés 300°C-os sófürdőben történő megeresztés volt különböző időtartamokig (0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 60 perc) . A hőkezelés második lépésével az öregedést modelleztük [5].

Az átalakulási tulajdonságokat differenciás pásztázó kaloriméterrel (TA Instruments DSC 2920 MODULATED DSC, Netzsch 204) vizsgáltuk, a szövetszerkezeti vizsgálatokat optikai mikroszkóppal, pásztázó elektronmikroszkóppal (AMRAY 1830), illetve átvilágítós elektronmikroszkóppal (JEOL JEM 2000 FX II) végeztük [5].

Vizsgálati eredmények

A nem öregített CuAlNiMn ötvözet eredményei

Az 1. ábra mutatja a nem öregített CuAlNiMn minta első DSC ciklusát. Hívítés során endoterm (lefele mutató) csúcs jelzi a martenzit→ausztenit átalakulást, hűtés során exoterm (felfele mutató) csúcs jelzi az ausztenit→martenzít átalakulást.



1. ábra A nem öregített CuAlNiMn ötvözet első DSC ciklusa

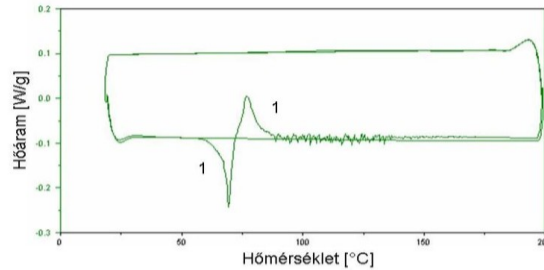
A nem öregített minta mutatta a termoelasztikus átalakulást a további DSC ciklusokban is. A minta martenzites szerkezetét mutatja a 2. ábra.



2. ábra A nem öregített CuAlNiMn ötvözet TEM képe. Nagyítás=25000X

Az öregített CuAlNiMn ötvözet eredményei

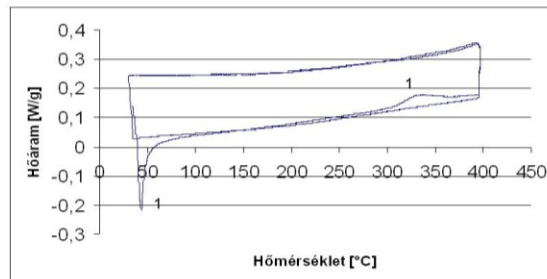
Az öregített CuAlNiMn minták nem mutatták a termoelasztikus martenzites átalakulást. Az első DSC ciklusban (3. ábra) hevítéskor endoterm csúcs jelentkezett, melyet egy exoterm folyamat követett (3. ábrán 1-sel jelzett csúcsok). Hűtés során, illetve a második ciklusban nem volt átalakulás a mintában.



3. ábra Az egy perces öregített CuAlNiMn ötvözet első két DSC ciklusa

A hevítéskor jelentkező endoterm csúcs a martenzit→ausztenit átalakulást jelzi. Az ezt követő exoterm csúcs eddig ismeretlen folyamatot jelez. A folyamat lejátszódása után nincs további átalakulás a mintában sem hűtés során, sem a következő ciklusban. Az öregítési időtartam növelésével a csúcsok területe egyre kisebbek lettek, 16 perces öregítés után pedig teljesen eltűntek.

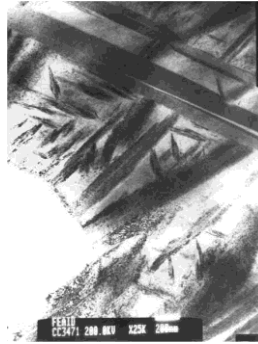
Mivel a 3. ábrán látható viselkedést csak az öregített minták mutatták, az öregítő hőkezelés során végbemenő folyamat jellemzése érdekében egy előzőleg nem öregített mintát felhevítettünk 400°C-ra a DSC-ben. Az eredmény a 4. ábrán látható.



4. ábra A nem öregített CuAlNiMn ötvözet DSC ciklusa 400°C-ra hevítéskor

A diagram szerint hevítés során 300°C körüli hőmérsékleten egy exoterm folyamat játszódott le a mintában. Valószínűsíthető, hogy az öregítő hőkezelés során ugyanez a folyamat zajlik. Ha az öregítés megfelelően hosszú (legalább 16 perc), akkor a folyamat befejeződik a hőkezelés során a darab teljes térfogatában és a minta nem mutat átalakulást a DSC vizsgálat során. Ha azonban az öregítő hőkezelés nem elég hosszú, a folyamat megszakad és az első DSC ciklusban fejeződik be a martenzit→ausztenit átalakulás után. Ez a jelenség látható a 3. ábrán. Függetlenül attól, hogy az exoterm folyamat az öregítő hőkezelés során, vagy az első DSC ciklusban fejeződik be, a folyamat befejeződése után a minta nem mutat termoelasztikus átalakulást.

A DSC-ben 400°C-ra hevített minta szerkezetét mutatja az 5. ábra. Mivel a mintában nem volt átalakulás az exoterm folyamat lejátszódása után, az 5. ábra az exoterm folyamat által létrehozott szerkezetet mutatja.



5. ábra A DSC-ben öregített CuAlNiMn ötvözet szerkezete Nagytítás=25000X

6.

Az 5. ábra szerint az exoterm folyamat által létrehozott szerkezet lemezes, martenzithez hasonló. Az így kialakult szerkezet nem hajlamos további átalakulásra (4. ábra). Ez arra utal, hogy a folyamat során kialakult szerkezet nem termoelasztikus martenzit.

A nem öregített minta (2. ábra) és az öregített minta (5. ábra) szerkezetét összehasonlítva eltérések figyelhetők meg a két szerkezet között. Míg a nem öregített minta TEM felvételén csak nagy, párhuzamos lemezek láthatóak, az öregített minta esetében a nagyobb lemezek mellett kisebb, lencse alakú lemezek is láthatóak. Eszerint az exoterm folyamat által létrehozott szerkezet nem azonos a termoelasztikus martenzittel.

Az exoterm folyamat előtt a minta ausztenites állapotban van (Ezt igazolja a DSC diagram 4. ábra). Az exoterm folyamat által létrehozott szerkezet a martenzithez hasonlóan lemezes. Ezek alapján elmondható, hogy az exoterm folyamat olyan átalakulás, amely során ausztenitből martenzithez hasonló szerkezet jön létre. Az exoterm folyamat során kialakult szerkezet nem hajlamos további átalakulásra (4. ábra). Ez azt igazolja, hogy a folyamat során kialakult szerkezet nem termoelasztikus martenzit.

Köszönetnyilvánítás

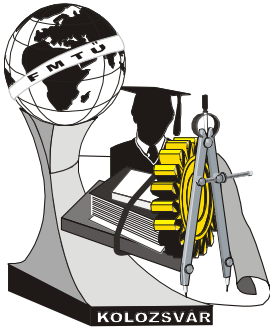
Szeretnénk köszönetet mondani Daróczy Lajosnak és a Debreceni Egyetem Szilárdtestfizika Tanszék dolgozóinak a TEM vizsgálatokhoz és az elektrondiffrakciós vizsgálatokhoz nyújtott segítségükért.

Irodalomjegyzék

- [1] K. Otsuka, C. M. Waymann: Shape Memory Materials, Cambridge University Press, 1998, p. 27-49, 105-109, 184-189, 199-201, 203-206, 223
- [2] H. Funakubo: Shape Memory Alloys, OPA (Amsterdam), 1987, p. 1-57,
- [3] T. Daricek, J. Lasek, N. Zarubova, V. Novak, P. Bartuska: Ageing Effects in a Cu-Al-Ni Shape Memory Alloy, Journal De Physique, IV France, 11, 2001
- [4] N. Zárubová, A. Gemperle, V. Novák: Ageing Phenomena in a Cu-Al-Ni Alloy, Journal De Physique, IV France 7, 1997
- [5] Benke Márton: Alakemlékező ötvözetek és vizsgálatuk, diplomatervezési feladat, 2004

Benke Márton / PhD hallgató

Miskolci Egyetem Fémtani és Képlékenyalakítási Tanszék / 3515, Miskolc, Egyetemváros
(46)565111, marion_benke@hotmail.com



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

SZÉN NANOCÖVEK SZINTÉZISE PORLASZTÁSOS PIROLÍZIS MÓDSZERREL, FOLYÉKONY SZÉNHIDROGÉNEKBŐL

P. I. Nemes ^a; K. Kertész ^b; L. Tapasztó ^b; A. A. Koós ^b; Zs. Sárközi ^a; Z. Vértesy ^b; Z. E. Horváth ^b; S. Darabont ^a; L. P. Biró ^b

^a Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Fizika Kar, Kolozsvár

^b MTA–MFA Nanoszerkezetek Kutatása Osztály, Budapest

We discuss the preparation of carbon nanotubes by spray pyrolysis method, which is a type of CCVD method. During our experimental work we have studied the influence of different benzene derivatives on the obtained carbon nanotubes. The samples were studied by HRTEM and STM methods.

A szén nanocsövek előállítását tárgyaljuk porlasztásos pirolízissel, amely a CCVD (Catalytical Chemical Vapor Deposition) módszer egyik változata. A szén nanocsövek növesztésére folyékony benzolszármazékokat használtunk. Tanulmányoztuk hatásukat a nyert nanocsövek mennyiségére és minőségére. A kapott szén nanocső mintákat tisztítottuk, HRTEM és STM módszerekkel vizsgálatuk.

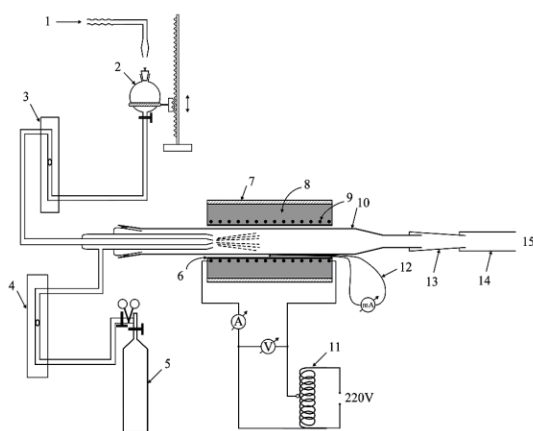
Bevezető

1991-ben S. Iijima fedezte fel a szén nanocsöveket szénrudak közti egyenáramú ívkisülés során keletkezett koromban [1]. A szén nanocsövek felfedezése és ezek kiváló fizikai tulajdonságainak feltárását követően, nagy lendülettel indult meg a kutatásuk, főleg a kiváló mechanikai és elektromos tulajdonságaiknak köszönhetően. A mai napig számos gyakorlati alkalmazásuk született: Li alapú akkumulátorok elektródáitól, lapos képernyős kijelzőkig. A különféle műszaki alkalmazások specifikus tulajdonságokkal rendelkező szén nanocsöveket igényelnek. Ez különböző előállítási eljárások kifejlesztését vonja maga után. A leggyakrabban használt módszerek következők: egyenáramú ívkisülés szénrudak között, széntartalmú anyagok lézeres kezelése, szénhidrogének katalitikus bontása (CCVD) [2]. A dolgozatban egy olyan módszert mutatunk be, amellyel alacsony áron nyerhetünk nagy tisztaságú, többfalú szén nanocsöveket. Ezen előállítási módszer a porlasztásos pirolízis, amely a CCVD eljárás egyik változata. A módszer előnyei többek között,

az aktív katalizátor és szénforrás folyamatos pótlása a reakcióterben a szintézis során, a berendezés olcsósága és egyszerűsége. Jelen dolgozat célja, szén nanocsövek előállításának bemutatása a porlasztásos pirolízis módszerrel, különböző benzolszármazékok, mint szénforrás felhasználásával. A dolgozat során tárgyaljuk az általunk használt szénforrások: benzol, toluol, xilén, ciklohexán és ciklohexanon hatását a nyert szén nanocsövek mennyiségére és minőségére. Kutatásaink célja, minél jobb minőségű szén nanocsövek előállítása, amelyeknek tisztasága és ára, elérhetővé és használhatóvá teszi őket a modern alkalmazásokban. A nyert mintákat HRTEM (High Resolution Transmission Elektron Microscopy) és STM (Scanning Tunneling Microscopy) vizsgálatoknak vetettük alá.

Kísérlet

Kísérleteink során a porlasztásos pirolízis megvalósítására az 1. ábrán látható berendezést használtuk. A porlasztásos pirolízis során, egy kvarcreaktorban fémkatalizátor (Fe) jelenlétében keletkeznek a szén nanocsövek. A katalizátornak kettős szerepe van: széntartalmú molekulák bontása és növekedési góc a növekedő szén nanocsövek számára. A vaskatalizátor (ferrocén), a folyékony benzolszármazék (szénforrás) oldata porlasztással jut a reaktorba (kvarccső). A porlasztást Ar gázzal végeztük. A végterméket a kvarccső faláról mechanikai úton (kaparással) távolítottuk el, valamint folyóvíz és



1. Ar gáz csatlakozó, 2. oldatot tartalmazó tartály, 3. oldat hozamméter, 4. Ar gáz hozamméter, 5. Ar tartály, 6. Al₂O₃ henger, 7. kerámia henger, 8. elektromos és hőszigetelés, 9. melegítő ellenállás, 10. kvarc cső (reaktor), 11. takaréktaszformátor, 12. Pt–Pt(Rh) termoelem, 13. teflon cső, 14. gumicső, 15. kivezetés

salétromsav keverékével (1:1). A nyert mintákat tisztítottuk híg salétromsavas főzéssel, amit desztillált vízes főzés követett. Így elértük a csövek közötti fémtartalmú szennyeződések (Fe, Fe₃C), eltávolítását [3]. A szintéziseknél alkalmazott feltételek: az Ar gáz hozama (500 l/óra), az oldat hozama (1 ml/perc), a reaktor hőmérséklete (875°C), a katalizátor koncentrációja a szénforrásban (3g/50ml). Eddigi vizsgálataink alapján, ezen kísérleti paramétereket alkalmazva kapjuk a legjobb minőségű és mennyiségű szén nanocsöveket, ha benzol szénforrást használunk és ferrocén katalizátort.

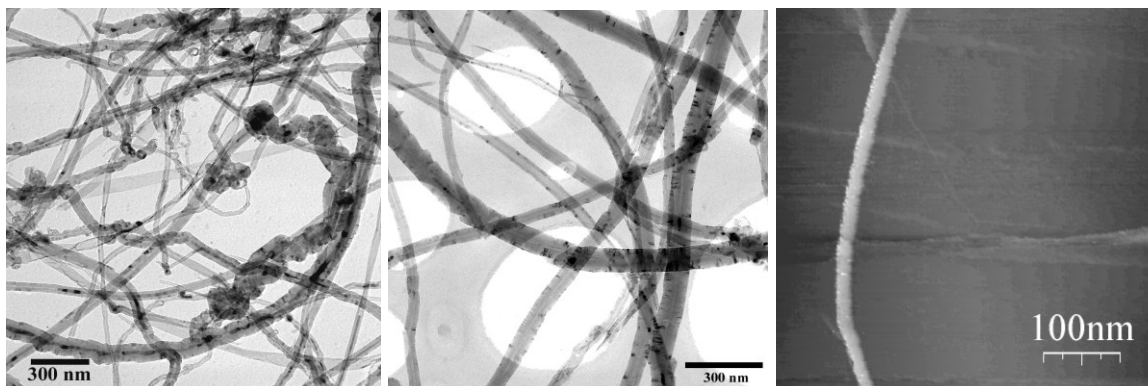
Kísérleti eredmények és tárgyalásuk

Az alábbi táblázat tartalmazza a különböző benzolszármazékokra vonatkozó kísérleti eredményeket. Minden kísérlet lebonyolításakor a fent említett paramétereket próbáltuk betartani. Ez nem sikerült az

A minta jelölése	A szénforrás és mennyisége (ml)	A katalizátor és mennyisége (g)	A keletkezett végtermék (korom) mennyisége (g)	A tisztításra bemért végtermék (korom) (g)	A tisztítás után nyert végtermék (g)	A tisztítás utáni és előtti anyagmennyiségek aránya (%)
S42	100 ml benzol	6 g ferrocén	1,151(2)	0,3	0,195(7)	65%
S29	100 ml toluol	6 g ferrocén	1,261(2)	0,3	0,198(5)	66%
S30	100 ml xilén (izomerek keveréke)	6 g ferrocén	3,951(3)	0,3	0,241(4)	80%
S32	100 ml ciklohexán	5,33 g ferrocén	1,743(6)	0,3	0,246(4)	82%
S33	100 ml ciklohexanon	5,33 g ferrocén	1,277(6)	0,3	0,214(0)	71%

Benzol és származékaira vonatkozó kísérleti adatok

S32 és S33 minták esetében, ugyanis a ferrocén oldékonysága ezekben a szénforrásokban valamivel kisebb. A táblázat adatait tanulmányozva, megállapíthatjuk, hogy a keletkezett végtermék mennyiségét tekintve, a legjobb szénforrás a xilén (izomerek keveréke), amit a ciklohexán és toluol követ. A tisztított minták HRTEM vizsgálata fényt derített a mintákban található szén nanocsövek méreteire, a minta szennyezettségére, a szén nanocsövek falainak a grafitizáltságára, stb. általános képet adva a minta minőségéről. Ezek alapján a mintákról általában elmondhatjuk, hogy a szén nanocsövek hossz/átmérő aránya $10^2 - 10^3$, a legtöbb cső átmérője 30 – 40 nm, az átmérőeloszlás szórása pedig 10 nm körül van. Ez alól kivételt képez az S32 minta, amely szén nanocsöveinek nagyon széles az átmérőeloszlása, 190 – 200 nm-es csöveket, kevés számú szénszálat is tartalmaz és az S33 (ciklohexanon), amely esetében nagyon kevés cső keletkezett. A többi mintában a nagy átmérőjű csövek aránya kicsi. Mindegyik minta szén nanocsövei tartalmaznak, a csövek belsejében katalizátor tartalmú szennyeződést. Az S42 (benzol), S29 (toluol) és S30 (xilén) minták vizsgálata azt mutatja, hogy a csövek minősége javul a benzoltól a xilénig, azaz a csövek egyenesebbek, falaik kevesebb hibát tartalmaznak (grafitizáltságuk jobb). Ugyanakkor a minták szén nanocső tartalom nő. A ciklohexán esetében is a csövek túlnyomó részének a grafitizáltsága jó, a csövek egyenesek, a nagyon nagy átmérőjű csövek fala több hibát tartalmaz. Minden minta közül, az S30 (xilén) minta minőségileg messzemenően a legjobb. A 2. ábrán észrevehetjük, hogy a benzollal készült nanocsövek egy része görbült, azaz falaik hibákat tartalmaznak, a csövek belsejében katalizátortartalmú szennyeződés található. Ezt összehasonlítva 3. ábrával, a xilénnel készült minta szén nanocsövei egyenesek, a csövek fala csak helyenként tartalmaz beépült katalizátort. A TEM vizsgálat alapján a tisztított minta 95%-a szén nanocső, míg a tisztított S42 (benzol) minta csupán fele nanocső. A minta nagy tisztaságát a tisztítás utáni és előtti anyagmennyiségek aránya is tükrözi. A ciklohexanon szénforrás használatától azt reméltük, hogy elágazó szén nanocsöveket szolgáltat az oxigéntartalom miatt, előző eredményeinkre támaszkodva [4] a tiofén szénforrással, amely kéntartalmú vegyület. Ugyanis a kén és oxigén külső elektronhéjának szerkezete nagyon hasonló. Az STM vizsgálat lehetőséget adott a mintákban található ~30 nm-nél kisebb átmérőjű szén nanocsövek vizsgálatára. Az STM vizsgálat megerősítette az S30 (xilén) minta szén nanocsövei felületének jó grafitizáltságát (4. ábra).



2. ábra. S42 (benzol) minta jellegzetes TEM képe

3. ábra. S30 (xilén) minta jellegzetes TEM képe

4. ábra. ~20 nm átmérőjű szén nanocső STM képe, S30 mintában

Következtetések

Az általunk használt porlasztásos pirolízis módszer, alkalmas nagy mennyiségű és elfogadható árú többfalú szén nanocsövek előállítására. Az eljárás, kisebb módosításokkal, lehetővé teszi a szén nanocsövek ipari méretű előállítását. A benzolszármazékokkal végzett kísérleteink során, a xilénnel kapott eredményeink a legígéretesebbek. Mivel a kísérleti paramétereket eddig csak a benzolra optimalizáltuk, érdemes ezt az optimalizálást a xilénre is elvégezni. A ciklohexán, jó szénforrásnak bizonyult, úgy mennyiségileg, mint minőségileg. Hátránya, hogy nem oldódik benne nagyobb mennyiségben a ferrocén. A ciklohexanonnal nem sikerült elérni a kívánt eredményt, azaz elágazó szén nanocsöveket előállítani.

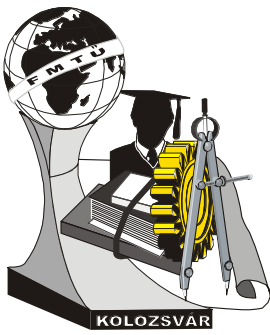
Köszönettel tartozunk a Sapientia Alapítvány KPI intézetnek, valamint az MTA–MFA Nanoszerkezetek Osztálya (Budapest, Magyarország) munkaközösségének a támogatásért.

Irodalom

- [1] S. Iijima, *Nature* **354** (1991), 56
- [2] Kin–Tak Lau, David Hui, *Composites Part B*, **33** (2002), 263–277
- [3] L. P. Biró, Z. E. Horváth, A. A. Koós, Z. Osváth, Z. Vértesy, Al. Darabont, K. Kertész, C. Neamtu, Zs. Sárközi, L. Tapasztó, *J. Optoelectron. Adv. Mater.* **5** (2003) 661.
- [4] Al. Darabont, K. Kertész, C. Neamtu, Zs. Sárközi, L. Tapasztó, L.P. Biró, Z.E. Horváth, A.A. Koós, Z. Osváth, Z. Vértesy, Production of carbon nanotubes by the catalysed vapour phase pyrolysing process, *Studia Universitatis Babeş–Bolyai, Physica*, Special Issue 2, (2003), 321–324

Nemes–Incze Péter

IV. éves fizika szakos hallgató, BBTE Fizika Kar, 400084 Kolozsvár, Kogălnceanu u. 1
telefon: +40-744378370, email: nemesp@gmail.com



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

PVC-PE HETEROGÉN RENDSZEREK

Kollár Mariann, Marossy Kálmán, Bárczy Pál

Abstract

Polyethylene (PE) and polyvinyl-chloride (PVC) differ in many aspects making them difficult to blend together. Large contrast in polarity, crystallinity and viscosity, together with the presence of the microcrystallites in the molten state lead incompatibility. During mixing, a domain structure with low adhesion between phases generated. This gives rise to poor mechanical properties.

Absztrakt

A polivinil-klorid és polietilén sok tekintetben különböznek egymástól, mely bonyolulttá teszi egymással való keveredésüket. Polaritásbeli különbség, a polietilén kristályossága, valamint az eltérő viszkozitás miatt a két polimer összeférhetetlen rendszert alkot. A PVC-PE kétkomponensű rendszerben a két fázis között létrejövő kölcsönhatás gyenge, emiatt a PVC-PE blendék mechanikai tulajdonságai messze elmaradnak a többi, széles körben alkalmazott polimerkeverékétől.

1. Bevezetés

A kőolajkészletek végecséje és a tudatos környezetvédelem arra kényszeríti az emberiséget, hogy több figyelmet fordítson a műanyag termékek újrahasznosítására. Problémát jelent viszont hogy a legnagyobb tömegben használt polimerekből készült keverékek gyenge mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. A PVC-t és a PE-t széles körben alkalmazzák, ám a belőlük készült blendékből nem lehet használható terméket előállítani. Cél, hogy különböző adalékokkal a két polimer közötti kölcsönhatást megnövelve termodinamikailag összeférhető polimer blendet hozzunk létre. Ezt megelőzőleg azonban meg kell vizsgálnunk a keverékek tulajdonságait.

2. Polimerek elegyíthetősége

A kívánt tulajdonságok elérésének feltétele, hogy az alkotóelemek közötti kölcsönhatás kellően erős legyen. A kialakuló szerkezetet befolyásolja a polimer keverékek tulajdonságait. A szerkezet azonban a polimerek elegyíthetőségétől függ, elegyíthetőségről viszont csak abban az esetben beszélhetünk, amikor a keverékekben tökéletesen homogén szerkezet alakul ki, és a keveredés molekuláris szinten is végbemegy. A nem elegyedő polimerek heterogén szerkezetet alakítanak ki. Az elegyíthetőség fontos kérdése a polimerek alkalmazhatóságának. A komponensek között létrejövő kölcsönhatás befolyásolja az elegyedést, a keletkező fázisok számát, a szerkezetet és a mechanikai tulajdonságokat.

2. 1. Elegyíthetőség vizsgálatára alkalmas módszerek

Az elmúlt években több eljárást dolgoztak ki a polimerek elegyíthetőségének meghatározására. Ezekkel a módszerekkel kisebb-nagyobb pontossággal meghatározható az elegyíthetőség.

2. 1. 1. Kölcsönhatási paraméter meghatározása oldószerfelvétellel

A vizsgálat során a polimer keverékeket különböző oldószerekbe áztatják, és mérik a felvett oldószer mennyiségét. Ha a polimer molekulák közötti kölcsönhatás kisebb, mint a polimer-oldószer közötti kölcsönhatás, akkor a keverék által felvett oldószer mennyisége nagy. Ellenkező esetben a felvett oldószer mennyisége kevesebb. A vizsgálat során alkalmazott oldószerben a polimerkeverék nem oldódhat, csak duzzadhat.

2.1.2. Kölcsönhatási paraméter meghatározása oldhatósági paraméterből

Az oldhatósági paraméter (δ) az egységnyi térfogatú anyag elpárologtatásához szükséges energia négyzetgyöke (Hildebraund [1.]).

$$\delta = \left(\frac{\Delta E_p}{V} \right)^{1/2} \quad (1.)$$

ahol ΔE_p - párolgási energia (J), V-térfogat (cm^3).

Egy másik módszer mellyel oldhatósági paramétert számíthatunk Small [2.] nevéhez fűződik. A molekulák alkotóihoz járulékokat rendelt melyet F_i -vel jelölünk.

$$\delta = \frac{\rho \sum F_i}{M} \quad (2.)$$

ahol F_i -atomcsoportok közötti vonzóerőből adódó konstans ($10^3 \text{J}^{1/2} \text{m}^{3/2} \text{mol}^{-1/2}$), ρ -sűrűség (g/cm^3), M-a monomer egység móltömege (g/mol).

3. Polimer keverékek vizsgálata

3.1. DSC vizsgálatok

A termoanalitikai vizsgálatok során a polimerkeverékek kristályosodásáról kaptunk információt. A DSC vizsgálatok eredményeiből következtetni lehet a kristályos tartományra, az olvadási hőmérsékletre, fázisátalakulásokra (1. Ábra).

3.2. Scanning Elektron Mikroszkópos vizsgálat (SEM)

Az elketronmikroszkópos vizsgálat célja az volt, hogy a polimerkeverékek szerkezetét megvizsgáljuk. A polimerek mikroszkópos vizsgálata bonyolult, ugyanis megfelelő felületkezelés nélkül a minták felületén nem látni semmit. Az előkészítési műveletek során a mintákból vágott vékony szeletek 3 napig duzzadtak toluolban, majd egy hétig száradtak. A toluol eltérő mértékben duzzasztja a PVC és a PE részeket. A PE toluolban jobban duzzad mint a PVC. Oldószerként alkalmazható még acetone, metilén-klorid is, melyek hasonló eredményt adnak. A száradás után a polimerkeverékekre arany réteg került. A vizsgálat során kapott felvételeken jól látható a polimerkeverék heterogén szerkezete. Míg a PE duzzadt az oldószerben a PVC nem. A szárítás során a polietilénből a toluol elpárolgott, így ezek a részek összezsugorodtak, egyes helyekről ki is peregtek (2. Kép).

3.3. Optikai mikroszkópos vizsgálat

Optikai vizsgálatra olyan polimer keverékek a legalkalmasabbak, melyekben nagy szferolitok jönnek létre. A vizsgálat során megállapíthattuk, hogy a PVC mátrixban a PE dendritek mennyisége és mérete nem nőtt a PE mennyiségnek növekedésével. A PE kristályosodásának maximális hőmérsékletén a PVC rugalmas szilárd anyagként viselkedik, gátolva a PE molekulák mozgását (1. Kép).

3.4. Ütővizsgálat

Az ütővizsgálat eredményei egyfajta becslést adhatnak a polimerkeverék komponensei között kialakult kölcsönhatás mértékéről. Ezen kölcsönhatás mértékétől függően az anyagok különbözőképpen viselkedhetnek. Az üvegesedési hőmérséklet alatt a kristályos polimerek ridegen, kis energiával törnek. Más műanyagok plasztikus deformációt mutatnak a törési folyamat során. Ebben az esetben a törési folyamat nagyobb energiát igényel. Az alkalmazott polimer keverék rendszerek rendszerint egy rideg mátrixból állnak, melyben plasztikus részek vannak elosztatva. Ez a heterogén rendszer megnöveli az ütészállóságot. A törési folyamat során a rideg fázis törése és a rugalmas cseppek plasztikus deformációja együtt zajlik le. A komponensek közötti kötőerők nagysága azonban befolyásolja a folyamatot:

- ha a kétkomponensű rendszerre kis Flory- Huggins kölcsönhatási paraméter jellemző, a rugalmas fázisok ellapulnak, deformálódnak, és elnyelik az ütész energiáját
- ha a két komponensre nagyobb a Flory- Huggins kölcsönhatási paraméter akkor a plasztikus részek és a rideg mátrix határa felszakad, a repedés gyorsan végighalad a próbán.

4. Összefoglalás

A polimerek keverésével új tulajdonságú műanyagok állíthatók elő. Az alapanyagok közötti kölcsönhatás, valamint a kialakuló szerkezet befolyásolja a blend tulajdonságait.

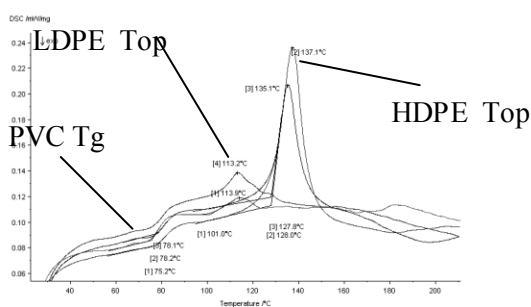
Az elvégzett számítások és vizsgálatok alátámasztották a PVC/PE rendszer összeférhetetlenségét valamint hogy a komponensek közötti kölcsönhatás valóban befolyásolja a keverék mechanikai tulajdonságait. Cél, hogy

különböző adalékokkal a két fázis határfelületi energiáit növelve kedvező mechanikai tulajdonságokkal rendelkező polimer blendet hozunk létre.

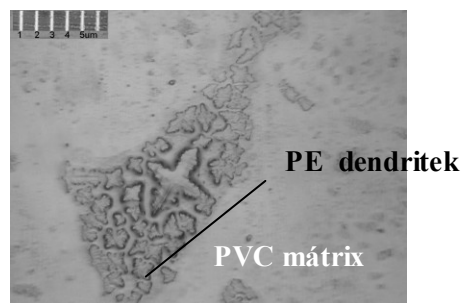
5. Irodalom

- [1.] Hildebrand J. and R. Scott “ The solubility of Nonelectrolytes”, Reinhold Publ. Co., New York 1966
- [2.] Small, P.A.: J. Appl. Chem., 3 p.71. (1953)
- [3.] Flory, P. J. “Principles of Polymer Chemistry” , Itchaca: Cornell Univ. Press 1953.
- [4.] Marossy,K.: Proc. PVC ‘99 Brighton, (1999) Apr. 20-22 p.184-191 Impact modified PVC with mixed modifier system
- [5.] Marossy,K.: Polimerkeverékek (blendek és ötvözetek) gyártási lehetőségei a BorsodChemben (1995), A Kompaund Gyár Fejlesztési és alkalmazástechnikai Osztályának Kiadványa
- [6.] Tóth Judit, MSc Thesis, Technical Univ. Budapest (2004) Investigation of compatibility of PVC, CPVC and CPE as well as the assessment of structure – properties relationship their blends

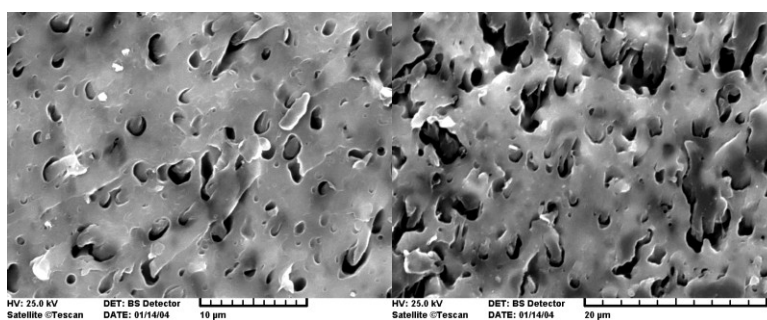
6. Melléklet



1.Ábra.. PVC-PE keverék DSC görbéi



1. Kép. PVC-PE keverék optikai mikroszkópos felvétel



2. Kép 1. a. 8% HDPE+92% PVC nagyítás 3000x;
b. P7 minta 16%HDPE+84%PVC nagyítás 3500x

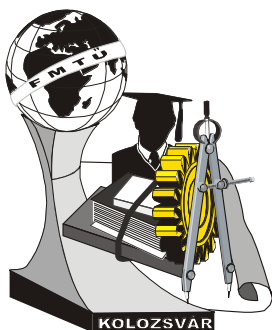
Kollár Mariann/ egyetemi tanársegéd

Miskolci Egyetem, Polimermérnöki Tanszék, Miskolc-Egyetemváros 3515

Tel:+3646-565000-15-36

Fax.+3646-365924

E-mail: femmaja@gold.uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

RÖVID MEGTÉRÜLÉSI IDEJŰ NAPKOLLEKTOROK TERVEZÉSE ÉS HATÁSFOKUK VIZSGÁLATA

Péter Szabó István

The depletion of the fossil energy sources and the commonalty's growing power demand effect more interest in renewable energies. The applying of the renewable energy sources is very low for the capabilities. One of the reason is the unduly high prices of the equipments and thereby the very extended rate of return. In our research started at the University Of Szeged, College Faculty of Food Engineering we proposed the development of equipments wich have good efficiency and lower costs than the actually available models. At first we started to develop collectors that can be manufactured with low costs also in small series. We made four test collectors, which I carried out the comparative measurements with. These measurement allowed to examine the factors affecting the collectors' efficiency as well as to develop other type of collectors for different purposes. For the measurements we built an electronic measuring data collecting system. The data obtained justified our conceptions: the efficiency of our collectors reached, moreover, in spring and autumn may exceeds the efficiency of products, which are on the market, and the previously calculated price is the third of the price of them.

A fosszilis energiaforrások kimerülése és az emberiség növekvő energiaigénye a megújuló energiák iránti egyre nagyobb érdeklődést eredményezi. A megújuló energiaforrások használata jelenleg a lehetőségekhez képest csekély. Ennek egyik oka a berendezések indokolatlanul magas ára, és ezáltal igen hosszú megtérülési ideje. A Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Karán indított kutatásunkban célul tűztük ki olyan berendezések kifejlesztését, amelyek jó hatásfokúak, ugyanakkor sokkal olcsóbbak a jelenleg kaphatóknál. Első lépésként megkezdtük olyan napkollektorok kifejlesztését, melyek kis sorozatban is alacsony költséggel gyárthatóak. Négy kísérleti kollektort készítettünk el, melyekkel összehasonlító méréseket végeztünk. Ezek a mérések lehetővé tették a kollektorok hatásfokát befolyásoló tényezők vizsgálatát, és különböző felhasználási célokra több kollektortípus kifejlesztését. A mérésekhez megépítettünk egy elektronikus mérő-adatgyűjtő rendszert. A mérési eredmények igazolták elképzeléseinket: kollektoraink hatásfoka elérheti, illetve az őszi és tavaszi időszakban meg is haladhatja a kereskedelmi forgalomban kapható gyártmányokét, előzetesen kalkulált áruk pedig mindössze harmada azokénak.

Napkollektorok fajtái, alkalmazásuk

A napenergia hasznosítása napcellákkal és napkollektorokkal lehetséges. Előbbiek a felvett energiát villamos energiává, utóbbiak hővé alakítják. A kollektorok kialakításuk szerint lehetnek síkkollektorok vagy vákuumcsöves kollektorok. A síkkollektorok egyszerűbb és olcsóbb kivitelűek, de hatásfokuk – különösen a késő őszi, kora tavaszi időszakban, alacsony külső léghőmérséklet esetén – elmarad a vákuumcsöves kollektorokétól, melyekben az abszorber felületet vákuumal szigetelik el a külső tértől. Nagy teljesítmények előállításához, erőművekben más kialakítású, pl. parabolatükrös kollektorokat is alkalmaznak.

Mivel célkitűzésünk szerint alacsony költséggel, de jó hatásfokkal, rövid megtérülési idővel rendelkező elemeket kívánunk gyártani, a síkkollektorok tervezését és méréseit végeztük el, a vákuumcsöves típusok gyártása jóval költségesebb. A síkkollektor lényegében egy csőhálózatból, az arra forrasztott, speciális festékkel kezelt abszorber lemezből, és az egészet körülvevő, hátsó oldalán szigetelt, felső részén nagy fényáteresztésű üveggel borított burkolatból áll. A kollektor a csőhálózatában keringtetett folyadéknak adja le a hőt.

A kollektorok leadott hőjét általában használati melegvíz előállítására alkalmazzák, de megfelelő kiépítéssel a rendszer fűtésrámegítésre is alkalmas lehet. A kollektor hatásfokát befolyásoló egyik fontos tényező a külső levegő hőmérséklete. A hatásfok annál jobb, minél kisebb a különbség a szabad levegő és a kollektor abszorberfelületének hőmérséklete közt, mivel a szabad levegőnek konvektív módon átadott hőmennyiség ezzel a hőmérséklet-különbséggel arányos [1]. Ennek megfelelően a kollektorok a hőt a fűtési rendszernek korlátozott hőmérsékleten kell hogy leadják, tehát az alacsonyhőmérsékletű fűtési rendszerekre (padlófűtés, falfűtés) tudnak rásegíteni.

A kollektorok hatásfokát befolyásoló tényezők

A leírtakból következik, hogy a hatásfokra döntő befolyása van a burkolat szigetelésének. A kísérleti kollektoraink eltérnek a jelenleg forgalomban lévőktől: üveg helyett speciális műanyag borítást alkalmaztunk a felső részen. Ennek lényegesen jobb a hőszigetelő képessége, így a kollektor a többi síkkollektorral ellentétben késő őszi és esetlegesen téli üzemre is alkalmas.

Szintén jelentősen befolyásolja a hatásfokot a hőelnyelő felület festése. Erre leggyakrabban szelektív bevonatot alkalmaznak, amely eltérő hullámhossz-tartományban veszi fel és adja le sugárzással a hőt. Ezek a bevonatok titkos összetételűek, és nem hozzáférhetők. A szakirodalom szélsőséges adatokat tartalmaz ezen felületek hatásfoknövelő eredményéről. Méréseink kimutatták, hogy a szakirodalom

egyes adatai nem csak pontatlanok, hanem értelmetlenek is, mivel azt mutatják, hogy a szelektív bevonat 100 % fölé emelné a hatásfokot. A szelektív bevonat helyett szolárlakkot alkalmaztunk.

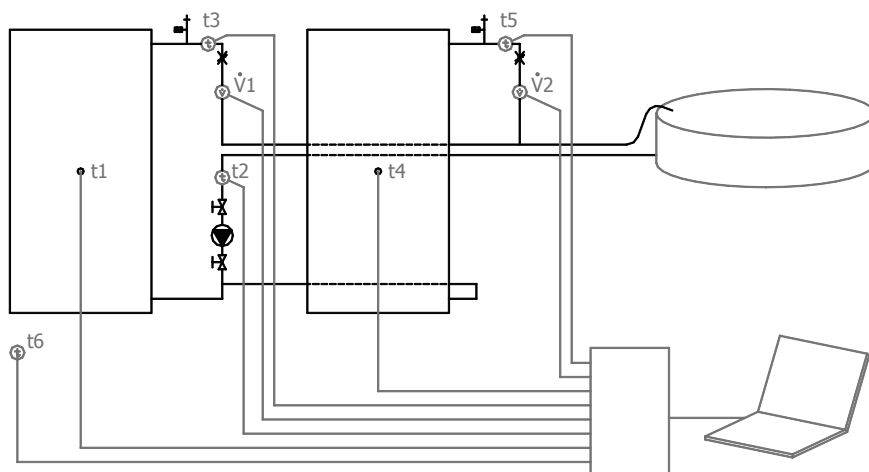
Méréseink eredménye szerint a hatásfokot befolyásolja az abszorber lemez hátoldalának festése vagy fényesen hagyása is. A kollektor hatásfoka jobb, ha az alsó felületet fényesen hagyják, csak a felső felületet festik.

Technológiai problémák

A gyártás során gondot jelentett a csőhálózat és az abszorber lemez kötését biztosító megfelelő forrasztási technológia és forrasztanyag kiválasztása. Az alkalmazott fekete szolárlakkot a felületre kell égetni. A lágyforrasztás nem bírja ki az égetési hőmérsékletet, ezért keményforrasztást alkalmaztunk. A keményforrasztás hátránya, hogy hajlamos a korrózióra. A későbbiekben esetlegesen változtatni kell a forrasztási technológián, korróziót egyelőre nem tapasztaltunk.

A kollektorok tervezésekor meghatározó kritérium az, hogy ki kell bírniuk az üresjáratú hőterhelést. Amennyiben a kollektoros rendszer használaton kívül van (nem kering benne a folyadék), a hőmérséklet – és így a nyomás – jelentősen megemelkedhet. Minden típusnál szükséges egy biztonsági nyomáshatároló szelep beépítése. A polikarbonát borítású kollektoroknál figyelembe kell venni azt, hogy a polikarbonát kevésbé hőálló, mint az üveg, és a hőtágulása is gondot okozhat. Ezen problémák kiküszöbölésének egyik módja egy biztonsági hőcserélő alkalmazása, amely a kollektor által szükségtelenül felvett hőt a szabad levegőnek adja át.

A kísérleti síkkollektorok és a mérőrendszer

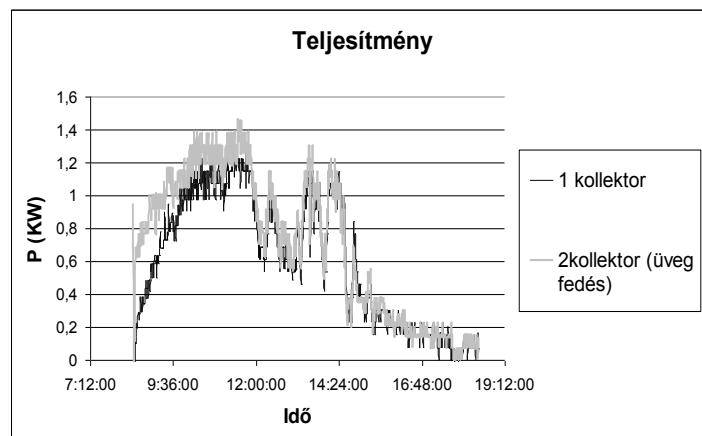


1. ábra. A digitális mérőrendszer kapcsolási vázlata

A mérésekhez négy kollektort gyártottunk le, ezeket páronként hasonlítottuk össze, így kimérhettük az eltéréseket az üveg és a polikarbonát borítás, a különböző abszorberfestékek, a lemez hátoldalának festése vagy fényesen hagyása közt. A méréseket különböző időjárási feltételek közt végeztük, PLC-vel szabályozott digitális adatgyűjtő rendszerrel. A kollektorok terhelése egy medence vizének felmelegítése volt.

Eredmények

A következő ábra egy nyári mérés napi adatgyűjtésének eredményeit tartalmazza:



2. ábra. A polikarbonát és az üveg borítás összehasonlítása

Az ábrán jól látható, hogy a nyári időszakban – mivel a polikarbonát borítás hőszigetelő hatása kevésbé érvényesül, az üveg fedés (szürke görbe) nagyobb hatásfokot eredményez. Az őszi és téli üzem esetén ez a viszony megfordul. Ennek megfelelően a különböző körülményekhez több kollektortípust kísérleteztünk ki. A sorozatgyártás megindítása jelenleg folyamatban van, eddig kb. 200 m²-nyi síkkollektorra van megrendelésünk. További kutatási terveink közt szerepel a kollektorok nyári teljesítményfölöslegének többcélú hasznosítását szolgáló berendezések, illetve egyéb megújuló energiákat, pl. talajhőt hasznosító, rövid megtérülési idejű rendszerek tervezése.

Irodalomjegyzék

[1] Szabó Gábor, Péter Szabó István (2003): Alkalmazott műszaki hőtan. *Távoktatási jegyzet, SZTE SZÉF*, pp. 194., 84.o.

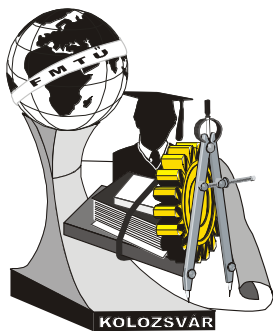
Péter Szabó István

SZTE Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar

6724 Szeged, Mars tér 7.

telefon/fax: 00-36-62-546-003

e-mail: pszi@szef.u-szeged.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GYORSÍTOTT ELJÁRÁS KIDOLGOZÁSA A MINIATŰR AUTÓLÁMPÁK FÉM-ÜVEG KÖTÉSÉNEK ÉLETTARTAMVIZSGÁLATÁRA

Bálint Péter

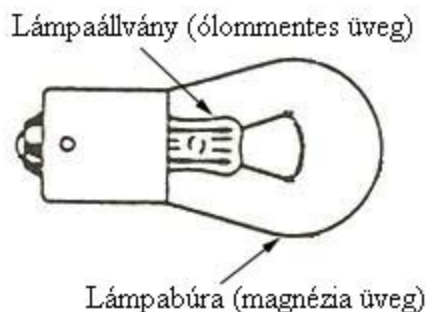
Abstract

This TDK (Scientific Student Conference) work is the part of the scholarship-tender Aschner Lipót of G.E. with the title: Alternatives for raising life expectancy of stop lamps and reducing the material costs by the improvement of glass-metal sealing. At first I had to examine the electrolytic processes that occur in stop lamps for the tender. These processes take place between the two electrodes in the lamp basis as the result of the direct current. My task was to develop a faster method during which the results of the life expectancy examination should not be waited for, since we get a quick forecast about the conformance of the seal.

Összefoglalás

A TDK munka a G.E. Aschner Lipót ösztöndíj-pályázat: „Miniatűr autólámpák élettartam növelési lehetősége, és az anyagköltség csökkentése a fém-üveg kötés javításával” című téma részeként íródott. A pályázati munkához elsőként a miniatűr autólámpákban (index- és stoplámpa) lejátszódó elektrolitikus folyamatok vizsgálatára volt szükség. Ezek a folyamatok egyenfeszültség hatására a lámpaállványban lévő bevezetők között zajlanak le. A feladatomban volt egy gyorsított eljárás kidolgozása, melynek eredményeként nem kell megvárni a lámpa élettartam-vizsgálatát, hanem előrejelzést kapok a kötés jóságáról.

A GE által gyártott miniatűr autólámpák (stoplámpa, indexlámpa) a világpiacon igen elterjedtek. Megbízhatóságuknak és versenyképes árúknak köszönhetően a GE egyre több járműgyártó cég beszállítójává válik. Az 1. ábrán egy izzólámpának látható a vázlatos rajza.



1. ábra indexlámpa

Probléma

A lámpák élettartamának fontos meghatározója, hogy az árambevezetés helyén milyen a fém-üveg vákuumzáró, illesztett kötés. A miniatűr autólámpákban a jó vákuumzárást biztosító fém-üveg kötés technológiája hosszú ideje változatlan: általában speciális bevezetőre (dumet) lapítunk ólommentes lágyüveget. A két anyag illesztett kötést ad (hőtágulási együtthatójuk megegyezik), mely biztosítja a vákuumzárást a lámpa élettartama alatt. [1] Az ólommentes üvegben nagyméretű ionok vannak, melyek legfontosabb szerepe; működés közben az egyenáram hatására az üvegben végbemenő elektrolitikus folyamatok akadályozása. Ugyanis a lámpában működés közben az egyenfeszültség elektrolizációs folyamatokat indít el. Aminek hatására az üveg egyenáramú ellenállása lecsökken a fém-üveg kötés környezetében [2], illetve nagyobb probléma, hogy az ionvándorlás következtében az üvegösszetétel lokálisan megváltozik. Emiatt változik a hőtágulási együtthatója is, ami így eltér majd a fémétől, így a kötés megrepedezik és tönkremegy.

Problémát jelent, hogy az alkalmazott ólommentes üveg ára körülbelül háromszorosa a búraüvegként alkalmazott magnézia (mész-nátron) üveg árának. A lámpaállvány teljes egészében ebből készül, ezért nagy előrelépést jelentene költségcsökkentés terén, ha sikerülne az ionvándorlást más módon megakadályozni, és az állvány is készülhetne a búraüvegből. Ennek érdekében első lépésként meg kell részletesen vizsgálni az üvegben lejátszódó elektrolitikus folyamatokat, melyek elég lassúak és nehezen megfigyelhetők.

Kísérlet

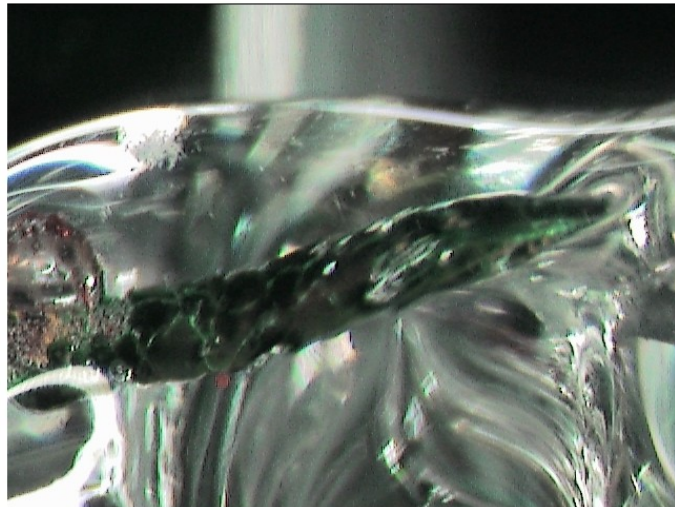
A TDK dolgozat fő célja egy általam kidolgozott: az üvegben, mint szilárd elektrolitban gyorsított elektrolízist előidéző kísérlet bemutatása. A kísérletet a GE által gyártott 1060-as számú miniatűr

autólámpa állványára terveztem, és ezzel végeztem a méréseket. A mérés lényege, hogy a vizsgálandó lámpaállványokra a normál működési körülményekhez képest: igen magas hőmérsékleten (300-450C statikus hőterhelés), nagy egyenáramú feszültséget (40V-200V) kapcsolok. Emellett periodikus időközönként áramlökésekkel terhelem (4-8A dinamikus hőterhelés).

A mérés lényege, hogy a lámpában működés közben az egyenfeszültség elektrolizációs folyamatokat indít el. Ez a jelenség fennáll a normál üzemi körülmények közt is csak jóval lassabban fejti ki hatását, mint a kísérlet során. A kísérletben az emelt hőmérséklet és az emelt feszültség az elektrolizáció gyorsítását végzik (az üveg egyenáramú ellenállása a hőmérséklet növekedésével csökken), az áramlökések pedig kettős szereppel bírnak: egyszer a fém-üveg kötés közvetlen környezetében tovább növelik a hőmérsékletet (60-80C-al), másodszer pedig hőlökéseket adnak a kötésnek. Ami, így hamarabb megrepedezik a kisebb mértékű hőtágulási együttható megváltozására is, ennek a kísérlet kiértékelésében van nagy szerepe, mivel így jobban analizálható az elektrolízis okozta változás.

A mérések során két különböző lámpaállványt vizsgáltam, az egyik a jelenleg is állványgyártásban alkalmazott ólommentes üvegből készült, a másik pedig magnézia üvegből. A választás azért ezekre esett, mert olyan mérési paraméterek beállítása volt a cél melyek esetén rövid kísérlet idő alatt eldönthető, hogy a fém-üveg kötés az üveg-elektrolizáció során végbemenő változások hatására is megfelelő-e a lámpa teljes élettartamára. Továbbá cél volt annak a beállításnak a megkeresése, melynél a magnéziából készült állvány fém-üveg kötése tönkremegy (megrepedezik), mivel kisebb az egyenáramú ellenállása; de az ólommentes üvegből készült még éppen nem. Így ha egy újfajta kötést vizsgálunk a kísérlettel, - az adott lámpatípusnál – jó közelítéssel eldönthető a kötés jósága, ugyanis ha nem megy jobban tönkre az ólommentesnél, akkor valószínűleg megfelelő.

A kísérletek során különböző repedéshálózatok alakultak ki a fém-üveg kötésnél a dumet felületén, amikor a pozitív polaritású dumetszálnál alkalmaztam az áramlökéseket, ilyen repedéshálózat látható a 2. ábrán. Emellett megfigyelhető volt a pozitív szál elfeketedése és a negatív szál kisárgulása.



2. ábra A dumeten létrejövő repedéshálózat

Az eredmények alapján egy skálát vezettem be, ami az elektrolizáció miatti tönkremenetelt jellemzi. A skála segítségével vizsgáltam az egyes paraméterek hatását.

Eredmény

A munkám során kutatómunkát végeztem az üvegek szerkezete, gyártása és alkalmazása terén. Továbbá tanulmányoztam a fém-üveg kötés keletkezésének körülményeit, és a felhasználható ötvözeteket (dumet, Invar). Az ismereteket felhasználva gyakorlati eredményként megalkottam a fém-üveg kötés vizsgálatához szükséges gyorsított öregítő berendezést. Ezzel elkészítettem az első méréseket, amelyekkel megtaláltam azt a kísérleti beállítást, amivel nagy biztonsággal el tudom dönteni egy állványban lévő fém-üveg kötés ellenállását az elektrolizációval szemben. Méréseim igazolták azt a feltételezést, hogy a magnézia üvegből készült állvány kevésbé ellenálló az elektrolizációval szemben, mint az ólommentes üvegből készült.

Irodalom

1. J. H. Partridge: Fém-üveg kötések, fordította: Garay László, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1963
2. E. C. Subbarao: Solid Electrolytes and Their Applications, Plenum Press, New York, 1980

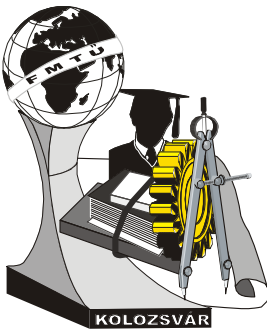
Bálint Péter

Munkahely: BMGE- egyetemi hallgató

Cím: 6771 Szeged, Tulipán u. 9.

Tel.: +36 70/2511083

E-mail: bp424@hszk.bme.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A σ -FÁZIS ÉS AUSZTENIT KÖZÖTTI ORIENTÁCIÓS KAPCSOLAT VIZSGÁLATA DUPLEX KORRÓZIÓÁLLÓ ACÉLOKBAN EBSD SEGÍTSÉGÉVEL

Berecz Tibor – Szabó Péter János

Summary – This paper studies the orientation relationship between the σ - and the well known γ -phase (austenite) forming in duplex stainless steels. A calculation method has been developed to determine the misorientation between these phases from the Nendo orientation relationship by EBSD measurements based on crystallographic methods. The angle of deviation from the Nendo orientation relationship on different ageing time increased.

Összefoglalás – A cikk a duplex korrózióálló acélokban keletkező tetragonális szerkezetű σ -fázis és a jól ismert térben középpontos köbös γ -fázis (ausztenit) orientációs viszonyának feltárásával foglalkozik. Egy kristálygeometriai alapon nyugvó számítási eljárást állítottunk fel, amellyel EBSD adatokból meghatározhatjuk a szóban forgó két fázis orientációjának eltérését a szakirodalom által megadott Nendo-féle orientációs kapcsolattól. A Nendo-féle orientációs kapcsolattól való eltérés a hőkezelési idő függvényében növekvő tendenciát mutat.

Bevezetés

A duplex korrózióálló acélok egy különleges csoportját alkotják a korrózióálló acélok családjának. Nevüket kettős, ausztenites (γ -fázis) és ferrites ($\alpha(\delta)$ -fázis) szövetszerkezetükről kapták, amelyben a két fázis aránya 50-50% körül mozog. Ez a különleges szövetszerkezet erős ötvözés eredménye alacsony karbon tartalom mellett (**1. Táblázat**). A számos ötvözőelem további hatásaként nagyszámú és változatos kiválások jönnek létre. Ezen kiválások közül az egyik legjelentősebb a σ -fázis, egy kemény, rideg kiválás, amely a 650-1000°C hőmérséklettartományban keletkezik az γ/δ fázisok határán. Jelenléte ridegséget okoz és csökkenti a korrózióállóságot [1], [2]. E munka célja a kristálytani kapcsolat tanulmányozása a σ - és γ -fázisok között.

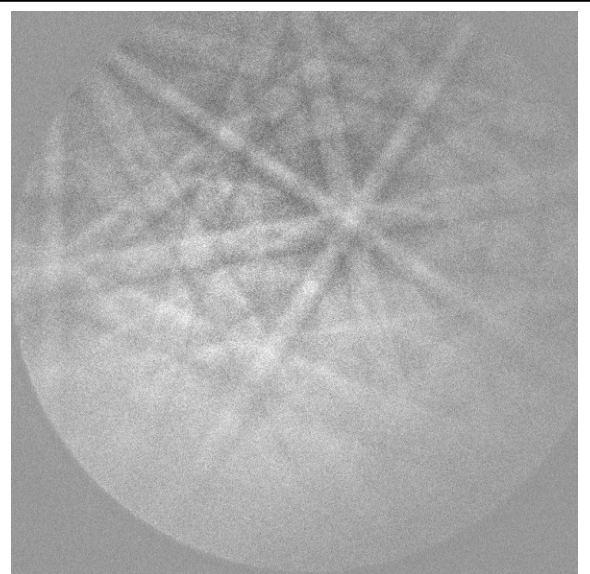
C [%]	Cr [%]	Ni [%]	Mo [%]	W [%]	Cu [%]	N [%]
max. 0,03	22-25	4-7	0-4	0-2	0-1,5	0,1-0,35

1. Táblázat
A duplex korrózióálló acélok jellegzetes összetétele [1].

EBSD

Az EBSD (*electron back scatter diffraction*) egy olyan lehetőség a pásztázó elektronmikroszkópiában, amely által a visszaszórt elektronok segítségével az anyag mikrotextúrájáról az eddigieknél sokkal

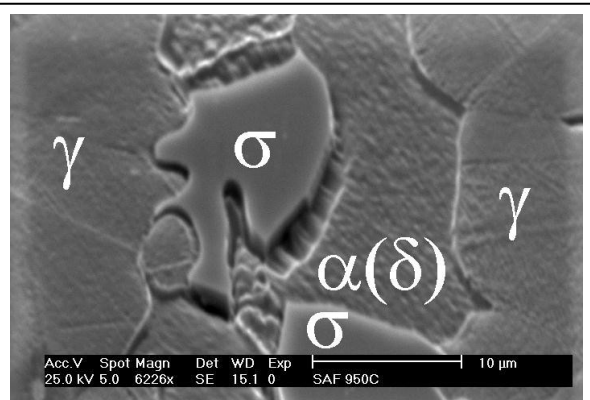
pontosabb és nagyobb mennyiségű információt nyerhetünk, mint más eljárásokkal előtte. Az EBSD úgy működik, hogy a mintáról visszaszórt elektronok a vizsgált anyag rácsszerkezetétől függő, egyenes vonalakból álló mintázatot hoznak létre: ezeket Kikuchi-vonalaknak nevezzük (**1. ábra**). A szoftver a kristálysíkokat jelző Kikuchi-vonalak helyzetéből határozza meg, hogy hol milyen fázisok találhatóak. Az EBSD által meghatározható a különböző fázisok egyes szemcséinek orientációja, és az adott területről orientációs térkép is készíthető. Az EBSD vizsgálatokhoz a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék Philips XL30 típusú pásztázó elektronmikroszkópját és a hozzá tartozó EDAX-TSL EBSD berendezést használtuk.



1. ábra
Ausztenitről származó Kikuchi-vonalakból álló EBSD-mintázat.

A minták előkészítése

A vizsgálatokhoz hidegen hengerelt majd lágyított SAF2507 típusú duplex korrózióálló acélból készített mintákat alkalmaztunk, amelyeket 900°C-on hőn tartottunk 200, 500, 1000, 5000 mp időtartamokra, és a hőntartásokat levegőn történő hűtés követte. Ahhoz, hogy megfelelően jó minőségű Kikuchi-vonalakat kapjunk, a mintákat a szokásos metallográfiai előkészítésen túl 0,02 µm névleges méretű SiO₂ részeket tartalmazó pasztával políroztuk, majd sósavas rézszulfát (4g CuSO₄, 20ml HCl, 20ml H₂O) oldatban marattuk. A marószer a különböző fázisokat különböző mértékben és más kristálytani irányok mentén marja, ezért közöttük kontraszt figyelhető meg, ami lehetővé teszi, hogy az egyes fázisokat a pásztázó elektronmikroszkóp visszaszórt elektron (BSE – Back Scatter Electron) üzemmódjában is azonosíthassuk (**2. ábra**).



2. ábra
σ-fázis az α(δ)- és γ-fázisok határán egy pásztázó elektronmikroszkópi felvételen.

A γ/σ fázisátalakulás kristálygeometriai leírása

A σ- és γ-fázisok közötti kristálytani kapcsolatot a szakirodalom szerint a Nenno-féle orientációs viszony írja le, amely a következő alakban írható [8]:

$$(111)_\gamma \parallel (001)_\sigma \text{ illetve } [\bar{1}01]_\gamma \parallel [110]_\sigma.$$

Ez a kapcsolat matematikai alakban is felírható a mátrixalgebra segítségével. Ennek alapja, hogy két azonos helyzetű kockát kétszeri forgatással a Nenno-féle összefüggésnek megfelelő helyzetbe hozunk. Az

első elforgatás szöge: 54,74° és tengelye az $[\bar{1}10]$ irány (3. ábra). A második elforgatás szöge 210°, tengelye pedig az $[111]$ irány (vagyis az eredeti kocka testátlója – 4. ábra).

A forgatási tengelyek és az elforgatási szögek segítségével a forgatási mátrixok felírhatók a [3] szerint.

Az eredő elforgatást a két forgatási mátrix szorzataként kapjuk:

$$\underline{\mathbf{R}} = \underline{\mathbf{R}}_2 \underline{\mathbf{R}}_1 \quad (1)$$

Mivel esetünkben egy térben középpontos köbös rendszerű kristály (ausztenit) alakul át tetragonális kristályrendszerbe (σ -fázis), ezért a kristályrács deformációjával is számolni kell. Ezt az ún. deformációs mátrixszal vesszük figyelembe, amelyet a megfelelő rácsparaméterek hányadosaiból képezünk (2. Táblázat):

$$\underline{\mathbf{D}} = \begin{bmatrix} \eta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \eta_1 & 0 \\ 0 & 0 & \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_\gamma/a_\sigma & 0 & 0 \\ 0 & b_\gamma/b_\sigma & 0 \\ 0 & 0 & c_\gamma/c_\sigma \end{bmatrix} \quad (2)$$

A deformációs mátrixot felhasználva a Nanno-féle orientációs viszony a következő alakban írható:

$$\underline{\mathbf{N}} = \underline{\mathbf{D}} \underline{\mathbf{R}} \quad (3)$$

A σ - és γ -fázisok közötti kristálytani kapcsolat így a következő mátrixegyenlettel írható fel:

$$\underline{\mathbf{N}}_{\sigma_i} \underline{\mathbf{M}}_{\sigma} = \underline{\mathbf{S}}_{\gamma_i} \underline{\mathbf{M}}_{\gamma}$$

Ahol:

- $\underline{\mathbf{S}}$ az egyes kristályrendszerek szimmetriáit kifejező mátrixok. A térben középpontos köbös rendszer szimmetriája 24-, a tetragonális rendszer szimmetriája 8-szoros. Vagyis: $i=1 \dots 24$, és $j=1 \dots 8$.
- $\underline{\mathbf{M}}$ az egyes szemcsék orientációját kifejező mátrixok.

Fázis	Rácsparaméter (pm)			Rácstípus
$\alpha(\delta)$ (ferrit)	270	270	270	fkk
γ (ausztenit)	360	360	360	tkk
σ -fázis	879	879	454	tetragonális

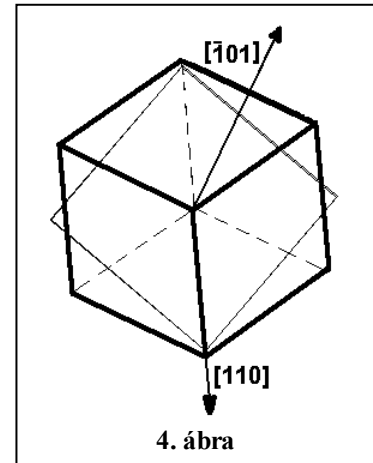
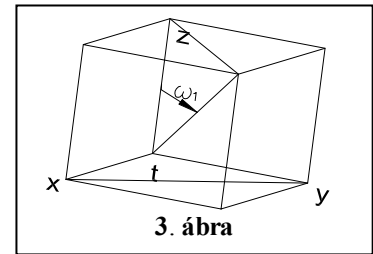
2. Táblázat

A ferrit, ausztenit és σ -fázis főbb kristálytani jellemzői [2].

Kísérletek

Meghatározzuk EBSD segítségével közvetlenül egy σ -szemcse orientációját kifejező orientációs mátrixot. Ezek után kiszámítjuk a szomszédos γ -szemcse lehetséges orientációit (szintén mátrix alakban), ami a szimmetriák miatt $24 \times 8 = 192$ lehetséges eredményt ad. Ezekből az orientációs mátrixokból kiszámítjuk az orientációkat, amelyeket összevetünk a γ -szemcsére vonatkozó mért értékekkel az alábbi mátrixegyenlet szerint:

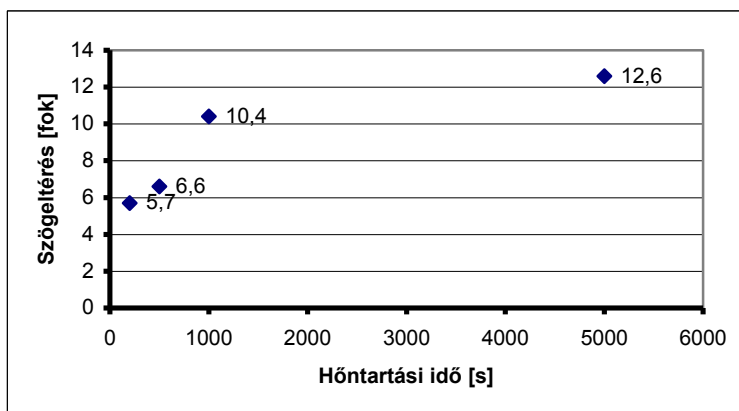
$$\underline{\mathbf{M}}_{\gamma} = \underline{\mathbf{S}}_{\gamma_i}^{-1} \underline{\mathbf{N}}_{\sigma_i} \underline{\mathbf{M}}_{\sigma} \quad (5)$$



Eredmények

Az egyes hőntartási időtartamoknál a Nenzo-féle orientációs kapcsolattól való eltéréseket a **1. Diagram** tartalmazza. Azt kaptuk eredményül, hogy a valódi (mért) orientáció eltér az ideálistól (a számítottól), és a hőkezelési idő függvényében a következő tendenciát mutatja: minél hosszabb a hőkezelés időtartama, annál nagyobb az ideálistól való szögeltérés.

Az eltérések fő oka a σ -fázis torzult a rácsszerkezete lehet. Ezt megerősíti az a tény is, hogy az EBSD sokkal kisebb biztonsággal ismeri fel a σ -fázist, mint a ferritet vagy az ausztenitet. Ezt közvetlenül igazolják a fázis- és orientációs térképeken levő fekete területek, amelyeket az EBSD nem tudott beazonosítani.

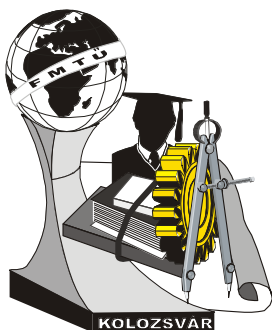


1. Diagram
Szögeltérések Nenzo-féle orientációs kapcsolattól különböző hőntartási időtartamokon.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Bődök Károly: Az ötvözetlen, gyengén és erősen ötvözött szerkezeti acélok korrózióállósága, különös tekintettel azok hegeszthetőségére; Corweld, Bp., 1995.
- [2] R. N. Gunn: Duplex stainless steels; Abington Publishing, Cambridge, Egyesült Királyság, 1997.
- [3] H. Schumann: Kristálygeometria és a fémek rácstranzformációi; Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1985.
- [4] H. -J. Bunge: Texture Analysis in Materials Science; Butterworth, London, Egyesült Királyság, 1982.
- [5] H. K. D. H. Bhadeshia: Geometry of Crystals; The Institute of Metals, London, Egyesült Királyság, 2001.
- [6] V. Randle: Microtextura Determination and Its Applications; Bourne Pr., Bournemouth, Egyesült Kir., 1992.
- [7] V. Randle: The Measurement of Grain Boundary Geometry; Inst. of Phys. Publ., London, Egyesült Kir., 1993.
- [8] S. Nenzo, M. Tagaya, Z. Nishiyama; Trans. Jpn. Inst. Met., 3 (1962) 82-94.
- [9] M. G. Glavicic, P. A. Kobryn, T. R. Bieler, S. L. Semiatin; Mat. Sci. and Eng., A346 (2003) 50-59.
- [10] T. H. Chen, J.R. Yang; Mat. Sci. and Eng., A311 (2001) 28-41.
- [11] M. Humbert, N. Gey; Appl. Cryst., 35 (2002) 401-405.
- [12] Dong-Woo Suh, Joo-Hee Kang, Kyu Hwan Oh, Hu-Chul Lee; Scripta Materialia, 46 (2002) 375-378.
- [13] Yutaka S. Sato – Hiroyuki Kokawa; Scripta Materialia, 40 , No. 6, pp. 659-663, 1999.

Berecz Tibor¹ – **Dr. Szabó Péter János** / doktorandusz – PhD, egyetemi docens
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék
H-1111 Budapest, Goldmann György tér 3.
Telefon¹: +36-1/463-2175; Fax:+36-1/463-3250; E-mail¹: berecz.tibor@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A FENNTARTHATÓSÁG HELYI PROGRAMJÁNAK GYAKORLATI VONATKOZÁSAI NAGYVÁRAD PÉLDÁJÁN KERESZTÜL

Branner Ferenc

Abstract

Local Agenda 21 is an instrument, which offers local solutions for the broadest scope of sustainability, offsetting the deficiencies of central government. My research consists of an internal consistency analysis of the objectives formulated in the LA 21 Programme of Oradea. During my work I compared the objectives of the Local Strategy and Priority Projects, and I tried to analyse the effectiveness in the sense of local sustainability of the environmental infrastructure development plans. As a methodology I used the Leopold matrix, and I ranked the internal objectives between the different sectors by (the area of) their possible environmental impact. I extended the sectoral results gained this way over the whole system with the help of a unified scoring procedure. During my research I run into several questions, which meant serious challenges to answer. One of the questions was, that for what reason can we call a settlement really sustainable? What is the difference between the Local Programme for Sustainable Development and a comprehensive city plan? One of the possible answers could be the sustainability analyses of the development plans, but the real answer to these question remains to be seen.

Absztrakt

A Local Agenda 21 egy olyan eszköz, amely a fenntarthatóság legszélesebb körére kínál helyi megoldásokat, mintegy a központi döntéshozatali hiányosságok ellensúlyozása céljából. Kutatásom során Nagyvárad LA 21 Programjában kitűzött célok közötti belső konzisztencia vizsgálatot végeztem el. A vizsgálat során összehasonlítottam a Stratégiában megfogalmazott célkitűzéseket az Elsőbbséget Élvező Programokkal, megpróbáltam kielemezni, hogy a kifejezetten környezetvédelmi vonatkozású infrastruktúrafejlesztési programok mennyire szolgálják Nagyvárad fenntartható fejlődését. Módszertanilag a Leopold mátrixot vettem alapul. Ennek segítségével rangsoroltam az ágazatokon belüli célkitűzéseket hatóterületük környezetvédelmi szempontjai alapján, majd az így kapott ágazati részeredményeket a teljes rendszerre kiterjesztettem egy egységes pontozási mód alapján. Munkám során több kérdés is felmerült, melyek megválaszolása komoly kihívást jelentett. Ezeknek a kérdéseknek a körébe tartozik például, hogy mitől is nevezhető egy település valóban fenntarthatónak? Mitől különbözik a Local Agenda 21 egy komplex városrendezési tervtől? Egy lehetséges elméleti válasz erre a fejlesztési tervek fenntarthatóság szerinti minősítése. Ennek gyakorlati érvényességét azonban a jövő dönti el.

1. BEVEZETŐ

A Local vagy Helyi Agenda 21 (LA 21) a fenntartható fejlődés elemeit egyesítve, ezek átfogó módon való megközelítésével keres megoldásokat, és dolgoz ki település-, vagy kistérség-fejlesztési programokat. Ennek során megpróbálja összhangba hozni az egyes szektorok érdekeit, hogy végül eme programok a helyi közösség jólétének növelését és a helyi fenntartható fejlődést szolgálják.

2. NAGYVÁRAD HELYI SZINTŰ FEJLESZTÉSI PROGRAMJA

Nagyvárad LA 21 programját tekintve a fenntarthatóság három eleme közül (gazdaság-társadalom-környezet) a továbbiakban a környezetvédelmi vonatkozású problémákra, tervekre és programokra térek ki nagyobb részletességgel. Fontos, hogy a programokban, alprogramokban és projektekben megfogalmazott célok megegyezzenek az LA 21-ben kitűzött általános célokkal, illetve, hogy megtörténjen az érdekelt felek bevonása a program összes folyamatába, a tervezéstől, a kivitelezésen át a befejezésig.

3. A PROGRAM BELSŐ KONZISZTENCIAVIZSGÁLATA

Nagyvárad Local Agendájának stratégiájában a tervezett programok a következő ágazatok szerint vannak felosztva¹:

- Alapinfrastruktúra fejlesztések:
 - Vízgazdálkodás;
 - Specifikus infrastruktúra fejlesztések (közúthálózat, közvilágítás, szállítás és kommunikáció);
 - Energiagazdálkodás;
- Környezetvédelem - városi ökoszisztéma:
 - A környezeti faktorok minőségének javítása;
 - Zöld területek;
 - Hulladékgazdálkodás;
 - A városközeli településekkel kapcsolatos felelősség.

A továbbiakban a hely szükségére való tekintettel a példaképpen kiragadom az energiagazdálkodással kapcsolatos értékelésemet, a többit pedig az összesítő táblázatban prezentálom.

Energia

¹ A fenti szerkezetet azért tartottam fontosnak bemutatni, mert a nem kifejezetten környezetvédelmi kategóriába eső fejlesztések nagy része is kihatással van a környezet állapotára. A célszerűség kedvéért bizonyos mértékű átcsoportosítást végeztem, ezzel az volt a célom, hogy minden tervet a maga kontextusának meg-felelően lehessen értékelni. Ennek az eredetileg a Zöld területek kategóriájába eső két program egyike Környezetvédelmi és környezetállapot javító programok csoportjába, a másik pedig a Közlekedéssel kapcsolatos városi infrastruktúra fejlesztése és ehhez kapcsolódó programok csoportjába került át. Az ily módon kapott százalékos arányok lehetőséget adnak a programok közötti prioritások felállítására, majd a Local Agendában Prioritást Élvező Programokként megfogalmazottakkal való összehasonlításra. A módszer persze még így sem küszöbölte ki teljesen a szubjektív megítélés lehetőségét, és nem veszi figyelembe a források különböző eredetét sem, hiszen vannak olyan beruházások, amelyek nem önkormányzati pénzből történnek, sőt felügyeletük sem az Önkormányzat hatáskörébe tartozik, csak részei a Helyi Fenntarthatóság Programjának. Ezek, jellegükénél fogva külön prioritást élvezhetnek. Értem ez alatt például a folyóvizek partszakaszának rehabilitációját, mely az Állami Vízfelügyelőség hatásköre, vagy az ipari szennyezések kontrollját, ami a Környezetvédelmi Felügyelőség teendői közé tartozik. A dolgozatban alkalmazott eljárás gyakorlatilag a Leopold mátrix elvén alapul. A vízszintes tengelyre vittem fel a különböző programokat, a függőlegesen pedig a környezeti, illetve környezettel kapcsolatos indikátorokat szerepeltettem. Az osztályozás 1-től 10-ig történt, ahol 1 az 1-es jelenti a legkisebb értéket, a 10-es pedig a legnagyobb hatást. Ez elméletileg lehet pozitív vagy negatív előjelű, ami az elemek kapcsolatát, egymásra gyakorolt hatását jelöli, viszont az egyszerűség kedvéért a pozitív előjelet nem írtam ki, negatív szám pedig esetünkben nem szerepel, mivel pozitív hatással járó környezeti beruházásokról van szó. A fentebb már tárgyalt átcsoportosítást a projekt saját hatókörében kifejezhető maximális hatás kifejezése miatt végeztem el, tehát az adott pontszámok a beruházások ágazaton belüli, a célterületre kifejezhető hatásának mértékét fejezik ki. A táblázat utolsó előtti oszlopában a soronkénti, vagyis adott befektetésre számolt összesített pontszámok találhatóak, az utolsó oszlop pedig az ágazaton belüli hatásfok mértékét jelöli az elérhető maximális pontszámok százalékos arányában. A százalékos kifejezés lehetőséget ad a programok ágazatonkénti összehasonlítására is, és az ágazatonkénti pontozásos módszer elsősorban azt a célt szolgálja, hogy a beruházásokat a nekik megfelelő kritérium szerint osztályozzuk, ezáltal csökkentve szubjektív megítélésüket.

1. táblázat

	Levegőtminőség	E hatékonyság a fogyasztónál	E hatékonyság a rendszerben	Lakossági megtakarítás	Hamu és salak	Összesen	Százalékos eredmény
A hőenergia mérésére alkalmas készülékek elhelyezése, racionálisabb felhasználás érdekében	2	10	3	10	2	27	54
A geotermikus energia minél hatékonyabb mértékű, környezetbarát módon való felhasználása	6	2	5	5	4	22	44
A Hőerőmű főlgázüzeművé való átalakítására egy hatékony befektetési program segítségével	10	3	9	5	10	37	74
A földgáz városszintű bevezetése a fával és szénrel való tüzelési mód kiváltására	10	7	6	5	10	38	76
Hőelosztó és hőcserélő központok modernizálása az energia hatékonyság növeléséért	3	3	10	6	2	24	48
A távhőszolgáltató rendszer primer és szekunder hálózatának korszerűsítése	3	2	8	5	2	20	40

Forrás: saját szerkesztés

4. KÖVETKEZTETÉSEK LEVONÁSA

Az összesítő táblázatban a fenntarthatóság szempontjából legnagyobb hatással bíró programokat vonultattam fel, amelyek nagy része megegyezik a Nagyvárad LA 21-ben megfogalmazottakkal. A lényeges különbség a földgáz városi bevezetésében van, ugyanis ez a projekt nem szerepel a prioritást élvező programok között. A projekt bevezetésének elmaradását technikai és pénzügyi nehézségekkel magyarázom. A technikai nehézséget a várost átszelő közmű-hálózat föld-felszínhez viszonylag közeli volta jelenti, ezért az új csövek lefektetése problémás. Ettől függetlenül a nagyobb hatással bíró projektek sikeresnek mondhatók.²

A fenntarthatósági szempontoknak leginkább megfelelő programok

2. táblázat

Prioritási sorrend	%
A várost elkerülő körgyűrű építésének befejezése	90
A földgáz városszintű bevezetése	76
A Hőerőmű főlgázüzeművé való átalakítása	74
Az ipari hulladékok keletkezésének, szállításának, semlegesítésének ellenőrzése és megfigyelése	70
A víz és csatornahálózat továbbfejlesztése és modernizációja	66
A Városi Szennyvíztisztító Üzem modernizálása	65
Új, környezetvédelmi szempontoknak megfelelő depónia építése	63
A vállalatok számára megfogalmazott Felzárkóztató Programok beindítása	60
A csatornázással nem rendelkező szervezetek szennyvizének emésztőgödörökbe való vezetése	60
A régi lerakó bezárása	60
Védőnövényzet telepítése a nehézforgalmú utak mentén, illetve a "forró pontok" környékén	57
A civil társadalom bátorítása a városi környezet megóvásának érdekében (önkéntesek)	56
A közszállítási gépjárműpark modernizálása	55
A hőenergia mérésére alkalmas készülékek elhelyezése, racionálisabb felhasználás érdekében	54
A szennyezési gócpontok (vagy "forró pontok") feltérképezése	53
A kórházi hulladékok problémájának megoldása	53

Forrás: saját szerkesztés

² Vannak kevésbé sikeres próbálkozások is, például a város központját érintő hétfői forgalomkorlátozás. Ennek sikertelenségét a kedvezőtlen időpont megválasztása és a járművezetők túlságosan nagy kerülő miatti elégedetlensége okozta.

A legfontosabb megválaszolendő kérdés, hogy milyen gyakorlati jelentősége van, illetve lesz az LA 21-nek Nagyvárad számára. Tény, hogy az itt felsorolt fejlesztési tervek egy része már korábban is felmerült, tehát nem csak az LA 21 érdeme. Szélsőséges esetben ugyanakkor fennáll annak a veszélye, hogy szinte bármilyen fejlesztési tervre rá lehessen húzni a fenntarthatóság jelzőjét. Konkrét esetben erre a jövő ad választ: a felvázolt programok eddigi sikeressége kedvező jelet mutat, de azt, hogy ezek miképpen járulnak hozzá a város fenntartható fejlődéséhez, azt a gyakorlat dönti el.

5. ÖSSZEFOGLALÓ

A Local Agenda 21 tagadhatatlan jelentőséggel bír Nagyvárad fenntartható fejlődésének szempontjából. Az LA 21 egy jól összeállított, strukturált munkát takar. A Program sikeres összeállítása elképzelhetetlen lett volna külföldi segítség nélkül, a pénzügyi finanszírozást és a tanácsadói szolgáltatásokat is beleértve. Az országos szintű, kísérleti jellegű programok összeállítása sikeresen befejeződött, jelenleg a projektek gyakorlatba ültetése történik. Nagyváradon, a környezetvédelmi projektek eddigi bevezetése nagymértékben sikeresnek mondható, ami remélhetőleg a jövőben hasonlóképpen folytatódik. Ugyanakkor véleményem szerint nem az összes megvalósult projekt az LA 21 érdeme. A projektek egy része ugyanis már korábban is tervbe volt véve, mint például az ökológiai hulladéklerakó megépítése. Az LA 21-nek ezekben az esetekben inkább rásegítő, koordináló szerepe volt, ám ez cseppet sem csökkenti a program jelentőségét.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Local Agenda 21 — Local Action Plan for Sustainable Development [2002]: Municipality of Oradea, Oradea
2. Sustainable development, international strategies and technologies for Local – Global – Agenda 21 implementation [1999]: ICG Publishing, London
3. Szlávik J., et al [2001]: Local Agenda 21 – Csomör, BME Környezetgazdaságtan Tsz., Bp.
4. Szlávik J., Turchanyi Gy., et al. [2002]: Útmutató a Fenntartható Fejlődés Helyi Programjai (Local Agenda 21) elkészítéséhez, Európai Atelier 70 Kft., BME Környezetgazdaságtan Tsz., Bp.
5. The Local Agenda 21 Planning Guide [1996]: An introduction to sustainable development planning, ICLEI, Toronto

Branner Ferenc – okleveles környezetmérnök, doktorandusz

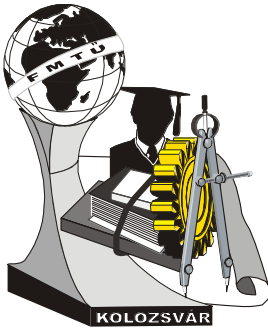
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Környezetgazdaságtan Tanszék

Budapest, 1111, Stoczek u. 2, St. ép. IV. em.

Tel: +36-1-463.19.41, Fax: +36-1-463.11.49

E-mail: fer_i_bme@yahoo.com



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

FURÁNGYANTA KÖTÉSŰ HOMOKOK REGENERÁLÁSA

Détári Anikó

Tudományos vezető: Dr. Tóth Levente

One of the most important ways to reduce foundry waste is the used sand reclamation, whereby valuable raw materials can be recovered for mold and coremaking. The reclamation of chemical bonded used-sand had been solved for years, although when choosing the reclamation technology one should observe the economical and technological possibilities. Goal is to reduce the quantity of rest materials, to ensure used sand reclamability, as well as to align sand-system to achieve a sand-quality close to new sand.

Az öntődei használt homok regenerálása az egyik legfontosabb módja az öntődei hulladékok csökkentésének, ami által a forma és magkészítés számára értékes alapanyagok nyerhetőek ki. A kémiai kötésű használt homokok regenerálása már évek óta megoldott, azonban a regeneráló technológia kiválasztásakor minden esetben figyelembe kell venni a gazdasági és technológiai adottságokat. Cél a maradék anyagok csökkentése, a használt homok regenerálhatóságának biztosítása, valamint a regeneráló berendezés és a formázó keverékrendszer összehangolása egy újhomok minőséghez közeli regenerátum minőség elérése érdekében.

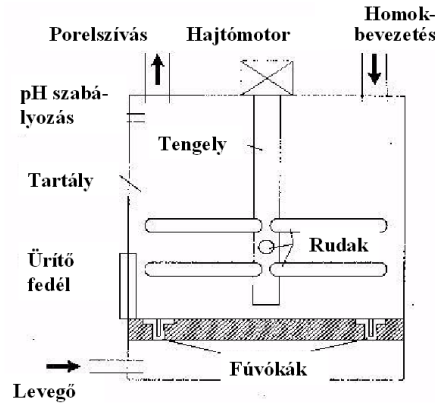
Bevezetés

A műgyantakötésű formázóanyagok esetében a kötőanyagként alkalmazott furán, vagy fenol gyanta erős sav hatására kondenzálódik. Az így kialakult térhálós poli-kondenzátum tartja össze a homokszemcséket. Öntéskor ezen a kötőanyaghidak részben mechanikailag felszakadnak, kiégnek. A homokregenerálás feladata az öntést és ürítést követően a használt homokon lévő maradék kötőanyagok eltávolítása. A kötőanyag az öntvényhez képest adott távolságokban más-más arányban ég ki, amit a homok/fém arány befolyásol. [1]. A kísérlet célja az volt, hogy az öntvényhez közeli és távoli, valamint a szemcseszóró öntvénytisztítóból származó homok regenerálási tulajdonságait, és annak felhasználhatóságát vizsgáljam.

A homokregenerálási kísérletek és a hozzájuk tartozó eredmények kiértékelése

Egy adott öntödéből, de a technológiai folyamat során három különböző helyről vettünk homokmintát, amit később mechanikus regenerálásnak vetettünk alá. Az 1. ábrán a forgópálcás mechanikus regeneráló sematikus ábrája látható [2].

A regenerálási kísérletek során mind a három homokfajtát 60 percig regeneráltuk. Mintavétel 10 perc, 30 perc és 60 perc elteltével történt. Mind három időpillanatban 5-5 kg regenerátum lett vételezve.

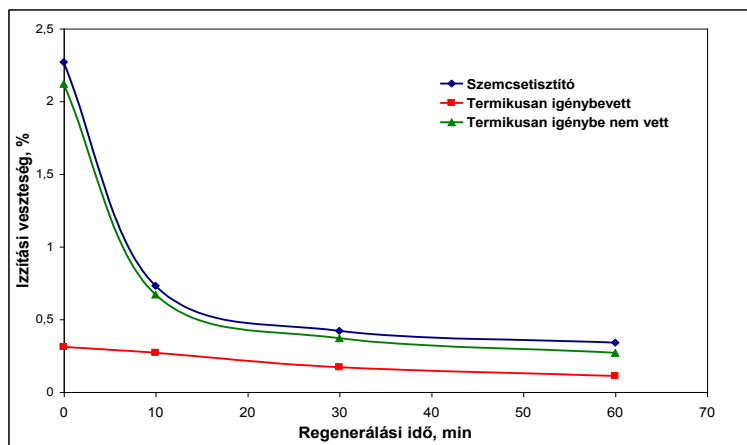


1. ábra A mechanikus regeneráló sematikus ábrája

A használt homok és a regenerátum alapvizsgálatai

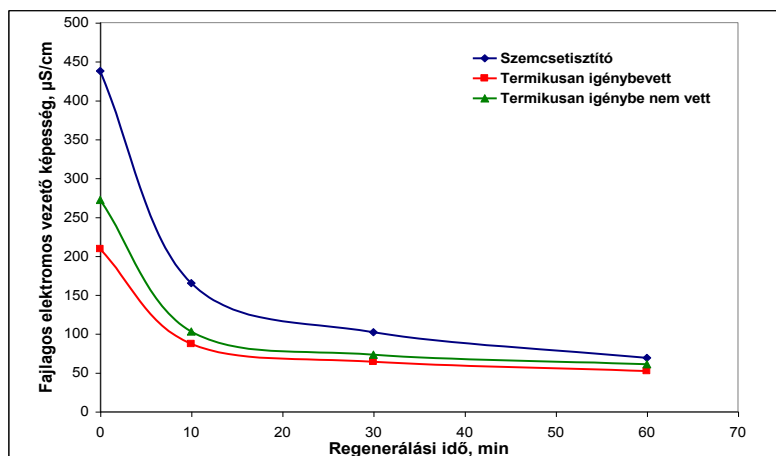
A homokok alapvizsgálatai során a következő paramétereket határoztam meg: Iszaptartalom [3], Izzítási veszteség [3], Fajlagos elektromos vezetőképesség [4].

A következő ábrákon a regenerátum tulajdonságainak változását mutatom be a regenerálási idő függvényében.



2. ábra Az izzítási veszteség változása a regenerálási idővel

A 2. ábrán látható, hogy az izzítási veszteség a regenerálási idő növekedésével fokozatosan csökken mindhárom homok esetében. A termikusan igénybevett homok görbéje jóval alatta van a másik két homok görbéjének, és 60 perces regenerálás után ez érte el a legalacsonyabb értéket, 0,11%-ot. Ennek oka, hogy a kötőanyag nagy része már öntés alatt kiégett, hiszen ez a homokréteg állt a legközelebb az öntvényhez. A kötőanyag maradék a homokszemcse felületén érdessé vált, ezért mechanikus igénybevétel hatására könnyen leválik a szemcse felületéről. Ezzel ellentétben a termikusan igénybe nem vett homok, azaz az öntvénytől távolabb eső zónákból származó homok kevésbé jól regenerálható. Öntés során nagyobb mennyiségű kötőanyag marad a homokban, ami nem ég ki és a kötőanyag is plasztikus marad. Nem koptatható.



3. ábra A fajlagos elektromos vezető képesség változása a regenerálási idővel

Ebben az esetben is látható, hogy a regenerálási idő növekedésével csökken a homokban lévő kötőanyag maradékok mennyisége, ezáltal az elektrolitok mennyisége is. Ebben az esetben is a termikusan igénybevett homok mutatott a legjobb eredményt. Az irodalom által megadott irányérték a 30-40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ [4]. A termikusan igénybevett homok megközelíti ezt az értéket 60 perc regenerálás után.

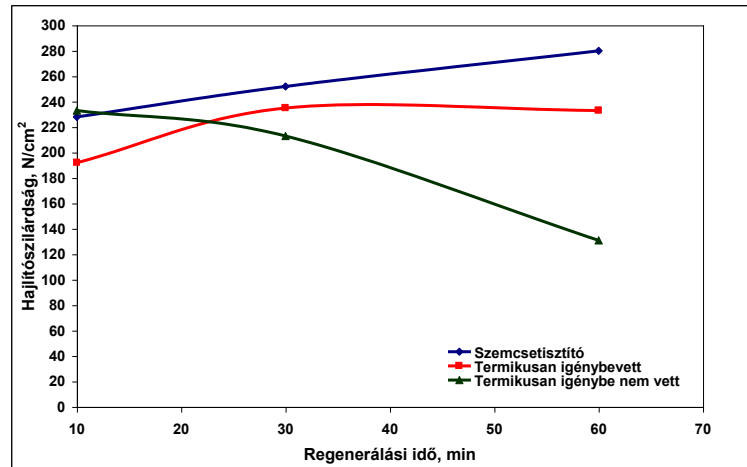
A regenerált homok újrahasznosítása

Regeneráláskor cél a használt homok a formázástechnológia számára újrahasznosíthatóvá tétele és a megfelelő homokminőség biztosítása. Regenerálást követően a regenerátumokból próbatesteket készítettem és vizsgáltam azok hajlítószilárdságát a regenerálási idő függvényében. Az általam készített keverékek összetétele:

- 100 egység Regenerátum
- 1 egység Furángyanta
- 0,4 egység Katalizátor

A laboratóriumi keverőben a homok betöltése után 1 percig katalizátorral, majd 2 percig gyantával történt a keverék készítése. Ezt követően kézi döngöléssel piskóta alakú próbatesteket készítettem és fél óra múlva bontottam meg a mag szekrényt. A próbatestek hajlítószilárdságát vizsgáltam 1, 2, 4 és 24 óra elteltével. Az 4. ábrán a 24 óra elteltével vizsgált próbatestek szilárdság értékeit mutatom be.

Látható, hogy a termikusan igénybe nem vett homok hajlítószilárdsága csökken a regenerálási idő növekedésével. Ennek oka az, hogy a lágy, plasztikus, ki nem égett kötőanyag nehezen koptatható le a szemcséről, nem megy végbe megfelelő mértékű térhálósodás, ami szilárdságvesztést okoz. Ezzel szemben a kiégett homok jól regenerálható, nem marad szennyező anyag a homokban, ami a későbbi gyantakikeményedést hátráltatná.



4. ábra A hajlítószilárdság változása a regenerálási idő növekedésével

Összegzés

Kísérleteim során megállapítottam, hogy az öntvény közeléből származó, termikusan igénybe vett homok tulajdonságai jobbak, mint a távolabbi zónából származó homoké. Ennek oka a nagyobb mértékű kötőanyag kiegészés. Regeneráláskor a feldurvult maradék kötőanyaghéj jobban koptatható, szemben a lágy, plasztikus héjjal. Ezt a jelenséget bizonyítja a nagyobb mértékű izzítási veszteség, fajlagos elektromos vezetőképesség csökkenés. A regenerátumokból készített próbatestek hajlítószilárdság értékei is a termikusan igénybe vett homokok esetében mutatott a formakészítés számára kedvező eredményeket. Minden öntvénytípus esetében célszerű a megfelelő homok/fém arány beállítása. Ezáltal nagyobb mértékű kötőanyag kiegészés biztosítható és a regenerálhatóság is megkönnyíthető.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani a TU Bergakademie Freiberg Öntészeti Tanszéknek a kísérleti lehetőségek biztosításáért.

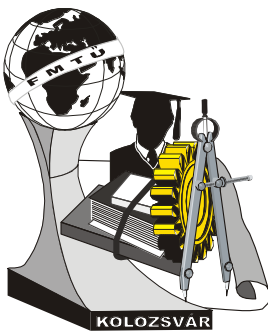
Irodalomjegyzék

- [1] Herbert Löblich, Walter Schlesiger, Karola Nowacki, Wilfried Siefer: Wirkungsgrad mechanischer Regenerierung für kaltharzgebundene Umlaufformstoffe. Giessereiforschung 41, 1989, Nr. 3, S 87-98
- [2] Hartmut Polzin, Eckart Flemming, Uwe Nitsch: Grundlagen und praktische Erfahrungen zur Regenerierung von Altsanden aus dem Wasserglasverfahren. Giesserei 85, 1998, Nr. 11, 53-60
- [3] Jónás Pál, Dr. Tóth Levente: Formázóanyagok vizsgálata és öntödei gépek, Tankönyvkiadó Budapest, 1986, p 7-13
- [4] WTW LF-92, 25°C Fajlagos elektromos vezetőképesség mérőberendezés gépkönyve

Détári Anikó, doktorandusz hallgató

Miskolci Egyetem, Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, 3515 Miskolc- Egyetemváros,

Tel/Fax: 06-46-369-519, aniko.detari@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

METALLURGIA ÉS REPEDÉSÉRZÉKENYSÉG ÖSSZEFÜGGÉSEI Al-HENGERFEJ ÖNTVÉNYEK ESETÉBEN

Fegyverneki György

Abstract

Suppliers of the motor-car industry have to confront more and more with the fact that the main goal of the motor factories is to produce lighter and higher efficient components.

One of the most important part of the car – or the most important – is the cylinder-head. The higher efficient and smaller weight is principle on this field too. However, one of the largest disadvantage of the thin walls is the susceptibility for cracks. Hydro Aluminium Győr Ltd. had to confront with this phenomenon that required the better quality cylinder-head production. To reach the high strength requirements continuous technology-development and production-discipline are necessary.

Good information background was assured for our developments by the knowledge base and equipment accumulated by R&D center that belongs to the concern. During our experiments we lay great emphasis at our experiments on the quality of the melt and the cooling speed in the die.

In the experiments, carried out with our Al suppliers, we determined those parameters that give the best quality Al die, as it is essential for the high strength properties and to reduce the susceptibility to cracks.

Another aim of the tests was to find the importance of the cooling. With the support of our R&D center, we succeeded in determining the optimal cooling parameters, where the thermoshock tests were very profitable to check the efficiency of the changes.

Összefoglaló

Az autógyári beszállítóknak egyre inkább szembe kell nézniük azzal a ténnyel, hogy az autógyárak elsődleges célja a minél nagyobb teljesítményű, de minél kisebb tömegű alkatrészek kifejlesztése.

A gépjárművek motorjainak egyik legfontosabb, ha nem a legfontosabb része a hengerfej. Ezen a területen is érvényesül a minél nagyobb teljesítmény, minél kisebb falvastagság elv. A vékony falak egyik legnagyobb hátránya azonban, a repedésérzékenységre való hajlam növekedése.

Vizsgálataink során az olvadékminőség és a megszilárdulást követő hűtési sebesség fokozott szerepére helyeztük a hangsúlyt.

Al-ötvözet beszállítóinkkal közösen elvégzett kísérletek eredményeként meghatároztuk a legjobb minőségű Al-olvadékot eredményező paramétereket, amelyeknek jelentős szerepe van a kimagasló szilárdsági tulajdonságok elérésében, a repedésérzékenység csökkentésében.

A kísérletek másik iránya a hűtés szerepének feltárására irányult. Kutató-fejlesztő központunk hatékony támogatásával sikerült meghatároznunk az optimális hűtési paramétereket, melyben nagy szerepe volt a „thermoschock” tesztnek, amivel az elvégzett módosítások hatékonyságát tudtuk ellenőrizni.

1. A problémák fellépésének okai, kiindulási feltételek

A hengerfej gyártása során felmerült problémák:

- a hengerfejek mechanikai tulajdonságai nem feleltek meg a vevői követelményeknek
- a motortesztek során a hengerfejek égésterében nagymértékű (a vevői előírásoknak nem megfelelő) repedések keletkeztek

A hengerfejek anyaga DIN 226.10-es ötvözet, melynek fő alkotói:

Si: 8,5 – 9,5 %	Mn: 0,3 – 0,5 %
Cu: 2,3 – 2,6 %	Fe: 0,3 – 0,7 %
Mg: 0,25 – 0,50 %	Sr: 150 – 250 ppm

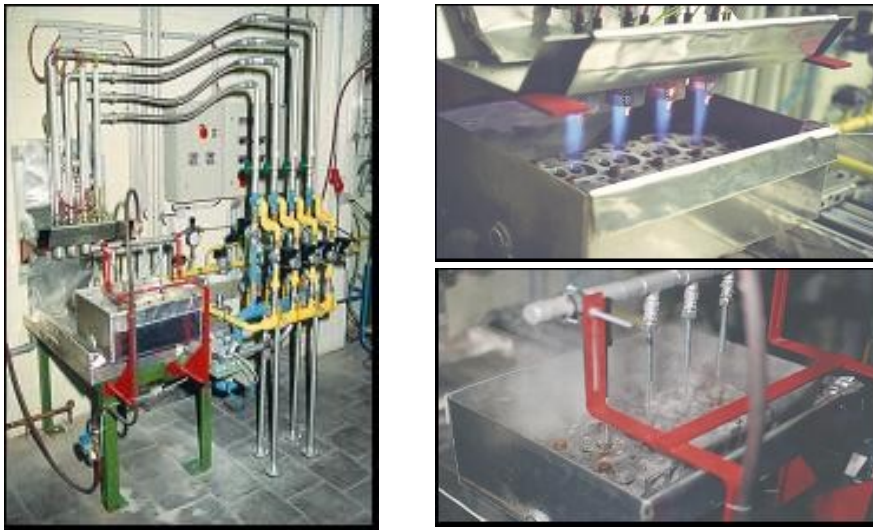
2. A repedésérzékenység csökkentésének lehetséges módjai

- Szabályozott hűtés alkalmazása az öntést követően
 - fluidágyas hűtés – mely Hydro szabadalomként bejegyzésre került
- Hűlési viszonyok optimalizálása a kokillában
- Szilárdsági tulajdonságok javítása hőkezeléssel (T5)
- Az alapanyag tulajdonságainak hatása a repedésérzékenységre

Jelen dolgozat az alapanyag tulajdonságainak az öntvények repedésérzékenységére gyakorolt hatását vizsgálja.

3. A repedésérzékenység vizsgálata, vizsgálati körülmények:

Az AlSi-ötvözetből öntött hengerfej öntvények repedésérzékenységének vizsgálatára a bonni kutató – fejlesztő központunk a „Thermoschock” tesztet dolgozta ki. A berendezés és elvi működése az 1. ábrán látható.



1. ábra A „Thermoschock” teszt

Egy tesztciklus a szobahőmérsékletről 300°C-ra felhevítésből, majd a 90 másodpercen belüli lehűtésből áll.

Egy tesztciklus leírása:

A hengerfejet égéster oldalával felfelé fordítva behelyezzük a vizsgáló berendezésbe. Szobahőmérsékletről indulunk ki majd a hengerfej égésterét 10 sec alatt felhevítjük 100°C körüli hőmérsékletre. Ezek után 4 – 5 sec-ig hőtartás következik ezen a hőmérsékleten.

Majd újabb intenzív hevítéssel 50 sec alatt a hengerfej égésterének hőmérsékletét 300°C közelébe hevítjük.

Ezt követően a gázegők helyére hideg vizet szolgáltató csövek kerülnek. A víz segítségével 1,5 min-en belül az égésterek hőmérsékletét újra szobahőmérsékletűre (kb. 20 – 25°C) hűtjük. Ezen ciklusok ismétlődnek sűrű egymásutánban.

Az égésterekben kialakuló repedések számát, helyét, mélységét és hosszát 4, 7, 10, 15 és 20 óra elteltével megvizsgáljuk.

A kapott eredményekből diagramos kiértékelést készítünk. A 2. ábrán a tesztciklus hőmérséklet-változása látható.

4. A Thermoschock-teszt értékelése:

A Thermoschock-teszt eredményeként a hengerfejek égéstera az előbbieken látható módon és helyeken megreped. A teszt folytatásaként ezen repedések elemzését végezzük el.

Kétfajta repedéstípust különböztetünk meg:

- berepedés
- teljes átrepedés

A vevői követelmények tartalmazzák, hogy egy hengerfej égésterében mennyi berepedés és mennyi teljes átrepedés fordulhat elő.

A repedésekre vonatkozó előírások tartalmazzák azt is, hogy milyen hosszú és milyen mély lehet az adott repedés. Ezeket az értékeket annak függvényében határozzák meg, hogy milyen terhelést kap majd a hengerfej a motorban (milyen teljesítményű motorba kerül majd beszerelésre) illetve, hogy mennyire veszélyes helyen található a repedés.

A repedés legfontosabb jellemzői

- mélysége
- a hely, ahol található

Legveszélyesebbek a teljes átrepedések, pl.: a szelepektől víztérlábakig, illetve a 8 mm-nél mélyebb repedések (ilyen repedések láthatóak a 3.ábrán). Ezek már komoly funkcionális problémákat is okozhatnak a motor működése során.

A Thermoschock teszt leginkább a motorok tesztelésére szolgáló un. cold- warm (hideg – meleg) tesztnek felel meg.

A motorok tesztelésére számos más eljárást is alkalmaznak, de a cold-warm tesztnek megfelelő Thermoschock teszt a leginkább mérvadó a repedésérzékenység vizsgálatára.

5. A repedések okai, olvadékvizsgálat

A vevői követelményeknek nem megfelelő repedésekből csiszolatok készítésére került sor, majd a csiszolatokat elektronmikroszkóp segítségével vizsgáltuk.

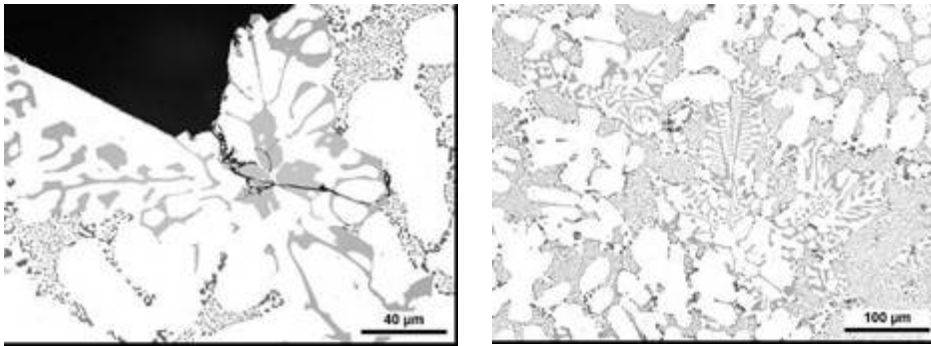
A szövetszövetvizsgálatokból az alábbi következtetések vonhatóak le:

A repedések szövetszerkezete a vizsgálatok alapján döntően primeren kristályosodott alumínium alapú szilárd oldatból és szilíciumot tartalmazó biner eutektikumból, továbbá intermetallikus Al(Fe,Mn)Si és AlFeSi fázisokból áll.

Az alumínium alapú szilárdoldat és a biner eutektikum mellett Mg_2Si , Al_2Cu valamint $Al_{15}Cu_4Ni_2$ és $Al_5Mg_8Si_2Cu_2$ intermetallikus vegyület fázisok és vas-, mangán tartalmú fázisokból álló ternér, kvaternér eutektikum is megtalálható.

A továbbiakban arra kerestem a választ, hogy ezen vegyületfázisok mikor, hol és milyen körülmények következtében alakulhatnak ki.

A vegyületfázisokról készült mikroszkópos felvételek láthatóak a 4. ábrán.



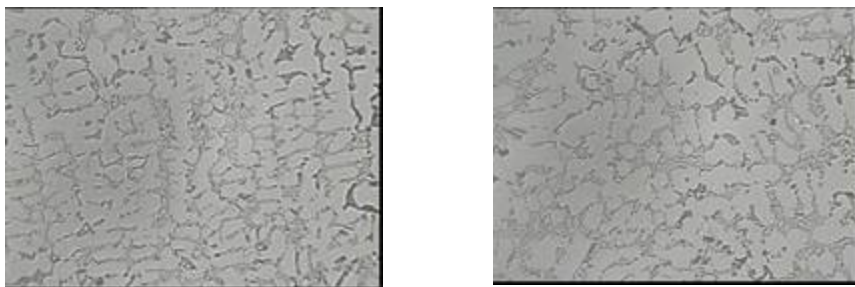
4. ábra A vegyületfázisokról készült mikroszkópos felvételek

6. Az intermetallikus fázisok kialakulásának okai, következményei

Kialakulásuk fő okai:

- ha a szekunder ötvözet beolvasztásának bármely stádiumában az olvadék Fe tartalma 1% felé nő (ebben az esetben az Fe lemezek formájában jelenik meg a szövetszerkezetben, ez a legveszélyesebb a repedésérzékenység szempontjából)
- a szekunder ötvözet olvadékának hőmérséklete az olvasztási folyamat során bármely okból tartósan 700°C alá csökken (ezen hőmérséklet alatt megkezdődik az intermetallikus vegyületfázisok kiválása, ezen fázisok pedig az öntődégekben alkalmazott olvasztási hőmérsékleten csak részlegesen tudnak feloldódni)
- a tömbösítés során a dermedési sebesség nem elég gyors (ebben az esetben lehetőség van ezen fázisok valamint AlFe tűk kialakulására)

A mikroszkópos felvételeken (7. ábra) látható - a kísérletek alapján bizonyítva – az az optimális szövetszerkezet, mely repedésérzékenység szempontjából a legjobb minőségű öntvényt eredményezi.

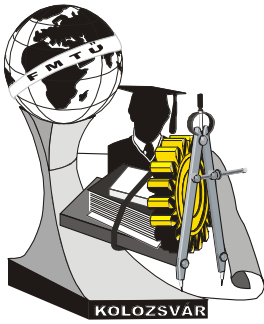


7. ábra A repedésérzékenység szempontjából kedvező szövet

Az AlFe-lemezek és az intermetallikus vegyület fázisok jelenlétének következményei:

- ezen fázisok jelenléte megakadályozza az optimális szövetszerkezet kialakulását, mely a mechanikai tulajdonságok – kísérleteink által bizonyítottan – közel 20 %-os csökkenését eredményezi
- jelenlétükben jelentősen megnő a hengerfej repedésének veszélye, repedések kiindulópontjául szolgálnak

FEGYVERNEKI György, fejlesztőmérnök
Hydro Alumínium Győr Kft, 9027 Győr, Ipari park, Nyírfa sor
e-mail: gorgy.fegyverneki@hydro.com



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A JÖVŐ ENERGETIKAI PERSPEKTÍVÁI KÖZÉP-KELET EURÓPÁBAN

Fogarassy Árpád

Abstract

Because of the technical revolution – lasting for more than a century – and its consequences just like the population explosion, the energy-needs of the mankind has considerably increased. Our classical resources cannot meet this growing tendency of energy-requirements in long term. More thousands of scientists are working worldwide to prevent the danger from energy-shortage. Their main goal is to take use of the fusion energy.

Összefoglaló

A demográfiai robbanást előidéző, több mint egy évszázada tartó technikai forradalom következtében az emberiség energiaszükséglete ugrásszerűen megnövekedett. Klasszikus energiaforrásaink hosszútávon nem képesek fedezni ezt a növekvő tendenciát mutató energiaszükségletet. A Föld több ezer tudosa egy világméretű összefogás keretén belül 50 éve dolgozik azon, hogy az ebből következő veszélyt elhárítsa. Céljuk, hogy itt a Földön is munkára fogják azt az energiát, amely Napunk hatalmas energiakészletét biztosítja: vagyis az atomok magjainak egyesülésekor felszabaduló magfúziós energiát.

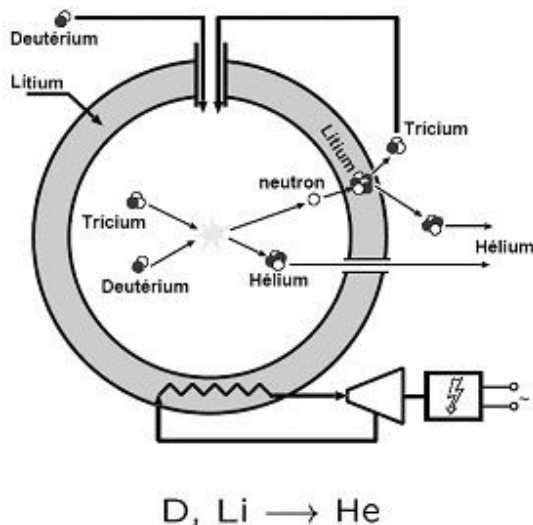
Bevezetés

A fúziós energiatermelés egyedülálló tulajdonságai miatt a jövő egyik meghatározó energiaforrása lehet, mely megoldást kínál az emberiség egyre súlyosbodó környezetszennyezési és energiagondjaira. Az emberiség ma túlnyomórészt olyan energiaforrásokat - kőolaj, kőszén, földgáz - használ, melyek károsítják környezetét, és beláthatatlan hatással vannak a Föld jövőjére. A normál körülmények között környezetbarát atomerőművek léte sok helyütt társadalmi ellenállást vált ki. A "zöld energiaforrások" - a nap-, szél-, vízenergia stb. - bár rendkívül ígéretesek, számos hátrányuk (időjárásfüggés, hatalmas területigény stb.) miatt egyelőre nem képesek felváltani a környezetszennyező technológiákat és az atomerőműveket. Ma nincs olyan energiaforrás, mely hosszú távon megnyugtatóan biztosíthatná szükségleteinket. Az emberiség jövője veszélybe kerülhet, ha nem talál megoldást erre az egyre

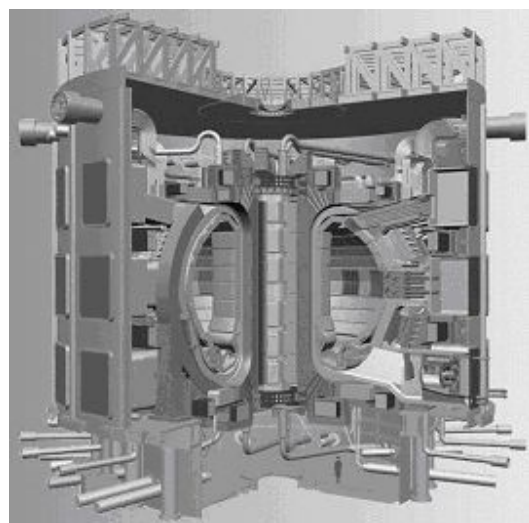
fenyegetőbb problémára. A Föld több ezer tudósa egy világméretű összefogás keretén belül 50 éve dolgozik azon, hogy ezt a veszélyt elhárítsa. A fúziós kutatásokban magyar szakemberek is részt vesznek. Céljuk, hogy itt a Földön is munkára fogják azt az energiát, amely Napunk hatalmas energiakészletét biztosítja: vagyis az atomok magjainak egyesülésekor felszabaduló magfúziós energiát.

Atommagok fúziója

A magfúzió során könnyű atommagok egyesülnek, és az így keletkező részecskék hatalmas mozgási energiával rendelkeznek. A kutatók olyan berendezések - fúziós reaktorok - készítésén fáradoznak, melyekkel földi körülmények között is megvalósítható a fúziós reakció, mégpedig úgy, hogy abból energia is termelhető. A fúzió legmegfelelőbb üzemanyaga a Földön a hidrogénatom két izotópja, a deutérium és a trícium. Ezek annyiban különböznek a hidrogéntől, hogy atommagjukban a proton mellett egy, illetve két neutron is található (1 ábra). A fúziós reakcióban olyan nagy mennyiségű energia szabadul fel, hogy Magyarország egész évi villamosenergia-szükségletét mindössze 150 kg deutériummal és 230 kg tríciummal fedezni lehetne. Összehasonlításképpen, ugyanennyi energia előállításához körülbelül 10 millió tonna szén szükséges. A deutérium vízből kivonható, trícium pedig előállítható lítiumból. Mindkét anyag évmilliókig elegendő mennyiségben található meg a Földön. A fúzió üzemanyagát mintegy 100 millió Celsius-fokra kell hevíteni ahhoz, hogy a beinduljon az egyesülés. Az anyag ezen a hőmérsékleten úgynevezett plazmaállapotba kerül (jobbra). Ez az anyag negyedik halmazállapotba, melyben az atommagokról a nagy hőmérséklet miatt leszakadnak az elektronok. Ilyen magas hőmérsékletű anyag semmihez nem érhet hozzá, mert azonnal lehűl, ezért el kell szigetelni környezetétől. Ezt rendkívül erős mágneses térrel oldják meg, ami hatással van az elektromos töltéssel rendelkező atommagokra és elektronokra, és képes azokat összetartani [1].



1. ÁBRA: a D-T és Li-n reakciók szemléltetése



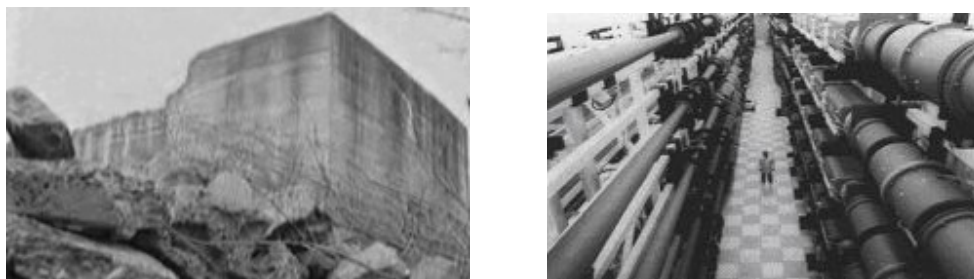
2. ÁBRA: az ITER belső szerkezete

Az eddigi kísérletek és megvalósítások

A fúziós energiatermelés megvalósítására az utóbbi évtizedekben széles nemzetközi együttműködés bontakozott ki. Európában például egy 2000 kutatót foglalkoztató projekt keretén belül folyik a munka. Magyarország is részt vesz a kutatásokban, az itthoni munkát a Központi Fizikai Kutatóintézetben működő Magyar Euratom Fúziós Szövetség irányítja.

Az utóbbi évtizedekben egyre hatékonyabb fúziós kísérleti berendezések születtek. 1997-ben a világ legnagyobb fúziós reaktora, az Angliában működő közös európai berendezés, a JET a befektetett teljesítmény 55%-át elérő fúziós teljesítményt szolgáltatott [2]-[3].

A további kutatásokhoz a Világ országainak összefogásában nemsokára elkezdik építeni az ITER [4] (Nemzetközi Termonukleáris Kísérleti Reaktor) nevű reaktort (2. ábra), mely a tervek szerint 10-szer annyi teljesítményt szolgáltat majd, mint amennyi működéséhez szükséges.



3. ÁBRA: a Nova-lézerrendszer komplexum: *a*) külső *b*) belső nézet

Egy ilyen komplex megvalósítás (3 ábra) során fokozott figyelmet kell szentelni a környezeti és biztonságtechnikai körülményeknek. Ismert tény, hogy a Közép-Kelet Európai régió geopolitikai szempontból nem számít kiemelt célpontnak [5], ezért a kamikázé-jellegű terrorista bevetések, esetenként a kozmikus becsapódások – a komplexum biztonságtechnikája az ellen nem véd [5] – valószínűsége kifejezetten alacsony. A mélyreható statikai és szeizmológiai elemzések során a legtartósabb szerkezetnek a drótkoszorú-vasalású piramis alakú objektumok bizonyultak [6]. Mivel a teljes vezérlés osztott rendszer alapú, ezért elkészült a nagy építménnyel azonos vegyvédelmű kis bunker[6] is¹. A fúzió környezetbarát jellege – amelyről legalább öt hazai média is beszámolt [5] – megengedi a technológia széleskörű alkalmazhatóságát a Duna-menti régióban, mivel sem a folyó élővilágát, sem a környezet anyag-erő-energia körforgását [5],[7] nem veszélyezteti² és munkahely³- otthon⁴-teremtő [6] is egyben.

¹ Az épületegyüttes reményeink szerint már a közeljövőben a világörökség részévé válik.

² A reaktor belső szerkezete nagymértékben hasonló a már jól bevált, de környezetszennyező atomreaktorok belső struktúrájához, viszont a 30000 (háromszázezer) liter nehézvízzel működő hűtőrendszer a nagyobb hatásfok érdekében a vízből veszi ki azoxigént.

³ Sajnos egyes barnább rétegeket az arany jobban húz mint a munka. Nagyobb figyelmet kell szentelni egymásnak.

⁴ Adott körülmények között a rendszer evolúciós előnyt jelenthet egy régióban (megyében) az építő számára.

Következtetések

A fúziós energiatermelés megvalósulására még néhány évtizedet várni kell. A tervek szerint az első, villamos energiát szolgáltató erőművek valamikor a század közepén kezdenek működni. Ha a fúziós energiatermelés megvalósul, környezetszennyezés nélkül lesz képes mindörökké elegendő energiát és munkahelyet szolgáltatni az emberiségnek [6] egy szebb és békésebb jövő érdekében.

Köszönetnyilvánítás

A szerző kifejezi köszönetét az Európai Atomenergia Közösség Magyar Kutatói Szövetségének a kutatás részleges finanszírozásáért és a nyújtott szakmai támogatásért, valamint Sz. Sándornak a kutatói-fejlesztői munka széles körben való ismertté tételéért.

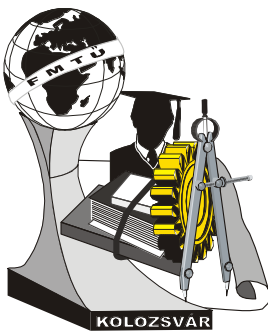
Hivatkozási lista

1. Zoletnik Sándor, KFKI-RMKI, EUROATOM Association: Szabályozott magfúzió (Controlled Thermonuclear fusion): www.rmki.kfki.hu/~zoletnik
2. European Atomic Energy Community: www.euratom.org
3. European Fusion Development: www.efda.org
4. ITER (Nemzetközi Termonukleáris Kísérleti Reaktor): www.iter.org
5. <http://212.92.23.201> – Main technical presentation
6. <http://195.228.75.125> – Main popularization site
7. <http://193.202.82.29> – Technical and security documentation

Fogarassy Árpád; atomfizikus kutató munkatárs

Debreceni Egyetem; 4751 Kocsord, Hunyadi utca 1.

Email: afogarassy@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A Fe-Co KÉTALKOTÓS EGYENSÚLYI FÁZISDIAGRAM ESTPHAD MÓDSZERREL TÖRTÉNŐ SZÁMÍTÁSA

Kövér Zsuzsanna Ilona, Roósz András

Abstract

The application of equilibrium phase diagrams (EPhD) is very frequent in phase transformation simulations. It is important to apply in simulation a simple but accurate EPhD calculation method which is based on the knowledge of the curves of the EPhDs as a function. A simple, fast and iteration free approximate calculation method has been developed earlier (ESTPHAD – Estimated Phase Diagrams). The input data may be either experimental values or a data field calculated by CALPHAD or digitalized data from the measured and published graphic EPhDs. By this method important parameters such as the beginning and ending temperatures of solidification or solid state transformation can be determined for each phase. The partition ratios as a function of the concentration can be calculated as well. In this study ESTPHAD is used to estimate the EPhD of Fe-Co binary system.

Az anyagtudományi szimulációs számításoknál nagy jelentőséggel bír egy megfelelő pontosságú és könnyen alkalmazható egyensúlyi fázisdiagram (EPhD) számítási módszer, amely a diagramokban található görbék egyenleteinek ismeretén alapszik. Ennek érdekében a mérési adatokból készített grafikus diagramok digitalizálással nyert adatait felhasználva egy egyszerű, iteráció nélküli közelítő számítási módszert fejlesztettünk ki (ESTPHAD - Estimation of Phase Diagrams). A módszerrel a görbék olyan fontos paraméterei meghatározhatók, mint a különböző fázisátalakulások kezdő és befejező hőmérsékletei, valamint a megoszlási hányadosok. A módszert jelen esetben a Fe-Co fázisdiagram számítására alkalmaztuk.

Bevezetés

Az anyagtudományi szimulációkban gyakran használunk egyensúlyi fázisdiagramokat (EPhD), melyek meghatározása időigényes és bonyolult mérésekkel történik. Az így meghatározott EPhD-k grafikus alakban már régóta léteznek, ilyen formában ezek azonban alkalmatlanok a számítógépes szimulációkban történő felhasználásra.

A diagramok vonalait meg lehet határozni termodinamikai alapokon nyugvó számítási módszerekkel is (pl. CALPHAD - Calculation of Phase Diagrams). Ezek azonban túl azon, hogy időigényesek és sok bemenő adat ismeretét követelik meg, feltételezik a méréssel meghatározott EPhD-k ismeretét is.

A szimulációs számításoknál nagy jelentőséggel bír egy megfelelő pontosságú és könnyen alkalmazható EPhD számítási módszer, amely a diagramokban található görbék egyenleteinek ismeretén alapszik. Ennek érdekében a mérési adatokból készített grafikus diagramok digitalizálással nyert adatait felhasználva egy egyszerű, iteráció nélküli közelítő számítási módszert fejlesztettünk ki (ESTPHAD - Estimation of Phase Diagrams) [1].

Ezzel a módszerrel a fázisátalakulások kezdő és befejező hőmérsékletei, valamint a megoszlási hányadosok határozhatók meg, mint az olvadék ill. a szilárd fázis koncentrációjának függvényei.

Az ESTPHAD módszer lépései

1. A grafikus fázisdiagram elektronikus formává alakítása

A mért adatokból készített grafikus formában lévő EPhD-ket elektronikus képpé kell transzformálni azért, hogy számítógéppel feldolgozhatóvá váljanak. Ez a lépés szkennelés segítségével történik meg. A következő lépésben az EPhD-k görbéit egyenként digitalizáljuk úgy hogy a diagramokba 1-10°C-onként konódákat húzunk és azok két végpontjánál leolvassuk az összetartozó hőmérséklet-koncentráció értékpárokat.

2. Az együtthatók meghatározása

A likvidusz ill. a szolidusz görbéket az alábbi egyenletekkel közelítjük:

$$T_L = \frac{T_0}{1 + F(c_L)} \quad \text{illetve} \quad T_S = \frac{T_0}{1 + F(c_S)} \quad (1.a \text{ és } b)$$

Az olvadék ill. a szilárd fázis koncentrációt pedig a megoszlási hányados segítségével a

$$c_S = k(c_L) \cdot c_L \quad \text{illetve} \quad c_L = \frac{c_S}{k(c_S)} \quad (2.a \text{ és } b)$$

egyenlet alapján számítjuk ki, ahol:

$$F(c_L^B) = A(1) \cdot (c_L^B - c_0^B) + A(2) \cdot (c_L^B - c_0^B)^2 + A(3)(c_L^B - c_0^B)^3 + \dots \quad (3.a)$$

$$F(c_S^B) = C(1) \cdot (c_S^B - c_0^B) + C(2) \cdot (c_S^B - c_0^B)^2 + C(3) \cdot (c_S^B - c_0^B)^3 + \dots \quad (3.b)$$

és T_L, T_S a likvidusz és a szolidusz hőmérséklet
 c_L^A, c_S^A az olvadék és a szilárd fázis koncentráció az A komponensre nézve
 T_0 a tiszta fázis olvadáspontja
 c_0^A a tiszta fázis koncentrációja az A komponensre nézve
 $k(c_L^B), k(c_S^B)$ a megoszlási hányados az olvadék ill. a szilárd fázis koncentrációjának függvényében:

$$\ln k(c_L^B) = B(1) \cdot (c_0^A - c_L^A) + B(2) \cdot (c_0^A - c_L^A)^2 + B(3) \cdot (c_0^A - c_L^A)^3 + \dots \quad (4.a)$$

$$\ln k(c_S^B) = D(1) \cdot (c_0^A - c_S^A) + D(2) \cdot (c_0^A - c_S^A)^2 + D(3) \cdot (c_0^A - c_S^A)^3 + \dots \quad (4.b)$$

A (3.a és b) egyenletek együtthatóit a digitalizált adatokból regresszió-analízis segítségével határozzuk meg. Az így nyert koefficienseket az (1.a és b) egyenletekbe visszahelyettesítve a likvidusz ill. a szolidusz hőmérsékletek meghatározhatók.

Ahhoz, hogy az olvadék ill. a szilárd fázis koncentrációkat is ismerjük, először a megoszlási hányadost kell meghatározni, mely a (4.a) és a (4.b) egyenletek segítségével történik. Ezen egyenletek együtthatóinak meghatározása szintén a digitalizált adatokból regresszió-analízis segítségével történik. A kapott eredményeket a megoszlási hányados megfelelően átrendezett alakjaiba, a (2.a) és a (2.b) egyenletekbe visszahelyettesítve az olvadék ill. a szilárd fázis koncentrációk meghatározhatók.

Az $F(c_L)$ és az $\ln k(c_L)$ illetve az $F(c_S)$ és az $\ln k(c_S)$ függvények megoldásából származó EPhD-k abban különböznek egymástól, hogy ha az együtthatókat az olvadék fázis koncentráció függvényében határozzuk meg, akkor a likvidusz hőmérséklet és a megoszlási hányadoson keresztül a szilárd fázis koncentráció egyértelműen meghatározható, míg a szolidusz hőmérséklet csak iterációval. Ha azonban az együtthatókat a szilárd fázis koncentráció függvényében határozzuk meg, akkor a szolidusz hőmérséklet és a megoszlási hányadoson keresztül az olvadék fázis koncentráció határozható meg egyértelműen, míg a likvidusz hőmérséklet csak iterációval. Tehát a kétfajta számítási mód célja az iteráció kiküszöbölésében rejlik.

A fázisátalakulások hőmérsékletei és megoszlási hányadosai is hasonló módon számíthatók, ha figyelembe vesszük, hogy a likvidusz hőmérsékletet és koncentrációt helyettesítjük a majorral, illetve a szolidusz hőmérsékletet és koncentrációt pedig a minorral.

3. Az adatbázis

A számítást az EPhD-kben található összes görbepárra külön-külön el kell végezni a fent ismertetett módon. Az így nyert függvények együtthatóit táblázatos formában adhatjuk meg, mely táblázatoknak a koefficienseken kívül tartalmazniuk kell a későbbi felhasználáshoz szükséges, vagyis az adott átalakulásra jellemző fontosabb adatokat (az átalakulást, a koncentrációtartományt és a T_0 , c_0 értékeit).

Az együtthatók értékes jegyeit 8 karakternek határoztuk meg.

Az ESTPHAD módszer alkalmazása a Fe-Co fázisdiagramra

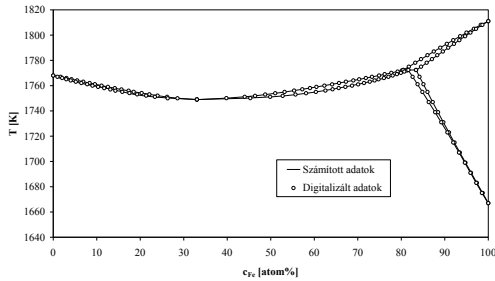
A fent bemutatásra került ESTPHAD EPhD számítási módszert jelen esetben a Fe-Co kétalkotós egyensúlyi fázisdiagram számítására alkalmaztuk. A regresszió-analízis eredményeképp kapott együtthatók az **1. táblázat**ban található.

A **1-2 ábrák**on láthatók a digitalizált és a számított EPhD-k. Az ESTPHAD módszer pontosságának ellenőrzése érdekében összehasonlítottuk a digitalizált és a számított likvidusz ill. szolidusz (vagy major ill. minor) hőmérséklet különbségeket, valamint az olvadék ill. a szilárd fázis (vagy major ill. minor) koncentráció különbségeket a vas koncentrációjának függvényében (**3-4. ábrák**).

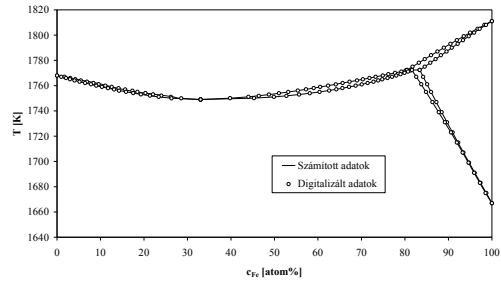
A diagramokon megfigyelhető, hogy az eltérés maximum ± 6 K illetve ± 1 atom%. Ha figyelembe vesszük, hogy kb.1000 K nagyságú tartományban dolgoztunk és azt is, hogy a hőmérsékletmérés hibája K-es nagyságrendű, akkor megállapítható, hogy a módszer jól alkalmazható a kétalkotós EPhD-k közelítésére.

Tartomány	T_1 együtthatók	$\ln k_1 c_1$ együtthatók	T_2 együtthatók	$\ln k_2 c_2$ együtthatók	Tartomány	T_1 együtthatók	$\ln k_1 c_1$ együtthatók	T_2 együtthatók	$\ln k_2 c_2$ együtthatók
0-33,028 $L \rightarrow \gamma$	A(1) 3,3574657E-04 A(2) 1,7199999E-05 A(3) -1,4013913E-06 A(4) 4,5166047E-08 A(5) -5,6597524E-10	B(1) -2,0962786E-01 B(2) 3,7553070E-02 B(3) -2,5954227E-03 B(4) 7,8051982E-05 B(5) -8,5056407E-07	C(1) 5,7496562E-04 C(2) -1,0459576E-05 C(3) 3,8443710E-07 C(4) -1,2722761E-08 C(5) 1,1640837E-10	D(1) -2,0496540E-01 D(2) 3,8162936E-02 D(3) -2,7397862E-03 D(4) 8,5521009E-05 D(5) -9,6491715E-07	88,394-100 $L \rightarrow \delta$	A(1) -9,0708170E-04 A(2) 2,9767852E-05 A(3) 2,6153632E-06 A(4) 1,3633786E-07 A(5) 2,6788732E-09	B(1) -1,8246892E-03 B(2) 2,7056103E-03 B(3) 4,4873250E-06 B(4) 2,9264811E-07 B(5) 6,6917355E-09	C(1) -1,1098532E-03 C(2) 4,5610802E-05 C(3) 5,5468402E-06 C(4) 3,5427947E-07 C(5) 8,4725033E-09	D(1) -2,2089489E-03 D(2) 5,3147965E-05 D(3) 1,1211524E-05 D(4) 8,4793067E-07 D(5) 2,2462308E-08
33,028-81,624 $L \rightarrow \gamma$	A(1) -2,2445888E-03 A(2) -9,1952497E-05 A(3) -2,2209870E-06 A(4) -2,6152811E-08 A(5) -1,1618237E-10	B(1) 1,6008745E-02 B(2) 1,6733421E-03 B(3) 5,8203716E-05 B(4) 9,2269816E-07 B(5) 5,5733479E-09	C(1) -1,8743694E-03 C(2) -5,1646504E-05 C(3) -9,6295386E-07 C(4) -1,0430777E-08 C(5) -4,6127090E-11	D(1) 1,7746037E-02 D(2) 1,8468270E-03 D(3) 6,0220367E-05 D(4) 8,7102148E-07 D(5) 4,8452706E-09	81,624-100 $\delta \rightarrow \gamma$	A(1) 3,6833222E-03 A(2) 2,7389444E-05 A(3) 2,8370515E-06 A(4) 1,3483350E-07 A(5) 2,5142419E-09	B(1) 1,5943102E-03 B(2) 5,1262201E-04 B(3) 6,8915929E-05 B(4) 3,5715619E-06 B(5) 7,3812817E-08	C(1) 3,1558880E-03 C(2) -1,3507170E-04 C(3) -1,8142676E-05 C(4) -9,1061660E-07 C(5) -1,6965302E-08	D(1) 1,4690540E-03 D(2) 4,4514025E-04 D(3) 5,7052656E-05 D(4) 2,7667679E-06 D(5) 5,1036668E-08

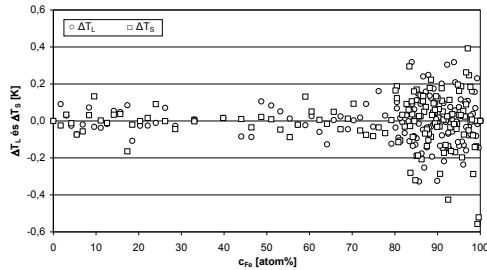
1. táblázat: A Fe-Co fázisdiagram együtthatói



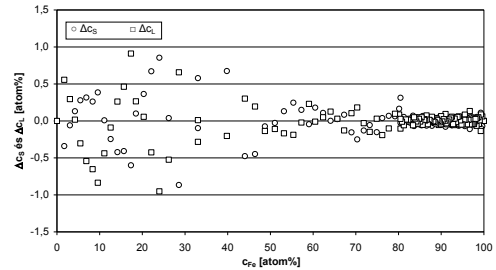
1. ábra: A számított Fe-Co fázisdiagram, amikor a közelítő függvény az $F(c_L)$ volt



2. ábra: A számított Fe-Co fázisdiagram, amikor a közelítő függvény az $F(c_S)$ volt



3. ábra: A digitalizált és számított likvidusz (v. major) ill. szolidusz (v. minor) hőmérséklet-különbségek a vas koncentráció függvényében



4. ábra: A digitalizált és számított olvadék (v. major) ill. szilárd (v. minor) fázis koncentráció-különbségek a vas koncentráció függvényében

Összefoglalás

Összefoglalásként elmondható, hogy mivel az ESTPHAD módszer nemcsak a kristályosodás likvidusz és szolidusz görbéit írja le elég jó pontossággal, hanem a fázisátalakulások major és minor görbéit is, ezért a módszer viszonylag bonyolult EPhD-k számítására is alkalmas.

Irodalom

A. Roósz, G. Kaptay: The ESTPHAD Concept, Z. Metallkunde (under construction)

Zs. Kövér, A. Roósz: Application of the ESTPHAD method to calculation of the equilibrium phase diagram of Al-Fe alloy system, GÉPÉSZET 2004 Proceedings of the Fourth Conference on Mechanical Engineering vol.1 pp.111-115

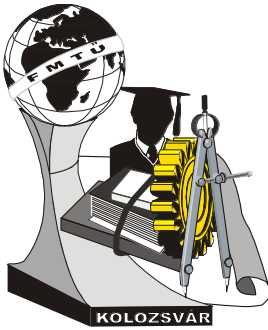
H. Okamoto: Phase Diagrams of Binary Iron Alloys, copyright 1993 by ASM International, printed in the United States of America, ISBN: 0-87170-469-2, p. 93-101.

Kövér Zsuzsanna Ilona¹, **Dr Roósz András**² /doktorandusz¹, egyetemi tanár²

MTA-MFA¹/H-1525. Budapest, P.O.Box 49.

Miskolci Egyetem², Fémteni Tanszék²/H-3515. Miskolc, Egyetemváros

Tel.: (36-1) 392-2797 Fax.:(36-1) 392-2226 E-mail: koverzs@mfa.kfki.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BIOETANOL, MINT ALTERNATÍV ÜZEMANYAG

Meleg Anna

Abstract

Ethanol is an alternative fuel produced from different feedstocks such as wheat, corn, sugar cane, sugar beet, by way of fermentation. The use of ethanol as a fuel has the potential to reduce oil dependency, to exploit surplus agricultural capacity. It also has a positive effect by reducing CO₂ emission, which as a greenhouse gas is also responsible for environmental problems. Ethanol can be used in different ways such as in different blends in flexi fuel cars, as pure fuel, or as ETBE as derivative of ethanol with isobutylane. Currently ethanol is produced in large scale for fuel purposes in Brazil, in the United States and in the European Union (Spain, France, Sweden). There are a number of factors why ethanol is used in one country and not in the other. There is complex interplay of scientific, economic, social, environmental and political factors, which determine the willingness of a society to invest into researching and producing ethanol as a fuel. The barrier of wide spread of fuel ethanol implementation is due to the high production costs of ethanol, hence it can not be competitive with fossil fuels without government support and incentives. The interests of the oil companies often hinder the use of the new fuel. For the success of ethanol as a fuel these sectors have to be made interested, and the cooperation of other sectors (environmental, agricultural) has also an important role.

Absztrakt

A bioetanol egy folyékony alternatív üzemanyag, melyet fermentációval lehet előállítani cukor, keményítő, és lignocellulóz tartalmú alapanyagokból (cukorrépa, cukornád, burgonya). A bioetanol üzemanyagként való alkalmazása lehetőséget adhat egy ország olajfüggőségének csökkentésére és mezőgazdasági terményfölszégének levezetésére. Továbbá használatával csökkenteni lehet a közlekedés által kibocsátott káros gázok mértékét, mely mérsékelhetné a fokozott üvegházhatást. A bioetanolt különböző módon lehet üzemanyagként alkalmazni, mint például különböző arányú etanol-benzin keverékként, mint tiszta üzemanyag, illetve ETBE (etil-tercier-butil-éter) oxigenát adalékanyagként. Jelenleg Braziliában, az Egyesült Államokban, valamint az Európai Unióban (Spanyolország, Franciaország, Svédország) gyártanak etanolt üzemanyag felhasználás céljából. Komplex okok vezetnek ahhoz, hogy egy ország új üzemanyag bevezetése mellett döntsön. Ezen a gazdasági, környezeti, politikai, tudományos és társadalmi összefüggések feltárása fontos ahhoz, hogy megértsük egy ilyen folyamat mozgatóerőit. A bioetanol magas előállítási költsége az egyik fő akadálya széleskörű elterjedésének, mivel csak állami támogatással versenyképes a benzinnel szemben. Továbbá az olajtársaságok gyakori érdekkellentéte is korlátozza az etanol jelenlétét az üzemanyagpiacon. Ahhoz, hogy az etanol üzemanyagként hasznosuljon, az előbb említett gazdasági szereplők érdekeltségének felkeltése, és további szektorok (környezetvédelmi, mezőgazdasági) összefogása szükséges.

1. BEVEZETŐ

Mindannyiunk számára ismert probléma, hogy fosszilis erőforrásaink többsége kimerülőben van, valamint elosztása egyenlőtlen a világ országai között. Ennek következtében az olajfelhasználó országok nagymértékben kiszolgáltatottak az olaj kereskedelmet befolyásoló tényezőknek, ami az adott országok gazdaságát sebezhetővé és befolyásolhatóvá teszi. További problémákhoz vezetett továbbá a fokozott ipari tevékenység, illetve az elmúlt évszázadban megváltozott fogyasztási, és közlekedési szokások eredményeként, a káros, üvegházhatást okozó gázok (CO₂, CH₄, CFC, N₂O) kibocsátása jelentősen megnövekedett. A légkörben feldúsult üvegházhatást kiváltó gázok feltehetően a felelősek a kutatók által észlelt globális felmelegedésért. Az előbb említett problémák egyre sürgetőbbé teszik alternatív energiaforrások bevezetését, melynek körébe tartozik a bioetanol is, mint folyékony üzemanyag. Mivel a bioetanol növényi eredetű, gyártása felvevő piacot jelent a nehezen értékesíthető mezőgazdasági terményeknek, megoldást nyújtva ezzel esetleges mezőgazdasági válságok kezelésére.

2. BIOETANOL ELŐÁLLÍTÁSA

Az etanol fermentációs módon való előállítására több módszert is kidolgoztak az alapanyagok eltérő kémiai összetétele és szerkezete miatt. A fermentációhoz felhasznált alapanyagok szerint három csoportba sorolhatjuk a gyártási folyamatokat: egyszerű cukor-(cukorrépa, cukornád) keményítő-(kukorica, búza, burgonya), valamint lignocellulóz tartalmú alapanyagot felhasználó etanol előállítási módok. Az utóbb említett alapanyag gyártási folyamata jelenleg kísérleti stádiumban van, azonban a folyamat jövőbeni optimalizálása nagymértékben fellendítheti a bioetanol hajtóanyagként való felhasználását, mivel a cellulóz a Földön legnagyobb mennyiségben előforduló és évről-évre újratermelődő szerves anyaga [1,2]

3. BIOETANOL ÜZEMANYAG HASZNÁLAT OKAI KÜLÖNBÖZŐ ORSZÁGOKBAN

Jelenleg több ország is gyárt, illetve használ bioetanol hajtóanyagként, vagy keverőkomponensként, ezek közül azonban csak Brazília, az Egyesült Államok és az Európai Unió tekinthető jelentős bioetanol gyártónak illetve felhasználónak. Számos tényező befolyásolja azt a tényt, hogy a bioetanol egyes országokban támogatott, míg másokban ellenzett, vagy csak elenyésző mértékben pártfogolt. Tudományos, gazdasági, társadalmi, és politikai tényezők bonyolult szövevénye határozza meg, hogy egy adott állam milyen fokon érdekelt az üzemanyag célra felhasznált bioetanol kutatásában, valamint gyártásában.

Brazília a legnagyobb etanol gyártó, valamint felhasználó ország a világon, ami a kiemelkedő cukornád termelési kapacitásának köszönhető. Brazíliában a bioetanol üzemanyagként való széleskörű alkalmazása az 1970-es években kezdődött, amikor a kormány elindította a Nemzeti Alkohol Üzemanyag Programját, abból a célból, hogy csökkentse olajválság terheit, valamint a cukorár destabilizációja okozta, belső agrárválság problémáit. A kormány hatékony intézkedéseinek eredményeként az 1980-as évekre az etanol közel 50 százalékban helyettesítette a közlekedésben felhasznált benzint (ez az arány azonban napjainkra 30 százalékra csökkent). Az etanol tartalmú üzemanyagok felhasználása az Egyesült Államokban jelentősen emelkedik napjainkban, mely folyamatot környezetvédelmi szempontokkal magyaráznak. Ennek ellenére, ha felmérjük az USA etanolt gyártó és felhasználó régiót láthatjuk, hogy azok egybeesnek a nagy kukoricatermelő területekkel, mely azt a feltételezést támasztja alá, hogy a bioetanol üzemanyagszerű felhasználása a kukoricatermelő farmerek érdekeit szolgálja. Az etanol tartalmú üzemanyagok bevezetésének csak úgy, mint az Egyesült Államokban, az Európai Unióban is a mezőgazdasági szektor a fő mozgatórugója, az egyre erősödő környezetvédelmi szempontok kielégítése mellett. A bioetanol tartalmú üzemanyag jövőbeni szerepét nagymértékben meghatározza az Európa Parlament és Tanács 2003. május 8-ai, 2003/30/EK számú irányelve, mely előírja a bioüzemanyagok minimális jelenlétét az üzemanyagpiacon. A referenciaértékeket az irányelv 2005. dec. 31-ig 2%-ban, 2010. dec. 31-ig bezárólag pedig 5, 75%-ban állapítja meg. Az EU két legnagyobb etanol gyártó országa Spanyolország és Franciaország, ahol az erős mezőgazdasági lobbival mellett az olajtársaságokat is sikerült érdekeltté tenni az etanol gyártásban. Svédország az egyetlen ország, ahol valóban környezeti érdekek irányítják az megújuló üzemanyagok elterjedését. Ez azért lehetséges, mivel a kormányzásban a környezeti szempontok jelentős szerepet töltenek be, az ország környezettudatos szemléletmódjának köszönhetően [3,4,5,6,7].

4. A BIOETANOL MOTORHAJTÓANYAGKÉNT VALÓ FELHASZNÁLÁSI MÓDJAI

A bioetanol üzemanyagot különböző formában lehet a járművekben felhasználni, ami országon belül, és országok között is eltérő lehet. Etanol alkalmazható 100%-os üzemanyagként, külön erre kialakított járművekben. Továbbá használható, mint üzemanyag keverőkomponens flexibilis üzemű járművekben (FFV- Flexible Fuelled Vehicles), mely gépjárművek a 85% etanol, és 15% benzinnel keveréssel, valamint 100% benzinnel is működnek. Végül a bioetanol, mint üzemanyag-adalék is alkalmazható hagyományos járművekben közvetlen bekeveréssel, valamint ETBE formájában. Az ETBE-t (Etil-tercier-butil-éter), a bioetanol és az izobutilén (ami fosszilis eredetű, az olajfinomítás egyik mellékterméke) katalitikus reakciójával állítható elő [1,8].

5. KONKLÚZIÓ

Ahhoz, hogy egy új üzemanyag bevezetésre kerülhessen, esetünkben a bioetanol, különböző szempontoknak, és érdekeknek kell találkoznia. Fontos, hogy rendelkezésre álljon a gazdaságosan és hatékonyan működő etanol előállítási technológia, illetve a felhasználható nyersanyag. Ezekon túl elengedhetetlen a különböző gazdasági szereplők érdekeinek összehangolása, és összefogása.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Hancsók Jenő, V. Z. [2003]: A biobenzin” Otto-motorok növényi eredetű hajtóanyagai és azok keverőkomponensei”, *BME-OMIKK*, Budapest
2. Szengyel Zsolt [2000]: Ethanol from wood-Cellulase Enzyme Production. Lund University, Sweden
3. Berg C [2003]: World Fuel Ethanol-Analysis and Outlook ..*O. Licht*
Elérhető: www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g30819b40j.pdf
4. EU Direktive[2003]: Directive 2030/30/EC of the European Parliament and of the Council, Official Journal of the European Union, 17.03.2003, L/123/42
5. Knapp R.[2003]:”Brazilian Sugar” Tropical Product Division,
Elérhető:(<http://www.fas.usda.gov/http/sugar/2003/Brazilsugar03.pdf>)October 2003
6. His S. [2003]:Biofuels in Europe. *Panorama 2004*
Elérhető: www.european-climate-forum.events/norwich2003/pdf/ecf_conference_summary.pdf
7. Webster T[2003]: Renewable Fuel Standard. *US. Senate*, Washington
Elérhető: <http://democrats.senate.gov/~dpc/releases/2003619720.html>
8. BAFF[2004] BioAlcohol Fuel Foundation
Elérhető: www.baff.info.se

Meleg Anna– IV. éves Környezetmérnök hallgató

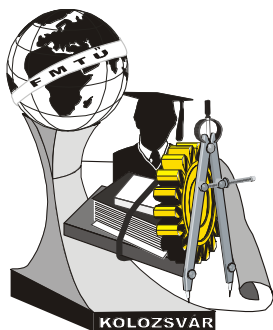
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Vegyésmérnöki Kar

Budapest, 1111 Műegyetem rkp. 3-9.

Tel: +36-1-463-1111, Fax: +36-1-463-1110

E-mail: annam@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ELHASZNÁLT LCD-ESZKÖZÖK HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Miklósi Péter

Abstract

As LCDs have increasing role on the display market, and WEEE Directive requests the removing of them from devices, it is necessary to find the possible alternatives for their recovery. Present researches are mainly focussed on applying their panel fraction as a substituent of silica containing materials in different industrial processes, but without regarding other components. Therefore it is worth to survey the possibilities for reusing and recycling of LCD-modules, considering economic and environmental aspects.

Összefoglalás

Mivel az LCD megjelenítőknek egyre nagyobb a szerepe a képernyők piacán, és a WEEE direktíva is rendelkezik, szükségessé vált felmérni a belőlük keletkező hulladékmennyiség csökkentésének lehetőségeit. A jelenlegi kutatások főként csak a panelre, annak is szilícium tartalmú anyagokat helyettesítő adalékanyagként való felhasználására irányulnak. Emiatt érdemes megvizsgálni a teljes LCD modul hasznosításának lehetőségeit is, beleértve az újrahaznátot és az anyagában történő hasznosítást.

Bevezetés

Az elmúlt néhány évtized műszaki fejlődésének eredményeként az elektromos- és elektronikai eszközök a mindennapi élet részévé váltak. A műszaki fejlődés és a növekvő fogyasztói igények azt eredményezték, hogy életciklusuk egyre rövidül, így egyre nagyobb mennyiségben jelennek meg a hulladékban. Feleslegessé válásukat követően többféle mód kínálkozhat a hulladékba kerülő mennyiség csökkentésére, (pl. újrahaznátot, anyagában történő hasznosítás, termikus hasznosítás), azonban jelenleg főként a hulladéklerakóban történő elhelyezés dominál, pedig jelentős mennyiségben tartalmazhatnak a környezetre veszélyt jelentő, valamint értékes komponenseket is. Erre válaszul született az EU 2002/96/EC és 2002/95/EC direktívája, melyek célja az elektromos és elektronikai termékekből származó környezetterhelés csökkentésének előmozdítása.

Az utóbbi időben egyre nagyobb mennyiségben jelennek meg a hulladékban a folyadékkristályos megjelenítők, és erre vonatkozóan a WEEE direktíva megköveteli a 100 cm²-nél nagyobb, valamint gázkisüléssel ellátott LCD-k eltávolítását. Emellett 75%-os hasznosítást, ezen belül

65%-os anyagában történő hasznosítást vagy újrahasználatot követel meg [1]. Mindezek teljesítése érdekében fel kell mérni e hulladéktípus jellemzőit, és mielőbb meg kell találni kezelésük megfelelő módját.

Az LCD-t tartalmazó berendezések hasznosítási lehetőségeinek felmérését, új eljárások kidolgozását célozza az EU 6. keretprogramja által finanszírozott, nemzetközi együttműködéssel zajló ReLCD projekt, melyben a BAYLOGI Újrahasznosítás és Logisztika osztálya is részt vesz. A projekt kiterjed az újrahasználat, anyagában történő hasznosítás lehetséges megoldásainak vizsgálatára, a kutatómunka eredményeinek félüzemi kísérletekkel történő igazolására, valamint a vizsgálatokból származó észrevételekkel hozzá kíván járulni az újrahasználatot és hasznosítást megkönnyítő módosításokhoz a termékek tervezési és gyártási fázisában.

Az LCD-t tartalmazó hulladékok hasznosítását célzó jelenlegi megoldások

Az LCD-k gyártásával foglalkozó vállalatok főként a gyártás során keletkező hulladékok hasznosítása irányában tesznek erőfeszítéseket.

Válaszként az LCD TV-k bővülő keresletére, a Sharp létrehozott egy kutatócsoportot, melynek célja az LCD TV-k újrahasznosításával kapcsolatos irányelvek kialakítása. Fő tevékenységük az LCD TV-k anyagösszetételének, felépítésének vizsgálata, valamint az optimális szétszerelés kidolgozása. Ezek eredményeivel minél nagyobb arányú újrahasznosítást kívánják megalapozni. A jelenlegi gyakorlat szerint az üveghulladékot őrlés után nyersanyagként használják burkolólapok gyártásához [2].

A LIREC egy 1996-ban alapított kutatócsoport, melyet az LCD gyártásban érdekelt cégek hoztak létre. Kutatásuk főként az üveg szilíciumot helyettesítő adalékanyagként való hasznosítására irányul, amely így a vasnak az acélgyártás, valamint a cink finomítása során keletkező füstgázból történő eltávolítására használható. A folyamat során a szerves komponensek (folyadékkristályok, polarizátor-fóliák) elégnek [3].

Az előzőhöz hasonló hasznosítás lehetőségét kutatja a Merck, mely a legnagyobb folyadékkristálygyártók egyike. Az általuk kidolgozott megoldás szintén a szilícium tartalmú anyagok helyettesítésére használná fel az üveget a kommunális hulladékok égetéséhez, mely a hulladékégetés során keletkező, korróziót okozó vegyületektől védi meg a kemence falát. A folyamat során a szerves komponensek szintén elégnek, hőenergiájuk hasznosul [4].

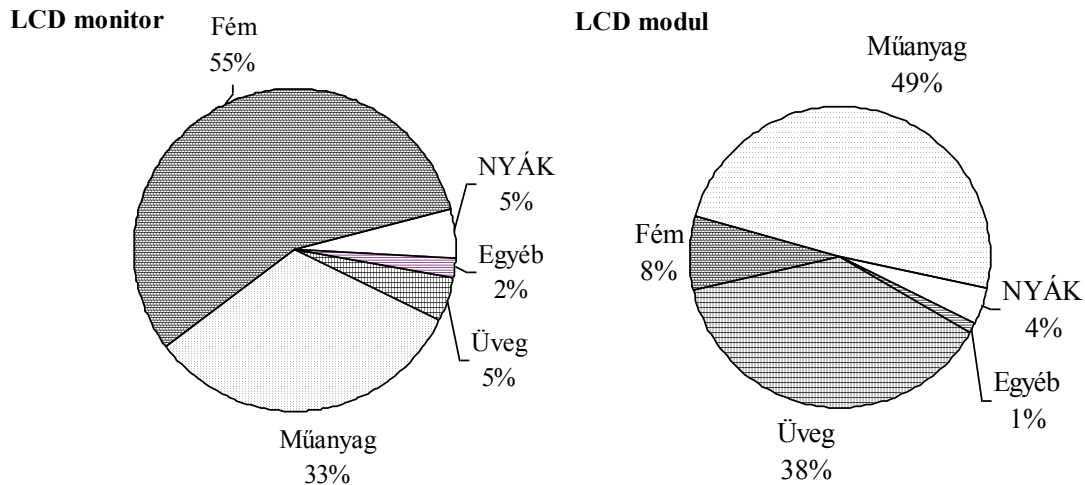
A németországi Vicor GmbH is kifejlesztette saját technológiáját, mellyel az üveg 70%-a visszanyerhető. Az eljárás során a képernyőket felaprítják, majd a folyadékkristály-tartalmat katalizátor segítségével megsemmisítik [5].

Az LCD-modulok jellemző összetétele és felépítése

A nagyméretű folyadékkristályos megjelenítők számos alkalmazási területen megtalálhatók (pl. asztali monitorok, hordozható számítógépek, LCD-televíziók, stb.). Azonban a különböző eszközöket szétbontva szinte mindegyikben hasonló képernyő található. A képernyők a gyártóktól LCD-modul

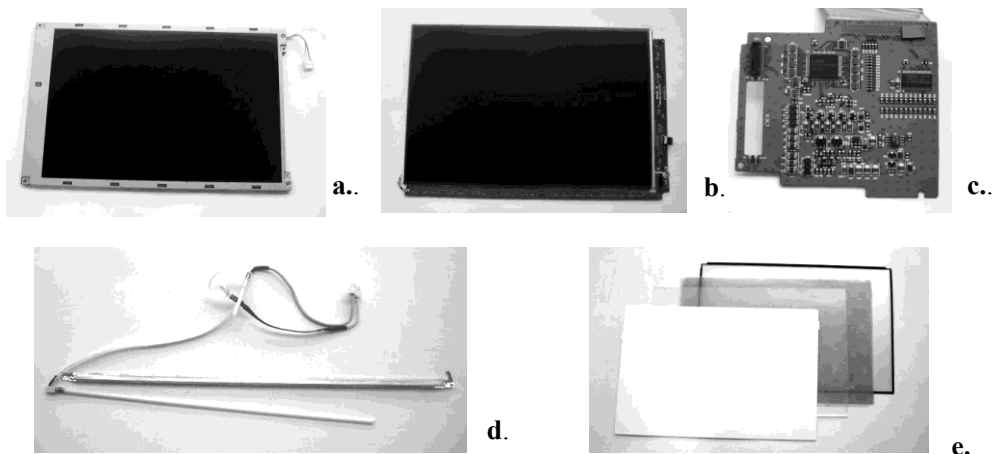
formájában kerülnek forgalomba, melyben egyéb szerkezeti egységek (leggyakrabban a háttérvilágítás ill. bizonyos vezérlő áramkörök) is be vannak építve. Egy LCD monitor főbb komponensei az LCD modul, a háttérvilágítás működtetéséről gondoskodó áramkör, valamint a képernyőt vezérlő áramkör, amely a megjelenítendő információt a képernyő számára megfelelő vezérlőjelekké alakítja.

Az LCD modul tartalmazza magát az LCD panelt, egyes meghajtó áramköröket, a háttérvilágítást, valamint a szilárd vázat biztosító keretet.



1. ábra: LCD monitor és modul jellemző összetétele

A modulba épített meghajtó áramkör tartalmazza az LCD panel szélein elhelyezett sor- és oszlopvezérlő IC-eket, valamint egy nyomtatott áramköri lapon elhelyezve egyéb meghajtó áramköröket, és a vezérlőjelet fogadó csatlakozót.



2. ábra: a.: LCD modul; b.:LCD panel; c.: nyomtatott áramköri lap; d.: fényforrás; e.: a háttérvilágítást alkotó rétegek

A háttérvilágítás a hátlap alatt kap helyet. Részei a fényforrás, valamint az egyenletes fényes felületet biztosító rétegek. A fényforrás leggyakrabban egy vagy több fluoreszcens fénycső, amely egy

alumínium keretben helyezkedik el. Higanytartalma miatt ez az egyetlen veszélyesnek minősülő komponens. A rétegek egyes elemeinek anyaga PET vagy egyéb műanyag, a legnagyobb mennyiséget kitevő fényvezető réteg pedig plexiből készül [6].

A szilárd vázat biztosító keret acélból készült, a modul hátlapja általában műanyag, de gyakran alumínium is előfordul, és a keretből kihajlítható karmok rögzítik.

Az LCD panelt két üveglap alkotja, melyek között a folyadékkristály-réteg, az átlátszó, indium-ón-oxid elektródaréteg, és egyéb rétegek helyezkednek el. A panel külső felületét mindkét oldalon polarizátor-rétegek, valamint színes képernyő esetén színszűrő réteg borítja.

Kézi bontással a különböző alkotórészek könnyen elkülöníthetők, nagy mennyiségű hulladék esetén azonban gépi feldolgozás lenne kívánatos. Ennek első lépéseként a háttérvilágítás sérülésmentes eltávolítását, majd az egyes komponensek aprítást követő szétválasztását kellene megoldani.

Legnagyobb mennyiségben a műanyag és az üveg fordul elő, azonban ezek piaca és felhasználhatósága korlátozott. A leginkább piacképes a 8-10%-nyi mennyiségű fém, főleg acél és alumínium.

Az újrahasználat lehetősége

Az újrahasználat, mely magában foglalja mind a teljes termék felújítását, mind a használt eszközből származó alkatrészek beépítését javításra szoruló vagy új termékekbe, egy termék életciklusának meghosszabbítása révén járul hozzá a keletkező hulladék mennyiségének csökkentéséhez.

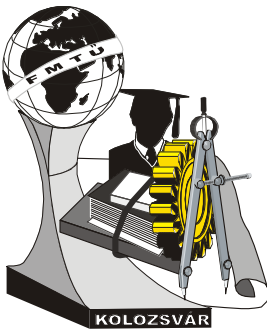
Az LCD modulok jelentős része viszonylag hosszú élettartama miatt elméletileg alkalmas lenne erre. De ehhez meg kell győződni az eszközök megfelelő műszaki állapotáról, ennek gyakorlati megvalósítása pedig nehézkes. A forgalomban lévő eszközöknél ugyanis egyrészt sokféle csatlakozó-típust alkalmaznak a modul és a meghajtó áramkörök összekötésére, másrészt a modulok meghajtása speciális jelet igényel, amely a különböző modellek esetén nagymértékben eltér. Így a működőképesség ellenőrzése speciális eszközt és információkat igényel, amelyek nem minden esetben hozzáférhetőek. Talán a fő problémát az jelentheti, hogy ezen termékcsoport erkölcsi elavulásának ideje jóval rövidebb, mint a műszaki élettartam, emiatt a használt, az aktuális igényeknél alacsonyabb technikai színvonalat képviselő eszközök felhasználási lehetősége korlátozott lehet. Ehhez az is hozzájárul, hogy az újonnan gyártott termékekkel ellentétben a még hátralévő élettartam sem becsülhető meg biztonsággal.

Irodalom

- [1] Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council, 2003.
- [2] LCD TV Recycling Technology; <http://www.sharp-world.com>
- [3] Recycling of LCD panel <http://home.jeita.or.jp>
- [4] Martin, R.- Simon-Hettich, B.- Becker, W.: Safe Recovery of Liquid Crystal Displays in compliance with WEEE; Electronic Goes Green Conference, Berlin, 2004.
- [5] <http://www.vicor-berlin.de>
- [6] Cha-Yeon Kim - Tae-Hyun Choi: TFT-LCD Back Light Unit (BLU) Manufacturing in Korea

Miklósi Péter/doktorandusz

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet (BAYLOGI)
H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2., E-mail: miklosi@bzlogi.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

FUTÁSI IDEJŰ ELLENŐRZÉS ABSZTRAKT MODELLEK ALAPJÁN

Pintér Gergely

This paper outlines some achievements of our recent research related to run-time verification of UML statechart implementations. We present a verification framework offering a considerable degree of granularity by (i) enabling the specification of key dependability requirements in the early modeling phases by proposing a temporal logic language fitted to statecharts and (ii) by supporting the verification of the final implementation against the fully elaborated statechart model.

Cikkünkben a futási idejű ellenőrzéssel kapcsolatos kutatásaink néhány friss eredményét körvonalazzuk. Bemutatunk egy keretrendszert, amely jelentős rugalmasságot kínál a fejlesztőknek azáltal, hogy (i) lehetővé teszi megbízhatósági követelmények megfogalmazását már a tervezés korai fázisában egy általunk bevezetett temporális logikai nyelven, illetve (ii) támogatja a megvalósítás közvetlen ellenőrzését a teljesen kidolgozott UML állapotterkép modell alapján.

1. Bevezető

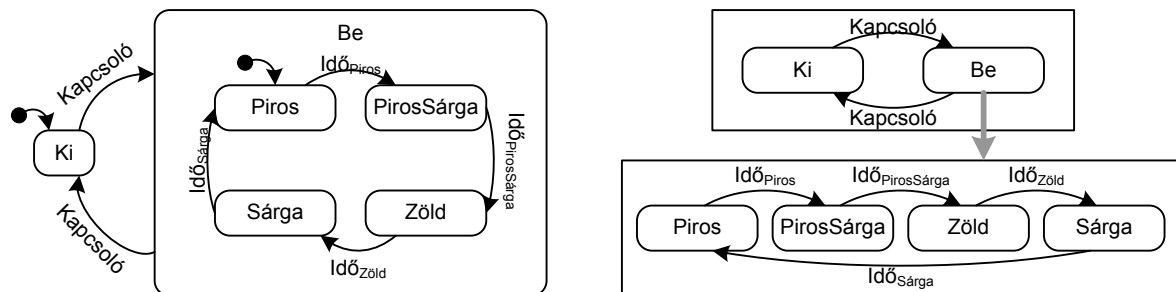
Futási idejű ellenőrzés során az a célunk, hogy felderítsük és jelezzük, ha egy szoftver megvalósítás (kész alkalmazás) a *futása közben* megsérti az absztrakt modellel (állapotterképpel, kommunikációs diagrammal stb.) megadott *specifikációját*. Ez a cikk röviden összefoglalja az ebben a témakörben végzett legújabb kutatásainkat és vázol egy *keretrendszert*, amely állapotterkép megvalósítások futási idejű ellenőrzésére szolgál. Megközelítésünk egyrészt támogatja a (i) megbízhatósági követelmények megfogalmazását a tervezés *korai fázisaiban*, mikor még csak *előzetes modellek* állnak rendelkezésünkre másrészt (ii) lehetővé teszi a megvalósítás alapjául szolgáló, tehát csak a fejlesztés *kései fázisaiban* előálló, *teljesen kidolgozott viselkedési modellek* alapján történő ellenőrzést:

- Egy szoftverrendszerrel kapcsolatban felmerülő kulcsfontosságú megbízhatósági követelményeket a *tervezés korai fázisában* szokás megfogalmazni, amikor még csak vázlatosan kidolgozott viselkedési modellek állnak rendelkezésre. Ezen kezdeti modelleket nem lehet közvetlenül referencia specifikációként használni, ezért bevezettünk egy *temporális logikai nyelvet*, amely lehetővé teszi, hogy a kulcsfontosságú ütemezéssel és sorrendiséggel kapcsolatos követelményeket már a korai modelleken megfogalmazzuk. Megközelítésünk matematikai háttérét a második fejezet vázolja, a nyelvet a harmadik fejezetben mutatjuk be.

- Az egymás után következő modellfinomítási lépések során a fejlesztők elkészítik a rendszer teljesen kidolgozott viselkedési modelljét, amelyet a programozási fázisban végül megvalósítanak. A második fejezetben bemutatunk egy leírásmódot UML állapotterképek formális reprezentációjára, majd erre építve a negyedik fejezetben vázoljuk, hogyan használható egy ilyen modell a megvalósítás közvetlen futási idejű vizsgálatok referenciainformációként.

2. Formális modellek

Mára az UML (Unified Modeling Language [1]) vált a szoftver modellezés általánosan elfogadott egységes leíró nyelvévé. Gazdag grafikus eszközkészletéből az eseményvezérelt viselkedés modellezésére az *állapotterképek* szolgálnak (egy közlekedési lámpa állapotterképe látható az 1. ábra bal oldalán). Egy állapotterkép *állapotai* olyan szituációkat modelleznek, amikor valamilyen állandó körülmény áll fenn (pl. a közlekedési lámpa zöldet mutat). Az állapotokhoz *belépési* és *kilépési akciót* rendelhetünk, amelyeket az állapot aktívvá illetve inaktívvá válásakor kell végrehajtani (pl. fel illetve le kell kapcsolni egy izzót). Az állapotokat irányított *átmenetek* kötik össze. Az átmenetekhez megadhatjuk, hogy milyen típusú *kiváltó esemény* hatására mennek végbe (pl. letelik egy időzítés), illetve közvetlenül az átmenetekhez is rendelhetünk *akciókat*. Az állapotok finomításával állapot hierarchiakat hozhatunk létre (pl. az, hogy a közlekedési lámpa zöldet mutat, az speciális esete annak, hogy be van kapcsolva, vagyis a zöld állapot a bekapcsolt állapot finomítása).



1. Ábra. Egy közlekedési lámpa állapotterképe (balra) és a neki megfelelő EHA (jobbra)

Mivel az UML szabvány [1] alapvetően szöveges formában adja meg az állapotterképek működési szemantikáját, célszerű áttérni egy kevésbé vizuális de formális szemantikával definiált ábrázolásmódra. Keretrendszerünkben az UML állapotterképeket automatikusan *kiterjesztett hierarchikus automatákra* (Extended Hierarchical Automaton, EHA [2]) transzformáljuk. Egy EHA egyszerű *állapotokból* és az őket tartalmazó *szekvenciális automatákból* áll. Az állapotokat tetszőleges számú párhuzamosan futó automatára finomíthatjuk (így adható vissza az UML állapotterképek állapot finomítás koncepciója). Az 1. ábra jobb oldala a közlekedési lámpa állapotterképéből képzett EHA-t mutatja.

A keretrendszerünkben használt harmadik leírásmód a *Kripke-struktúrák* eszközkészlete. Ezzel a matematikai formalizmussal specifikálták a kiterjesztett hierarchikus automaták szemantikáját [2] és ez az alapja a következő fejezetben bemutatott temporális logikai ellenőrzésnek is. Egy adott A atomi állításhalmaz mellett egy Kripke-struktúra matematikai szempontból egy $K=(S, T, L)$ hármas, ahol S

az állapotok halmaza, $T \subseteq S \times S$ az állapotátmenet reláció, $L: S \rightarrow A$ pedig a címkézési függvény, amely bizonyos elemi állításokat (címkéket) rendel a Kripke-struktúra állapotaihoz. Egy $\pi = (s_0, s_1, \dots, s_{n-1})$ állapotszekvenciát, melynek lépéseit a T reláció köti össze ($\forall_{0 \leq i < n-1}: (s_i, s_{i+1}) \in T$) a Kripke-struktúra egy *útvonalának* nevezzük. [4]-ban bemutatunk egy módszert arra, hogyan képezhetők le állapottérképek közvetlenül Kripke-struktúrákra. A megközelítés alap gondolata az, hogy összegyűjtjük az állapottérkép összes lehetséges lépését feljegyezve azt, hogy (i) milyen esemény váltotta ki ezt a lépést, (ii) mely konfigurációból indult, (iii) mely konfigurációba érkezett, illetve, hogy milyen (iv) kilépési, (v) átmenethez rendelt és milyen (vi) állapotba belépési akciót kell ennek során végrehajtani. Ezen információ birtokában felépíthetünk úgy egy Kripke-struktúrát, hogy az állapottérkép lépéseinek megfeleltetjük a Kripke-struktúra állapotait és az (i)-(vi) információkat a címkézési függvény segítségével rendeljük hozzá a lépéseket reprezentáló állapotokhoz. Végül a T átmenet relációt úgy adjuk meg, hogy az tükrözze, hogyan következhetnek egymás után az állapotoknak megfelelő lépések az állapottérképben: azt mondjuk, hogy $(s_i, s_{i+1}) \in T$ ha az s_i által reprezentált lépés célkonfigurációja megegyezik az s_{i+1} -nek megfelelő lépés kiindulási konfigurációjával.

3. Sorrendi követelmények ellenőrzése

Események megengedett egymásutánosságát, akciók helyes ütemezését, kommunikációs protokollok működését, vagyis számos *sorrendiséggel kapcsolatos követelményt* hatékonyan megfogalmazhatunk *temporális logikában*. Noha számos temporális logika alapú *modell ellenőrzési* módszert publikáltak már állapottérképekhez, ismereteink szerint mindössze egyetlen kereskedelmi termék (a Temporal Rover a Time Rover cégtől) támogatja annak ellenőrzését, hogy egy állapottérkép *megvalósítás* betartja-e a temporális logikában megfogalmazott követelményeket *futása során*. [4]-ban az volt a célunk, hogy definiáljuk egy temporális logika nyelvtant és szemantikát, amelyet kifejezetten állapottérképekhez illesztünk. A nyelv alapja a fent bevezetett leképezés az állapottérképek és a Kripke-struktúrák között. A nyelv atomi állításai arra vonatkozhatnak, hogy (i) az állapottérkép egy állapota aktív-e, (ii) a legutóbbi lépést mely esemény hatására ment végbe, illetve (iii) milyen akciókat hajtott végre a legutóbbi lépés során. A nyelv összetett kifejezései az atomi állításokból a *Boole logika* két alapvető operátora, a tagadás (\neg) és az ÉS művelet ($e_1 \wedge e_2$), illetve a „következő állapotban igaz lesz” (Xe) és az „ e_1 igaz mindaddig, amíg e_2 igaz nem lesz” ($e_1 U e_2$) *temporális operátorok* segítségével képezhetők. Az így összeállított kifejezések az állapottérképet reprezentáló Kripke-struktúra útvonalain értékelhetők ki, pl. egy állapotra vonatkozó atomi állítás akkor igaz, ha az állapot szerepel az útvonal első eleme által reprezentált lépés célkonfigurációjában. A Boole operátorok használata kézenfekvő; az X temporális operátor azt mondja, hogy az argumentumát nem a vizsgált útvonal első állapotán, hanem a következőn kell kiértékelni, az U operátor használata a fenti megfogalmazásból következik: az útvonalon valamikor e_2 -nek igazzá kell válnia, mindaddig e_1 -nek kell teljesülnie minden lépésre. A két itt említett operátoron túl szokás bevezetni pl. a logikai implikációt (\rightarrow), a VAGY műveletet (\vee) stb., illetve pl. a G temporális operátort, amely azt írja elő, hogy az argumentumának minden lépésben

teljesülnie kell. Ezekkel az eszközökkel azt a követelményt, hogy a példaként használt közlekedési lámpánkat kizárólag a kapcsoló megnyomása kapcsolhatja ki így fogalmazhatjuk meg: $G(s_{Be} \rightarrow X(s_{Be} \vee (s_{Ki} \wedge c_{Kapcsoló})))$ vagyis minden lépésben igaz az, hogy ha a lámpa be van kapcsolva, akkor a következő lépés után is be lesz, vagy ha mégis ki lenne kapcsolva, akkor ez a változás a kapcsoló megnyomása miatt történt.

4. Viselkedési követelmények ellenőrzése

A megvalósítási fázisban már rendelkezésre áll a tervezett alkalmazás teljesen kidolgozott állapotterképe. Ezt a specifikációt keretrendszerünkben közvetlenül használjuk a megvalósítás futási idejű ellenőrzésére: az állapotterképet kiterjesztett hierarchikus automatává (EHA) transzformáljuk, majd a vizsgált alkalmazást úgy módosítjuk, hogy az folyamatosan tájékoztasson működéséről egy viselkedési monitor komponenset. A monitor referencia információja természetesen az EHA, ehhez hasonlítja a megvalósítás működését. Ezzel a komponenssel ellenőrizhetjük, hogy az alkalmazás végrehajt-e minden akciót, amit egy-egy lépése során el kell végeznie, illetve azt, hogy az események hatására az állapotterben megtett útja megfelel-e a specifikációnak.

5. Összegzés

Ebben a cikkben vázoltunk egy futási idejű ellenőrző rendszert, amely temporális logikában megfogalmazott, illetve kidolgozott állapotterképpel specifikált viselkedés ellenőrzését teszi lehetővé.

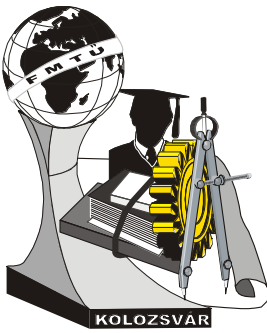
Hivatkozásjegyzék

- [1] Object Management Group (OMG): Unified Modeling Language (UML) Version 1.4. 2001
- [2] Latella, D., I. Majzik, and M. Massink: Automatic Verification of a Behavioural Subset of UML Statechart Diagrams Using the SPIN Model-checker. *Formal Aspects of Computing*, vol. 11. Springer, pp. 637-664.
- [3] Gergely Pintér and István Majzik: *High-level Supervision of Program Execution Based on Formal Specification*. In Proc. Int. Conf. on Dependable Systems and Networks (DSN), Workshop on Architecting Dependable Systems. June 28-July 1, 2004. Florence, Italy. Supplemental Volume pp. 292-296.
- [4] Gergely Pintér and István Majzik: Run-time Verification of Statechart Implementations. In *Third Book on Architecting Dependable Systems*. (Bírálati szakaszban levő könyvfejezet).

Pintér Gergely doktorandusz hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Tel.: +36-1-4633579, Fax: +36-1-4632667, E-mail: pinterg@mit.bme.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BIZTONSÁGI SZEMPONTBÓL VESZÉLYES PROGRAMOZÓI HIBÁK AUTOMATIKUS FELDERÍTÉSE

Árendás Csaba, Bachraty Gergely

This paper describes an automated testing technique for detecting some special programming bugs that might be the reason of security flaws (buffer overflow, heap overflow, printf bug, integer overflow, signed ness bug etc.). The presented technique uses XML format description of the valid input data, and generates test vectors with the help of this format description and a selection of valid inputs. The novelty in the solution is that the generation of test vectors takes into account the target program's previous responses. If the program survives the previous input values (like buffer size) are increased; otherwise are decreased. After a few steps of successive approximation the procedure determines which size of the input buffer can cause a crash, which usually is a clear sing of unhandled overflows. We will show that applying such interactive test methods several security related bugs, that used to be the reason of security flaws can be detected with black-box tests, where the source code is not known.

Jelen publikáció egy automatikus tesztelési módszert ismertet, amellyel felismerhetőek olyan különleges programozói hibák (buffer overflow, heap overflow, printf bug, integer overflow, signed ness bug), amelyek biztonsági szempontból veszélyesek, mert sebezhetőséget okozhatnak. A bemutatott módszer XML formátum leírást használ a helyes input leírására. A rendszer a formátumleírás és a rendelkezésre álló helyes input gyűjtemény felhasználásával generálja le a következő teszt vektort. Ennek a megoldásnak az újdonsága, hogy a teszt vektor generálásnál figyelembe vesszük a tesztelt program előző válaszait. Ha a program „túléli” az előző bemeneteket (buffer méreteket), akkor azok mérete növelve, máskülönben csökkentve lesz. Több lépéses szukcesszív approximációs közelítés után a tesztelő rendszer pontosan meghatározza mekkora bemeneti buffer méret okozza a program elszállását, ami általában egyértelmű jele egy nem kezelt túlcordulásnak. Felismerhető, hogy ilyen tesztelési eljárás alkalmazásával számos olyan biztonsági hiba, ami sebezhetőséget eredményezhet, felderíthető. Mindezt fekete doboz szemléletű teszteléssel, amikor is a forráskód nem ismert.

1. Bevezetés

A programfejlesztés mai technikája mellett a legtöbb szoftverben rendkívül sok olyan programozási hiba marad, amelyek jogosulatlan visszaélésekre adhatnak módot, ezzel alapjaiban aláássák a rendszer védelmét és sokszor a teljes rendszert is kiszolgáltatottá teszik a támadásoknak. A probléma fontosságát és a veszély nagyságát csak növeli, hogy adott esetben a támadó számára egyetlen hiba megtalálása és kihasználása elegendő a védelmi eszközök megkerüléséhez és a számítógép feletti

teljes irányítás átvételéhez. Mivel ezek a hibák rendkívül komoly veszélyt jelentenek a biztonságra, az ellenük való védekezés alapvető fontosságú. Sajnos a közhiedelemben és a gyakorlatban az él, hogy ezen hibák ellen védekezni szinte reménytelen – mondván, hogy az összes hibát megtalálni és kivédeni nem lehet - holott ugyanúgy mint minden más veszélyforrás esetén, a biztonsági szempontból kritikus hibákon belül az egyes típushibák ellen is lehet és ezáltal célszerű is specifikus védelmet alkalmazni.

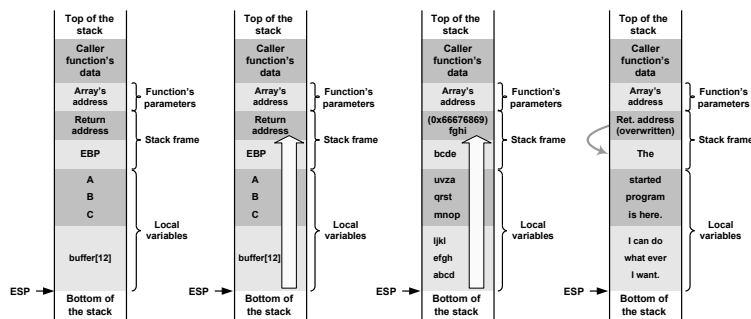
2. Buffer overflow

Az egyik legismertebb [23]., ebbe a családba tartozó hiba a buffer overflow [1]., [2]., [22]., ami hagyományos programozási nyelvekben (C, C++, Pascal) egy gyakran elkövetett hiba, amikor egy fix hosszúságúra lefoglalt tömb, illetve buffer határait a program nem ellenőrzi és így bizonyos helyzetekben (tipikusan valamilyen túlzottan hosszú bementeti érték hatására) a tömb számára lefoglalt memóriartományon kívül is felülír értékeket ([1].ábra.).

```
void vulnerable_function(char* array){
    int a=1, b=2, c=3;
    char buffer[12];
    strcpy(buffer, array);
}
```

1. ábra Buffer overflow hibát tartalmazó függvény

Sajnos a gyakorlati életben egy támadó meglepően egyszerű módszerekkel úgy manipulálhatja ezt a nem kívánt helyzetet, hogy az általa készített tetszőleges programkód lefuttatását is el tudja érni, aminek eredménye képpen képes átvenni a teljes irányítást a számítógép felett ([2].ábra).



2. ábra Buffer overflow hiba szemléltetése és kihasználása

3. Védekezési lehetőségek

Amint a [3].ábrán látható, a védekezési lehetőségeket az alábbi felosztásban csoportosítottuk:

Prevenció: Olyan eszközöket, megoldásokat alkalmazunk, aminek következtében a hiba fel sem léphet. Ebbe a kategóriába sorolhatóak legtipikusabban a programnyelvi eszközök [5]., [6]., [7]., [8] és a tesztelő programok [14]., [21].

Detekció: A kész, adott esetben eladott szoftverben való hibakeresés. Ez lehet mind forráskód [14]., [21]. mind futtatható állomány [12]., [15]. szintjén.

Kihhasználás megakadályozása: Ez esetben nem kíséreljük meg megkeresni a hibát, viszont a hiba támadásra való kihhasználását megnehezítjük vagy ellehetetlenítjük [13]., [16]., [18]., [19]., [20]., [15].

	Prevention	Detection	Prevent. Exploitation
Development	Development, CC, 3D3, testing	testing	
Compiler	JAVA, .NET	Visual Studio 6.0, 7.x	gcc, Visual Studio 6, 7.x
Application		ITS, SNORT	SecureStack
Operating system		Libsafe	PAX, BSD, XPSP2 Libsafe, NSA, OW RSBAC Adamantix

3. ábra Védekezési lehetőségek csoportosítása

4. Interaktív Tesztelő Rendszer

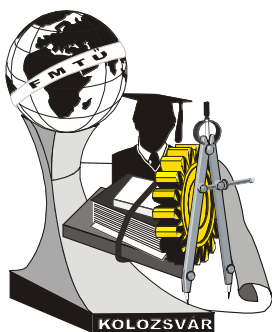
Az interaktív tesztelő rendszert az előbbi felsorolás szerint a detekció (felismerés) kategóriába sorolhatjuk. Szemben a hasonló célt szolgáló megoldásokkal [3]., [10]., [11]., [17]., [12]., a tesztelő rendszer XML formátum leírást használ a helyes input leírására. A formátum leírásra egy legjobb példa egy képnéző program tesztelése esetén a bemeneti fájlok, azaz a képek strukturális leírása. BMP képfórmátum esetén az első két karakter rögzített (BM), majd következnek a fejléc további mezői, majd pedig a kép maga pixelenként. A formátum leírás ezt a struktúrát építi fel előre definiált formális elemekből. Ennek köszönhetően sokkal célzottabban lehet olyan teszt vektorokat generálni, amelyek ilyen hibák létezését kutatják. Emellett a formátum leírás nagy mértékben csökkenti a feleslegesen legenerálandó tesztvektorok számát, hiszen egy meglévő struktúrához lehet igazodni, annak a helyességét vizsgálva. A rendszer a formátumleírás és a rendelkezésre álló helyes input gyűjtemény felhasználásával generálja le a következő teszt vektort. Ennek a megoldásnak az újdonsága, hogy a teszt vektor generálásánál figyelembe vesszük a tesztelt program előző válaszait. Ha a program „túléli” az előző bemeneteket (buffer méreteket), akkor azok mérete növelve, máskülönben csökkentve lesz. Több lépéses szukcesszív approximációs közelítés után a tesztelő rendszer pontosan meghatározza mekkora bemeneti buffer méret okozza a program elszállását, ami általában egyértelmű jele egy nem kezelt túlcsoordulásnak. Természetesen nem csak egy buffer lehet a programban, általános több bufferes esetben is hasonlóan járunk el. Mindaddig növeljük egyszerre minden egyes buffer méretét, amíg hibát nem érzékelünk (valahol, valamelyik, vagy akár több buffer is hibát okozott). Ez esetben visszalépünk az előbbi állapothoz és csak szelektíven növeljük bizonyos bufferek méretét. Ezen lépések ismétlésével pontosan meghatározható, hogy mely bufferek sebezhetőek, és pontosan mekkora input esetén. A formátum leírással párhuzamosan kezelve, meg is nevezhető az adott mező, vagy mezők, amik a hibát okozták.

Irodalomjegyzék

- [1]. Michael Howard and David LeBlanc: Writing secure code, Microsoft Press, Redmond, Washington, 2003, pages 51-68, 127-170, 615-626
- [2]. Aleph One: Smashing the Stack for Fun and Profit. In Phrack Magazine, 1996
- [3]. Andre Zuquete: StackFences: a run-time approach for detecting stack overflows. In 1st International Conference on E-business and Telecommunication Networks (ICETE 2004), 2004
- [4]. Security Enhanced Linux, National Security Agency, www.nsa.gov/selinux
- [5]. Secure Programing, www.splint.org, <http://lclint.cs.virginia.edu/usenix01.pdf>
- [6]. Brandon Bray: Compiler Security Checks In Depth. In Microsoft Developer Network, 2002
- [7]. FreeBSD, http://www.freebsd.org/doc/en_US.ISO8859-1/books/handbook/index.html
- [8]. SPLINT - Secure programing Lint, www.splint.org
- [9]. Blexim: Basic Integer Overflows. In Phrack Magazine, 2002
- [10]. David Larochelle, David Evans: Statically Detecting Likely Buffer Overflow Vulnerabilities. In USENIX Annual Technical Conference, 2001
- [11]. Timothy Tsai and Navjot Singh: Libsafe 2.0: Detection of Format String Vulnerability Exploits. In libsafe-2.0 White Paper, 2001
- [12]. BFBTester - Brute Force Binary Tester, <http://bfbtester.sourceforge.net>
- [13]. Adamantix (trusted Debian), www.adamantix.org
- [14]. Flaw finder - source code security scanner, www.dwheeler.com/flawfinder/
- [15]. Snort, Intruder Detection System, <http://www.snort.org>
- [16]. Openwall - www.openwall.com/linux
- [17]. Olatunji Ruwase and Monica S. Lam: A Practical Dynamic Buffer Overflow Detector, in Proceedings of the 11th Annual Network and Distributed System Security Symposium, 2004
- [18]. GR security kernel patch - www.grsecurity.net
- [19]. RSBAC – Rule Set Based Access Control, <http://www.rsbac.org>
- [20]. PAX kernel patch, <http://pageexec.virtualave.net>
- [21]. RATS, www.securesoftware.com
- [22]. Pierre-Alain Fayolle, Vincent Glaume: A Buffer Overflow Study – Attacks & Defense, Networks and Distributed Systems, www.securiteam.com, 2002
- [23]. Crispin Cowan, Perry Wagle, Calton Pu, Steve Beattie and Jonathan Walpole: Buffer overflows: Attacks and Defenses for the Vulnerability of the Decade. DARPA Information Survivability Conference and Exposition, 2000

Árendás Csaba, Bachraty Gergely

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Inf. Kar, hallgató
 arendas@sch.bme.hu, (+36) 70 242 7069, gregorius@freemail.hu, (+36) 205470105



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

FOKOZAT NÉLKÜLI TRAKTOROK ÜZEMELTETÉSI TAPASZTALATAI

Bánszki Pál

Summary

Nowadays continuously variable transmissions, of which appliance can go with lots of advantages for agriculture, are also used in tractors beside electrohydraulic controlled load-shift gearings. This made us examine and justify the advantages of different tractor type's use with concrete, measured values. The perfect accordance of the engine and the continuously variable transmission is the result of the fast and exact computer technics. Depending on the underway situation, the speed and the load the engine revolution and the continuously variable transmission gear is adapting permanently. This way the optimal consumption, the minimum harmful gas emission and the economical, countable operating is realizable.

Összefoglalás

Napjainkban, a traktorokban alkalmaznak elektrohidraulikus vezérlésű, terhelés alatt kapcsolható hajtóművek mellett már fokozat nélküli hajtóművek is, amelyek alkalmazása a mezőgazdaság számára sok előnnyel járhat. Ez készítetett minket arra, hogy megvizsgáljunk és konkrét, mért értékekkel támasszuk alá az egyes hajtóműtípusok alkalmazási előnyeit. A gyors és pontos számítógépes technikának eredménye a motor és a fokozat nélküli hajtómű tökéletes összhangja. A menet közbeni szituációtól, a terheléstől és a menetsebességtől függően folyamatosan alkalmazkodik egymáshoz a motorfordulatszám és a fokozatmentes hajtómű áttétele. Így megvalósítható az optimális fogyasztás a minimális károsanyag-kibocsátás és a gazdaságos, tervezhető üzemeltetés.

1. A téma aktualitása, jelentősége

A forgatónyomaték és a forgómozgás továbbítását, valamint módosítását végző szerkezeti egységeket összefoglaló néven **erőátviteli rendszernek** nevezzük. A szakmai gyakorlat használja a hajtómű, hajtáslánc kifejezéseket is. Az erőátviteli berendezéseknek fő feladata a teljesítmény-átvitel. Különböző erőátviteli rendszerek terjedtek el az egyes erőgépek üzemeltetési viszonyaitól függően. [1] E rendszerek működtetési módjai a következők lehetnek:

- *Mechanikus* erőátviteli rendszer

- *Hidrodinamikus* erőátviteli rendszer
- *Hidrosztatikus* erőátviteli rendszer
- *Elektromos* erőátviteli rendszer
- *Kombinált* erőátviteli rendszer

A ma gyártásra kerülő traktorokban számos formája megtalálható a különböző erőátviteli rendszereknek. Az előzőekben bemutatott hajtóművek gyakorlati alkalmazása még jelentőségében fontosabbnak tűnik, mint a fokozat nélküli erőgép hajtóművek használata a mezőgazdaságban. A fokozat nélküli hajtóművel szerelt traktorok száma ma Magyarországon eléri a teljes traktorállomány 3% - át és egyre növekvő bizalmat élvez a gazdálkodók oldaláról az ilyen típusú traktorok.

2. A vizsgálat célkitűzése

Magyarországon a mezőgazdasági termelést végző üzemeltetők egyre növekvő számban választják a fokozat nélküli erőátviteli rendszerrel szerelt traktorokat. Ez készítetett minket arra, hogy megpróbáljuk feltérképezni és összegyűjteni az üzemeltetők eddigi tapasztalatait az egyes üzemeltetési ágazatokban és azokat összevetni a laboratóriumi és szántóföldi méréseink eredményeivel.

3. A vizsgálat módszere

Az üzemeltetési információk begyűjtésénél egyeztetések alapján olyan gazdaságokat választottunk melyeknél a gazdaság profilja-és területnagysága és az üzemeltetési módok eltérőek voltak. [2.]

Elvégzett vizsgálatok

Laboratóriumi vizsgálatok:

- Regulátoros jelleggörbe felvétele
- Tüzelőanyag – fogyasztási jellegmező felvétele (Kagylódiagram)

Szántóföldi mérések:

- Vontatási vizsgálat

4. Vizsgálatok eredményei és értékelésük

Az üzemeltetés során a célfeladatok a termelési profilnak megfelelően eltérőek (2. táblázat). A traktoros gépcsoport üzemeltetési sajátossága minden üzemeltetési módban más ez a végrehajtandó munkafeladatokkal magyarázható. A traktorra – mind a traktormotorra, mind pedig a traktor járószerkezetére – változó jellegű terhelés hat. Ez elsősorban a talajviszonyoktól, a munkagéptől, a gumibroncs és a talaj közötti kapcsolattól, valamint a terület lejtésétől függ. [3.] Traktoros gépcsoportnak a motorterhelés, illetve a vontatási terhelés befolyásolása érdekében kezdtek el széles körben alkalmazni a terhelés alatt kapcsolható fix és fokozat nélküli hajtóműveket. A motorok tüzelőanyag jellegmezőjének (1. ábra) alacsony fajlagos fogyasztás értékei szűk tartományban

helyezkednek el a fix fokozatú és ehhez fix áttétei aránnyal rendelkező hajtóműveknél az üzemeltetés során a munkapontok az esetek kisebb százalékában esnek ebbe a szűk tartományba. Ebben a szűk fordulatszám- és teljesítménytartományban való üzemeltetést a fokozat nélküli hajtóművek (elektronikus) szabályozásával ez megoldott. [4.] Az automata üzemmódban a motor és a váltó elektronikus szabályozás be van kapcsolva ilyenkor a rendszer a motor terhelési viszonyainak megfelelően igyekszik a hajtóanyag fogyasztást optimális értéken tartani.

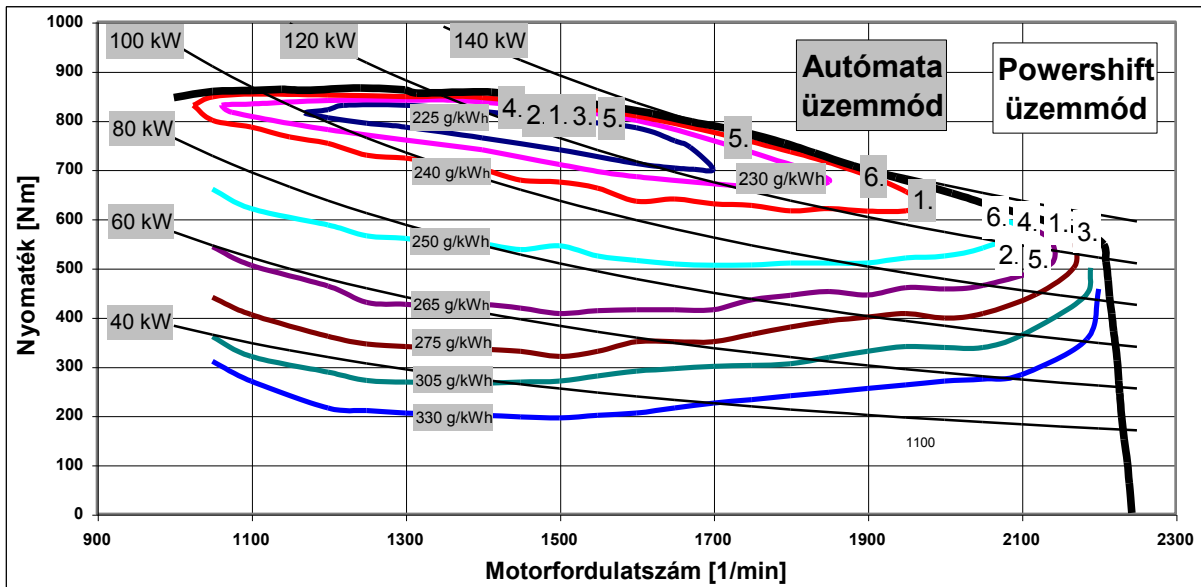
	Szántóföldi növénytermesztés	Állattartási ágazat	Zöldség-Gyümölcs termesztés
Gazdaság területnagysága, Haszonállat darabszám	250 ha –	60 ha 200 db sertés	100 ha –
Termesztett növények	Kukorica, búza, borsó, árpa, repce	Búza, kukorica, napraforgó	Káposzta, burgonya
Traktorok éves Üzemóra száma	800 h	300 h	500 h
Járószerkezet típusa	Gumikerekes		
Üzemeltetés sajátossága	Összes üzemóra: 50 %-a Nehéz talajmunka	Összes üzemóra: 60%-a Szállítási és TLT munka	Összes üzemóra: 55 %-a Könnyű talajmunka

2. táblázat Üzemeltetési módok adatai

A szántóföldi vontatási vizsgálat mérési adataiból a 30 kN vonóerőhöz tartozó munkapontokat kagylódiagramban ábrázoltam. Azokat az összetartozó mérési pontokat ábrázoltam, ahol a vonóerő és a haladási sebesség azonos volt. A munkapontokhoz tartozó fajlagos fogyasztás értékek minden esetben 5-15 % -al alacsonyabbak voltak a powershift üzemmódban kapott eredményekhez viszonyítva.

Sorszám	Haladási sebesség [km/h]	Kerékcúsúzás [%]	Fajlagos fogyasztás [g/kWh]		Vonóerő [kN]
1.	2.5	4.5	240	265	30
2.	3.5	5.2	240	255	30
3.	5.0	6.9	250	270	30
4.	6.2	8.4	240	250	30
5.	8.0	9.5	240	265	30
6.	10.5	10.3	240	265	30

3. táblázat. A munkapontok adatai



1.ábra. Kagylódiagram a munkapontokkal

Az adatok alapján megállapíthatjuk, hogy a fokozat nélküli hajtóművel szerelt traktor motorszabályozási- és erőátviteli rendszerének összhangját megteremtették. A traktor így alkalmas nem csak a hagyományos erógépi feladatok végrehajtására, hanem szállítási feladatok folyamatos üzemben történő gazdaságos véghezvitelére is.

Irodalomjegyzék:

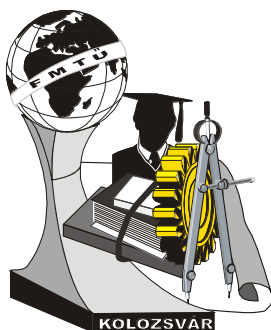
- [1.] B. A. Pronin – G. A. Revkov: Fokozat nélküli hajtások, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985
- [2.] OECD CODE 1 For the official testing of agricultural and forestry tractor performance; Szabvány 2002
- [3.] Vas, A.: Traktoros gépcsoportok energetikai vizsgálata különös tekintettel a motor tesztelési viszonyainak elemzésére. OTKA T 025463 kutatás összefoglaló jelentése. SZIE-GMK. Gödöllő, 2000.
- [4.] Jóri J. I. – Radványi G. – Soós S. – Sente M. Különböző járószerkezetű traktorok és munkagéprendszereinek műszaki és gazdaságossági összehasonlító értékelése. Kutatási jelentés. Gödöllő, FM Műszaki Intézet 1992.

Bánszki Pál, Ph.D. hallgató

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar,

Jármű- és Hőtechnika Tanszék

+36-28-511-680; banszki@fvmmi.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ROBOTOK LÁTÓRENDSZERE PAL LENCSE ALKALMAZÁSÁVAL

Darabont-Horváth István

Abstract

The thesis is showing a method how to increase the level of the perception at robots. Describes the adoption of PAL lens and other panoramic image creating tools. The robots which have traditional vision system (ex. camera), obtain image information only from objects that are in front of them, knowing nothing about the space near them, below them, behind them. The described systems help on this incrementing the sight angle to 360°. Because the obtained images are very deformed, they need auxiliary systems.

Application fields: position determination, movement detection, smoke detection, observation-system technology, space-research, astronomy.

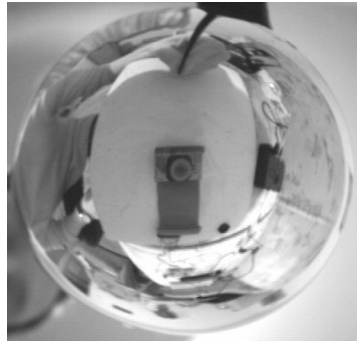
Összefoglalás

A dolgozat egy módszert mutat be, amellyel megnövelhetjük a robotok érzékelési síkját. Bemutatja a PAL- lencsének, és más, panoráma képet alkotó eszköznek néhány alkalmazását. Azok a robotok, amelyek hagyományos látórendszerrel rendelkeznek (pl. kamera) csupán a közvetlenül előttük lévő tárgyról kapnak képet, esetleg semmit nem tudva a mellettük, alattuk, felettük illetve mögöttük levő térrészről. A bemutatott rendszerek ezen segítenek, a látószöget 360°-ra növelve. Mivel ezek erősen torzított képek, kiegészítő rendszerekre van szükségünk. Alkalmazási területek: helyzetmeghatározás, mozgásdetekció, füstdetekció, megfigyelőrendszereknél, biztonságtechnikai rendszereknél, űrkutatásban, csillagászatban.

Néhány szó a nagylátószögű rendszerekről

Megfigyelték, hogy elég sok állatnak (pl. nyúl, hal) jóval nagyobb a látómezeje, mint az embernek, - aki viszont ezt optikai eszközökkel fokozhatja.

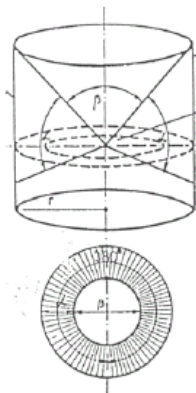
Erre irányuló kísérleteket már a XX.század eljén is folytattak A halszemlencse 180° -os látószöget biztosít. Az ilyen lencsét a tudományos kutatómunkánál alkalmazták. Például, ha az egész látóhatárt egyszerre kell lefényképezni - csillagászati vagy légköri jelenségek megfigyeléséhez. Hasonló képet kapunk, ha gömbtükröt (parabola-tükröt) alkalmazunk, azzal a különbséggel, hogy a megfigyelő oldalán levő térrészt képezzük le:



1. ábra

Egy másik körbelátó rendszer a Panoráma Gyűrűs Lencse (Panoramic Annular Lens, PAL), amelyet Greguss Pál tervezett és készített el először. A PAL lencse egy katadioptrikus (tükörfelületeket is tartalmazó) optika, ami egyetlen tömbön kialakított törő és visszaverő gömbfelületekkel valósítja meg a körbelátó elvű leképezést.

A PAL leképezés azon alapul, hogy a bennünket körülvevő világ geometriai szerkezetét inkább hengeresen, mint gömbszerűen tükrözi vissza, azaz körbelátó elvű (centric minded imaging, CMI) szemléletet követ. A CMI azt jelenti, hogy a háromdimenziós tárgytérben egy képzeletbeli henger felületén belül elhelyezkedő pontok a kétdimenziós képtérben egy sík mentén képződnek le. Így aztán egy pontnak a háromdimenziós tárgytérben elfoglalt igazi helyére a képsíkbeli helyéből származtatott hengerkoordinátákkal hivatkozhatunk. Ha most feltételezzük, hogy a minket körülvevő henger sugara megegyezik az éleslátás távolságával, akkor egy panoráma képet kapunk ennek a képzeletbeli hengernek a falán (lásd alábbi képeket). Ennek a leképezésnek az eredménye azonban csak egy 360° panoráma nézet, de nem egy mindenirányú panoráma kép, a képnek abban az értelmében, hogy ez még nem egy Euklideszi sík felületen megjelenített intenzitáseloszlás.



2.ábra

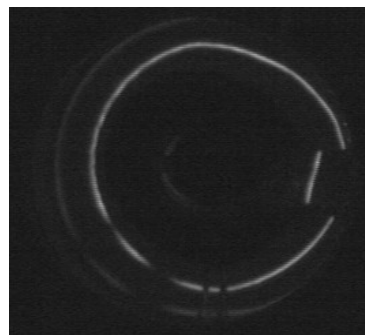


3. ábra

Végeredményül, a háromdimenziós környezet panorámikus gyűrűs képe alakul ki, ahol a hengeres térben a látáshenger tengelyére merőlegesen állandó térszög alatt látszó pontok a képsíkon koncentrikus gyűrűkben helyezkednek el. A háromdimenziós környezet geometriai arányai poláris koordinátákban jelennek meg és olyan kép adódik, amelyben a pontok ugyanúgy viszonylanak egymáshoz, mint a valóságban.

Az első PAL-optikát a haditechnikában használták. Így a periszkópot nem kellett körbe forgatni, a mozgó ellenséget azonnal észre lehetett venni. A kiegészítő objektívet ezután megfelelő irányba lehetett állítani.

Ennek az optikai elemnek az első űrkutatásbeli alkalmazása volt a radiális profilométer, amellyel üregek belső körvonalát, illetve eltéréseit vizsgálhatjuk 360°-os körben anélkül, hogy az optikát tengelye körül forgatni kellene. Ezt úgy érjük el, hogy az üreg belső felületét úgy világítjuk meg, hogy a megvilágító fénynyaláb egy körgyűrűt pásztáz végig az üreg belső felületén. Ezt a megvilágított gyűrűt képezi le a PAL optika. A PAL optika által szolgáltatott képen bármilyen eltérés a köralaktól egy kiugrást hoz létre, azaz, az adott üreg belső felületi szelvényének a köralaktól való eltérései képszerűen jelennek meg. Az így nyert kép nem egy keresztmetszet, hanem a háromdimenziós üregfelület kétdimenziós váza, azaz a képfelületre merőleges irányból tartalmaz információt:



4. ábra

Egy másik űrkutatásbeli, már működésben levő alkalmazás: az 1998. október 24-én sikeresen pályára állított SEDSAT-1 mikro mesterséges hold optikai helyzet meghatározó rendszere, a PALADS (Panoramic Annular Lens Attitude Determination System).

Saját tapasztalataim

Mivel az optikai rendszerek (lencserendszerek) nagyon drágák - főleg a különlegesek - , és nehéz hozzájutni, ezért a házilag elkészíthető rendszerekhez folyamodtam. Így kénytelen voltam kompromisszumokat kötni, de így is sikerült aránylag jó képeket készíteni. A rendszer lelke egy fehér-fekete kamera, melynek felbontó képessége 640x480 képpont (30 fps). A kamera által kibocsátott video-jel a számítógépben levő Tv-tuner kártyába jut. A képek feldolgozása a számítógép feladata.

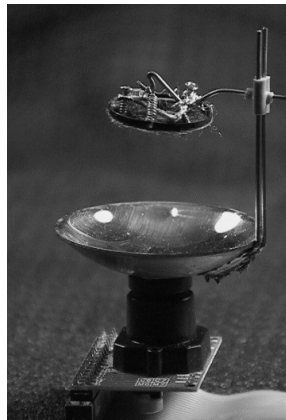
Az egyik nagy látószögű objektív a gömbtükör (félgömb-tükör). Tiszta kép előállítására érdekében felületi foncsorozású tükröket használunk. A tükröt felfogó mechanizmus állítható (a körkép nagysága és a fókusztávolság miatt) és vékony (hogy a panorámakép minél teljesebb legyen). Bár a kamera által készített képek torzítottak, egy fényforrást szinte bárhol elhelyezhetünk, a képen meg fog jelenni, sőt bizonyos információkat is kapunk a helyzetéről (5. ábra).

A PAL-lencsét törő felületek nélkül alakítottam ki, így csak a vízszintes felett "lát" a két tükrőből álló rendszer. Az alsó 46 mm átmérőjű parabola-tükör, amely közepén egy 13 mm átmérőjű lyuk található (itt „néz be” a kamera). A parabolához egy tartórendszer segítségével kapcsolunk egy egyenes tükröt (27 mm), amit 6 féle paraméter szerint állíthatunk (6. ábra).

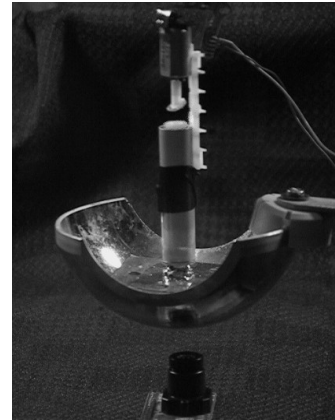
A radiális profilométer elkészítéséhez piros színű, kisteljesítményű (1 mW) lézert használtam. A pásztázó körgyűrűt a lézert fény útjába helyezett forgó tükrökhöz hozza létre. A fényforrás a tartozékaival együtt a félgömb-tükör belsejében helyezkedik el, az egész rendszer köré vetítve a sugárnyalábot (7. ábra):



5. ábra



6. ábra



7. ábra

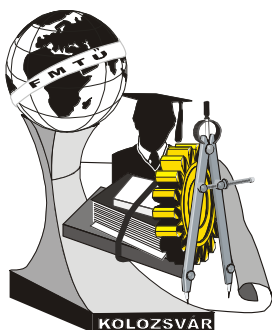
Következtetések

A nagy látószögű rendszerrel rendelkező robot megfelelő képfeldolgozási algoritmussal és vezérlőprogrammal képes: meghatározni a saját koordinátáit (kiegészítő optikával); mozgás-, illetve fényforrás detekcióra szinte a teljes környezetben; színek után tájékozódni; követő rendszerként működni; lézert fény segítségével meghatározni a szabad területet, vagy akár a tárgyak méreteit, helyzetét.

Könyvészet

1. Greguss Pal., Greguss Edit: *Hajtogatott sugármenetű optika...* 2003. Internet-dokumentáció
2. M. Veres, Greguss P., A. Gschwindt: *New Image Mapping Method in Planetary Research: CMI* 1999 – Internet dokumentáció

Darabont-Horváth István – egyetemi hallgató
Sapientia EMTE, Marosvásárhely
Tel. 0265-217657, E-mail. darabont.istvan@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ÖNTVÉNYMINŐSÉG ELLENŐRZÉS MEGVALÓSÍTÁSA SŰRŰSÉGMÉRÉSEL NYOMÁSOS ÖNTÖDÉBEN

Simcsák Attila – Tarnay Botond

Abstract

In smaller pressure die casting foundries the quick and unexpensive quality check is always a problem. With the procedure outlined in this paper we are able to show the differences between nests and the effects of the changes of the casting parameters. This method had shown its applicability in practice: its advantage is not only the low cost, but we are also able to track changes during production.

Keywords: casting, density, measurement, high pressure die casting

Kivonat

A kisebb nyomásos öntödékben problémát jelent a gyors és olcsó minőségellenőrzés. A dolgozatban bemutatott eljárással a fészkek közti különbségek, valamint a folyamatos gyártás közben előforduló öntési paraméter változtatások hatása is kimutatható. A módszer a gyakorlatban bizonyította alkalmazhatóságát: előnye nem csak az alacsony bekerülési ára, hanem a gyártás közben bekövetkező változásokat követhetősége is.

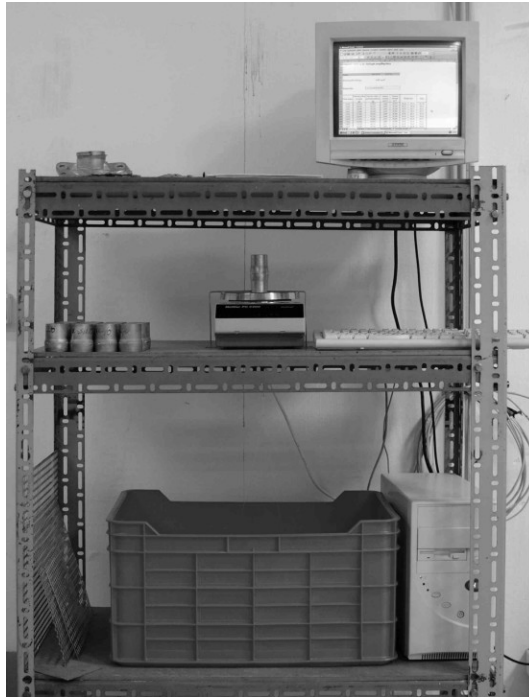
Kulcsszavak: öntvény, sűrűség, mérés, nyomásos öntészet

A kísérlet célja

A nyomásos öntödében előállított alumínium csomagtartó alkatrészek elektrosztatikus porszórásos technológiával történő festése során hólyagosodás okozta selejtek keletkeztek. Az öntvényekben előforduló levegőbezáródások térfogata – a festés technológiájának magas hőmérséklete miatt – megnőtt, ezzel magas selejttel eredményezett, ráadásul a technológia utolsó fázisában, amikor az egy selejtre jutó költség a legmagasabb. A sűrűségvizsgálat alkalmazásával megvizsgálható az öntvényben előforduló levegőbezáródás mennyisége, így csökkentve az előállítás költségeit.

Kísérleti körülmények

A sűrűségmérést Archimedes törvénye alapján végeztük. Ehhez digitális mérleget használtunk, amely kisebb átalakítás után (ne csak a rá helyezett darabokat lehessen mérni) alkalmassá vált a folyadékba mártott testek tömegének mérésére is.



1. ábra Sűrűségmérő berendezés

A berendezés egy állványra szerelt mérlegből, egy mérőfolyadékot tartalmazó kádból és egy számítógépből áll.

A mérés menete: a sűrűség megállapítására szánt öntvényeket kisebb darabokra vágtuk, hogy jobban megfigyelhetővé váljon a levegőbezáródás jellemző helye. Ennek megfelelően érdemes öntéstechnikai részekre darabolni: beömlő, túlfolyó, öntvényrész ahol a hiba előfordulási aránya magasabb. Sorozatgyártásnál az öntvényt természetesen nem kell feldarabolni, ha egy meghatározott küszöbérték alá esik a teljes öntvény sűrűsége, akkor az öntvényt már nem szabad festeni, mivel a hólyagosodási hajlama megnő.

Az alumínium ötvözet összetételének ismeretében kiszámítottuk az öntvény elméleti sűrűségét. Először megszámoltuk a mérni kívánt részeket, lefénképeztük, majd feldaraboltuk. A digitális mérleggel megmértük és feljegyeztük az egyes részdarabok „száraz” tömegét. Ezután a mérőfolyadékba (desztillált víz) helyezett rácson, melyet a mérleg serpenyőjéhez rögzítettünk, lemértük „nedvesen” is a tömegeket és szintén feljegyeztük. Ezek ismeretében kiszámoltuk a darabok valódi sűrűségét és az elméleti sűrűséggel a térfogatporozitását. Ezután az öntvényeket 500°C-ra előmelegített kemencébe helyeztük, hogy egy órán át hőntartsuk, majd ismét megmértük a darabok sűrűségét, a fent részletezett módszerrel. A két mért sűrűség adatból számítható a sűrűségi index, mely mutatja az öntvénybe záródott gázok mennyiségét.

Elméleti sűrűség meghatározásának menete:

$$V_{adottelem} = \frac{\text{az ötvözetben szereplő összetevő mennyisége}}{\text{sűrűség}} \text{ [cm}^3\text{]} \quad (1)$$

$$V\% = \frac{V_{adottelem}}{\sum V_{adottelemek}} [\%] \quad (2)$$

$$V\%_{ro} = \frac{V_{adottelem}}{\sum V_{adottelemek}} \rho_{adottelem} [g/cm^3] \quad (3)$$

$$\rho_{elm} = \sum V\%_{ro} [g/cm^3] \quad (4)$$

$$\rho_{\text{öntv}} = \rho_{foly} \frac{m_{lev}}{m_{lev} - m_{nedv}} \rho_{elm} [g/cm^3] \quad (5)$$

$$V_{\text{öntv}} = \frac{m_{lev}}{\rho_{\text{öntv}}} [cm^3] \quad (6)$$

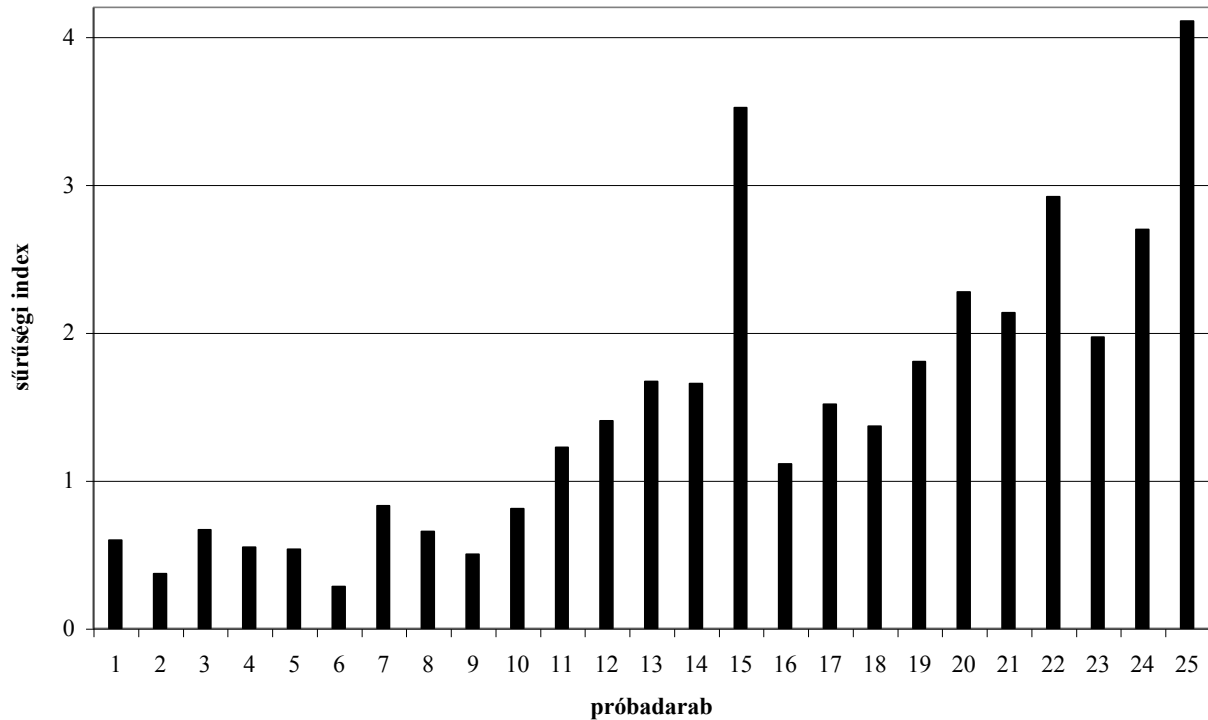
$$V_{p\acute{o}rus} = 1 - \frac{\rho_{\text{öntv}}}{\rho_{elm}} V_{\text{öntv}} [cm^3] \quad (7)$$

$$V\% = 1 - \frac{\rho_{\text{öntv}}}{\rho_{elm}} [0\%] \quad (8)$$

- ahol:
- $V_{adott\ elem}$: az ötvözetben szereplő elem térfogata
 - $V_{adott\ elemek}$: az ötvözetben szereplő összes elem térfogatának összege
 - ρ_{elm} : elméleti sűrűség
 - $\rho_{\text{öntv}}$: öntvény sűrűség
 - $V_{\text{öntv}}$: öntvény térfogat
 - $V_{p\acute{o}rus}$: pórustérfogat
 - $V\%$: térfogatszázalék

Mérési eredmények

Az öntvényen belüli sűrűségeloszlás egyenletesnek mondható, de jól látszanak az elrendezésből és az öntészeti technológiából adódó eltérések, amelyet a 2. ábra is mutat: a megvágás környékén alacsony a gázbezáródás, a 15-ös szegmensnél magasabb, valószínűleg ott örvények keletkeznek, valamint a távolabbi helyeken (22-25), ahol a geometriából adódóan örvény is képződhet szintén magasabb a bezáródás. Az eredeti és a hőkezelt (puffasztott) darabok közti különbségeket a technológia meghatározza, de nem ad magyarázatot az öntvények festés során történő hólyagosodására.



2. ábra A darabok sűrűségi indexe

Összefoglalás

Az öntvényeken előforduló hólyagosodások kialakulását nem az öntési folyamat során bekerült levegőbezáródások okozzák, mivel a sűrűségvizsgálatok az öntényszegmensekben nem mutattak szignifikáns különbséget. Szükséges lehet megvizsgálni az egyéb lehetőségeket is, például a festés során az öntvény felületén lejátszódó folyamatokat. Mivel a nyomásos öntvények nem hőkezelhetőek, így a festék beégetésekor alkalmazott 180 – 200°C hőmérséklet csökkentésével (a technológiai minimumig) a keletkezett hólyagok nagysága és mennyisége csökkenthetővé vált.

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

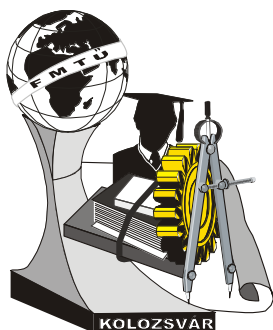
Tarnay Botond, okleveles kohómérnök, PhD. Hallgató

Miskolci Egyetem Öntészeti Tanszék

H-3515 Miskolc, Egyetemváros

Tel: +3670 6251 055

e-mail: ontb@uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

MÉRŐRENDSZER FEJLESZTÉSE HBM SPIDER FELHASZNÁLÁSÁVAL NYOMÁSOS ÖNTŐGÉPEK ÖNTÉSI PARAMÉTEREINEK MÉRÉSÉRE ÉS KIÉRTÉKELÉSÉRE

Tarnay Botond, Simcsák Attila

Abstract

The measurement and data acquisition system for recording the production data on pressure die casting machines helps to hold in hand the production in the foundry. We found differences in data collected by our old system and characteristic diagrams found in literature. We outline a system based on HBM Spider for production monitoring, with which we were able to acquire really accurate data. This allows our further pressure die casting research, to analyse the relationship of quality, mechanical properties of castings and the collected data.

Keywords: casting, measurement, pressure die casting machine, measurement of displacement, pressure measurement

Kivonat

Nyomásos öntődében a gyártási folyamat kézben tartását segíti elő az öntőgép működési paramétereit rögzítő mérési adatgyűjtő rendszer. A régebbi fejlesztésű rendszerrel gyűjtött adatok és a szakirodalmi jelleggörbék között eltérést tapasztaltunk. A HBM Spider segítségével kiépített rendszerrel a gyártás felügyeleten túlmutatóan igazán pontos adatokat nyerhetünk. Ez lehetővé teszi további nyomásos öntészeti kutatásainkat, az öntvények minőségi, mechanikai tulajdonságainak és a gyűjtött adatok közti összefüggések elemzését.

Kulcsszavak: öntvény, mérés, nyomásos öntőgép, útjeladó, nyomásmérő szonda

Bevezetés

Nyomásos öntődében a gyártási folyamat kézben tartását segíti elő az általunk készített mérési rendszer, mely az öntőgép működési paramétereit rögzítette. A régebbi fejlesztésű rendszerrel gyűjtött adatok és a szakirodalmi jelleggörbék között eltérést tapasztaltunk. [1] Ahhoz, hogy a bemeneti adatként szolgáló gyártási adathalmaz és a kimeneti minőségi vagy mechanikai tulajdonságok között összefüggést tárjunk fel, a gyűjtött adatok a valóságot minél jobban meg kell közelítsék. Az új mérési adatgyűjtési rendszerhez a Hottinger Baldwin Messtechnik (HBM) GmbH eszközeit használtuk fel.

Mérőrendszer összeállítása

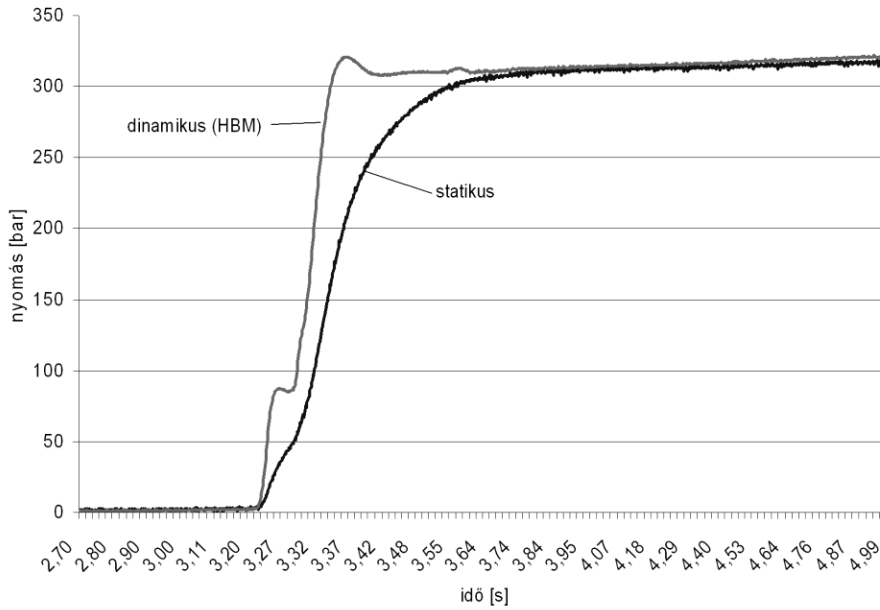
Kísérleteinket vízszintes hidegkamrás öntőgépen végeztük, nyomásos öntészeti alumínium ötvözetrel. A sorozatgyártású öntvények gyártását a FémAlk Rt. és a Dr. Köcher Kft. öntödében kísértük figyelemmel. A nyomásmérő szondát a dugattyú-rendszer nyomását biztosító hálózatba kapcsoltuk, működési elve a hagyományos manométerek működésével egyezik meg: membrán segítségével a nyomásváltozás érzékelése piezo-elektromos elven történik. A számunkra hozzáférhető nyomásos öntőgépek nagy részének működési nyomásviszonyaihoz az 1000 bar névleges méréstartománnyal rendelkező HBM-P3MB jelű szonda biztonsággal használható. Az útméréshez az indukciós elven működő HBM-WA500 útjeladót szereltük fel. A mérési jelek erősítésére, illesztésére és rögzítésre a HBM Spider eszközt alkalmaztuk, amely egy többcsatornás, általánosan használható mérési jelfeldolgozó rendszer, mindent tartalmaz a mérések lebonyolításához. A Catman Express szoftverrel már megfelelően kihasználhatjuk a fenti hardver összeállítást. [2]

Mérés kivitelezése

A nyomásmérő szondát a nyomásos öntőgép hidraulikus hengere mögötti térbe kell csatlakoztatni. Az ellenőrző nyomásmérő óra mellé egy T-elosztóval került felszerelésre. Az útjeladó rögzítése körültekintést igényel, ugyanis a működés során a dugattyú mozgásával egytengelyűen kell mozogjon, hogy a nagy értékű útjeladó ne sérüljön meg. Szükséges volt még a méréstartomány és a rendszer nullpontjának pontos beállítása. Ezt megvalósítandó, az öntődugattyú nyugalmi (hátsó holtpont) állapotában állítottuk be nullára az út értékét.

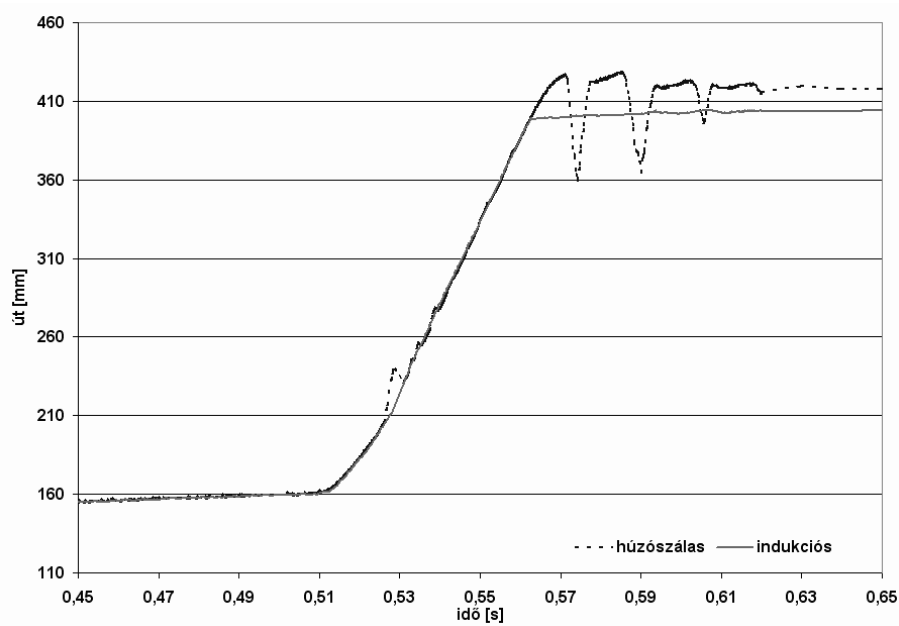
Mérőrendszer összehasonlítása

Az eddigi rendszer beüzemeléséhez, bővítőkártyát kellett a számítógépbe szerelni, mely nyomán a mérőrendszer géphez kötött, valamint külön mérőerősítő felhasználása szükséges, kevesebb szabadságot ad. Ezzel szemben a HBM Spider rendszer a minden számítógépen rendelkezésre álló nyomtató porthoz csatlakozik, így akár egy kis hordozható számítógéppel is használható, ezáltal sokkal rugalmasabb és szélesebb körűen alkalmazható, továbbá nincs szükség bonyolult hardver beállításra (jumperek). [3] A jeladókhöz tartozó beállítási folyamat messzemenően egyszerűbb, jobban dokumentált, és ezáltal a mért értékek hitelesebbek. A HBM-P3MB dinamikus nyomás jeladó sokkal érzékenyebb, mint a korábban használt. [3] [2] A régebbi jeladó nemcsak érzéketlenebb volt, de a két görbe összehasonlításakor az is kiderül, hogy ez a nyomásos öntés során oly lényeges második fázis lényeges nyomás változásai átlagolásán felül, még késleltetve is követte a folyamatot.



1. ábra Összehasonlítás: régi és HBM jeladó nyomás-idő görbék

A görbén (1. ábra) feltüntettük egymás mellett a régebbi és az új HBM-P3MB dinamikus nyomás jeladóval és a HBM Spider segítségével gyűjtött adatokat. Ezen már látható, mikor adja rá az akkumulátorok túlnyomását az öntőgép, és mennyi időt vesz igénybe, míg ez a túlnyomás teljesen felépül. A szakirodalmakban ezzel a görbével találkozhatunk.



2. ábra Húzószálas és indukciós (HBM) jeladó út-idő görbéje

A 2. ábra görbepárjai szemléltetik, hogy a dugattyú felütközésekor (0,57 másodperc) a húzószálas dobja továbbforog, majd mikor lendülete elfogyott, a rugó visszarántja és ez csillapodva akár háromszor-négyszer is megismétlődik. Ez a jellegzetes hiba mindegyik régi mérésünkben jelen volt. (Egyre inkább előfordult a 0,53 másodpercnél megjelenő túske is, mely elképzelhető, hogy a húzószál sodronyának elhasználódására, kiszálasodására vezethető vissza.) Ezzel szemben a valós folyamatot tükrözi az indukciós elven működő HBM útjeladó, az ábrán jól látható, hogy amint felütközik a dugattyú (0,563 másodperc), nincs sem túlfutás, sem belengés.

A régi rendszerhez a saját fejlesztésű szoftvert DOS-os felületen kellett megírni, mert olyan meghajtó programok (driver), és fejlesztői környezet tartozott hozzá. A folyamatos fejlesztés során több korlátba ütközött a program módosítása és javítása, mely a DOS környezetre vezethető vissza. Az új HBM Spider rendszer használatával a Catman Express kezelőfelületével megoldhatók az egyszerűbb mérések, ezek kiértékelését javarészt Microsoft Excel táblázatkezelővel végeztük, de lehetőség van egyedi program fejlesztésére a mellékelt Windows alatti programozási könyvtár (dll) segítségével. Ennek megvalósítását még nem vizsgáltuk.

Összefoglalás

Szándékunkban áll a nyomásos öntvények minőségi, mechanikai tulajdonságainak és a gyártástechnológia felügyelete során mért adatok közti összefüggések elemzése. A cél eléréséhez elengedhetetlen a megfelelő adatgyűjtő rendszer összeállítása. Az általunk kifejlesztett mérési rendszer mindenféle nyomásos öntőgépre használható. Az újabb nyomásos öntőgépek beépített adatgyűjtő rendszerét ellenőrizni, kalibrálni lehet vele. Az itt bemutatott HBM Spider rendszerrel a gyártástechnológiai adatok mérése olyan szinten valósítható meg, mely lehetővé teszi, hogy nyomásos öntészeti kutatásainkat megvalósítsuk.

[1] Klein, F.; Busch, A.: Automatic Quality Control During Pressure Casting, Giesserei 74. szám, 1987.

[2] Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH Produkt Information <http://www.hbm.de> honlapról, 2004

[3] PCI-818H Multifunction DAS Card for the PCI Bus, Kézikönyv, 1999.

Tarnay Botond, okleveles kohómérnök, Ph.D. hallgató

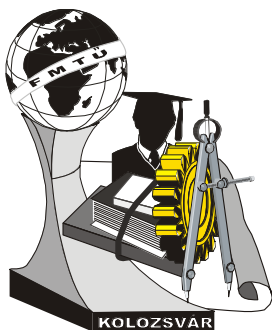
Simcsák Attila, okleveles kohómérnök, Ph.D. hallgató

Miskolci Egyetem, Metallurgiai és Öntészeti Tanszék

H-3515 Miskolc, Egyetemváros

T: +36 70 6251055; E: ontb@uni-miskolc.hu

T: +36 30 2020657; E: ontsati@uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

KÜLÖNBÖZŐ SZEMCSEMÉRETŰ FŰSZERPAPRIKA ŐRLEMÉNYEK SZÍNJELLEMZŐINEK ELEMZÉSE

H.Horváth Zsuzsa, Véha Antal, Halászné Fekete Mária

Abstract

We investigated that the grain size of paprika grits how influences its colour characteristics. We determined the colour using the CIE 1976 L^* , a^* , b^* colour system measured by MINOLTA CR-300 tristimulus colorimeter. After screening the colour of different grain size fraction of paprika grits was measured. We examined different quality red pepper from Hungarian, Brazilian and South-Africa. To evaluate the values, that we had obtained, we used analysis of variance and regression analysis. We pointed out that the colour coordinates of paprika grits with different grain size is dependent on the grain size of grits. The rate of variation was more in case of paprika with higher colour agent. The result of analysis of variance shows that the colour of paprika grits is determined by the colour of fraction of 315-400 μm size.

Bevezetés

A magyar konyha egyik jellegzetes fűszerének, a paprika őrleménynek fontos értékmérő tulajdonsága a színe, melyet a benne található színezék anyagok minőségén és mennyiségén kívül számos egyéb tényező is befolyásol. A különbséget okozó paraméterek, mint az olaj- és nedvességtartalom, a szemcseméret régóta ismeretesek, de a különbségek objektív műszeres vizsgálaton alapuló leírására kevés irodalmi adatot találunk. Varon és munkatársai [1] a nedvesség tartalom és csíraszám hatását elemezték. Chen és munkatársai [2] a Koreában honos fajták esetén igazolták a szemcseméret szignifikáns hatását. Mi vizsgálataink során azt elemeztük, hogy milyen mértékű változást okoz a végtermék színében magyar, brazil és dél-afrikai alapanyag esetén az őrlemény eltérő szemcsemérete.

Anyagok és módszerek

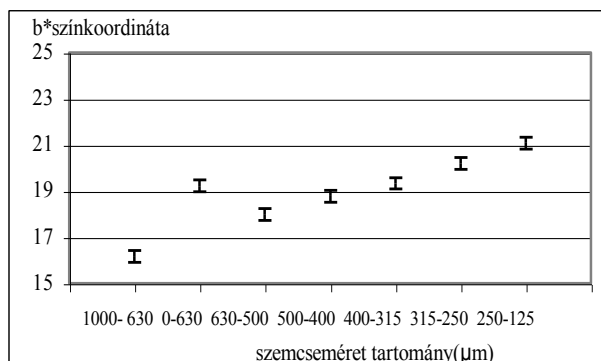
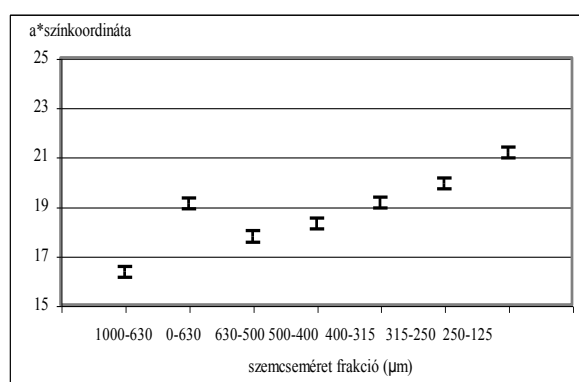
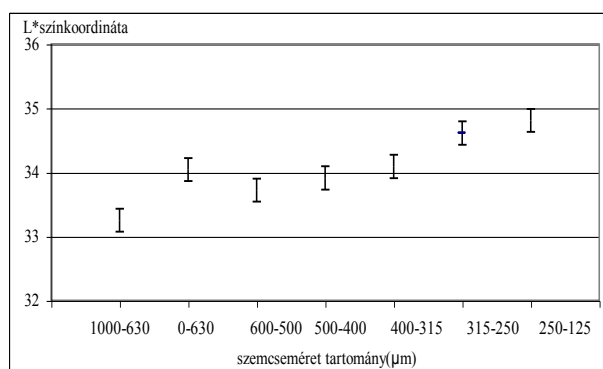
Méréseinkhez 8 eltérő minőségű alapanyagot használtunk, a következőket:

- ✓ 3 dél-afrikai (jelölésük: dafro, dafj01 és dafj02)
- ✓ brazil (jelölése: brazil)
- ✓ 4 magyar (jelölésük: magy1, magy2, magy3, magy4)

A kalapácsos darálóval készített őrleményeket szétválasztottuk a következő szemcseméret tartományba eső frakciókra: 1000-630 μ m, 630-500 μ m, 500-400 μ m, 400-315 μ m, 315-250 μ m és 250-125 μ m, valamint vizsgáltuk a 0-630 μ m szemcseméret tartományú őrleményt is. Minden alapanyag minden szemcseméret frakciójából 3 mintát vettünk és meghatároztuk ezek színjellemzőit. A szín mérését MINOLTA CR-300-as tristimulusos színmérő készülékkel végeztük. A szín jellemzésére a CIE 1976 színtérben értelmezett L*, a*, b* színkoordinátákat használtuk [3]. A kapott adatokat varianciaanalízissel [4] értékeltük és az eltérések jellemzésére a ΔE^*_{ab} , ΔH^*_{ab} , ΔC^*_{ab} értéket használtuk [3].

Eredmények és értékelésük

A kapott mérési adatok összefüggő elemzésére varianciaanalízist végeztünk, melynek eredményét a 1. ábra mutatja. Az átlagok mellett itt is feltüntettük a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó szignifikáns differenciát.



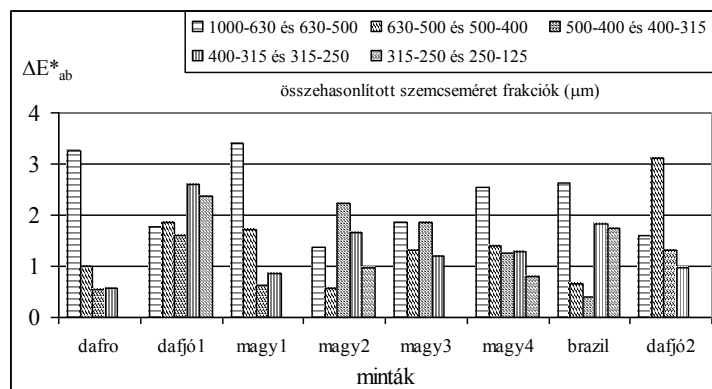
1. ábra A varianciaanalízis eredménye.

Az egyes szemcseméret frakciók színkoordináta átlag értékei $\pm 1/2SD_{95\%}$

Megállapíthatjuk, hogy a szemcseméret csökkenésével mindhárom színkoordináta szignifikánsan nő. Tehát, mivel L^* világossági koordináta nő azt mondhatjuk, hogy minél apróbb szemcséjű az őrlemény annál világosabb. Kiszámítottuk ΔC^*_{ab} króma különbség és ΔH^*_{ab} színezeti különbség értékét az egymást követő szemcseméret frakciók között, melyeket a 1. táblázatban tüntettünk fel. Láthatjuk, hogy ΔC^*_{ab} mindenütt negatív, tehát a szemcseméret csökkenésével az őrlemények színe telítettebb. ΔH^*_{ab} igen is abszolút értékű, tehát az elmozdulás akár a piros, akár a sárga tengely irányába igen csekély a szemcseméret változásával.

1. táblázat Az egymást követő szemcseméret frakciók között számított ΔC^*_{ab} és ΔH^*_{ab} értékek

Összehasonlított frakciók	ΔC^*_{ab}	ΔH^*_{ab}
1000-630 μm és 630-500 μm	-2,284	-0,275
630-500 μm és 500-400 μm	-0,949	-0,175
500-400 μm és 400-315 μm	-0,967	0,200
400-315 μm és 315-250 μm	-1,160	-0,049
315-250 μm és 250-125 μm	-1,505	0,251



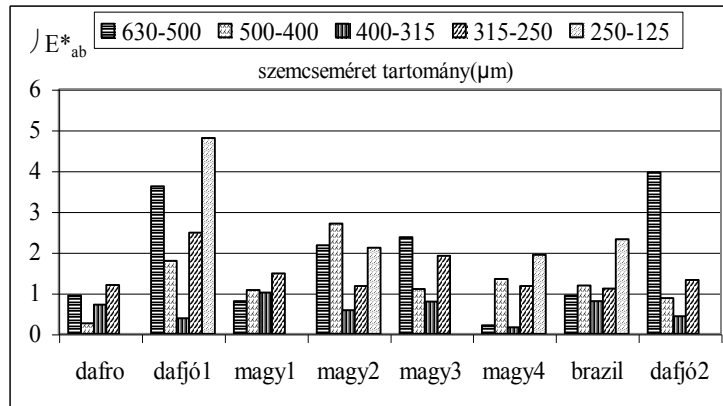
2. ábra Az egymást követő szemcseméret frakciók ΔE^*_{ab} értéke fűszerpaprika őrlemény alanyagonként

2. táblázat A különböző fűszerpaprika őrlemény alanyanyagok színezéktartalma ASTA egységben

	dafro	dafj01	magy1	magy2	magy3	magy4	brazil	dafj02
Színezék-tartalom(ASTA)	82	195	137	138	129	123	142	171

A 2. táblázatban feltüntettük az alanyanyagok ASTA egységben meghatározott színezéktartalmát. Az ábra és a táblázat alapján megállapíthatjuk, hogy a szemcseméret okozta változás mértékét befolyásolja az alanyanyag színezéktartalma. Alacsony színezéktartalom esetén (dafro minta) kisebb, míg a magas ASTA értéknél erőteljesebb a változás.

Elemeztük, hogy a 0-630µm őrlemény színét mely szemcseméret tartományának színe határozza meg leginkább. A 2. ábrán jól látszik, hogy a 400-315µm frakciójának színjellemzői nem különböznek szignifikánsan a 0-630µm frakció paramétereitől. Ezt támasztja alá a 4. ábra is, melyen minden alapanyag esetén ábrázoltuk a fűszerőrlemény és szemcseméret frakciói között számított ΔE^*_{ab} értéket. Látható, hogy az érték a 400-315µm frakció esetén marad mindig a vizuálisan érzékelhető értékhatár alatt. Tehát az őrlemény színét a 400-315µm méretű szemcséinek színe határozza meg döntően.



3.ábra A teljes őrlemény és szemcseméret frakciói között számított ΔE^*_{ab} értékek alapanyagonként

Következtetések

- ✓ A szemcseméret csökkenésével mindhárom színkoordináta szignifikánsan nő. Az őrlemény színe a szemcseméret csökkenésével egyre világosabb és telítettebb lesz.
- ✓ A szemcseméret hatását befolyásolja az alapanyag színezéktartalma, magasabb színezéktartalom esetén jelentősebb a változás.
- ✓ A 0-630µm szemcseméretű őrlemény színét döntően a 400-315µm közötti szemcséi határozzák meg.

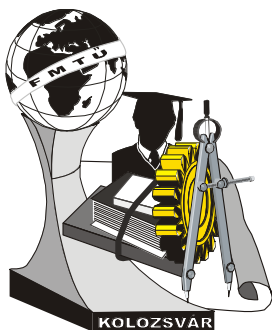
Irodalomjegyzék

1. Qingchun-Chen, Hak-kyun-koh, Jae-Bok-Park (1999): Color evaluation of red pepper powder, Transaction-of-the-ASAE. 1999, 42(3): 749-752
2. Varon R., Diaz F., Padro JE, Gomez R (2000): A mathematical model for colour loss in paprikas containing differing proportions of seed, Journal of the Science of Food and Agriculture 80(6): 739-744 May
3. Lukács Gyula. (1982): Színmérés, Műszaki Kiadó, Budapest
4. Szűcs István (2002): Alkalmazott statisztika, AGROINFORM Kiadó, Budapest

H.Horváth Zsuzsa főiskolai adjunktus SZTE SZÉF Szeged, Mars tér 20. horvatzs@szef.u-szeged.hu

Véha Antal főiskolai tanár SZTE SZÉF Szeged, Moszkvai krt. 5-7.

Halászné Fekete Mária főiskolai docens SZTE SZÉF Szeged, Mars tér 20. halaszne@szef.u-szeged.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ÖNTÉSZETI FOLYAMATOK VÉGES ELEMES ÉS VÉGES DIFFERENCIA SZIMULÁCIÓJA

Molnár Dániel

The computer added simulation has become a more and more applied tool in the field of modern casting processes. Nowadays we apply simulation programs to abbreviate or to neglect the expensive experiments, or to expose the reason of the casting defects. By the help of these programs we can check the thermal and mechanical processes already during the casting construction processes.

A számítógépes szimuláció az utóbbi években a korszerű öntvénygyártás és –tervezés egyre nagyobb mértékben alkalmazott segédeszközévé vált. A költséges kísérletsorozatok lerövidítése illetve kiváltása, valamint a kialakuló hiba okok feltárása érdekében mára már széles körben elterjedt a különféle öntészeti szimulációs programok alkalmazása. Ezen programok segítségével már az öntvénytervezés fázisában tanulmányozhatjuk az öntéskor lejátszódó termikus és mechanikai folyamatokat, amelyek megfigyelésekor fontos következtetéseket vonhatunk le az esetlegesen felmerülő öntvényhibák bekövetkezéséről.

Bevezetés

Az elmúlt kb. 15 év során különféle programok készültek a formatöltési, megszilárdulási és lehülési folyamatok, valamint az anyagfüggő hibajelenségek (pl. maradó feszültség, vetemedés) kialakulásának modellezésére. Kezdetben csak a saját kutató- és fejlesztőcsoporttal és szakképzett személyzettel rendelkező nagyobb cégek privilégiuma volt ilyen kísérletek elvégzése igen drága számítógépeken. Az ilyen programok alkalmazásának célja ekkor még elsősorban a már gyártott öntvények ellenőrzése, nem pedig gyártástechnológiai tervezés és fejlesztés volt.

Napjainkban az öntészeti szimulációs programok jelentősége nagymértékben megnőtt. A kifejlesztett programok már hagyományos személyi számítógépeken futtathatók, és kezelésükben nem igényelnek akkora szakértelmet, mint az első verziók. Az öntési technológiák minden területére alkalmas szimulációs programok terjedtek el, így a nyomásos, gravitációs, folyamatos, stb. öntés közben lejátszódó jelenségek a valóságos viszonyokat egyre inkább megközelítő folyamatait figyelemmel kísérhetjük. [1]

A Szimuláció célja és fő típusai

A szimuláció modellek kidolgozása és azon végzett kísérletek létező vagy hipotetikus dinamikus rendszerek vizsgálatára, amelynek során a vizsgált rendszer egyes aspektusait számokkal vagy szimbólumokkal reprezentálhatjuk oly módon, hogy azok könnyen kezelhetők legyenek és elősegítsék a rendszerek tanulmányozását és kiértékelését.

Ha az alábbi feltételek adottak, akkor az olvadt fém kísérleti iterációját szignifikánsan lehet csökkenteni, és elsőrendűen lehet alkalmazni folyamatok jóváhagyásához:

- az öntési folyamat és a formában való lehűlés pontosan modellezett,
- a zsugorodási üreg és egyéb öntvényhibák előre megjósolhatóak,
- a beömlő és tápfejrendszer változtatásával elérhető folyékonyfém áramlás- és a dermedés változásának, vagy több más tényező hatásának szimulációja megoldott.

A formatöltés és a dermedés modellezése

A formatöltés és a dermedés modellezésének az alábbi céljai lehetnek:

- előre jelezni a beömlő / tápfej / öntési design hatását a kialakuló áramlásra;
- előre jelezni az oxid-besodródást és az egyéb áramlás okozta hibákat;
- előre jelezni a hőmérséklet eloszlást az öntés közben és után, a sokkal pontosabb dermedési analízishez;
- előre jelezni a dermedési morfológiát, megjósolni a zsugorodási üreg és az azt kísérő egyéb hibák kialakulását;
- előre jelezni egyéb dermedési hibákat (pl. melegrepedés);
- előre jelezni a dermedési időt;
- előre jelezni az öntvény keresztmetszetében lévő mikroszerkezetet;
- előre jelezni az erő / feszültség viszonyokat.

A formatöltést ún. primer programmal lehet szimulálni. Első közelítésben a Navier-Stokes áramlási egyenletet alkalmazzuk, mellyel egy kétegyenletes turbulencia modell írható le. Ez a közelítés az összes fontos áramlási karakterisztika számítására alkalmas (pl. viszkozitás, sűrűség, Reynolds szám stb.), a szabadságfokok mindhárom dimenziója esetén. Ezen algoritmusnak a kontinuitás, az időtényező megőrzése és az energia egyenlete képezi az alapját.

Az öntvénydermedés mind tapasztalati, mind részben tapasztalati és fizikai alapokon nyugvó programokkal is számítható. Ezen módszerek előnyeit és hátrányait az alábbiakban ismertetem.

Az egyszerű tapasztalati programok csak egyszerű, megismételhető folyamatokat tudnak leírni, ahol a változók csak kis határokon belül módosulnak. Például, ha a táplálási távolságot (pl. alacsony karbontartalmú acéloknál és nyersformáknál) pontosabban akarjuk meghatározni, az egyszerű tapasztalati programoknál valószínűleg hibás eredményt kapunk. A részben tapasztalati programok hatásosan tudják modellezni a viszonylag egyszerű folyamatokat. A változók intervallumát limitálni kell, és a fizikai változásoknak egyszerűnek, követhetőnek kell lenniük.

A fizikai alapokon nyugvó programokkal mind egyszerű, mind bonyolult folyamatok is modellezhetőek. Ez az eljárás minden típusú öntvényanyag esetén jól alkalmazható modellt eredményez.

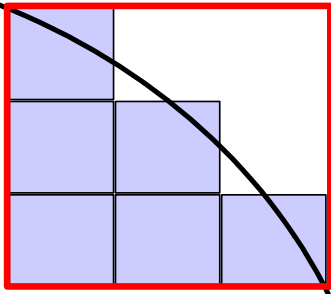
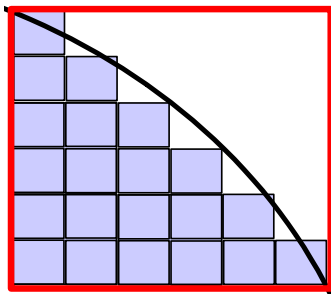
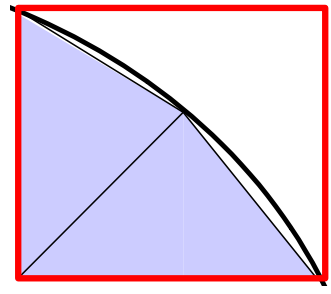
A fizikai alapokon nyugvó programok általában a Fourier féle hőátadási egyenletet alkalmazzák, mely háromdimenziós hőátadást feltételez. A konvektív hőátadás szintén számított ebben az esetben, amely főleg nagy öntvénykeresztmetszetek esetén lényeges. Az anyagok részletes hőfizikai adatai lehetővé teszik a hővezetés, a hőáramlás (konvekció) és a hőszugárzás számítását egyenletrendszerrel, amiket így a teljes folyamatra ki lehet terjeszteni. A közelítés lépcsőzetes, időtől függő analízis és lehetővé teszi a hőmérséklet extrapolálását minden helyen és minden időpillanatban. A dermedési idő, a porozitás, a lunkerképződés és az ötvözőanyagok dúsulása, valamint az erő- és feszültségviszonyok mind számíthatóak az ilyen típusú programokkal. [2]

Véges elemes módszer (FEM) és/vagy véges differencia módszer (FDM)

A geometriai alak pontos leírására két alapvető matematikai eljárás terjedt el: a véges differencia módszer (FDM) és a véges elemes módszer (FEM).

A véges elemes módszer alkalmazása esetén figyelembe vehetők olyan jelenségek, mint pl. a sarkok fokozott mértékű felhevülése, és minden egyéb olyan termikus hatás, amely a formaüreg geometriájából adódik. Ez amiatt lehetséges mert az FEM geometria tetszőleges alakú háromszögekből építkezik amik a síkok között tetraéderekként jelennek meg, tehát a finom geometriai változások ezzel a módszerrel jobban követhetők. A véges differencia módszer a FEM-mel ellentétben olyan egységnyi térfogatokkal közelíti a geometriai alakzatot, amelyek mérete változtatható, de alakjuk nem. Az egyedi csomópontok és vonalak helyzete finomításkor nem változtatható meg. A lépcsőzetes felületi kontúr, és a falvastagság megfelelő meghatározásához szükséges nagy számú véges differencia elem miatt a geometria csak kisebb pontossággal tudja lekövetni az eredeti kontúrt. A szimulációs programok számítási időszükséglete a felhasznált egységnyi térfogatok számától függ. Tehát a kevesebb elemről építkező FEM geometria számítási szükséglete kevesebb, mint az azonos geometria FDM-mel való kialakítása esetén, ahol az elemek száma jóval magasabb, de éppen ebből adódóan az FDM geometria finomabb felosztása jobb formatöltés szimulációt tesz lehetővé, valamint matematikailag is az FDM módszer alkalmasabb a formatöltés modellezésére. Konklúzióként elmondható, hogy az FDM módszer a formatöltés, míg a FEM módszer a dermedés modellezésére alkalmasabb, bár mindkét eljárás mindkét folyamatot le tudja modellezni.

A két módszer hálógenerálásának összehasonlítása az 1. ábrán látható. [3, 4]

		
<p>FDM: A generált háló és az eredeti geometria egyezősége</p>	<p>FDM: A generált háló és az eredeti geometria egyezősége, a háló finomításával</p>	<p>FEM: A generált háló és az eredeti geometria egyezősége</p>

1. ábra
Az FDM és az FEM módszer összehasonlítása

A vizsgált próbatest a 2. ábrán látható.



2. ábra

A vizsgált próbatest

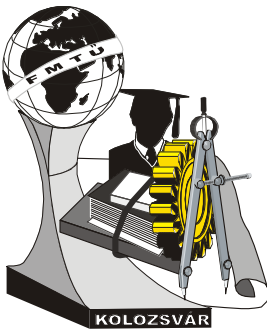
Összegzés

A véges elemes módszer és a véges differencia módszer segítségével lehetséges a teljes öntéstechnikai folyamat szimulációs vizsgálata. Számítható és vizsgálható a formatöltés közbeni áramlási karakterisztika, a beömlő rendszer, a forma és a magok hatása az áramló fémolvadéokra. Az utoljára megtel- és az utoljára megdermedő öntvényrészek szimulációjával ellenőrizhető az irányított dermedés folyamata, valamint a tápfejek és a kilevegző csatornák elhelyezkedésének megfelelősége. A dermedési és a lehülési folyamatok szimulációjával vizsgálhatóak a hőcentrumok kialakulása, a rávágás és a tápfejek elhelyezése valamint a hűtőrendszer megfelelő kialakítása. A véges elemes módszer a kisebb alkalmazott elemszám miatt gyorsabb számítást tesz lehetővé, az igényelt hardver kapacitás alacsonyabb mint a véges differencia módszer esetén. A pontosabb geometriakövetés miatt a hőmérsékletmező szimulációja pontosabb, ellenben az áramlási tér kalkulációjánál jelenleg csak egy folyadékfront megjelenítése lehetséges, ami rontja a formatöltés kiértékelhetőségét. A véges differencia módszer a nagyobb elemszámból adódóan, valamint az alkalmasabb matematikai eljárások miatt pontosabb áramlási tér modellezésre ad lehetőséget. Ellenben a nagy elemszám miatt a számítások lassúak, valamint hardver igényük kimondottan nagy.

Irodalomjegyzék

- [1] F. Klein, E. Pokora, D. Jenő: A nyomásos cinköntvények dermedésének számítógépes szimulálása, Bányászati és Kohászati Lapok, 129. évfolyam 1. szám, 1996. január
- [3] T. C. Midea, D. Schmidt: 1999 Casting simulation software survey, Modern Casting, 1999 may. P.:47-51
- [3] A guide to Novaflow & Solid, Sweden 2002
- [4] www.rwp-simtec.de

Molnár Dániel, doktorandusz hallgató
 Miskolci Egyetem, Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, 3515 Miskolc_Egyetemváros
 Tel: 06-46/369-519, ontmdani@uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

FOTONIKUS KRISTÁLYOKBAN LÉTREJÖVŐ SZUPERLUMINÁLIS HATÁS NUMERIKUS VIZSGÁLATA

Szabó Zsolt, Szipócs Róbert, Kádár György

Abstract

In this paper the simulation of a superluminal effect observable in photonic crystals is presented. The photonic crystals are periodical structures fabricated from dielectric materials presenting periodicity and dimensions comparable with the wavelength of the visible light. Therefore the required dimensions are some hundreds of nanometers for visible light. Consequently the Maxwell equations can be applied to describe the behavior of the light in such structures, without involving the equations of quantum mechanics. The Finite Difference Time Domain method is applied to solve the Maxwell equations. Passing a Gaussian pulse through the photonic crystal the frequency response can be investigated. The frequencies spectrum shows that permitted and forbidden frequency bands appear. This is similar to the behavior of the electrons in solid crystals where the band structure gives the frequency of the permitted eigenvalues. Passing sinusoidal modulated Gaussian type pulse through the photonic crystal with the property that it contains just forbidden frequencies (taking the Fourier transform of the signal it fits in a band gap) for the group velocity (the velocity of the maximum amplitude of the pulse) higher values can be obtained than the speed of the light. This phenomenon can be regarded as the optical correspondence of the electron tunneling in ordinary crystals.

1. Bevezetés

A húszadik század elején a kvantummechanika alaptörvényeinek felismerésekor, Schrödinger olyan egyenletet dolgozott ki, amelynek segítségével meghatározható, hogy egy részecske milyen valószínűséggel található különböző helyeken [1]. Ez az egyenlet nagyon hasonlít a fény terjedését leíró, a Maxwell egyenletekből levezethető hullámegyenletre (lásd Táblázat 1).

	Elektron a kristályban	Fény a periodikus szerkezetben
Tér	$\Psi(\mathbf{r}, t)$	$\mathbf{H}(\mathbf{r}, t)$
Egyenlet	$H\Psi = E\Psi$	$\Theta\mathbf{H} = \left(\frac{\omega}{c}\right)^2 \mathbf{H}$
Operátor	$H = -\left(\frac{\hbar}{2m}\right)^2 \nabla^2 + V(\mathbf{r})$	$\Theta = \nabla \times \left(\frac{1}{\varepsilon(\mathbf{r})} \nabla \times \cdot \right)$

Táblázat 1: A kvantummechanikai és elektromágneses hullámegyenletek összehasonlítása

Matematikai szempontból mindkét esetben egy hermitikus operátort alkalmazunk, részecskék esetén az amplitúdó függvényre, fény esetén a mágneses térerősségre, így kapjuk a megoldandó parciális differenciálegyenletet. Ez a formai hasonlóság vezetett olyan mesterséges anyagok létrehozásához, amelyek a kristályok optikai megfelelőjének tekinthetők.

A fotonikus kristályok olyan dielektromos anyagból készített periodikus szerkezetek, amelynek méretei és periodicitása összevethető a látható fény hullámhosszával. Mivel ez a hullámhossztartomány néhány száz nanométer (vörös fény 700 nm — ibolyaszínű fény 400 nm) ezért ezek a struktúrák is néhány száz nanométer nagyságú periodikusan ismétlődő elemi cellákból vannak felépítve. A jellemző méretek körülbelül ezer nagyságrenddel nagyobbak az atomi méreteknél, még értelmezhetők a makroszkopikus mennyiségek és érvényesek a statisztikus törvények. Ezért vizsgálhatók a fotonikus kristályok a Maxwell egyenletekkel, nem szükséges atomi szintű, kvantummechanikai elmélet.

Egy részecskének az áthaladása potenciálfalon alagút effektussal a kvantummechanika egyik legérdekesebb jelensége. A részecske viselkedéséről a potenciálfal belsejében csak indirekt információink vannak mivel a jelenség időbeli lefolyása $10^{-15} - 10^{-16}$ s nagyságrendű, ami jóval kisebb, mint a kísérletileg elérhető legnagyobb mérési pontosság. Ebben a dolgozatban az alagút jelenséghez hasonló fényterjedési folyamatot vizsgálunk egydimenziós fotonikus kristályok esetén.

2. Időbeli véges differenciák módszere fotonikus kristályokban létrejövő hullámterjedés vizsgálatára

Az időbeli véges differenciák módszerének [2] segítségével a Maxwell egyenletekből kapott parciális differenciál egyenletek algebrai egyenletekké alakíthatók. Az 1. ábrán látható Bragg tükör tekinthető a legegyszerűbb fotonikus kristálynak. Elemi cellákra osztva a vizsgált tartományt (lásd 2.a ábra) és véges differenciákkal közelítve a parciális deriváltakat, az elektromágneses tér komponensei a következő iteratív eljárással számíthatók ki

$$E_x|_k^{t+1} = \frac{2\varepsilon - \sigma\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} E_x|_k^t - \frac{2\Delta t}{2\varepsilon + \sigma\Delta t} \frac{1}{\Delta z} \left(H_y|_{k+\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} - H_y|_{k-\frac{1}{2}}^{t-\frac{1}{2}} \right) \quad (1)$$

$$H_y|_{k+\frac{1}{2}}^{t+\frac{3}{2}} = H_y|_{k+\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} - \frac{\Delta t}{\mu\Delta z} \left(E_x|_{k+1}^{t+1} - E_x|_k^{t+1} \right), \quad k=0\dots, \quad t=0\dots \quad (2)$$

ahol Δz egy elemi cella mérete, Δt az időlépés, $\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r$ a dielektromos állandó, $\mu = \mu_0$ a mágneses permeabilitás, σ a vezetőképesség. A tartomány határain nem alkalmazható (1) és (2), mivel nem ismerjük a szükséges térértékeket. Hogy elkerüljük a nem kívánt hullámvisszaverődéseket, elsőfokú Mur típusú elnyelő peremfeltétel alkalmazható [2], például a tartomány alsó határán

$$E_x|_0^{t+1} = -E_x|_1^{t-1} + \frac{c\Delta t - \Delta z}{c\Delta t + \Delta z} \left(E_x|_1^{t+1} + E_x|_0^{t-1} \right) + \frac{2\Delta z}{c\Delta t + \Delta z} \left(E_x|_0^t + E_x|_1^t \right) \quad (3)$$

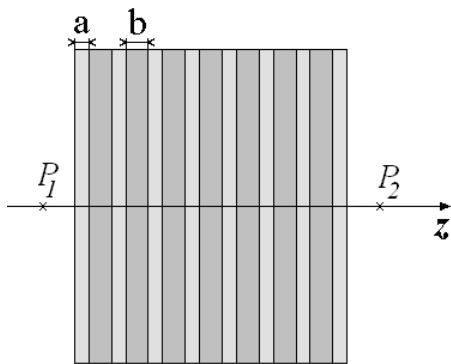
ahol $c = 1/\sqrt{\epsilon\mu}$ a fény terjedési sebessége. Az elektromos és mágneses térerősségeket a következő alakba írva

$$E_x^{teljes} = E_x^{előirt} + E_x^{visszavert}, \quad H_y^{teljes} = H_y^{előirt} + H_y^{visszavert}, \quad (4)$$

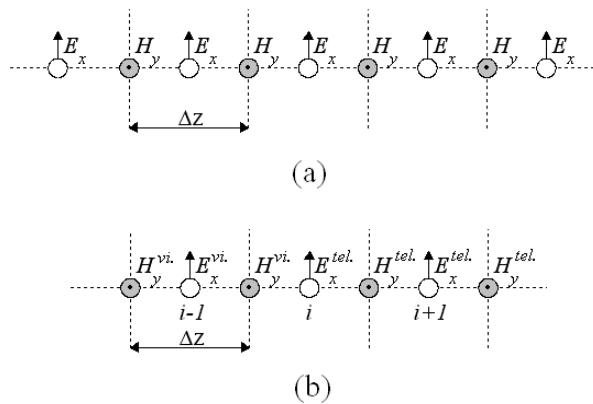
és felosztva a vizsgált tartományt visszavert és teljes térkomponenseket tartalmazó részekre (lásd 2.b ábra) a tartományok határán lehetőség van tetszőleges alakú síkhullám előírására. Az előzőekben bemutatott időbeli véges differencia egyenletek csak a tartomány-határokon módosulnak. Például a visszavert-teljes térrész határán

$$E_x^{teljes} \Big|_i^{t+1} = \frac{2\epsilon - \sigma\Delta t}{2\epsilon + \sigma\Delta t} E_x^{teljes} \Big|_i^t - \frac{2\Delta t}{2\epsilon + \sigma\Delta t} \frac{1}{\Delta z} \left(H_y^{teljes} \Big|_{i+\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} - H_y^{visszavert} \Big|_{i-\frac{1}{2}}^{t-\frac{1}{2}} - H_y^{előirt} \Big|_{i-\frac{1}{2}}^{t-\frac{1}{2}} \right),$$

$$H_y^{visszavert} \Big|_{i-\frac{1}{2}}^{t+\frac{3}{2}} = H_y^{visszavert} \Big|_{i-\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} - \frac{\Delta t}{\mu\Delta z} \left(E_x^{teljes} \Big|_i^{t+1} - E_x^{előirt} \Big|_i^{t+1} - E_x^{visszavert} \Big|_{i-i}^{t+1} \right). \quad (5)$$



1. ábra A vizsgált periodikus elrendezés



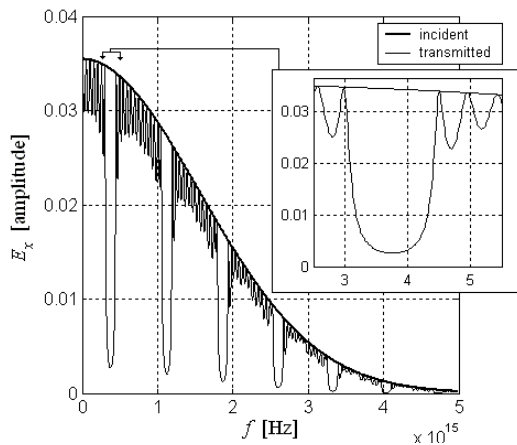
2. ábra A térbeli véges differencia rács

3. Szuperluminális hatás fotonikus kristályokban

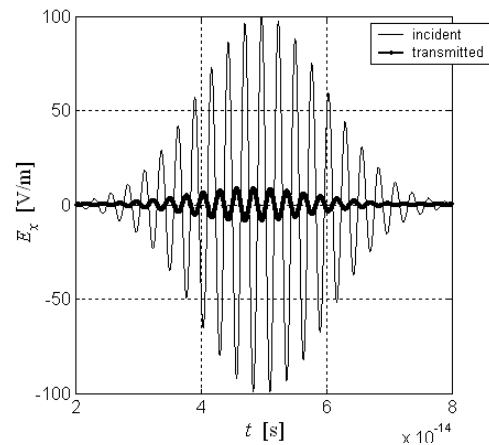
A fotonikus kristály vizsgálatát frekvenciatartománybeli analízissel kezdjük. Az időbeli véges differenciák módszerével meghatározzuk az $\epsilon_{r1} = 5.29$, $\epsilon_{r2} = 2.1$ dielektromos állandójú, $\sigma = 0$ vezetőképességű, $a = 87$ nm és $b = 138$ nm vastagságú, 7 rétegből álló struktúra hatását egy rajta áthaladó Gauss alakú síkhullám csomagra. Eltávolva minden időlépésben az elektromos térerősség értékét a struktúra előtti P_1 pontban, majd a tranziens eltűnése után Fourier sorfejtést alkalmazva meghatározhatók azok a frekvenciák, amelyek nem haladnak át a struktúrán (lásd 3. ábra). A spektrum tiltott sávokat mutat, amelyek hasonlóak a félvezetők esetén létrejövő tiltott sávokhoz. A különbség az, hogy kvantummechanikában a sávszerkezet megadja az engedélyezett sajátértékek energiáját, periodikus struktúrák esetén a sávszerkezet megmutatja az engedélyezett módusok frekvenciáját. Gerjesszük a fotonikus kristályt egy olyan Gauss alakú modulált síkhullámcsomaggal

$$E_x^{előirt} = E_0 e^{-\left(\frac{t-t_0}{t_w}\right)^2} \sin(2\pi f_0 t), \quad (6)$$

amelynek hordozófrekvenciája $f_0 = 3.75 \cdot 10^{14}$ Hz az első tiltott sáv közepére esik, szélessége $t_w = 1.4509 \cdot 10^{-14}$ s, így a jel csak tiltott sávbeli frekvenciákat tartalmaz, amplitúdója $E_0 = 100$ V/m, késleltetése $t_0 = 4.3529 \cdot 10^{-14}$ s. A fotonikus kristály mögött egy P_2 pontban vizsgáljuk az átjutott hullámokat. A vizsgált elrendezés esetén a 4. ábrán bemutatott elektromos térerősséget kapjuk. Összehasonlítva a struktúrán áthaladó hullámcsomag csoportsebességét a vákuumban terjedő hullámcsomagéval azt tapasztaljuk, hogy a csoportsebesség nagyobb, mint a vákuumbeli terjedés esetén, az időeltérés $\Delta\tau = 1.2478$ fs. Különböző hosszúságú struktúrák esetén az átjutott hullámcsomag csoportsebessége növekszik, azonban az amplitúdók nagysága rohamosan csökken. Ha a struktúra 9 periódusból áll $\Delta\tau = 2.7641$ fs, 11 periódus esetén $\Delta\tau = 4.2441$ fs, ezek az értékek pontosan egyeznek a mérési eredményekkel [3].



3. ábra A periodikus struktúra sávszerkezete



4. ábra A hullámcsomag késleltetése

Konklúzió

Az a jelenség, hogy a fotonikus kristályokban egy hullámcsomag csoportsebesség nagyobb lehet a vákuumban való terjedéshez képest, nem sérti a kauzalitás elvét, ugyanis az átjutott hullámcsomag maximális amplitúdója jóval kisebb a vákuumban terjedő hulláméhoz képest, tehát az energia terjedésének sebessége kisebb, mint a fénysebesség.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük a Magyary Zoltán posztdoktori ösztöndíj és az OTKA (T 046696) támogatását.

Referenciák

- [1] Gombás Pál, Kisdi Dávid, Bevezetés az elméleti fizikába, 2 kötet, Akadémiai kiadó, Budapest, 1971.
- [2] A. Taflove, Computational Electrodynamics, Artech House, Boston, 1995.
- [3] Ch. Spielmann, R. Szipőcs, A. Stingl, F. Krausz, Tunneling of Optical Pulses through Photonic Band Gaps, Phys. Rev. Letters, vol 73, nr. 17, 1994, pp. 2308-2311.

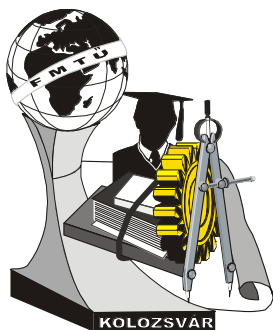
Szabó Zsolt PhD,

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Atomfizika Tanszék, szabo@tateyama.hu,

Szipőcs Róbert PhD, MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutatóintézete, rsz@szfki.hu,

Kádár György PhD, az MTA doktora,

MFA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, kadargy@mfa.kfki.hu.



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

KÜLÖNBÖZŐ MIKROMEFGOGÓK, ÉS MŰKÖDTETŐ RENDSZERŰK FELÉPÍTÉSE

Székelly Ferenc

Abstract

In this issue a build-up of a system is demonstrated which usually actuates several micro-grippers, and there are most important grippertypes introduced. You can use a lot of micro-grippers which have different build-up and actuating systems. Applications of these grippers depend on the given task. If you know effects during the process of grip of a micropart then you can design the geometry of gripper by the help of finite element analysis. By choosing of manner of actuation you have to advert three view-points, these are the followings: force which is needed for actuation of gripper, excursion which is needed for jaws of gripper and the time which is needed for fulfillment of the given task.

Összefoglalás

Ebben a munkában ismertetésre kerül, hogy általánosságban hogyan épül fel egy mikromegfogókat működtető rendszer, valamint két jellegzetes megfogótípus kerül bemutatásra. Attól függően, hogy mi az adott feladat, számos különböző felépítésű és különböző működtetési móddal rendelkező mikromegfogót használhatunk. Ha ismerjük a mikroelem megfogási folyamata alatt fellépő erőhatásokat, akkor végeeselemes analízis segítségével megtervezhető a megfogó geometriája. A működtetés módjának megválasztásánál jellemzően három szempontot kell figyelembe vennünk, amelyek a következők: a megfogó működtetéséhez szükséges erő, a megfogó-pofák szükséges elmozdulása, valamint a művelet végrehajtására engedélyezett időtartam.

Bevezetés

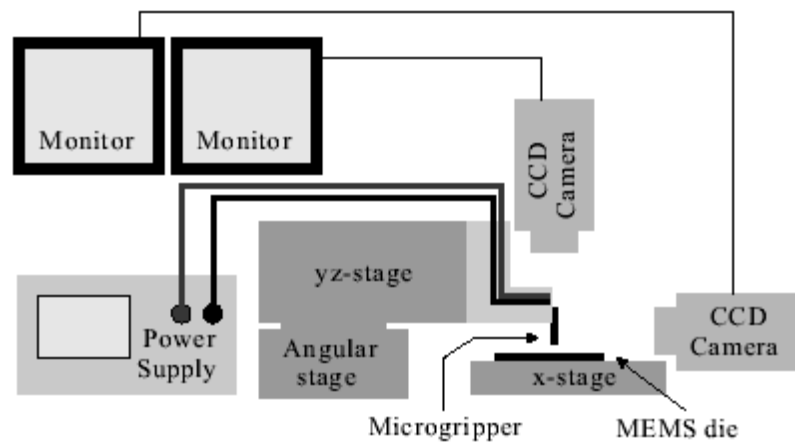
Napjainkban egyre nagyobb igények jelentkeznek a minél kisebb méretű alkatrészek legyártásával, mozgatásával, és szerelésével kapcsolatban. Ahhoz, hogy ezek a feladatok megoldhatóak legyenek különböző felépítésű mikromegfogókra van szükség.

A hagyományos technikában a mechanikus megfogók a leggyakrabban alkalmazott megfogó típusok. Ezek a legflexibilisebbek a környezethez, valamint a szerelendő objektumhoz való alkalmazkodásban, viszont méreteik lineáris csökkentésével nem alkalmazhatóak a mikrotechnikában is ahol, a makrotechnikával ellentétben nagy fejlesztési igény van a kis méretű objektumok megfogásánál.[1] A

kis méretekben való meghajtás problémájára különböző megoldások léteznek, amelyek mikromegfogóknál is alkalmazhatóak például: alakemlékező effektus, piezoelektromos és elektromágneses meghajtás.

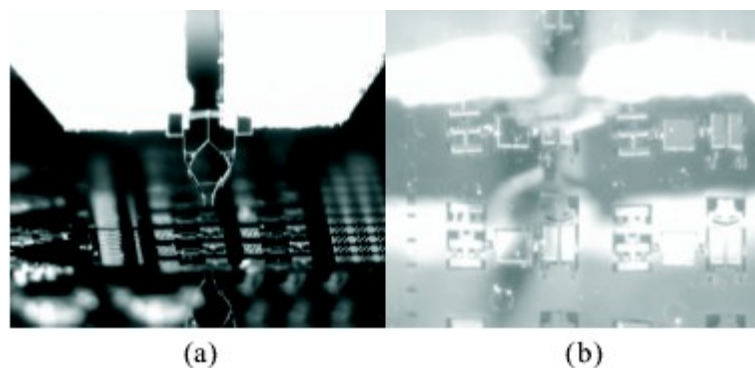
1. Mikromegfogót működtető rendszer felépítése

A mikromanipulációs rendszerek általában négy fő egységből épülnek fel, amelyek a következők: manipulátor, pozicionáló egység, energiaforrás és a megfigyelő rendszer. [2]. Az 1. ábrán látható esetben egy finommozgató szerkezet, két CCD kamera és egy tápegység van felszerelve egy rezgésszigetelt asztalra.



1. ábra: Mikroszerelő berendezés vázlata

A két CCD kamera, amelyeknek a maximális elmozdulása 90 mm, mutatja az elől ill. felülnézetet. Az egyik kamera a megfogó előtt van elhelyezve - ez mutatja a megfogó és a tárgy közötti függőleges távolságot – a másik pedig a megfogó fölött van, amely mutatja a megfogó és a tárgy közötti távolságot az x - y síkban (2. ábra). A megfogó manipulálását két mozgatóasztal biztosítja.



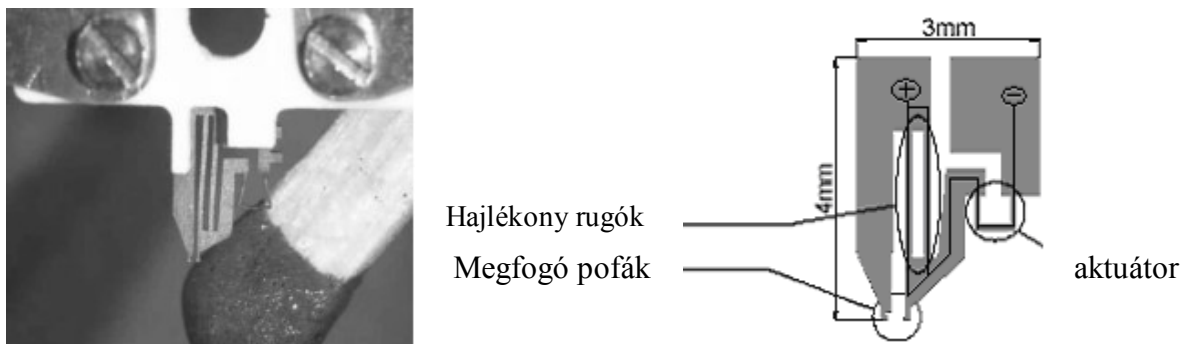
2. ábra: Szerelési elrendezés a; elől ill. b; felülnézetben

A vízszintes helyzetű 1 SZF - ot biztosít x irányban történő elmozdulással. A függőleges helyzetű 5 SZF - ot enged meg, mivel elmozdulhat az y – z síkban és α , β , γ szögben, a három koordinátasíkban. A manipulációhoz szükséges feszültséget egy tápegységgel állítjuk elő, és vezetékek segítségével jut a megfogó bemenetére, amelyek részszegmensekre vannak felszerelve.

2 Különböző megoldások összehasonlítása mikromanipuláció esetén

2.1 Alakemlékező megoldás

Az alakemlékező effektust használó megfogók működése legtöbbször alakemlékező ötvözetből készült rugókkal ill. huzalokkal valósul meg. A működési elv azon alapszik, hogy az ilyen ötvözetből készült megfogók egy meghatározott kritikus hőmérséklet alatt maradandó alakot kapnak, és ha felmelegítik őket, akkor változtatják a formájukat, viszont lehűtéskor visszanyerik eredeti alakjukat [3]. Az iparban egyre jobban fejlődő anyagkutatásnak köszönhetően ez a megoldás költség szempontjából kedvező. A nagy működési úthossz és az alakemlékező hatás ereje miatt ez az elv különösen alkalmas mikromozgatók működtetésére (3. ábra). Ezen elven dolgozó megfogók hátránya a nagy reakcióidő. Ez jellemző ezekre a megoldásokra mivel ezek hőmérsékletváltozás hatására működnek és a hőelvezetés a reakcióidőt korlátozza.

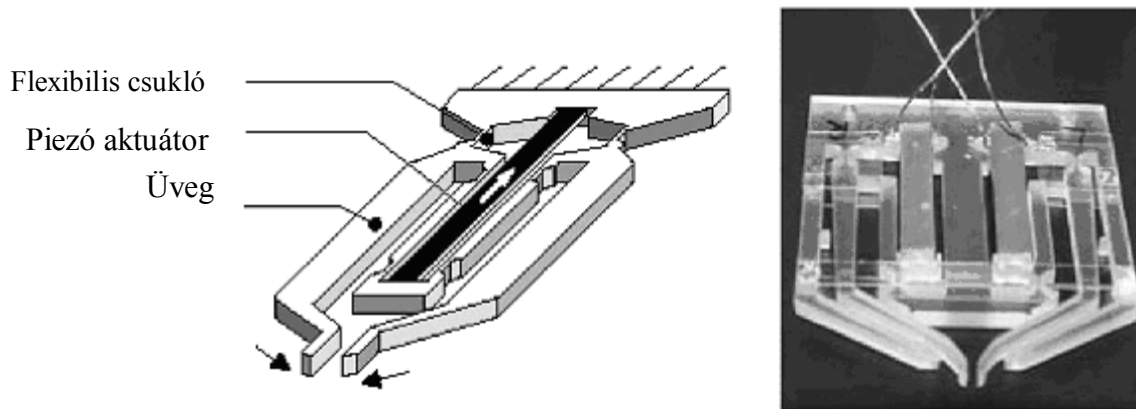


3. ábra: Alakemlékező hatással dolgozó mikromegfogó

2.2 Piezoelektromos megoldás

Gyakran felhasználásra kerül a piezoelektromos hajtás, amely lehetővé teszi a megfogó gyors mozgását. A piezoelektromos megfogók nagy üzemi feszültséget igényelnek és csak kis útszakaszok legyőzésére alkalmasak, mindazonáltal nagy erővel képesek működni (4. ábra). Legtöbbször a piezoelektromos megfogók szilíciumból készülnek és általában a rövid utak miatt áttételre van szükségük. Működésük azon alapszik, hogy a piezoelektromos anyagokban (pl. $BaTiO_3$) az elektromos és a mechanikai energia oda-vissza alakítható [4]. Ha ezekre a kristályokra mechanikai

feszültséget kapcsolunk, akkor az alakjuk deformálódik, de ez fordítva is működik, ha mechanikai feszültséget adunk rá, akkor az elektromos polarizáció hatására potenciálkülönbség lép fel.



4. ábra: Piezoelektromos hajtással működő mikromegfogó

Konklúzió

A különböző mikroszerelési illetve mikromanipulációs megoldások elképzelhetetlenek mikromegfogók alkalmazása nélkül. A jelenleg alkalmazott mikromegfogók még nem nevezhetők kiforrott megoldásoknak mivel ez a kutatási terület viszonylag csekély múltra tekint vissza. A végeselemes szoftverek egyre nagyobb fejlődésével lehetővé válik ezen megfogók geometriájának tökéletesítése, valamint annak vizsgálata, hogy hogyan reagálnak különböző villamos jellemzők hatására. Ezen a területen az ilyen vizsgálatok nagy kihívást jelentenek a jövőre nézve.

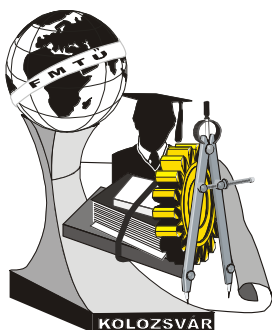
Irodalomjegyzék:

- [1] Elmar Just.: Entwicklung eines Formgedächtnis-Mikrogreifers; Forschungszentrum Karlsruhe, (2001) 3. old
- [2] Young Seok Oh, Woo Ho Lee, George D. Skidmore.: Design, optimization, and experiments of compliant microgripper. International Mechanical Engineering Congress Washington, (2003) 5. old
- [3] Han Zhang , Y Bellouard , E Burdet , R Clavel , A-N Poo , D Werner.: Hutmacher Memory Alloy Microgripper for Robotic Microassembly of Tissue Engineering Scaffolds (2004) 2. old
- [4] S Fatikow.: Mikroroboter und Mikromontage; B. G. Teubner Stuttgart Leipzig, (2000) 130. old

Székely Ferenc, PhD hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 1111 Budapest XI. ker. Egri József utca 1. II./1

Tel: +36 20 5518 414 Email: szekelyferenc@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BIOMASSZA TÜZELÉS HATÁSA A LÉGSZENNYEZŐ- EMISSZIÓRA

¹Cserta Erzsébet, ²Dr. Szűcs István

^{1,2}Miskolci Egyetem, Hőenergia és Tüzeléstani Tanszék

Abstract

Environmental aspects are the most important reasons for promoting and increasing the utilisation of forest energy or wood fuels. All energy production and utilisation has an effect on surrounding environment. In comparison different biomass productions the fuel is not free from fossil fuels. There are some methods for decreasing the emission of air-pollutants, one of them is to inject additive in the fluidized bed or in the combustion room. In this paper we show different additive to intend reduce the impurities of the flue gas.

Az oly nagy érdeklődés középpontjává vált biomassza-tüzelés környezetre gyakorolt hatásai körében még máig vannak hiányzó ismeretek. Ami miatt a biomassza felhasználást, mint energianyeresi lehetőséget leginkább támogatják, és egyre gyakrabban alkalmazzák, elsősorban környezetvédelmi szempont. Bármely energia előállítása hatást gyakorol a környezetre. Sok tekintetben ez a környezetvédelmi kérdés az, ami miatt válogatnak a különböző tüzelő anyagok, valamint alkalmazási technológiájuk között [1]. A biomassza tüzelésekor keletkező légszennyezők csökkentésének több módja van a füstgáz összetételét befolyásoló tényező szerint. Ezen lehetőségek közül vizsgálataink során a károsanyag mennyiségét tüzelési adalékanyaggal próbáljuk csökkenteni, törekedve a legmegfelelőbb összetétel meghatározására.

Bevezetés

A gyakran alkalmazott fosszilis tüzelőanyagokhoz képest a főként faaprítékból álló biomassza - pontosabban „fitomassza”- tüzelésekor jóval kevesebb szerves károsanyag emittálódik, megnő azonban a szerves összetevők mennyisége. A megújuló energiaforrásként számontartott fa-biomassza alacsony emissziós értékeket tesz lehetővé, amennyiben magas technikai szintű tüzelőberendezésekkel és légtisztítókkal ellátott rendszerben alkalmazzák [2]. A meglévő emisszió további csökkentésére azonban más módszerekkel is törekedni kell. Ezek közé az eljárások közé tartozik az égési folyamat

befolyásolása különböző adalékanyagokkal. Ebben a munkában a biomassza-égetés során keletkező légszennyezők különböző adalék-anyagokkal történő csökkentésével foglalkoztunk.

Légszennyezők

A megújuló energiaforrások közé tartozó biomassza tüzelés légszennyezőiben leggyakrabban előforduló összetevők a kén, a nehézfémek, nitrogén, por és szerves vegyületek, mint például a kátrány vagy az ammónia.

Kén

A kéntartalom főként a lágyszárú növényekben jelentős, például az úgynevezett energiafű esetében. A faaprítékban azonban a korábban alkalmazott szén vagy olajtüzeléshez képest elhanyagolható mennyiségű kén található, ezért nagy általánosságban a SO₂ csökkentésére fatüzelés esetén nem kell különleges tisztító eljárást alkalmazni [3].

Nhézfémek

Bármely tüzelőanyag, de különösen azok, melyek halmazállapota szilárd, tartalmaznak valamekkora mennyiségben nehézfémeket, bár a fa-tüzelő jóval kevesebbet, mint a szén, vagy az olaj. Ez alól kivételt képez a bontott vagy más, ipari fahulladék, mivel ezek a faanyagok szennyezettek lehetnek visszamaradt festék, ragasztó, tartósítószer, fém, gumi és műanyag maradványokkal a korábbi felhasználástól függően [4].

Nitrogén

A nitrogén tartalom nem túl nagy, ami van, leginkább a bioüzemanyagból származik. Az így nyert nitrogén a tüzelési levegő oxigénjével termikus NO_x-dá csak igen magas hőmérsékleten alakul, ami a biomassza tüzelésnél legtöbbször nem valósul meg, így a termikus NO_x képződés mérsékelten jelentős szerepet játszik. Ennek ellenére a tüzelőanyag nitrogén-tartalma fontos szereppel bír az NO_x létrejöttében. Az nitrogén-oxid-képződés függ az oxigén koncentrációtól, mivel az alacsony oxigéntartalom alacsony nitrogén-oxid emissziót eredményez, továbbá a kis levegőfelesleg-tényező csökkenti a füstgázvesztést és a fűvóka fogyasztását [5].

Szerves szennyezők

Fa égetése közben CO₂ és víz kerül vissza az atmoszférába, akárcsak a fontosintézis során. Ugyanakkor néhány más összetevő is kibocsátásra kerül, melyeknek negatív hatása közismert. Az így nyert emisszió mennyisége és minősége a tüzelés különböző körülményeitől függ, mint például a kazán szerkezeti kialakításától vagy a lánghőmérséklettől. Általánosságban azonban elmondható, hogy a fatüzelés sokkal barátságosabb megoldási lehetőség emisszió szempontjából, mint a szén vagy akár

az olajtüzelés. A létrejött CO- és szerves szénhidrogén-tartalom alakulása főként az oxigén-koncentráció függvényében változik, de a technológiai kialakítás is fontos befolyásoló tényező. Oxigénhiányos környezetben az égés nem tökéletes, ami azt eredményezi, hogy CO, különböző veszélyes szénhidrogének vagy kátrány a füstgázban maradnak [4].

Tüzelési adalékanyag, mint megoldási lehetőség

Tüzelési adalékanyagok alkalmazása széleskörben elterjedt eljárás a keletkező légszennyezők csökkentésére. A kátrány-, az ammónia- és a por-képződés mérséklése végett a kalcium-dolomit ($\text{OCa} \cdot \text{OMg}$) és a természetes vagy szinterelt olivinek $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 (\text{SiO}_4)$ károsanyag emisszióra gyakorolt hatását hasonlították össze. A kátránytartalom dolomit adalékolásakor átlagosan a természetes vagy nyers olivin alkalmazásakor nyerthez képest csak $60 \pm 10 \%$, tehát a dolomit 1,4 x aktívabb volt biomassza levegővel történő elgázosításakor, mint az olivin. Ellenben a dolomit használata 4-6x több port, sőt, néha ammóniát eredményezett tüzeléskor. Feltevések szerint a dolomit befolyásoló hatása abban áll, hogy miként a kátrány repesztésében aktívabb volt, mint az olivin, több nitrogén-molekulát tud szétrobbantani, ezáltal elősegíti NH_3 vagy NO_x képződését. Nyers olivin adagolásakor fétség kívül kevesebb részecskét tartalmazott a füstgáz, mint dolomitnál, amit a vizsgálatok egyértelműen igazoltak. A dolomit, finomsága miatt, sokkal több apró részecskét hoz létre, amit a gáz visz magával, mint olivin használatánál.

Az aditívok jelentős szerepet játszanak a felhalmozódási hajlam gáztéri kialakulásában, ha magas alkáli-tartalmú biomasszatípust alkalmazunk. Erre a két aditívra olvadás vagy felhalmozódás nem jellemző, nem csak az felhasznált anyagok, hanem a tüztéren belüli hőmérséklet alacsonyysága (mindig $900 \text{ }^\circ\text{C}$ alatt) miatt sem [6].

A vizsgált adalékanyag

Mivel a fent bemutatott adalékok alkalmazásával nem érjük el a kívánt hatást, ezért más típusú aditív adagolásával kísérletezünk. Ennek során egy foszfor-tartalmú tüzelési adalékanyagot használunk, amely a tüztérben az ideálshoz, tehát a tökéletes égetés megteremtéséhez közelebb eső feltételeket alakít ki. Ezt az adalékot már gáztüzelés esetében vizsgáltam és nagyságrendekkel kisebb emissziós értékeket kaptam kísérleteim során CO és CH tartalomra, mint adalék-anyag nélküli tüzeléskor, valamint jelentős (6-7 %-os) NO_x csökkenés is megfigyelhető volt. Ebből kiindulva azt feltételezem, hogy biomassza tüzelésnél is hasonló eredményeket lehet elérni.

Az adalékanyag hatásmechanizmusa

Nyilvánvalóan az égés tökéletesítése a cél a kazán égésterén belül. Az adalék hatásmechanizmusa éppen abban áll, hogy a kazán felületére komplex vegyületet építve, lecsökkenti annak súrlódási együtthatóját, továbbá feltételezhetően „non-lineáris” anyagként működve megváltoztatja a hevítés során kialakuló hősugárzás hullámhosszát, ami az égés tökéletessége szempontjából nem elhanyagolható. Ezen kívül egy hőszigetelő réteget hoz létre a falazaton, így kisebb hőveszteséget okozva a tüztérben, megnöveli az égés hatásfokát. Ez a hatásmechanizmus azonban a biomassza tüzelésre még nem bizonyított. Újabb kérdések merülnek fel a kazán felsőbb részeiben a hőcserélő felületén esetlegesen kialakuló komplex vegyület hőszigetelő tulajdonságának lehetséges hatásfokcsökkentéséről vagy éppen az adalék bevitelének legeredményesebb módjáról.

Tervek

A kutatás további részében olyan kísérleteket kell elvégezni, melyek segítségével ezen és más kérdésekre választ kapunk ilyen és ehhez hasonló adalékanyagok alkalmazása esetén.

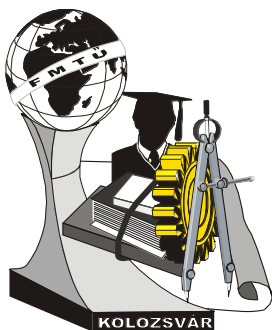
Irodalomjegyzék

- [1] Michael Madsen, Combustion of Biomass – An Overview, 10th European Conference and Technology Exhibition, Würzburg, Germany (1998.) Biomass for Energy and Industry, C.A.R.M.E.N.
- [2] Dr.-Ing Huber, S. / Dipl.-Phys. Friess, H. Emission of biomass combustion plants, 10th European Conference and Technology Exhibition, Würzburg, Germany (1998.) Biomass for Energy and Industry, C.A.R.M.E.N.
- [3] Wihersaari, M (1996.) Biofuels and Environment. Ministry of Trade and Industry, Finland
- [4] Hakkila P. and Fredriksson, T (1996.) Metsamme bioenergian lahteena. The Finnish Forest Research Institute
- [5] Jorgensen, K. Meier, H. E. Madsen, H. O. Modern biomass boilers, 10th European Conference and Technology Exhibition, Würzburg, Germany (1998.) Biomass for Energy and Industry, C.A.R.M.E.N.
- [6] J. Corella, J. M. Toledo, R. Padilla, Olivin or dolomite as in-bed additive in biomass gasification with air in fluidized bed. Which is better? 2nd World Conference on biomass for Energy, May 2004, Rome, Italy

Cserta Erzsébet / Phd hallgató

Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc-Egyetemváros

Tel.: +36/20/4747-797, e-mail: ecserta@yahoo.es



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

DINAMIKUS ÉS STATIKUS KEMÉNYSÉGMÉRÉS ÖSSZEHAJONLÍTÁSA VISZKO-ELASZTIKUS ANYAG (BÚZASZEM) ESETÉBEN

Szabó P. Balázs, Véha Antal, Gyimes Ernő

Abstract

In the last decade the wheat commercial classification is more important and the kernel hardness is a significant characteristic. We measure the kernel hardness of winter wheat varieties with two dynamics methods (Perten Single Kernel Characterization System 4100 device and Perten 3303 mill) and a static test (LLOYD 1000 R Materials Testing Machines). Our target is the three methods comparison and critical analyze.

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedekben jelentősen megnőtt a búza kereskedelmi osztályozásával kapcsolatos érdeklődés, és ezen belül az endospermium szerkezeten alapuló besorolás – a kemény- és a puhaszemű búza – jelentősége növekedett. A búzaszem keménységét két dinamikus (Perten SKCS 4100 mérőműszer és Perten 3303 tárcsás daráló) és egy kvázi statikus (LLOYD 1000 R készülék) mérési módszerrel vizsgáltuk. Célunk a három módszer összehasonlítása és kritikai elemzése.

A búza szemkeménységének jelentősége

A szemkeménység az egyik legfontosabb minőségi jellemző, amely már régóta foglalkoztatja a kutatókat. A szemkeménység a fizikai keménység mellett az őrléshez szükséges energiaigényt is jelentheti. Az őrléshez szükséges energiaigény, pedig igen fontos fizikai anyagjellemző. A búza keménysége hatással van az őrlésre, meghatározza a keletkezett őrlemények tulajdonságait, minőségi paramétereit és a felhasználási területeit. Meghatározza a kondicionálás paramétereit, a lisztkihozatait, a keményítősérülést, valamint a vízfelvevő képességet. Maga a szemkeménység a búzafajták öröklődő

tulajdonsága, mely a keményítőszemcsék, valamint a fehérjemátrix közötti kapcsolat függvénye. A kötés erősségét egy friabilin nevű fehérje szabályozza, mely a puha szemű genotípusokban nagy mennyiségben, míg a kemény szemű búzák esetén kis mennyiségben található meg (a puhaságot kódolja). Tehát a puha szemű búzafajták esetén a kötőerő gyengébb, míg a kemény szemű fajták esetén erősebb. Fontos megjegyezni, hogy a keménység és a búzák acélossága nem teljesen ugyanaz (keménység – genetikai, acélosság - agronómiai tényező). A keménységet kisebb mértékben egyéb tényezők is befolyásolhatják (időjárás, termőhely, nedvességtartalom, hőmérséklet, fehérjetartalom, a szem alakja, mérete) [1]. A hazai gyakorlatban egészen a közelmúltig az acélosság meghatározásával következtettünk a szemkeménységre.

A kemény szemszerkezetű búzák a puha búzákat számos mutatóban felülmúlják. Ilyen a liszthozam, a liszt szemcseméret, hiszen az őrléskor a keményítőszemcsék és a fehérjék közötti kötőerő olyan erős, hogy a keményítőszemcsék töredezése következik be, nem pedig a kipattanásuk a fehérjemátrixból (mint a puha szemszerkezetű búzák esetén). Ekkor a keményítő sérül, ami pedig a keletkezett liszt vízfelvevő képességét befolyásolja (ezáltal jobb a vízfelvevő és a gáztartó képessége). Nemcsak a búza szemkeménysége befolyásolja a belőle készült liszt tulajdonságait, hanem egyéb más tényezők is például a búzánál alkalmazott gyomirtószeres állománykezelések [4]. A kemény szemszerkezetű búzák nemesítése ezeknek a jelentős paramétereknek köszönhetően nagyon fontos, hiszen a kemény szemű fajtákból készült liszt alkalmas leginkább sütőipari célra, kenyér és más pékáruk gyártására.

Célkitűzés

Két dinamikus (SKCS 4100 mérőműszer és Perten 3303 tárcsás daráló) és egy statikus szemkeménység meghatározó módszer (LLOYD 1000 R készülék) ismertetésével és összehasonlításával a búza magbelső struktúra mechanikai igénybevételre adott reakcióinak meghatározása és értékelése a cél, valamint a következtetések megfogalmazásával a mezőgazdasági anyagok belső szerkezetének megismerésére.

A vizsgálatokat egy puha szemű búzán- GK-Mérő- és egy kemény szemszerkezetű búzán – Jubilejnaja-50- végeztük el (évjárat: 2000 és 2003).

A mérési módszerek

A Perten SKCS 4100 mérőműszer átlagosan 3 perc alatt 300 szemből képes a következő jellemzőket megadni: szemkeménység, szemméret (szélességi), nedvességtartalom, ezerszemtömeg. Az aprítási ellenállás mérése Perten 3303 tárcsás darálóval történt és a következő képletet alkalmaztuk (Bölöni, 1996):

$$e_f = \frac{e_d}{\Delta a_d} \left[\frac{\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}}{\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}} = \text{mWh} \cdot \text{cm}^2 \right]$$

ahol e_{dt} = fajlagos aprítási energia igény (kWh/t)

Δa_d = fajlagos darafelület növekedés (cm^2/g)

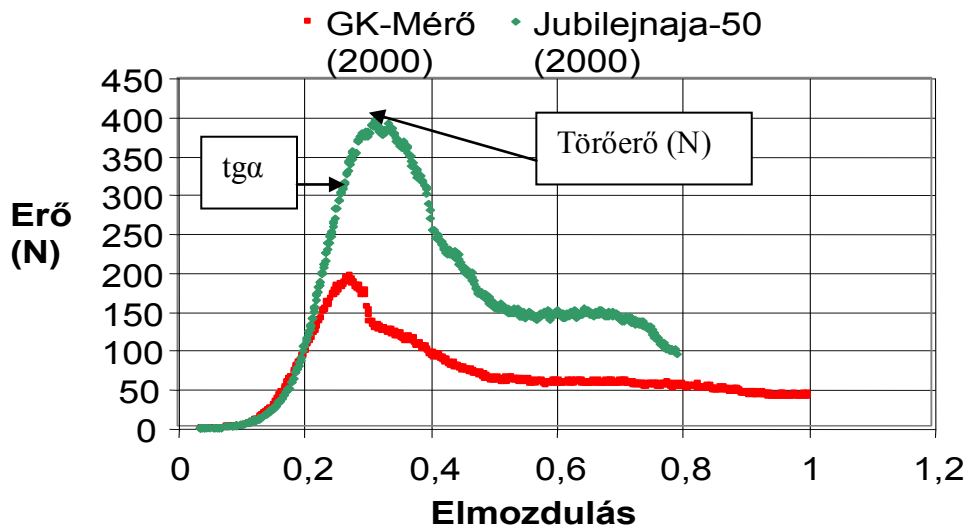
$\Delta a_d = a_d - a_{d0}$

a_d = őrlemény fajlagos felülete, a_{d0} = szemestermény fajlagos felülete aprítás előtt

A LLOYD 1000R készülék esetében a megfelelően előkészített búzaszemet (a szakáll és a csíra felőli rész lecsiszolása) megnyomjuk és a készülék által felrajzolt erő – elmozdulás görbéről leolvassuk a törőerőt.

Eredmények

A LLOYD 1000 R készülék által felvett görbék elemzése 1. ábra.



1. ábra: Erő – elmozdulás görbe

Az eredmények összefoglalását a 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Fajta (évjárat)	SKCS 4100 (HI, %)	Aprítási ellenállás (e_f , mWh/cm ²)	LLOYD 1000 R		Keménységi osztály
			Törőerő (N)	Merekség (N/mm)	
GK-Mérő (2000)	30,04	25,48	203,32	1688	Puha
Jubilejnaja-50 (2000)	68,89	43,776	409,69	3855	Kemény
GK-Mérő (2003)	20,88	26,49	127,02	873,83	Puha
Jubilejnaja-50 (2003)	80,44	51,21	325,1	2160	Kemény

Határértékek:

- Perten SKCS 4100: puha szemű búza <50<kemény szemű búza
- Aprítási ellenállás: puha szemű búza <35<kemény szemű búza
- LLOYD 1000 R: törőerő: puha szemű búza <250<kemény szemű búza,
merekség: puha szemű búza <2000<kemény szemű búza

Az eredmények alapján jól látható, hogy mind a három módszer alkalmas a búzák szemkeménységének a meghatározására. A statikus mérési módszerrel sokkal érzékenyebben meg lehet állapítani az azonos fajtájú, de különböző évjáratú búzák keménységét, ezenkívül a kapott eredmények sokkal több információt hordoznak magukban. Viszont a dinamikus eljárások gyorsabbak és jobban hasonlítanak a malomipari feldolgozási folyamatokhoz.

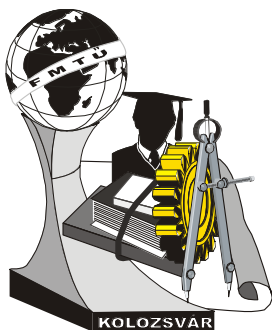
Irodalomjegyzék

1. Ács P. – Matuz J. – Gyuris K. (2003): Aestivum búzafajták szemkeménységének változása az évjárat és a termőhely hatására, IX. Növénytermesztési Tudományos Napok, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest p. 70
2. Békési, 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)
3. Sitkei, Gy. (1981): Mezőgazdasági anyagok mechanikája, Akadémiai Kiadó, Budapest p. 11-461
4. Tanács L. – Gerő L. – Soós J. – Petróczi M. (2004): Gyomirtószeres állománykezelések és az évjárat hatása búzafajták szemterméséből készített lisztek sütőipari és reológiai tulajdonságaira, Növénytermesztés, 53. No. 1. p 43-60
5. Véha, A – Gyimes, E. (2000): Determining Kernel Hardness Through the Granulometric Parameters of Grinding. Hungarian Agricultural Engineering, Gödöllő Vol. 13, p. 29-31.

Szabó P. Balázs, főiskolai tanársegéd, Phd hallgató

Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar, 6725, Szeged Moszkvai krt. 5-7.

Telefon:06-62/546-030, fax: 06-62/546-034, e-mail:szpb@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A LÉZERES 3D SZKENNELÉS

Morovič Ladislav

The aim of this paper is to give introspection into the 3D laser scanning with short exhibiting of 5 concrete 3D laser scanner.

Ezen írás célja betekintést nyújtani a lézeres 3D szkennelésbe 5 konkrét 3D-s lézerszkennő rövid bemutatásának segítségével.

1. Bevezetés

Sok esetben már egy kész termék, mint fizikai objektum áll rendelkezésre, amely további számítógépes feldolgozásához az objektum számítógépes 3D CAD modelljére van szükség. Ezt a fordított technológiai folyamatot, amikor egy rendelkezésre álló fizikai objektumról számítógépes 3D CAD modellt nyerünk, "Reverse Engineering (RE)"-nek nevezzük [1], amit magyar nyelvre "fordított mérnöki tevékenység"-nek [2] vagy "mérnöki visszafejtés"-nek [3] szokás fordítani.

Az objektum digitalizálását végző ún. 3D-s szkennő munkája a tárgy felszínének diszkrét pontokban való szkennelésén alapul. A leszkennelt tárgy ezek után a számítógépben pontfelhőként jelenik meg, amelyből további adatfeldolgozás során 3D CAD modell hozható létre [4]. A háromdimenziós geometriai adatnyeréshez használatos 3D-s szkennerek a felszín pontjainak szkennelési módja alapján 2 fő típusra oszthatóak:

- a.) az érintésen alapuló [5] (tapintással működő [2]) 3D szkennerek,
- b.) az érintkezés nélküli [5], (tapintás nélkül működő [2]) 3D szkennerek.

Tapintásos eljárással dolgoznak például a gépi vagy kézi mozgatással működő koordináta-mérőgépek (CMM – Control Measure Machine). Az érintés vagy tapintás nélkül dolgozó berendezések közé tartoznak a röntgenes és az ultrahangos 3D szkennerek, valamint a 3D-s lézerszkennerek, amelyeknek rövid bemutatása ezen írás további részében található [4,2].

2. A lézeres 3D szkennelés

A 3D-s lézerszkennerek általában a lézeres távolságmérés módszerét alkalmazzák [5], főleg az elektronikus távolságmérés vagy az optikai trianguláció elve alapján [6]. A továbbiakban a 3D-s lézerszkennerekről való tisztább kép elképzése érdekében - nem pedig termékpropagálás céljából - 5 konkrét - műszaki felépítésükben, alkalmazási területükben, szkennelési paramétereikben, működési elvükben egymástól különböző - 3D-s lézerszkennert rövid bemutatásra.

MINOLTA 3D Laserscanner VI-910

A VI-910 (1.a. ábra) az optikai trianguláció elve alapján, 0,6-2,5 m távolságból, fentről lefelé, lézervonal segítségével szkenneli az objektumot, melynek a felszínéről visszaverődött lézersugarak a szkennelő berendezés gyújtópontjában összpontosulnak, amelyet egy CCD chip alkot [7]. A VI-910 látószöge a használt objektívtől függ ($f=25\text{mm}$ (Tele), $f=14\text{mm}$ (Mittel), $f=8\text{mm}$ (Weitwinkel)). A szkennelés sebessége pontos üzemmódban 307000 pont 2,5 s alatt, gyors üzemmódban 76800 pont 0,3 s alatt. A mérés pontossága Z irányban, pontos üzemmódban 0,008 mm [6].

FARO Laser ScanArm

A FARO Laser ScanArm lézerszkennert a kézi mozgatással működő FARO Arm mérőkarhoz van rögzítve (1.b. ábra). A mért tárgy felszínére vetített lézervonalat egy 640 x 480 pont felbontású digitális kamera figyeli. A lézerszkennert pontossága 0,08 mm és a szkennelés végső pontosságát a lézerszkennert és a mérőkar összegének pontossága adja meg [8].

ROLAND PICZA LPX-250

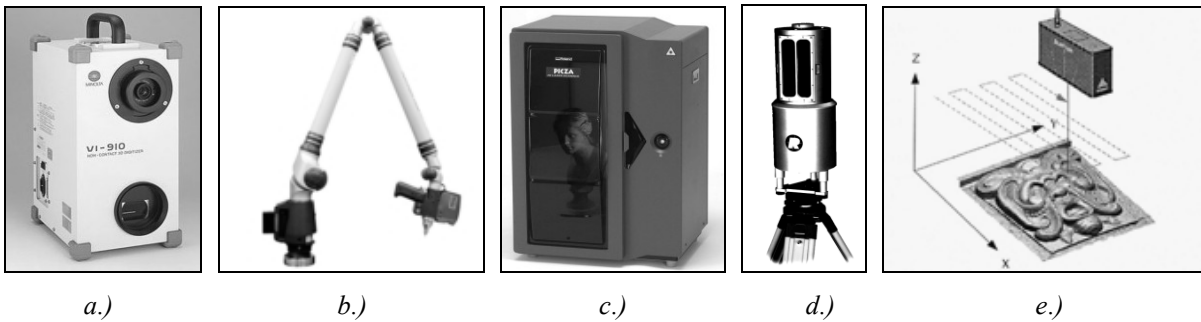
A szkennelés a berendezésben történik (1.c. ábra), így a szkennelhető tárgy legnagyobb méretei a szkennert korlátozott munkateréből adódóan $\varnothing 254\text{ mm} \times 406,4\text{ mm}$ [9]. A tárgy „letapogatását” végző félévezető lézeregység a berendezés belsejében található és a szkennelés a forgótányéron elhelyezett tárgy körberforogtatásának és a lézeregység lentől felfelé mozgatásának kombinálásával a tárgy felszínére való lézerpont kivetítésével, a triangulációs módszer elve alapján valósul meg.

RIEGL LMS-Z360

A panoramatikus RIEGL LMS-Z360 szkennert (1.d. ábra) az épületek, gyárak, terepek szkennelésére alkalmas. Szkennelési távolsága 1 m-től 200 m-ig terjed, látószöge $90^\circ \times 360^\circ$. A szkennert a poláris pontmeghatározás elve alapján működik. A mérés sebessége a szkennelés pontosságától függően 8000 vagy 12000 pont másodpercenként [6].

SCANTECH CARSO 3D-s digitális lézer

A 3D-s Retrofit szkennelésnél (1.e. ábra) egy bármilyen meglévő CNC marógép főorsójához rögzítjük a lézerfejet és egy számítógéppel gyűjtjük a térbeli adatokat a CNC marógép főorsójának az X-Y sík, azaz a beszkennelendő objektum területe fölött egy állandó Z magasságban. A mérőfej a kibocsátott lézersugár visszaverődéséből származó sugarakat két optikán keresztül 1-1 lineáris CCD-vel méri. Az 1mW teljesítményű félévezető lézer segítségével 1000 pont térbeli adatait tudjuk másodpercenként összegyűjteni. A lézeres mérőfej felbontása 2-3 mikron, amely $\pm 0,05\text{-}0,1\text{mm}$ -es pontosságot biztosít egy adott pont Z koordinátájának vonatkozásában [1].



1. ábra. 3D-s lézerszkennerek (a képeken a berendezések nem méretarányos ábrázolása látható)
 a.) MINOLTA 3D Laserscanner VI-910 [10], b.) FARO Laser ScanArm [11], c.) ROLAND PICZA
 LPX-250 [12], d.) RIEGL LMS-Z360 [13], e.) SCANTECH CARSO 3D-s digitális lézer[1].

3. Adatfeldolgozás

A szkennelő berendezés a tárgy felszínének térbeli koordinátáit az ún. pontfelhőt határozza meg. A szkennelést befejezve az adatok feldolgozásának a folyamata kezdődik el. A megfelelő RE szoftver segítségével a pontfelhőt háromszögsíklapokkal burkolják. További feladat, hogy a háromszögmodellből CAD-felületeket készítsünk [2]. Polygon felületből IGES típusú felületmodell konvertálható. A további CAD-es feldolgozáshoz magasabb szintű felületleírás szükséges. Erre a NURBS felületleírás terjedt el [5].

4. Alkalmazási területek

Az RE ill. a 3D-s szkennelés alkalmazási területei nagyon szerteágazóak. A legismertebbek a gépészeti, építészeti, grafikai és művészi, analitikai, termékmérnöki és orvosi alkalmazások. A 3D-s szkennelést sikeresen alkalmazzák az emberi test, műszaki konstrukciók, gyárak, hidak, személtlerakatok szkennelésénél ill. a digitális bemutatók és a gyors prototípusgyártás (Rapid Prototyping) esetében is. Példaként 2 konkrét alkalmazás megemlítése következik: az első az RE folyamat felhasználása a Jurassic Park című film esetében, amikor először az őslények kicsinyített fizikai modelljeit készítették el, azokat leszkennelték, digitális formába vitték, majd animálták [4]. A második példa a 3D-s lézeres szkennelés alkalmazása a „The Digital Michelangelo Project” esetében, melyben Michelangelo szobrai és építészeti alkotásai kerültek beszkennelésre. A projekt fő célja Michelangelo műveinek digitális formában való 3D-s megőrkítése volt [14].

5. Befejezés

A 3D-s lézeres szkennelés a 3D-s adatnyerés legújabb módszerei közé tartozik. Annak ellenére, hogy a gyakorlatban már jóideje használatos, nem állítható, hogy ezidáig minden alkalmazási területét sikerült megtalálni. A lézeres 3D-s szkennelésre leginkább a háromdimenziós geometriai adatnyerés gyorsasága, a mért pontok nagy sűrűsége és az alkalmazási területek sokasága a jellemző.

Felhasznált irodalom

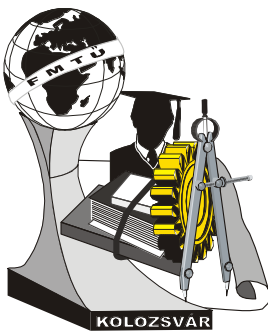
- [1] Falk, Gy.: A Rapid Prototyping és a 3D szkennelés a terméktervezés szolgálatában, Műanyag és Gumi, 2004. március, 2004, 95.-99. o.
- [2] Tóth, P.: „Reverse engineering“: a 3D-s szkennelés műhelyitkai, Gyártóeszközök, szerszámok, szerszámgépek, 2003. január, Info-Prod Kiadó és Kereskedő Kft., Budapest, 2003, 11.-13. o.
- [3] Ismeretlen szerző: Visszafejtő mérnökök, <<http://www.sztaki.hu/sztaki/news/2001/cadmus.html>>,(2005.02.02., 10:55 h).
- [4] Navrátil, R.: Reverse Engineering, IT CAD, 2002. február, CCB spol. s r. o., Brno, 2002, 6.-19. o.
- [5] Kakuk, J.: A 3D szkennelés alkalmazása a halogénlámpa fejlesztésben, <<http://www.gép-újság.fw.hu/04oktnov/index2.htm>>,(2005.02.03, 11:13 h).
- [6] Kašpar, M. et al.: Laserové skenovací systémy ve stavebnictví. Vega s.r.o., Praha, 2003.
- [7] <<http://robo.hyperlink.cz/3dskenery/index.html>>,(2005.02.14., 11:57 h).
- [8] Bilavčík, P.: FARO: Když je měření dobrodružstvím..., Strojárstvo/Strojírenství, 2004. szeptember, MEDIA/ST, s.r.o., Žilina, 2004, 42. o.
- [9] <<http://www.rolanddg.com/products>>,(2005.02.13., 9:10 h).
- [10] <<http://www.minolta-3d.com/products/images/>>,(2005.02.10., 8:20 h).
- [11] <http://www.faro.com/Newsroom/ImageGallery/14-ScanArm-6_small.jpg>,(2005.02.10., 9:20 h).
- [12] <<http://www.deskeng.com/articles/04/march/cover/6.jpg>>,(2005.02.10., 8:45 h).
- [13] <<http://news.thomasnet.com/images/large/2002/0610667.jpg>>,(2005.02.10., 8:30 h).
- [14] <<http://graphics.stanford.edu/projects/mich/>>,(2005.02.10., 20:20 h).

Ing. **Morovič Ladislav**, doktorandusz hallgató

Slovenská technická univerzita, Materiálovotechnologická fakulta, Katedra obrábania a montáže
(Slovak University of Technology, Faculty of Materials Science and Technology,
Department of Machining and Assembly)

J. Bottu 23, 917 24 Trnava, Szlovákia

Tel./Fax: +421/33 55 21 061, E-mail: ladislav.morovic@stuba.sk



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

KANALAS SZÉLSEBESSÉGMÉRŐK STATIKUS ÉS DINAMIKUS ELLENŐRZÉSI MÓDSZERE

Schrempf Norbert

Summary

Joining the EU, Hungary entered into an engagement in the field of energetics and environmental protection. The role of the utilization of renewable energy sources has become really significant. Although our country is not a member of the so-called great powers in wind energy, it has a considerable capacity of wind power and the optimal utilization of wind capacity can lead to the accomplishment of the commitments. The quantification of the amount of the recoverable wind energy is determined by several factors. The calculated energy production is determined basically by the application of sensors, data loggers, the knowledge of the measurement methods, and the proper processing of the measured results. The generated amount of energy is proportional with the 3rd power of the wind velocity. In the practice of energy-purpose wind measurements rotating-cup anemometers are used for wind velocity measurements. Before and just after the measurement the calibration of sensors must be done. For this purpose a wind-channel has been built at the Faculty of Mechanical Engineering of St. István University giving the possibility for static and dynamical calibration of the applied sensors.

Összefoglalás

Magyarország, az Európai Unióhoz való csatlakozásával, környezetvédelmi és energetikai kötelezettségeket vállalt, ennek kapcsán jelentősen nőtt a megújuló energiaforrások hasznosításának szerepe. Hazánk, bár nem tartozik az úgynevezett szél nagyhatalmak közé, mégis számottevő szélenergia kapacitással rendelkezik, melynek optimális kihasználása nagymértékben hozzájárulhat a vállalások teljesítéséhez. A szélből kinyerhető energia mennyiségének meghatározását különböző tényezők alakítják. A kalkulált energiatermelést alapvetően befolyásolja a megfelelő érzékelő és adatrögzítő műszerek alkalmazása, és mérési metodikájuk ismerete, továbbá a kapott mérési eredmények helyes feldolgozása. A termelt energia mennyisége a szélesebesség harmadik hatványával egyenes arányban növekszik. Az energetikai célú szélérések gyakorlatában mérőérzékelőként kanalas anemométereket alkalmaznak. Egy adott mérést megelőzően és azt követően, mindig el kell végezni az alkalmazott mérőérzékelők kalibrálását. Erre a feladatra alkalmas szélcsatorna létesült a Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán, amely lehetőséget biztosít az alkalmazott érzékelők folyamatos statikus és dinamikus ellenőrzésére.

Az energetikai célú szélérések mérési adatainak kiértékelése

A Szent István Egyetem Agrárenergetika Tanszéke konzorciumi kutatómunka keretében készíti Magyarország energetikai szélterképét. A kutatómunka során több éve folynak ez irányú speciális, un. energetikai szélérések az ország egész területén. Az alkalmazott eszközök, műszerek, valamint mérési és adatfeldolgozási módszerek az adott feladatra célirányosan kerültek kialakításra. Szélérés

szükséges az időjárás előrejelzéshez, az agrometeorológiában, az iparban és még sok más területen, melyek egyedi követelményrendszerrel rendelkeznek, azonban ezek egyike sem igényel olyan nagy mérési pontosságot és megbízhatóságot, mint az energetikai célú mérések. Az 1. táblázatban látható egy feltételezett mérési hibának a végső energiatermelésre gyakorolt hatása. Ezzel is szeretném érzékeltetni, hogy egy hagyományos meteorológiai mérésnél kevésbé számottevő eltérés (0,2 – 0,3m/s), milyen hatással van az energiatermelésre. A várható termelési eredmények meghatározásánál, ezért van nagy jelentősége a műszerek megfelelő kalibrálásának.

1. táblázat A nem megfelelő mérés hatása az energiatermelés meghatározására

Hibás értékek 16m = 3,21 m/s 35m = 4,50 m/s Okai: kalibrálás hiánya Helytelen kiértékelés Vertikális áramlások	Az eredmény 6,20 m/s-os szélesség 98m magasságban	Egy 1,5 MW-os, 98m magasán elhelyezett generátor, éves villamos energia termelése várhatóan 2909 MWh
Helyes értékek 16m = 3,40 m/s 35m = 4,80 m/s	Az eredmény 6,64m/s-os szélesség 98m magasságban	Egy 1,5 MW-os, 98m magasán elhelyezett generátor, éves villamos energia termelése várhatóan 3409MWh
A mérési hiba 16m-nél = -0,2 m/s (4,5%) A mérési hiba 35m-nél = -0,3 m/s (+3,0%)		A várható energiatermelés alulbecslése 17%

A 2. táblázatban feltüntettem az energetikai szélméréseket befolyásoló főbb tényezőket, melyek között látható, hogy a mérőérzékelők kalibrálása általában 0,5 – 3,0%-ban módosíthatja a végső eredményt. Azonban szeretném felhívni a figyelmet arra, hogy a mérési adatok feldolgozásának és a kapcsolódó számításoknak összességében további, akár 17%-os hatása is lehet.

2. táblázat Bizonytalansági tényezők az energetikai célú szélméréseknél

Bizonytalansági tényezők az energetikai célú szélméréseknél	Lehetséges eltérés [%]
A mérőérzékelők kalibrálása	0,5 – 3,0
A mérőérzékelők elhelyezése a mérőoszlophoz viszonyítva	0,5 – 4,0
Turbulencia a mérési helyen (függőleges áramlás)	0,2 – 3,0
A mérési hely kiválasztása	0,5 – 5,0
A mérés időtartama	0,3 – 3,0
A mérési adatok feldolgozása	0,0 – 2,0
Kapcsolat a hosszú távú meteorológiai adatbázissal	0,5 – 5,0
A mérési adatok átszámítása a megfelelő helyre és magasságra	1,0 – 10,0

Az ellenőrzött anemométer

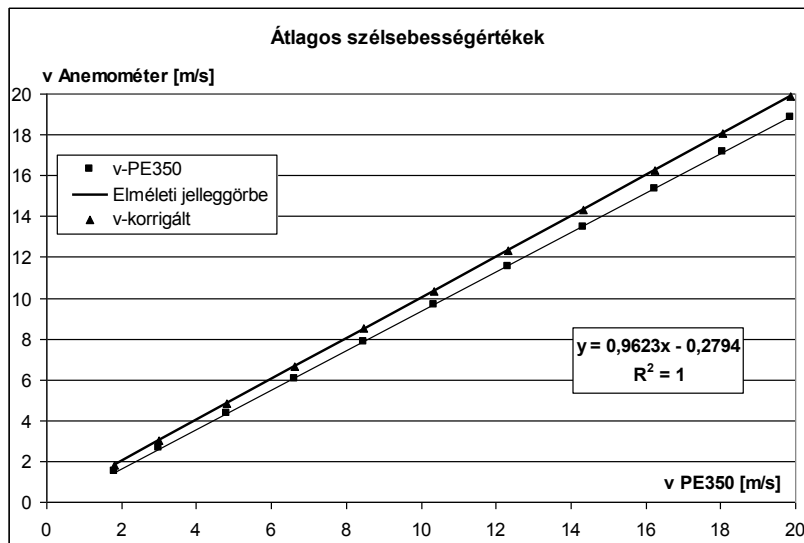
A 3. és 4. táblázatban az elvégzett mérés számértékei szerepelnek.

3. táblázat A mérés környezeti jellemzői

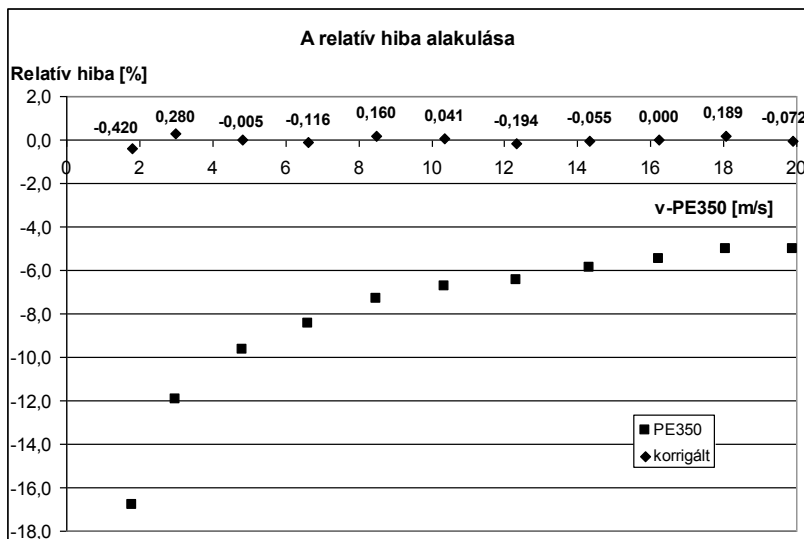
	Környezeti jellemzők			
	Mért			Számított
Mennyiség	T	R	P_{atm}	ρ_{levegő}
Mértékegység	[K]	[J/kgK]	[mbar]	[kg/m ³]
	291	2,87	1027	1,229

4. táblázat A statikus mérés mérési eredményei, és a számított értékek, valamint jellemzők

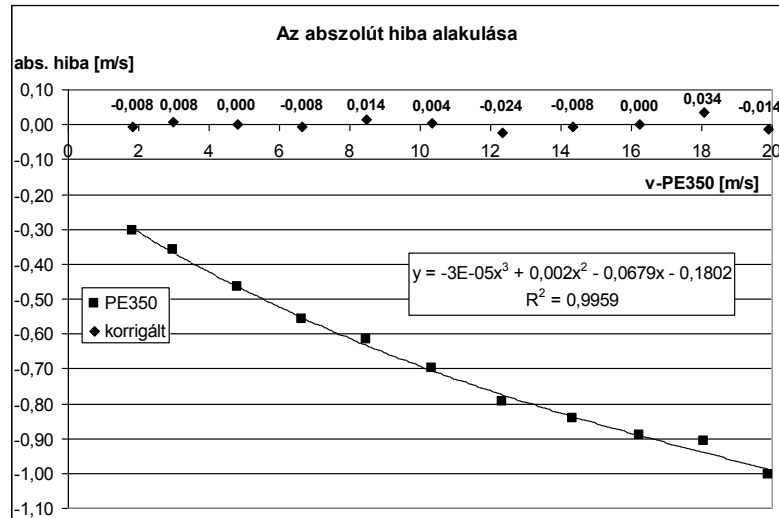
Statikus mérés						
Mennyiség	v anemométer	p PE350	V PE350	V korrigált	absz. hiba	rel. hiba
Mértékegység	[m/s]	[Pa]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[%]
Sorszám	A mérési átlag értékek		Számított értékek			
1	1,510	2,024	1,814	1,807	-0,008	-0,420
2	2,637	5,517	2,995	3,004	0,009	0,295
3	4,347	14,232	4,811	4,811	0	-0,003
4	6,072	27,032	6,631	6,623	-0,008	-0,116
5	7,858	44,176	8,476	8,490	0,014	0,160
6	9,643	65,769	10,343	10,347	0,004	0,041
7	11,539	93,545	12,335	12,311	-0,024	-0,194
8	13,482	126,176	14,325	14,317	-0,008	-0,055
9	15,351	162,205	16,242	16,242	0	0
10	17,150	200,507	18,058	18,093	0,034	0,189
11	18,879	243,057	19,883	19,868	-0,014	-0,072



1. ábra A szélsőbesség értékek egymáshoz viszonyítva



2. ábra A relatív hiba alakulása



3. ábra Az abszolút hiba alakulása

Eredmények

Az 1. ábrából látható, hogy a vizsgált anemométer a szélesebbesség változását lineárisan követi. Ez alapján megállapítható, hogy megfelelően működik, hiszen a gyártó által megadott összefüggés szerint a sebesség értéke egyenesen arányos a körülfordulások során megtett úttal. Az is látható, hogy az anemométer alacsonyabb értékeket mér a teljes mérési szakaszon, mint a referencia műszer, azaz a megadott összefüggés nem írja le pontosan a megtett út és a sebesség kapcsolatát. Ez még jobban szemléltethető a relatív és az abszolút hiba kiszámításával (2. és 3. ábra). A pontosabb összefüggés meghatározásához a két érték közti kapcsolatot magasabb rendű függvénnyel közelítettem. Ennek során megállapítottam, hogy alkalmazva a

$$v_{\text{korrigált}} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot v_{\text{anemo}}^3 - 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot v_{\text{anemo}}^2 + 7,13 \cdot 10^{-2} \cdot v_{\text{anemo}} + 0,1941$$

összefüggést, az 1., a 2. és a 3. ábrán „korrigált” megnevezésű értékek 99,57% pontossággal közelítik a referenciaműszer által mért értékeket, és mind a relatív, mind az abszolút hiba elfogadható mértékben közelít a nullához. Az összefüggés meghatározása során törekedtem a lehető legkisebb kitevőjű hatványfüggvény alkalmazására az értékek minél szorosabb közelítése mellett. A meghatározott függvénykapcsolat szerint módosított szélesebbességértékek alapján a generátor hatásfoka 5,5%-kal javult, és a számított éves energiatermelés több mint 700MWh-val növekedett, ami a termelés korábbi 25%-os alulbecslését jelenti.

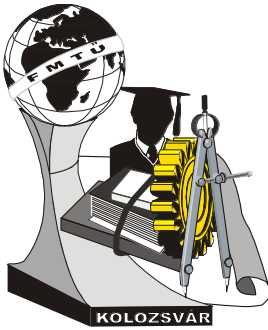
Irodalom:

- [1] Tóth L. – Horváth G. (2003): Alternatív energia, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- [2] Hottinger Baldwin Messtechnik (2004): Bedienungsanleitung Digibar-II PE350, HBM, Darmstadt

Schrempf Norbert, Ph.D. hallgató

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Agrárenergetika és Élelmiszeripari gépek Tanszék
H-2103 Gödöllő, Páter K. út 1.

Tel.: +36-30-375-99-43, E-mail: schrempf.norbert@gek.szie.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

MOBIL EKG MÉRÉS ÉS RITMUSANALÍZIS

László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós

Abstract

The goal of this paper is to develop a system, which is able to perform circadian EKG signal measurement and analyzes. During development process the hardware and software had to be developed side by side. The hardware includes analog signal conditioner and pre-processing circuits that are connected to the main signal-processing tool. The software consists of a PC and microcontroller level programs and a serial communication interface. The final purpose is to realize a standalone microcontroller based rhythm analysis application. In this case, signal-processing desires optimized, high performance algorithms and implementation.

Összefoglaló

A dolgozat témája egy olyan rendszer kifejlesztése, amely alkalmas a hosszabb ideig tartó EKG jel mérésére és ritmusanalízisére. A rendszer fejlesztése során a hardver és szoftver elemek párhuzamos kidolgozására volt szükség. A hardver rész a jel begyűjtő és feldolgozó áramköröket, míg a szoftver a mikrovezérlőn illetve a számítógépen futó programokat és a PC – mikrovezérlő közti kommunikációs modult tartalmazza. A digitális szűrés után a mért jel karakterisztikáját a PC és a mikrovezérlő oldalon egyaránt tanulmányoztuk. Végző célkitűzés a vizsgálatokat önállóan végző mikrokontrolleres eszköz megvalósítása, amely egyszerű, optimalizált algoritmusok használatán alapszik.

I. Bevezető

A dolgozatban egy általam fejlesztett, mikrovezérlő alapú, EKG jel begyűjtő és feldolgozó eszközt ismertetek. Céлом egy komplex analízisre alkalmas rendszer fejlesztése. A hardware mellé kommunikációs, adatfeldolgozó és megjelenítő szoftvert is készítettem. A digitalizált jelet egy diszkrét idejű Fourier transzformáción alapuló (DTFT) algoritmus felhasználásával szűröm, majd megjelenítem a jel spektrumát és a szűrt jelet.

Az A/D konverzió hatékonyságát jel-kondicionáló áramkörökkel és túl-mintavételezéssel biztosítom.

A begyűjtött adatokat kétféle úton dolgozhatom fel:

- Külső memóriában tárolom, majd számítógéphez továbbítom, és ott végzem el a kiértékelést és vizualizálást.
- A mikrokontroller feldolgozza az adatokat és preferencia szerint a teljes adatmennyiséget, vagy csak a releváns információt tárolja és továbbítja a számítógéphez.

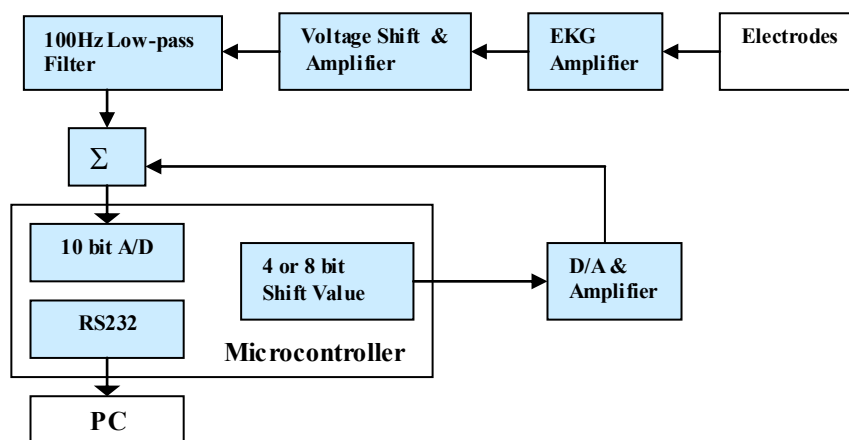
A fejlesztést az a) ágon indítottam mivel így könnyebb a rendszer szoftverének fejlesztése. A legkritikusabb funkciókat biztosító programot és a már jól működő eljárásokat átviszem a mikrovezérlőre.

Az analóg-digitális átalakításhoz egy PIC18F452-es mikrovezérlőt használok. Ez egy 10 bites A/D konvertert tartalmaz, amely 60dB jel-zaj viszonyt biztosít. Ez elégséges a hardver- és a szoftverelemek funkcióinak tesztelésére és fejlesztésére. Az orvosi eszközök fejlesztésére készített analóg komponensek (szűrők, erősítők) 90dB feletti jel zaj viszonyt biztosítanak, amely a továbbiakban egy nagyobb felbontású A/D konverter kihasználását teszi lehetővé.

A használt soros kommunikáció 19600 baud adatátviteli sebességre képes. Ez elegendő ahhoz hogy az 500Hz-en végzett 10 bites A/D konverzió eredményét valós időben a számítógépre továbbítsam. A kontroller képes ellenőrizni a valós idejű adatátvitelt. A számítógépen egyidejűleg négy másodpercnyi adatot dolgozok fel és jelenítek meg.

II. Módszer ismertetése

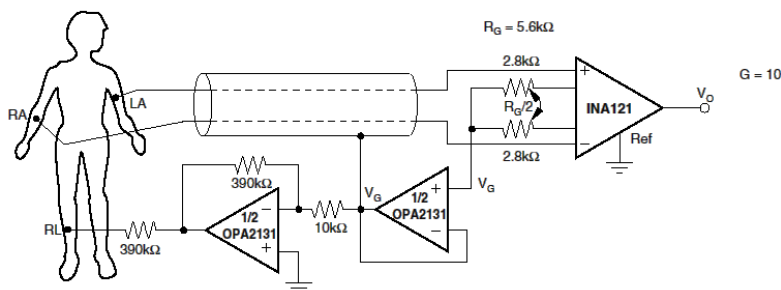
A készülék ismertetése a következő blokkrajznak megfelelően történik.



1. ábra: Készülék felépítése

EKG erősítő

Egy egyszerű elvezetéses EKG erősítőt készítettem. A beépített INA121 mérőerősítő differenciál kapcsolásban van. A zajok kompenzálására szolgál a jobb lábra (RL) kapcsolódó visszacsatolás. Az INA121 adatlapjában megadott rajztól annyiban tér el az általam készített erősítő hogy R_G -helyén potenciométer van.



2. ábra: EKG erősítő

Jelkondicionálás

Az EKG erősítő kimeneti feszültségét a 0-5V tartományba kell skálázni, mivel az A/D konverter ebben a tartományban üzemel. Ez nagyon fontos, mert a konverzió pontossága nagymértékben függ a mérendő jel és a mérő skála viszonyától (pl: nem jó ha 100mV -os jelet mérek 100V-os skálán, tekintettel arra, hogy a lehetséges tartománynak csak töredékét használom ki, ezáltal nagyobb relatív hibát kapok).

Az EKG jel tartalmaz olyan egyenfeszültségű komponenseket, amelyek a légzés, elmozdulás és más élettani folyamatok miatt jelennek meg és zavaró lehet, hogy ennek az ingadozásnak a mérő skálán tartalékot kell biztosítani, ami a mérés pontosságát csökkenti. Az ingadozást valós időben meghatározott feszültséggel kompenzálom. A mikrokontroller egy D/A átalakítón keresztül végzi a szabályozást.

A mérések során figyelembe vett legnagyobb frekvencia 100Hz. Ezt a korlátot egy negyedfokú alul-áteresztő szűrő biztosítja. A mérés pontosságát növeli, hogy 500Hz-en mintavételezem a jelet.

A Jel digitális feldolgozása

Mivel a mikrokontroller viszonylag lassú, ezért mért jel valósidejű feldolgozása a számítógépen történik. Az 50Hz-es hálózati feszültség által okozott zajt digitális úton távolítom el, mivel így teljesen el lehet távolítani egy adott frekvenciakomponenst és annak felharmonikusait a jelből. Felhasználva a Fourier transzformációt meghatározom a jelben szereplő egyes frekvenciakomponensek súlyzóját. Ha egy adott frekvenciájú komponenshez és a felharmonikusaihoz tartozó súlyzókat zéróra csökkentem, akkor az inverz Fourier transzformáció után a zavaró frekvencia teljesen hiányozni fog a jelből.

Felhasználva az alábbi ismert képletet, a DTFT implementálása relatíve egyszerű, amennyiben nincs megszorítás az eljárás futási idejére nézve.

$$X[w] = \sum_{k=1}^N x[k] * e^{jkw} = \sum_{k=1}^N x[k] * (\cos(kw) + j \sin(kw))$$

Alkalmazva a C++ matematikai függvénykönyvtárában található cos, sin függvényeket a transzformáció 1000 elemre 1.6 másodpercet igényelt egy P4-es (1600) számítógépen. Ez nagyon lassú és távol áll a valós idejű feldolgozástól. A megoldást táblázatok használata jelenti amelyek meghatározott mintavétellel tartalmazzák a cos, sin értékeit a $[0, 2\pi]$ intervallumban. A cos, sin táblázatokban az index meghatározására a következő:

$$idx = \left(\frac{k * w * M}{N} \right) \div M$$

A fenti képletben N a minta hossza, M pedig a cos, sin táblázat elemeinek a száma. A modulo M a periodikusságot biztosítja. A cos, sin értékek megadásánál legalább a jel mintavételezésénél használt mintaszámot kell biztosítani. Ha $N=M$ akkor a kifejezés egyszerűbbé válik, gyorsítva ezzel a számítást. A kapott numerikus módszer már jóval gyorsabb. A végrehajtási idő 1.6 másodpercről 0.04 másodpercre csökkent.

A páciens hosszabb időn át való megfigyelése céljából a mikrovezérlő által önállóan elvégezhető eljárást kell kidolgozni, amellyel legalább 36 órán keresztül lehetséges információt gyűjteni és tárolni. A begyűjtött információt egy memória tárolja, amelyet további elemzés céljából számítógépre továbbíthatunk. Az említett információ nem más, mint az R hullámok közti távolság. Az R hullámok meghatározása nem mindig triviális. A megoldás kidolgozása során fontos szempont, hogy egyszerű és gyors algoritmusokat használjak.

A feldolgozás módszere

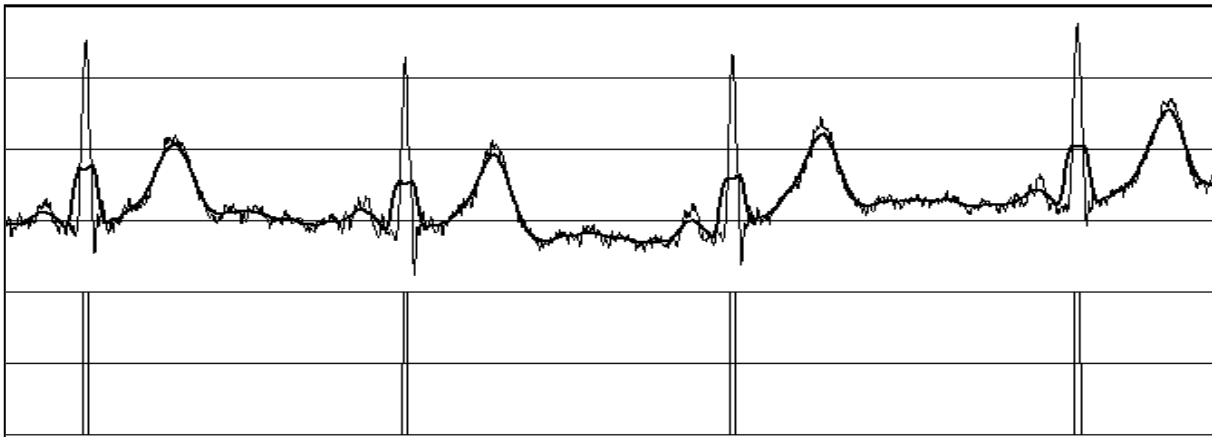
Az EKG jel minden pontját megpróbálom felbecsülni adott számú szomszédos pont segítségével. A becült érték és a valódi érték különbsége akkor nagy, ha az adott pont körül a jelben ugrásszerű változás van.

$$X[n]_{számolt} = \frac{1}{2P+1} \sum_{k=n-P}^{n+P} X[k]$$

A 3. ábrán jól láthatóak az EKG jel és a kiszámolt MA (Moving Average) függvény értékei. Ha a két jel közti különbségeket veszem alapul, akkor nagyon könnyen megtalálom az R hullámokat a jelben. Ez természetesen az elő-feldolgozás utáni fázisban érvényes.

A fenti képletben P a megválasztásával befolyásolhatom, a számolt és a valódi érték közti eltérés mértékét. Ha P nő, akkor az MA függvény folyamatosan kisimul. Az R hullámot jelző négyszögjel a következő kifejezésből származik.

$$RX[n] = \begin{cases} 1 \rightarrow X[n] - X[n]_{számolt} > \varepsilon \\ 0 \rightarrow X[n] - X[n]_{számolt} \leq \varepsilon \end{cases}, \text{ ahol } \varepsilon > 0$$



3. ábra: EKG, MA, RX karakterisztikák

Az EKG jelben található R hullámok közti távolság mérése az RX jelben egymásután következő felfutó élek közti távolság mérésére vezethető vissza.

A fenti algoritmus PIC18F452-es vezérlőn van implementálva, amely támogatja az egész számok szorzását. Az MA függvényben szereplő osztás egyszerű biteltolással alakul ha a $2P+1$ számot 2 valamely hatványával közelítem meg. A P megválasztása függ a mintavételezési és a keresett hullám frekvenciájának arányától (konkrétan a $P=16 \Rightarrow 2P+1=33$ amelyet 32-re kerekíttek).

A számolt értékeket egy külső EEPROM-ban tárolom. Az R hullámok közti távolságból számolt pulzus pillanatnyi értékét egy LCD kijelzőn jelenítem meg.

III. Következtetések, további célok

A legnagyobb problémát a digitális szűrés okozza, mivel az igényelt számítási kapacitás meghaladja a mikrokontroller kapacitását. A megoldást dsPIC használata jelentené, amelyen implementálható az FFT algoritmus.

IV. Könyvészet

- [1] Dennis L. Rollins*, Cheryl R. Killingsworth, Gregory P. Walcott, R. Kyle Justice, *A Telemetry System for the Study of Spontaneous Cardiac Arrhythmias*, IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL. 47, NO. 7, JULY 2000 887
- [2] Martin J. Burke* and Denis T. Gleeson, *A Micropower Dry-Electrode ECG Preamplifier*, IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL. 47, NO. 2, FEBRUARY 2000 155
- [3] E. I. Gaura, R. J. Rider, N. Steele, and R. N. G. Naguib, Senior Member, IEEE, *Neural-Network Compensation Methods for Capacitive Micromachined Accelerometers for Use in Telecare Medicine*, IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION TECHNOLOGY IN BIOMEDICINE, VOL. 5, NO. 3, SEPTEMBER 2001, 248

László Sándor Elek – hallgató

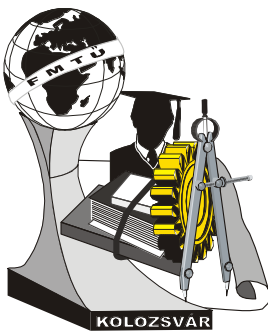
EMTE Sapientia – Marosvásárhely, Piata Trandafirilor 61

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



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

SZOFTVERVIZSGÁLAT: GYAKORLAT-ORIENTÁLT OLVASÁS AZ EVOLÚCIÓS VAGY BOEHM-FÉLE FEJLESZTÉSI MODELLEK ALAPJÁN FEJLESZTETT SZOFTVERBEN

Görög Levente-Károly, Máthé Zsolt

Abstract – Software inspection is a method to monitor and control the software quality throughout the development cycle. Reading techniques help reviewers to stay focused on the important parts of a software artifact. Usage-Based Reading is a special reading technique, where the artifact is inspected from the user's point of view. Besides Usage-Based Reading, there have been developed other reading techniques, which differ from each other in both their approach and methodology. The debate over which technique performs better is still going on. Many experiments have been carried out, testing the efficiency and effectiveness of different reading techniques. However, the reliability of the results is controversial. This paper presents, why it is advantageous and cost-effective the Usage-Based Reading by software designed on the basis of Evolutionary or Boehm's Spiral Development Models.

Összefoglalás – A szoftvervizsgálat módszer a szoftver minőségi ellenőrzésére a fejlesztési ciklus során. A recenzenseket (szoftvervizsgálókat) különböző olvasási technikák segítik a gyors orientálódásban és a szoftverdokumentumok releváns részeire való fókuszálásban. A Gyakorlat-Orientált Olvasás olyan technika, amely a felhasználó szempontjai alapján vizsgálja a szoftverdokumentumokat. A Gyakorlat-Orientált Olvasás mellett léteznek más olvasási technikák is, amelyek mind megközelítésben, mind módszerekben különböznek egymástól. Egyelőre nyitott kérdés, melyik olvasási technika használata előnyösebb, bár számos kísérletet végeztek a különböző technikák hatékonyságának és hatásosságának tesztelésére. Mindazonáltal, ezeknek a kísérleteknek az eredményei vitathatóak. Jelen tanulmány bemutatja, miért előnyös és költség-hatékony a Gyakorlat-Orientált Olvasás az Evolúciós vagy Boehm-féle spirál modellek alapján tervezett szoftverek esetében.

Bevezetés

A szoftvervizsgálat már több mint 25 éves múltra tekint vissza. Mind akadémiai-tudományos, mind pedig ipari körökben egyre nagyobb jelentőséggel bír, arányosan a számítógépen megoldandó feladatok komplexitásának növekedésével. A szoftvertechnológia egyik alágazata, és definíció szerint elhatárolódik a szoftvertesztelésztől, bár kétségtelenül vannak átfedések a két szakterület között. A szoftvervizsgálat célja a szoftvertervben (követelmény-dokumentumok, design-dokumentumok, használati eset-diagramok), valamint a par excellence megvalósításban (például forráskód) található hibák detektálása. Ennek megfelelően a szoftvervizsgálat egyaránt a Követelmény-technológiában

(Requirements Engineering – RE), illetve a Verifikáció és Validáció (Verification and Validation – V&V) folyamatában jelen van [4]. A szoftervizsgálat leginkább használt módszerei az ún. olvasási technikák (reading techniques), amelyek segítenek a recenzenseknek a vizsgált dokumentum releváns részeire való fókuszálásban, annak jobb átlátásában, a gyorsabb tájékozódásban, összegzésképpen tehát a hibafelderítés hatékonyságának növelésében. A legismertebb olvasási technikák közé tartozik a *katalógus-orientált (checklist-based)* [2], *perspektíva-orientált (perspective-based)* [1][5], *hiba-orientált (defect-based)* [3], *gyakorlat-orientált (usage-based)* [6] és *kinyomozhatóság-orientált (traceability-based)* [7] olvasás. A **katalógus-orientált olvasás** (CBR) a klasszikus standardnak minősül a legtöbb szoftverszervezet esetében. A recenzensek egy lista alapján, a listában felsorolt hibatípusokat keresve vizsgálják át a szoftverdokumentumot. A **perspektíva-orientált olvasás** (PBR) különböző szerepeket, perspektívákat rendel a recenzensekhez (Basili et al. [1] dolgozatában designer-i, tesztelői és felhasználói szerepeket különböztet meg). A **hiba-orientált olvasás** (DBR) többféle scenáriót definiál a speciális hibák detektálására. A scenáriók ebben a kontextusban eljárásokat jelentenek, amelyeket követve a szoftervizsgálók ugyanazokat a hibákat hivatottak megtalálni, mint a CBR esetében. A **kinyomozhatóság-orientált olvasás** (TBR) az objektum-orientált design specifikációk nyomon követésére használatos.

A gyakorlat-orientált olvasás

A gyakorlat-orientált vagy használat-alapú olvasás (UBR) a vizsgált objektum *legkritikusabb* hibáira fókuszál. Ezek jelentősége a felhasználó szempontjából konkretizálódik: milyen mértékben érinti egy adott hiba a felhasználás során leginkább használt / legfontosabb operációkat. Ez az olvasási technika használati eset-diagramok, más néven scenáriók használatára épül, amelyek a felhasználónak a rendszerről alkotott képével vannak szinkronban (1. Ábra). Az UBR a következő lépések egymás utáni elvégzését jelenti:

Taxi: bejelentkezés

Direktíva: A vezető bejelentkezik a rendszerbe, bekerül a nyilvántartásba és képes lesz rendelések fogadására.

Feladatok:

1. Az autó *offline* állapotban van.
2. A vezető beteszi azonosító kártyáját az autó termináljába.
3. A terminál elküldi a vezető adatait a központhoz.
4. A központ konfirmálja a bejelentkezést.
5. A terminál elküldi az autó pozícióját a központnak.
6. A központ elkezd továbbítani ezeket az információkat az összes zónának
7. Az autó *hozzáférhető* állapotban van

Variánsok:

1b. Az autó nincsen *offline* állapotban (például az előző vezető nem jelentkezett ki). Az autót *offline* állapotba kell hozni.

4b. Az azonosító kártya nem érvényes. A bejelentkezés nem történik meg, az autó *offline* állapotban marad.

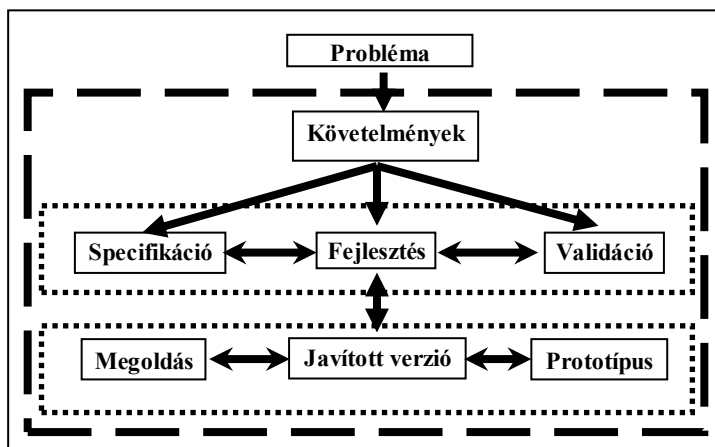
1. Az egyes S_i scenáriók p_i prioritásának meghatározása.
2. A szoftverdokumentum teljes vizsgálatára szánt T idő definiálása.
3. A $T_i = p_i * T$ részüidők hozzárendelése az egyes S_i scenáriókhöz.
4. A szoftverdokumentum

1. Ábra: feladatjelzéssel elkészített adatfolyam: taxi bejelentkezés [6].

vizsgálata az S_i scenáriók alapján, esetenként T_i ideig: helyes-e a vizsgált dokumentumrész S_i -nek megfelelően? A fentiekből látható, hogy a gyakorlat-orientált olvasás, ellentétben több más olvasási technikával, feladatspecifikus. Minden egyes szoftver esetében a vizsgált dokumentumokhoz más- és más scenáriók szükségesek, ellentétben például a CBR-rel, amely általános szempontok (egységesség, konzisztencia, helyesség, teljesség) alapján segíti a szoftvertesztelőket az orientálódásban. A feladatspecifikus használati eset-diagramok kevésbé költség-hatékonyak, és egyes szerzők szerint az UBR átlagos performanciája nem jobb (sőt esetenként rosszabb) más olvasási technikák teljesítményénél. A vélemények csupán abban egységesek, hogy a kivitelezendő projekt jellege illetve a vizsgált szoftverdokumentum típusa nagymértékben leszűkíti a használható olvasási technikák halmazát¹.

Gyakorlat-orientált olvasás az Evolúciós vagy Boehm-féle fejlesztési modellek alapján fejlesztett szoftverben

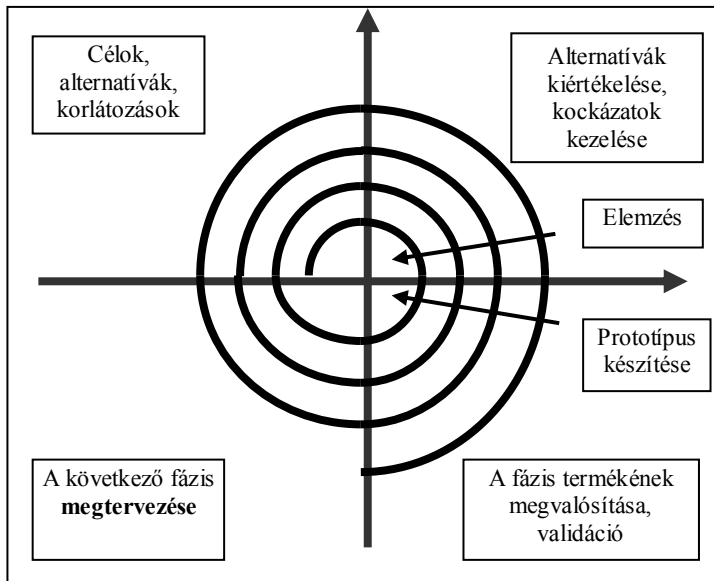
Regnell at al. *Combining Scenario-based Requirements with Static Verification and Dynamic Testing* [4] című munkájában javaslatokat tesz a scenárióknak a szoftvertesztelésben történő újrafelhasználására. Szerinte könnyűszerrel lehet scenáriókat készíteni már a követelmény-dokumentumokból (*requirement documents*); ezeket a scenáriókat pedig úgy a statikus verifikációban, mint a dinamikus tesztelésben használni lehet transzformáció, illetve extenzió révén. Regnell fenntartja, hogy az esetek többségében a használati eset-diagramok megfelelőek a tesztesetek generálására, mivel mindkettő egy külső nézőpontból (a felhasználó szemszögéből) tekint a rendszerre. Ehhez azonban a következő feltételeknek kell teljesülniük: 1). a RE folyamatában készült, megfelelően dokumentált scenáriók el vannak mentve tekintettel a fejlesztés későbbi fázisaira. 2). a scenáriókat folyamatosan bővítik, változtatják, kiegészítik stb. a fejlesztés során. Ezek a követelmények alapvetőek arra nézve, hogy a scenáriók ne legyenek elavultak, amidőn a tesztelési



2. Ábra: Evolúciós modell

szakaszban újrafelhasználnák őket. A használati eset-diagramok folyamatos átírása, bővítése azonban rendkívül nehézkes lehet olyan esetekben, amikor a RE és a V&V között sok idő telik el. Inkább olyan fejlesztési modellekben lehet eredményes ez a technika, ahol a fejlesztés fázisai között viszonylag kevés az időkülönbség, vagyis az

¹ UBR-re készített scenáriókat nem érdemes UBR-rel vizsgálni, megfelelőbb ilyen esetben a CBR használata. Az UBR viszont kiválóan alkalmas design-dokumentumok (főként *specification and description language* – SDL-ben megírt) ellenőrzésére, esetenként akár forráskód vizsgálatára is.



3. Ábra: Boehm-féle spirál

Evolúciós modellben (2. Ábra) és a Boehm-féle spirál modellben (3. Ábra). Az ezekre a modellekre alapuló szoftverfejlesztésben a scenáriók alapjául szolgáló követelmény dokumentumokat minden fejlesztési fázisban frissíteni kell a továbblépés érdekében, míg a különböző fejlesztési szakaszok közötti időkülönbség meglehetősen kicsi – a modellek természetéből adandóan.

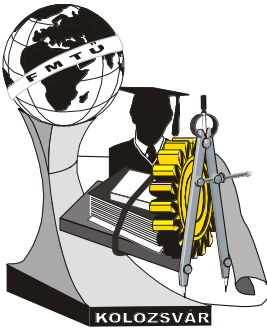
Következtetések, távolabbi perspektívák

Észrevételeim szerint az Evolúciós, illetve Boehm-modelleken alapuló szoftverfejlesztés esetében költség-hatékony a gyakorlat orientált olvasás, mivel 1). a követelmény dokumentumokat folyamatosan frissítik – a modellek természetéből adandóan 2). a követelmény dokumentumokból nyert scenáriók újrafelhasználhatóak a tesztelési fázisban (a folyamatos frissítés következtében mindig aktualizáltak maradnak). Megfontolásaim alapul szolgálhatnak a gyakorlat-orientált olvasás hatékonyságát vizsgáló kísérleteknek.

Hivatkozások

- [1] V.R. Basili, S. Green, O. Laitenberger, F. Lanubile, F. Shull, S. Sørunga^ord, and M.V. Zelkowitz, "The Empirical Investigation of Perspective-Based Reading," *Empirical Software Eng.: An Int'l J.*, vol. 1, no. 2, pp. 133-164, 1996.
- [2] M.E. Fagan, "Design and Code Inspections to Reduce Errors in Program Development," *IBM System J.*, vol. 15, no. 3, pp. 182-211, 1976.
- [3] A. Porter, L. Votta, and V.R. Basili, "Comparing Detection Methods for Software Requirements Inspection: A Replicated Experiment," *IEEE Trans. Software Eng.*, vol. 21, no. 6, pp. 563-575, June 1995.
- [4] B. Regnell, and P. Runeson, "Combining Scenario-Based Requirements with Static Verification and Dynamic Testing," *Fourth International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality*, June 1998.
- [5] F. Shull, R. Ioana, and V.R. Basili, "How Perspective-Based Reading Can Improve Requirements Inspections," *Computer*, vol. 33, no. 7, pp. 73-79, July 2000.
- [6] T. Thelin, P. Runeson, and Claes Wohlin, "An Experimental Comparison of Usage-Based and Checklist-Based Reading," *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 29, no. 8, pp. 687-704, 2003.
- [7] G. Travassos, F. Shull, M. Fredericks, and V.R. Basili, "Detecting Defects in Object-Oriented Designs: Using Reading Techniques to Increase Software Quality," *Proc. Int'l Conf. Object-Oriented Programming Systems, Languages & Applications*, 1999.

Görög Levente-Károly / egyetemista III. év
 Sapientia egyetem / Iceland 68, MS 547218
 Tel., email: 0742606039, goroglev@yahoo.com



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

IRÁNYÍTOTT KRISTÁLYOSÍTÓ BERENDEZÉS ÉPÍTÉSE

Hoó Csaba, Roósz András, Buza Gábor

The optimisation of the continuous casting technology using the experimental route is very expensive and so can be difficult to realise. Therefore the different simulation procedures and model experiments have a great importance on this field. Using a self-constructed unidirectional solidification set-up the physical modelling of processes occurring during solidification in continuous casting steel fed can be performed. Measurement of temperature changes of samples and the structural investigation of solidified samples make a much more exact description of relationship between the structure and the casting parameters possible and so thus help to optimise the casting technology.

A folyamatos öntési technológia kísérleti úton történő optimalizációja nagyon költséges és igen nehezen kivitelezhető. Ezért jelentős szerep jut e területen a különböző szimulációs technikáknak és modellkísérleteknek. Az általunk épített irányított kristályosításra alkalmas berendezéssel, az öntőmű kristályosítójába kerülő acéolvadékokban végbemenő kristályosodási folyamatok fizikai modellezésére nyílik lehetőség. A darab hőmérsékletváltozásának mérésével, illetve szerkezetének vizsgálatával közelebb juthatunk a kialakuló szerkezet és az öntési paraméterek közötti összefüggések pontosabb leírásához és ez által a technológia optimalizációjához.

Bevezetés

Az öntőműben kristályosodott valós szál belsejében kialakuló hőmérséklet-eloszlás mérése megoldhatatlan, ezért kísérleti szimulációs technikákat kell használnunk e mérések kiváltására [1]. A megépített berendezés lényegében egy hűtött lapból, egy azon álló tégelyből, valamint az ezt melegítő fűtőttestből áll. A tégelybe öntött acéolvadék a hűtött laptól indulva kristályosodik. A darab hőmérséklet-változását az olvadékba helyezett termoelemekkel [3] mérjük.

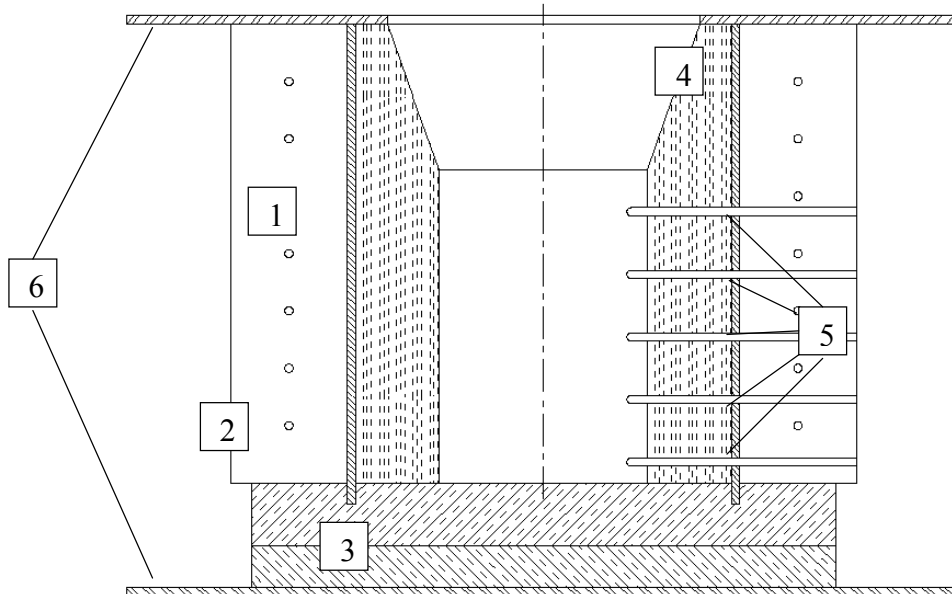
1. A kristályosító berendezés építésének célja

A Dunaferr Rt. és a MeAKKK közös projektjének keretén belül elkészült kristályosító építésének legfőbb célja, az öntőgépben lezajló kristályosodási folyamatok modellezése. További cél a szerkezet finomítása érdekében, beoltásos módszerrel történő kísérletek elvégzése. Utóbbi cél megvalósítását az irodalomban megtalálható és saját anyagok, módszerek alkalmazásával tervezzük. A berendezéssel végzett kísérletek a számítógépes szimulációval kapott eredmények (hőmérsékletmező, illetve a mikroszerkezet) ellenőrzésére is szolgálnak. Nem elhanyagolható szempont a költségkímélés sem, amelyet az öntőműi kísérletek kiváltása jelent.

2. A berendezés működési elve

A kristályosító működése elvének alapja az ún. véglaphűtés. Ennek lényege, hogy az acéolvadékból egyirányú hőelvonás történik [2]. Az olvadékot egy hűtött lapra helyezett tégelybe öntjük, az oldalirányú hőelvonást a tégely melegítésével csökkentjük (1. ábra). Ezzel a szál felületén történő hőelvonás szimulációja biztosított.

3. A kristályosító berendezés felépítése



1. ábra. A kristályosító berendezés vázlatos felépítése

Részei: 1. Hőálló betonforma, 2. Hőálló acélső, 3. Hűtött lap, 4. Fűtőtest, 5. Termoelemek helyei, 6. Rögzítésre szolgáló acéllapok, 7. Rögzítő keret

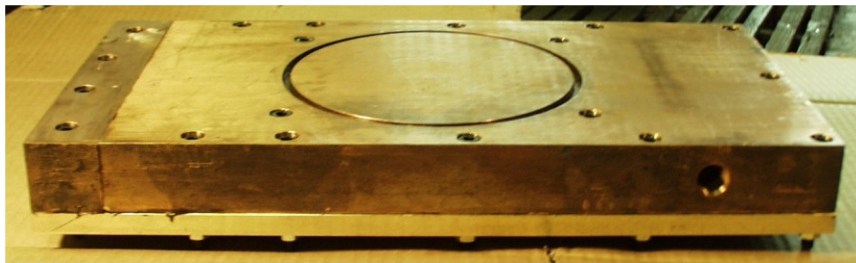


2. ábra. A kristályosító berendezés

A 2. ábrán az összeállított kristályosító látható. A berendezést körülvevő keret meggátolja, hogy az öntés során az olvadék elemelje a tégelyt a hűtött laptól.

3.1 A hűtött lap

A hőelvonás a hűtött lap irányából történik. Ez egy rézlap (3. ábra), amelyen vizet áramoltatunk keresztül. A lapon látható horonyba illeszkedik a tégelyt körülvevő acélcső, meggátolva ezzel az öntés során az oldalirányú elmozdulását a formának. A lap oldalán levő csatlakozón keresztül történik a hűtővíz bevezetése, illetve a másik oldalon ugyanilyen módon az elvezetés. A spirálszerűen kialakított járat segítségével a hűtés az egész felületen biztosított.



3. ábra. A hűtött lap

3.2 A tégely

Az acélolvadék kristályosítása a hőálló betonból készült tégelyben történik. A tégelyt körülveszi egy hőálló acélból készült cső, melynek két funkciója van: egyrészt a forma esetleges megrepedésekor az olvadékfolyást megakadályozza, másrészt a kimunkált horonyban elhelyezkedve a tégelyt pozícionálja, elmozdulását meggátolja.

3.2 A fűtőtest

A fűtőtest alakja csőszerű, két végén nyitott kivittel. A berendezés maximális üzemi hőmérséklete tartós üzem esetén 1000 °C, rövid idejű terhelésnél az 1100 °C-os üzemi hőmérsékletre is képes. Hossztengelye mentén a fűtőteljesítmény eloszlása nem egyenletes. A fűtőspirálokkal sűrűbben ellátott része a nagyobb hőleadást teszi lehetővé. Erre azért van szükség, mert a hűtött lap felőli részén az intenzívebb hőelvonásból adódó hőveszteséget kompenzálnia kell.

A fűtőtestben öt fűtőzóna található. Az alsó négy fűtőzóna elektromosan párhuzamosan van kapcsolva, ezek egy 6kVA teljesítményű toroid transzformátorral fűthetők. Az 5. fűtőzóna egy alacsonyabb teljesítményű toroid transzformátorral táplálható, maximálisan 200V fűtőfeszültséggel.

A kemenceszabályozásra, hőmérsékletmérésre egy K típusú NiCr 1,5 mm átmérőjű köpeny termoelemet alkalmazunk.

3.3 A mérő termoelemek

A kristályosodás közbeni hőmérsékletváltozás regisztrálására öt darab termoelemet helyeztünk el. A hűtött lap felől az első 10mm, a továbbiak egymástól 31 mm távolságra vannak elhelyezve, radiális irányban egymástól 90, 90, 60, 60, 60 fokkal elfordítva. A termoelemek fenti módon történő elhelyezése esetén, könnyebben kivitelezhető a termoelemek károsodása nélkül, az acéolvadék beöntése a tégelybe. A fűtőtesten csak átvezető csövek vannak, amelyeken keresztül a termoelemeket át lehet dugni az olvadéktérbe. Az átvezető csőbe egy zárt végű kerámia termoelem védőcsövet helyezünk. Ebben található az a kétlyukú kerámia cső, amelyben a termoelemek foglalnak helyet. A kétlyukú cső elszigeteli a termoelem vezetékeket egymástól, a zárt végű cső, pedig megvédi az olvadékba való beolvadástól. Az alkalmazott termoelem anyaga Pt-6%Rh(-) – Pt-30%Rh(+), átmérője 0,2 mm. A maximális mérési hőmérséklet, amelyen a termoelem még használható 1700°C.

A tégely hőmérsékletváltozását a forma falában elhelyezett termoelemekkel mérjük, amelyeket a hűtött laptól 30mm, illetve 130mm távolságra helyezünk el egymás fölött.

4. Tervezett kísérletek

Az első néhány kísérlet célja a berendezéssel kapcsolatos tapasztalatgyűjtés, ismeretszerzés, valamint a számítógépes szimulációhoz történő adatgyűjtés. A későbbi tervekben a beoltás hatását vizsgáló kísérletek is szerepelnek.

Irodalom

- [1] N.T. Niane, Ch.-A. Gandin, G. Lesoult: Segregation with spongy deformation of the mushy zone during solidification of the skin of steel cast products, Solidification and Gravity Conference 2004, Miskolc-Lillafüred
- [2] Bratu, C: Study on the Directional Solidification of Steel Castings, Bul. Inst. Politeh. Bucuresti, Vol.43,no.2, pp.93-102, Apr.-June 1981
- [3] Nagy Dénes: Hőmérsékletmérés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1969

Hoó Csaba / PhD hallgató

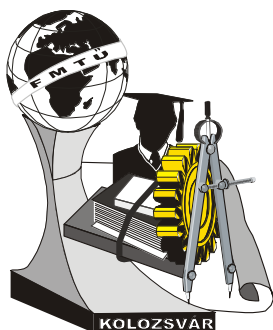
Miskolci Egyetem, Fémtani és Képlékenyalakítástani Tanszék / 3515 Miskolc-Egyetemváros
Tel/Fax.: +3646565201, E-mail: hoocs@freemail.hu

Roósz András / egyetemi tanár, tanszékvezető

Miskolci Egyetem, Fémtani és Képlékenyalakítástani Tanszék / 3515 Miskolc-Egyetemváros
Tel/Fax.: +3646565201, E-mail: femroosz@uni-miskolc.hu

Buza Gábor / műszaki tudomány kandidátusa

BAYATI / 1116 Budapest, Fehérvári út 130
Tel/Fax.: +3614630500/+3614630529, E-mail: buza@bzaka.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AUSZTENITESÉDÉS SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓJA

Karacs Gábor, Dr. Roósz András

Abstract

The steels are used in the greatest amount in the industry in Hungary. Their properties can be varied in wide ranges by alloying and annealing. In numerous heat treatment methods or at the hot working processes steel is heated above A_1 temperature to austenite it. Such a transformation of the parent structure is called austenitization. Two types of the transformation are known depending on how the process occurs. Isothermal transformation occurs if heating up the sample to a certain temperature is very fast and than all the phase transformation takes place at that temperature. We talk about continuous transformation if it occurs during heating up the sample at a certain heating rate.

The aim of the simulation is to predict those variables, which can not be determine precisely and fast enough by other methods. Executing of the mathematical model with predetermined parameters is cheap and it can be performed without using materials and energy. This new model is suitable for describing the isothermal austenitization process in hypoeutectoid and eutectoid Fe-C steels by means of Final Difference and Cellular Automaton Methods.

Összefoglalás

Az acél az egyik legnagyobb mennyiségben használt ipari anyagunk, amelynek tulajdonságait megfelelő ötvözással, hőkezelésekkel igen tág határok között változtathatjuk. A hőkezelések jelentős részénél, vagy éppen a melegalakítási folyamatoknál A_1 hőmérséklet felé hevítjük az acélt, ausztenites állapotba hozva azt. A kiinduló szövet ilyen módon történő átalakulását ausztenitesedésnek nevezzük. Beszélhetünk izotermás, illetve folyamatos átalakulásról attól függően, hogy adott hőmérsékleten - oda gyorsan felhevítve -, vagy valamilyen hevítési sebességgel hevítve a munkadarabot megy végbe a folyamat.

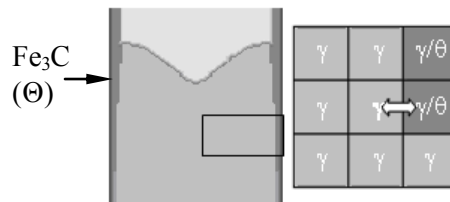
A számítógépes szimuláció célja, hogy számszerűen becsülje meg azokat a változókat, amelyeket más módszerek nem képesek kellő pontossággal és gyorsasággal meghatározni. Az elkészített matematikai modell előre megválasztott paraméterekkel történő lefuttatása a számítógépen olcsó, továbbá anyag- és energiafelhasználás nélkül is - előre - elvégezhető. Ez az új modell alkalmas ötvözetlen hipoeutektoidos és eutektoidos acélokban lezajló izotermás ausztenitesedés folyamatának leírására, a Végés Differencia és a Cella Automata Módszer együttes alkalmazásával.

1. A szimuláció ismertetése

1.1 Cella Automata

A Cella Automata (CA) módszer tudományos megfogalmazásban egy diszkrét dinamikájú rendszer, amelyet röviden a következő tulajdonságokkal jellemezhetünk: a teret szabályos rácselemekre osztjuk, ezek az elemek a cellák. A rács lehet egy-, két- és háromdimenziós; minden cella legalább egy állapottal rendelkezik a lehetséges, véges sok állapotból. A cella állapotát klasszikus megfogalmazás szerint egész számok jelzik. A CA-rendszer egymást követő lépésekben működik, egy lépés alatt az automata mindegyik cella állapotát felülvizsgálja; a cella állapotát egy szabályrendszer határozza meg, az új állapotot a cella saját és a szomszéd cellák állapota adja meg [1].

A különféle cellák - amelyek a koncentrációjuk révén az adott térfogatrész állapotát adják meg - között alkalmazzuk a diffúziós egyenlet megoldását a Fe-C fázisdiagramból (adott izotermán) származtatott koncentrációkkal kiegészítve. Egy ilyen példát mutat be az 1. ábra.



1. ábra, Ausztenit(γ)-ausztenit(γ)/cementit(Θ) cellakapcsolat

Ausztenit-ausztenit/cementit szomszédság esetén egy Cella Automata Lépésben (CAS) ΔC -vel fog növekedni az ausztenit cella, illetve ugyanennyivel csökkeni a határcella karbonkoncentrációja (1).

$$\Delta C = \frac{D^\gamma dt}{dx^2} F_\gamma (C_{\gamma/Fe_3C}^\gamma - C^\gamma) \quad (1)$$

ahol

D^γ - adott izotermán a karbon diffúziós tényezője az ausztenitben,

C_{γ/Fe_3C}^γ - adott izotermán az ausztenit koncentrációja az ausztenit/cementit határon,

F_γ - ausztenithányad a cementitben.

1.2 A modell bemutatása

1.2.1 A csíráképződés modellezése

Az ausztenitesedés csíráképződéssel és csíranövekedéssel zajló átalakulási folyamat. Az adott hőmérsékletre jellemző összetételű ausztenitesírák jellemzően a perlitkolóniák határán képződnek, mert ezeknek a helyeknek a legnagyobb az energiájuk. A keletkező ausztenitesíra fajtérfogata kisebb, mint a ferrité, ezért a környezetét torzítani fogja.

A csíráképződés jelenségét - egyelőre - a következőképpen egyszerűsíti le a modell: adott kiinduló csíraszám (N) lefuttatott szimulációból kapjuk a teljes átalakuláshoz szükséges időt (CAS). Az összes lehetséges csíráképződési helyek száma (x) a kiinduló szerkezetből adódik.

Legyen $P = \frac{N}{CAS \cdot x}$. A későbbi szimulációk során az első csíra kihelyezése (ill. növekedése) után a következő $\frac{1}{P \cdot (x-1)}$ időlépés múlva jelenik meg. Ebben a pillanatban azonban már csak y

lehetséges csíráképződési hely van a rendszerben, aminek következtében az újabb csíra $\frac{1}{P \cdot y}$ időlépés után alakul ki.

Mivel $y < x$, és a folyamat előrehaladtával y értéke folyamatosan csökken, így az újabb csírák képződéséhez egyre több időre lesz szükség.

1.2.2 A csíranövekedés modellezése

A folyamatot a ferriten és az auszteniten keresztüli diffúzió irányítja, amelynek sebessége eltérő a két fázisban. A csíranövekedési sebességek összefüggései - perlitben és ferritben is - jól ismertek, ám ezekből analitikus modell elkészítése igen nehézkes lenne, ezért egy numerikus eljárást dolgoztunk ki, amely a Véges Differencia Módszeren alapul. A módszer lényege, hogy a szimulálandó területet megfelelő számú, diszkrét részre osztjuk, majd diszkrét időlépésenként megvizsgáljuk, hogy az adott tartomány koncentrációja hogyan változik. Az i-edik cella koncentrációja a t_2 időpillanatban kiszámítható az előző (t_1) időpillanatban meglévő koncentrációból, illetve a szomszédos cellák által okozott koncentrációváltozásból. Így Δx szélességű cella koncentrációjának változása egy időlépés hatására x irányban (az erre merőleges, y irányban hasonlóan számolunk):

$$\Delta x(C_i^{t_2} - C_i^{t_1}) = \frac{C_{i-1}^{t_1} - C_i^{t_1}}{\Delta x} \cdot D \cdot \Delta t - \frac{C_i^{t_1} - C_{i+1}^{t_1}}{\Delta x} \cdot D \cdot \Delta t \tag{2}$$

ahol

$C_i^{t_1}$ - az i-edik cella koncentrációja t_1 időpillanatban,

D - adott izotermán a karbon diffúziós tényezője (az ausztenitben vagy a ferritben).

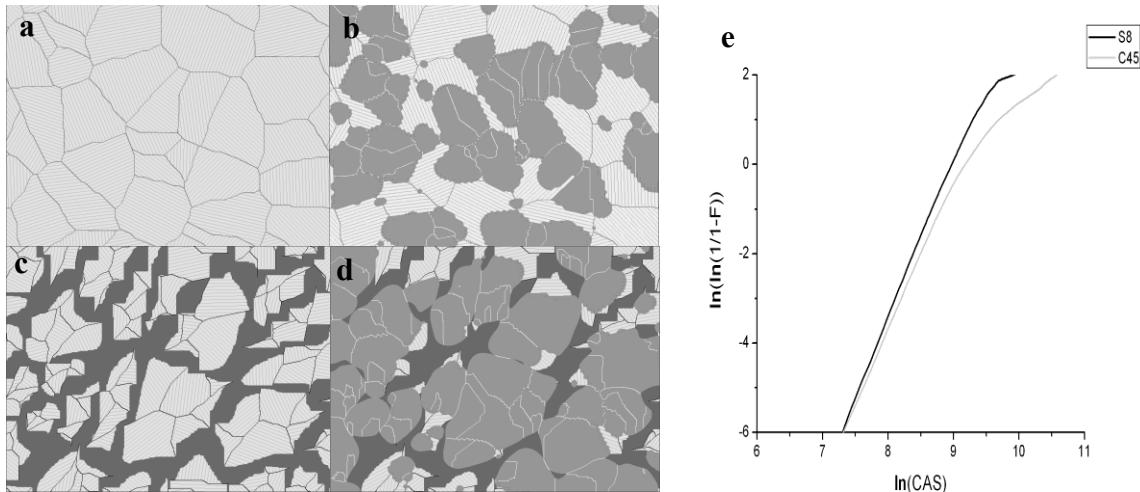
A (2) egyenletből kifejezhetjük az i-edik cella t_2 időpillanatbeli koncentrációját:

$$C_i^{t_2} = \frac{D \cdot \Delta t}{\Delta x^2} \cdot (C_{i-1}^{t_1} + C_{i+1}^{t_1} - 2 \cdot C_i^{t_1}) + C_i^{t_1} \tag{3}$$

Az összefüggés elején szereplő $\left(P = \frac{D \cdot \Delta t}{\Delta x^2} \right)$ konstans hatással van az egyenlet stabilitására, értékét 0 és 0,1 között kell megválasztani, hogy helyes eredményeket kapjunk [2, 3].

2. Eredmények

A valós szerkezeteken [4] végrehajtott szimulációk eredményeként kapott képeken megfigyelhető a csírák képződése, növekedése és az ausztenitzemcsék kialakulása eutektoidos és hipoeutektoidos acél esetén (2. a-d ábrák). A tisztán perlités szerkezet időben közel állandó sebességgel alakul át, míg a ferrit+perlit esetén időben lassul a folyamat, jelentősebben a perlit teljes átalakulása után, amikor már csak a ferritháló - még megmaradt része - ausztenitesedik (2. e ábra).



2. ábra, S8-as (a, b, e ábrák) és C45-ös (c, d, e ábrák) acél ausztenitesedése T=800 °C-on

3. Összegzés

Az elkészített modell alkalmas az ötvözetlen hipoeutektoidos és eutektoidos acélokban történő izotermás ausztenitesedés leírására - a valós szerkezetekből kiindulva, nem egyszerűsítve azokat, mint ahogy az az irodalomban olvasható [5] -, meghatározva a teljes átalakulás időszükségletét, vagy az átalakulás közben a rendszerben található fázisok mennyiségét.

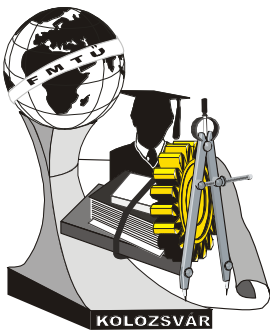
Irodalom

- [1] R. J. Gaylord - K. Nishidate: Modelling Nature, Cellular Automata Simulations with Mathematics, Springer, 1989.
- [2] Karacs Gábor: Diplomamunka, Ausztenitesedési folyamat szimulációja, Miskolci Egyetem, 2004.
- [3] Dr. Roósz András - Dr. Barkóczy Péter: Konzultációs anyag, Miskolci Egyetem, 2004.
- [4] Karacs Gábor: Kutatószeminárium I., Ausztenitesedés számítógépes szimulációja - a kiinduló szerkezet létrehozása, Miskolci Egyetem, 2005.
- [5] A. Jacot - M. Rappaz: A combined model for the description of austenitization, homogenization and grain growth in hypoeutectoid Fe-C steels during heating, Acta mater. Vol. 47, No. 5, pp. 1645-1651, 1999.

Karacs Gábor

Miskolci Egyetem, Fémtani és Képlékenyalakítástani Tanszék / H-Miskolc-Egyetemváros 3515

Telefon: +3646565111-1538, Fax: +3646565201, e-mail: karacsg@yahoo.com



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A CSÍPŐPROTÉZIS TORZULÁSÁNAK MÉRÉSE 3D-S MÓDSZERREL

Zsoldos Gabriella, Czél György

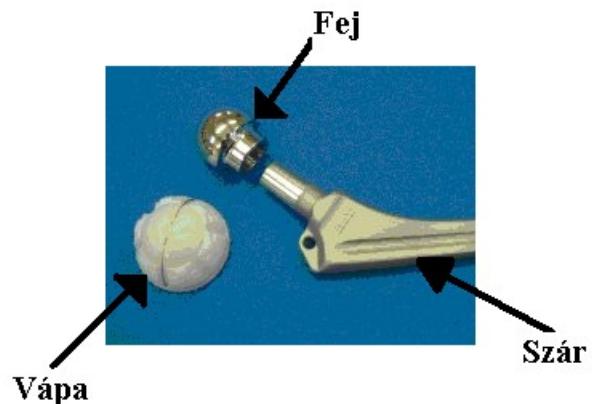
Abstract

Nowadays a lot of total endoprosthesis have been implant for therapeutic reason into the human body. The weakest point of the total hip endoprosthesis, is the polymer acetabular cup, which made by UHMWPE. The cup starts to wear and become deformed as soon as is built in the human body, because of the metal head. In many case the patients get reoperated, because the polymer is wearing. This wear is high because there isn't any lubricant between the head and the cup. The wear cause of the weight is shell-shaped wear. To determining the deformation of the cups were used a 3D measurement. The results were shown by Microsoft Visio.

1. Bevezetés

A porcszövet károsodását követő visszafordíthatatlan folyamat és a fájdalom következményeként gyakran szükségessé válik a csípőízületi protézis beültetése. A protézis három fő része az 1. ábrán látható. A *szár*, a csípőprotézis legnagyobb méretű darabja, ez tartja az mesterséges ízületet fixen a combcsontban. A *fej* anyaga általában azonos a szár anyagával, fémből, kobaltbázisú fémötvözetből vagy saválló acélból készül. A *vápa* a csípőprotézis csípőcsontba ültethető része. A vápa belső felszínén a fej külső felszínével egyetemben történik a tulajdonképpeni terhelésvétel. Alapanyaga különleges tulajdonságú műanyag manapság leggyakrabban sebészeti implantátum céljára kifejlesztett ultra nagy molekulásúlyú polietilén, kivitele az ISO 5834/2 Nemzetközi Szabvány szerint történik (UHMWPE = Ultra High Molecular Weight Polyethylene).

Az egészségügyben és a gyógyászat kiegészítő ágazataiban fontos célkitűzés, hogy a betegek számára gyártott termékek hatása olyan legyen, hogy a beteg újra folytatni tudja a betegség előtti életmódját. A csípőízületi és egyéb protéziseket úgy tökéletesítik, hogy a gyógyulást követően minél nagyobb mozgási szabadságot tegyenek lehetővé a betegek számára.



1. ábra: A P-típusú csípőízületi protézis fényképfelvétele [1]

Az UHMWPE a fizikai és mechanikai tulajdonságait tekintve egy egyedülálló műanyag [2]. A sikeres beültetések ellenére meg kell említeni, hogy az UHMWPE élettartama sajnos véges. A kopás valamint az UHMWPE károsodása gyakran szükségessé teszi a protézisek cseréjét, a reoperációt. A vápa kopása ugyanis akár milliméter nagyságrendű is lehet.

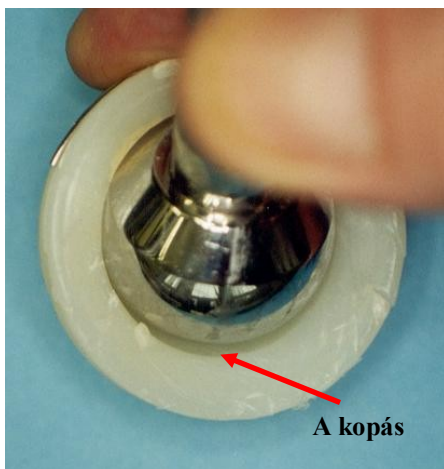
A csípőprotézis vápák gyártására többféle módszer létezik. Az UHMWPE tulajdonságai nagymértékben függenek a gyártási eljárástól. A két legtöbb esetben alkalmazott gyártási módszer a Ram Extrúziós technológiával gyártott félkész termékből forgácsolással megmunkált vápa, illetve a Ram extrúzióval készített vápa. A ram extrúderben a plasztikáló csigát egy dugattyú helyettesíti, ez biztosítja az anyag áramlását. Az emberi szervezetbe beültetésre kerülő alkatrészeket minden esetben valamilyen sterilizációs eljárásnak is alá vetik. A legelterjedtebb módszer a gamma vagy béta

sugárkezelés, amely során az alapanyag a térhálósodik is. A PE kristályosságának foka és a kristályok orientációja nagyon sokféle dologtól függ, többek között a molekulák tömegétől, a megmunkálás körülményeitől és a környezet állapotától [3].

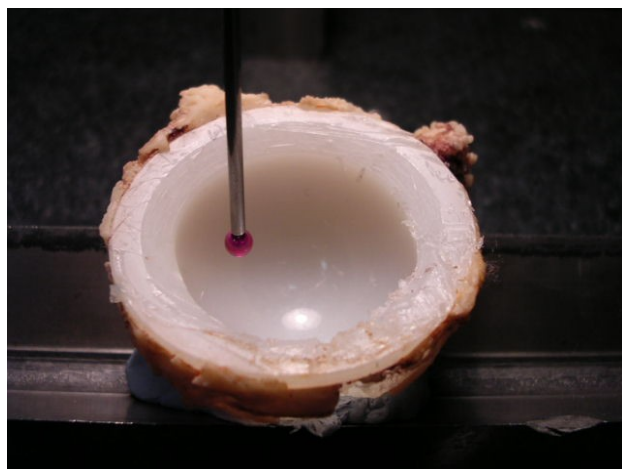
2. A csípőprotézis kopásának meghatározása

A műanyag csípőízületi protézis hibája az, hogy a vápa anyaga a fémötvözetrel való folyamatos érintkezés és a terhelés következtében kopik, torzul[4], a protézis fej gondos megmunkálása esetén is. Ez a kopás végül a vápa tönkremenetelét okozza, ami miatt szükségessé válik a reoperáció.

A deformáció oka az, hogy az emberi test tömege (általában 80-90 kg), egy állandó terhelésként jelentkezik a csípőízület felső felszínén. Amikor egy ember elindul álló helyzetből, illetve utána minden lépés során az ízület teljes felszínén bekövetkezik egy folyamatos súrlódó hatás. Ennek a következménye a műanyag vápa kopása. Ez, azért jelentős, mert a vápa és a csípőízületi fej között nincs kenőanyag. A folyamatos testsúly miatti terhelés pedig nem egyenletes. Az egyenetlen terhelés kagylós kopást eredményez.



2. ábra: A vápa kopásáról készült felvétel



3. ábra: Deformáció mérése a vápán COORD-3 berendezéssel

A 2. ábrán látható, a kopott vápa fényképfelvétele a fém gömbfejjel. A kemény fémbetét által okozott károsodás, nagyon drasztikus és fájdalmas és balesetveszélyessé teszi az ízületet. Az ennyire kopott szélű vápából a fej egy nagyobb erőhatás, illetve egy hirtelen mozdulat következtében kiugorhat, ilyen esetekben a vápa cseréje azaz a reoperáció indokolt[4].

3. A csípőprotézis deformációjának meghatározása 3D-s mérésekkel

Miskolci Megyei Kórház jóvoltából a vizsgált próbatestek száma 20 db, ezeken a kopott vápákon végeztem el a 3D-s vizsgálatokat. Az vizsgált vápák között azonban előfordult, hogy valamilyen fertőzés miatt pár hónap után el kellett távolítani őket a betegek szervezetéből. Ezeken a vápákon nem volt tapasztalható kopás.

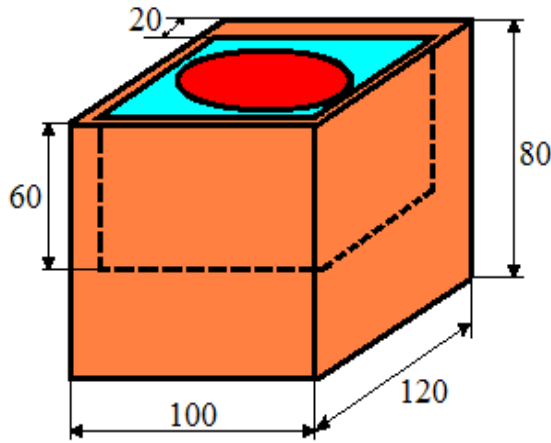
A csípőprotézisek deformációjának meghatározását 3 dimenziós módszerrel két különböző helyen a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékén valamint az ARRK Hungary Műanyagfeldolgozó Kft. Minőségbiztosító Laborjában végeztük.

A Gépgyártástechnológia Tanszék DEA típusú berendezése síkmetszetek mentén méri a felületi pontok térbeli helyzetét. A méréseknél a 0 vízszintes sík a vápa egyenes felszíne volt. A berendezés adatfájl készít, amelyben a mért felszín X;Y;Z koordinátái megtalálhatóak. A táblázatokból nyert adatokat Visio programban ábrázoltuk.

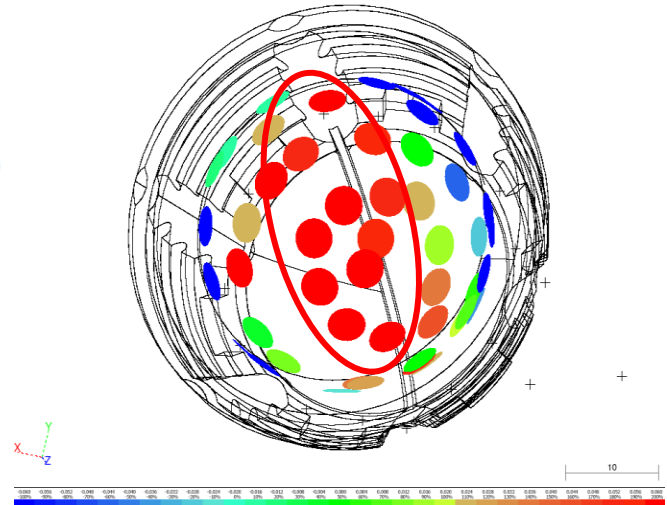
Az ARRK Hungary Kft. COORD-3 típusú berendezése Power Inspect program segítségével már térben ábrázolt képeket készít. Ez a berendezés a bázis felületek kijelölése után képes meghatározni a felszín egyes pontjainak helyét, egy rubint érintő fej segítségével (3. ábra), a várt elhelyezkedéshez képest, vagyis hogy a felszín az eredetitől milyen mértékben és hogy pozitív illetve negatív irányban tér-e el. A berendezés egymástól függetlenül is képes a deformált vápa belső felszín egyes pontjainak térbeli helyzetét meghatározni.

A COORD-3 berendezéssel csak a azon vágákat tudtam vizsgálni, amelyekhez rendelkezésemre álltak az AutoCAD-es műszaki rajzok, amelyek megadták a berendezés számára a vágák belső felszínének eredeti koordinátáit. A berendezés egy Excell formátumú adat fájlt nyújt, melynek segítségével a mért értékek bármilyen más programban is ábrázolhatóak.

Néhány esetben a vágáknál a kioperálás közbeni sérülések miatt nem sikerült a bázisfelület meghatározása, ezekhez a vágákhoz egy próbatest tartót készítettünk, a 4. ábra szerint. A mintatartó lényegében egy 100X120X80 mm-es műfa téglatest, melynek a tetejébe 80X80X60 mm-es mélyedést vágunk, melynek az aljába plasztilint helyezünk, ebbe bele lehet nyomni a vágákat a fa test oldalai, pedig megadják a bázis felületeket.



4. ábra: A 3D-s berendezéshez készített mintatartó vázlatrajza



5. ábra: 8-as számú MetriMed-es vápa alaktorzulása

4. Mérési eredmények

A 3D-s mérések is igazolták, hogy a vágák deformációja nem kizárólag az anyag kopásából adódik. A vápa fejk ovális torzulást eredményeznek a vápa kosár belső felszínén. A vápa közepéről a használati időtől függően akár több milliméterrel is elkúszhat a fej számára kialakított üreg. Az emberi testben ez határozott irányt is jelent még hozzá a combcsonttal ellentétes irányban azaz felfelé és egy kis mértékben, kb 15°-kal hátrafelé. A vápa kopásának irányultsága az 5. ábrán is megfigyelhető. A bekeretezett rész pontjainak deformációs értékei a legnagyobbak ezeket a z egyes táblázatban szürke háttér jelzi.

Az 5. ábrán látható protézis mintegy 4 éven át volt beültetve egy közepes terhelésű nőbetegbe. A mérés során az általunk megadott tűrés értéke 0,020 mm volt. A plusz és mínusz 0,020 mm tolerancia határba eső mért értékeket a Power Inspect Program zölddel jelöli, míg az ennél nagyobb értékeket pirossal, illetve a kisebbeket kézzel jelöli.

A kézzel jelölt, azaz kisebb értékek abból adódhatnak, hogy a beültetés előtt minden csípőprotézist sugárkezeléssel sterilizálnak. A sugárzás hatására a polimer zsugorodik. Az általában használatos 20 kGy sugárdózis esetén a zsugorodás mértéke 0,2% [4]. A 32 mm-es átmérő esetén ez $32 \text{ mm} * 0,20 \% = 0,064 \text{ mm}$ zsugorodás az egész átmérőre, a kör mentén ez $0,064 / 2 = 0,032 \text{ mm}$ zsugorodást jelent a középpontfelé, amely már ezen tűréshatáron kívül eső negatív deformációs, azaz zsugorodási értékeket ad.

Azon vágák esetén, amelyek ennél rövidebb rövid ideig, csak párhónapig voltak beültetve, az irányultság nem tapasztalható, sőt az általunk használt tűrés értéken belül még kopás sem jelentkezik a vágák felszínén. A fenti tűrés értéket véve alapul a kopás tűrésen belüli értéke a sugár mentén $0,032 + 0,020 = 0,052 \text{ mm}$ is lehet. Ennek a kopási értéknek az elérése, alacsony terhelési értékek, testsúly esetén évekbe telhet. Az 1. Táblázatban ezek a negatív értékek. Még a jelentős mértékben kopott vágák esetén is megtalálhatóak ezek a negatív értékek, mert a vágákban a gömbfej két oldalán nem realizálódik a terhelés.

1. Táblázat: A 8-as számú minta mérési adatai (az adatok mm-ben vannak megadva)

Sorsz	-Tol.	+Tol.	dX	dY	dZ	DL	Sorsz	-Tol.	+Tol.	dX	dY	dZ	DL
1	-0,020	0,020	0,012	0,005	0,000	-0,013	26	-0,020	0,020	-0,008	-0,042	-0,032	0,054
2	-0,020	0,020	0,107	-0,012	0,012	-0,108	27	-0,020	0,020	-0,024	-0,031	-0,069	0,080
3	-0,020	0,020	0,106	-0,052	0,024	-0,121	28	-0,020	0,020	-0,034	-0,010	-0,066	0,075
4	-0,020	0,020	0,027	-0,065	0,014	-0,072	29	-0,020	0,020	-0,032	0,014	-0,086	0,093
5	-0,020	0,020	-0,005	-0,024	0,005	-0,025	30	-0,020	0,020	-0,008	0,028	-0,072	0,078
6	-0,020	0,020	0,014	0,013	-0,004	0,020	31	-0,020	0,020	0,013	0,026	-0,059	0,066
7	-0,020	0,020	-0,035	-0,009	0,008	-0,037	32	-0,020	0,020	0,021	0,011	-0,034	0,042
8	-0,020	0,020	-0,104	0,035	0,027	-0,113	33	-0,020	0,020	0,015	0,000	-0,030	0,033
9	-0,020	0,020	-0,074	0,093	0,030	-0,123	34	-0,020	0,020	0,005	-0,003	-0,012	0,013
10	-0,020	0,020	-0,017	0,063	0,017	-0,067	35	-0,020	0,020	0,004	-0,011	-0,018	0,021
11	-0,020	0,020	-0,025	-0,054	-0,015	0,062	36	-0,020	0,020	-0,001	-0,026	-0,045	0,052
12	-0,020	0,020	-0,015	-0,012	-0,005	0,020	37	-0,020	0,020	-0,003	-0,013	-0,054	0,056
13	-0,020	0,020	-0,031	-0,030	-0,029	0,052	38	-0,020	0,020	-0,006	-0,002	-0,060	0,061
14	-0,020	0,020	-0,063	-0,031	-0,046	0,084	39	-0,020	0,020	0,002	0,068	-0,001	-0,068
15	-0,020	0,020	-0,018	-0,002	-0,012	0,022	40	-0,020	0,020	0,009	0,010	-0,001	-0,013
16	-0,020	0,020	-0,052	0,015	-0,035	0,065	41	-0,020	0,020	0,011	0,003	-0,001	-0,012
17	-0,020	0,020	0,002	-0,002	0,001	-0,003	42	-0,020	0,020	0,032	-0,088	0,001	-0,094
18	-0,020	0,020	-0,003	0,007	-0,005	0,009	43	-0,020	0,020	0,010	0,023	-0,001	0,025
19	-0,020	0,020	0,006	0,026	-0,019	0,033	44	-0,020	0,020	-0,001	-0,001	0,000	-0,001
20	-0,020	0,020	0,027	0,029	-0,028	0,048	45	-0,020	0,020	0,006	0,002	0,000	0,006
21	-0,020	0,020	0,015	0,005	-0,012	0,020	46	-0,020	0,020	-0,126	-0,007	0,006	-0,126
22	-0,020	0,020	0,004	0,000	-0,003	0,005	47	-0,020	0,020	-0,167	0,042	0,009	-0,172
23	-0,020	0,020	-0,023	0,009	0,019	-0,031	48	-0,020	0,020	-0,202	0,068	-0,008	-0,213
24	-0,020	0,020	-0,022	0,028	0,027	-0,044	49	-0,020	0,020	-0,072	0,188	-0,013	-0,202
25	-0,020	0,020	0,000	0,000	0,000	-0,001	50	-0,020	0,020	-0,036	0,159	-0,013	-0,164
							51	-0,020	0,020	0,050	-0,092	0,004	-0,105

folyt.

5. Összegzés

Az általunk összegyűjtött használt vápák deformációját vizsgáltuk. A deformáció meghatározásához 3D-s méréseket végeztünk. A 3D- s mérések eredményeit összevetettük a betegek kórtörténetével és következtetéseket vontunk le belőle. Miszerint a beültetési időtartam és a kopás mértéke között nem mutatkozik egyértelmű összefüggés, a beteg testsúlya illetve aktivitása és a kopás mértéke között azonban egyértelmű az összefüggés. A betegnek mennél nagyobb a testsúlya és az aktivitása a műtétet követően a vápa várható élettartama annál rövidebb lesz. Amennyiben egy könnyebb testsúlyú, kis fizikai terhelésnek kitett betegben a vápa csak 10-15 év múltán mutat jelentős mértékű kopást.

6. Irodalomjegyzék

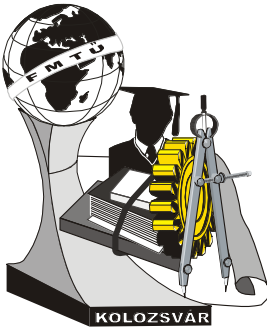
- [1] Steven M. Kurtz, Ph.D.: The UHMWPE Handbook 2004, Elsevier Academic Press (396 pp.)
- [2] Li S, Burstein AH.: Ultra-high molecular weight polyethylene. The material and its use in total joint implants. J Bone Joint Surg Am 1994; 76: 1080-90.
- [3] Zsoldos, Gabriella: A csípőprotézis meghibásodásának vizsgálata; TDK-dolgozat, Miskolc, 2002.
- [4] Zsoldos, Gabriella: Csípőprotézis vápaelemének technológiai fejlesztése; Diplomatervezési dolgozat, Miskolc, 2003.

Zsoldos Gabriella / PhD hallgató

Miskolci Egyetem, Polimermérnöki Tanszék, H-3515 Miskolc-Egyetemváros

Tel: +3646-565-111-1536; Fax: +3646-365-924

E-mail: femzsgab@uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

POLIÉDERES MIKROSZERKEZET TOPOLÓGIAI JELLEMZÉSE ALAKTÉNYEZŐK FELHASZNÁLÁSÁVAL

Bitay Enikő, Réti Tamás

Abstract

Starting with the concept of the generalized combinatorial curvature, novel topological shape factors are defined for the quantitative characterization of microscopic particles represented by convex polyhedra. It is demonstrated that using four appropriately selected topological shape factors the local structure and the stability of polyhedral fullerenes can be efficiently evaluated on the basis of quantitative criteria.

1. Bevezetés

Egyfázisú fémötvözetek mikroszkópos szemcseszerkezetét konvex poliéderek olyan rendszerének (halmazának) szokás tekinteni, amelynek jellegzetessége, hogy a különböző alakú és méretű poliéderek a teret hézagmentesen és egyrétűen töltik ki.

Az egyedi szemcsemorfológia kvantitatív minősítésére elterjedten alkalmazzák a sztereológiai módszerekkel meghatározott különféle típusú alaktényezőket [1]. Ezek definiálására sokféle lehetőség kínálkozik, az alaktényezők származtathatók a szemcsék metrikus geometriai adataiból (felületnagyság, térfogat, átmérő) illetve az egyes szemcsék számszerű topológiai jellemzőiből.

Mivel a valóságos térbeli szemcsék alakja meglehetősen szabálytalan, ezért ezek egyszerű geometriai alakzatokkal (gömb, ellipszoid, kocka, stb.), modellezése általában problematikus. Ennek alapvető oka

az, hogy a hagyományos metrikus geometriai alapadatok meghatározása mérés technikai nehézségekbe ütközik. Az említett problémák többsége kiküszöbölhető, ha a szemcsék egyedi topológiai jellemzőit használjuk fel alaktényezők definiálására.

A következőkben megmutatjuk, hogy a poliéder típusú szemcsék kombinatorikus görbületének statisztikai jellemzőiből olyan új típusú topológiai alakjellemzők generálhatók, amelyek hatékonyan alkalmazhatók egyedi szemcsék morfológiájának kvantitatív kritériumon alapuló minősítésére, a szemcsék alak szerinti osztályozására.

2. A kombinatorikus görbület értelmezése poliéderekre

Vizsgálatainkban az egyes szemcséket konvex poliédereknek tekintettük, és ezek alak szerinti jellemzését a kombinatorikus görbület fogalmára alapoztuk. Mint ismeretes tetszőleges konvex poliéderre érvényes az alábbi Euler-egyenlet:

$$N - E + V = 2 \tag{1}$$

ahol V a poliéder csúcscsáma, E éleinek száma, N pedig a lapokat reprezentáló konvex sokszögek száma. Tekintsük a poliéderhez tartozó, általa egyértelműen meghatározott síkbeli, 3-összefüggő gráfot. Ennek tetszőleges r -ed fokú X_j csúcsának kombinatorikus görbületét szokásos módon a

$$\Phi(X_j) = 1 - \frac{r}{2} + \frac{1}{n_{j,1}} + \frac{1}{n_{j,2}} + \dots + \frac{1}{n_{j,r(j)}} \tag{2}$$

formulával definiáljuk, ahol $n_{j,1}, n_{j,2}, \dots, n_{j,r(j)}$ jelöli az X_j csúcsra illeszkedő r számú sokszögek oldalszámát [2]. Ismeretes, hogy a kombinatorikus görbületek összegére fenn áll a

$$\chi \sum_{j=1}^V \Phi(X_j) = V \tag{3}$$

összefüggés, ahol χ az ún. Euler-karakterisztika, amely poliéderek gráfokra $\chi=2$ [2]. A következőkben megmutatjuk, hogy a kombinatorikus görbület fogalmát általánosítva olyan topológiai alaktényezők származtathatók, amelyek előnyösen használhatók poliéderekkel modellezett szemcsék egyedi geometriai sajátosságainak minősítésére.

3. Általánosított kombinatorikus görbület

Az ún. általánosított kombinatorikus görbületet síkbeli 2-összefüggő celluláris rendszerekre

$$\Phi_S(X_j) = 1 - \frac{r(X_j)}{2} + CV_S(X_j) \quad (4)$$

összefüggéssel definiáltuk, ahol $CV_S(X_j)$

$$CV_S(X_j) = n_{1,j}^S + n_{2,j}^S + \dots + n_{r(j),j}^S \quad (5)$$

és $n_{1,j}, n_{2,j}, \dots, n_{r(j),j}$ az r -ed fokú X_j csúcsra illeszkedő r számú sokszög oldalszáma, S paraméter pedig tetszőleges, de zérustól különböző valós szám [3]. Mint megállapítható, a (4) képlet $S = -1$ választásakor a tradicionális kombinatorikus görbületet adja speciális esetként. Az előző megfontolásokból következik, hogy az általánosított kombinatorikus görbületet fogalma kiterjeszthető minden olyan „celluláris rendszerre”, amely orientálható, 2-oldalú, zárt felületen definiált [3]. (Tehát $\Phi_S(X_j)$ nemcsak gömbfelületen, de például tóruszon értelmezett, 2-összefüggő celluláris rendszerek topológiai jellemzésére is alkalmazható.) Előfordulhat, hogy $\Phi_S(X_j)$ értéke azonos minden csúcsra vonatkozóan. Az ilyen celluláris rendszereket „kiegyensúlyozott” sejtrendszereknek (továbbiakban KS-rendszereknek) nevezzük. Tipikus példák erre a prizmák és az antiprizmák néven ismert konvex poliéderek, vagy a tórusz-felületen definiált, kizárólag hatszögekből álló cella-rendszerek [3].

3. Topológiai alakjellemezők és tulajdonságaik

Az általánosított kombinatorikus görbületet alapján kétféle, $\Lambda(S)$ és $\Omega(S)$ topológiai alaktényezőt származtattunk, ezek a

$$\Lambda(S) = 100 \left(\frac{1 + \sqrt{\mu_2(\Phi_S)}}{1 + \sqrt{\mu_1^2(\Phi_S)}} - 1 \right) \quad (6)$$

és

$$\Lambda(S) = \begin{cases} 0 & \text{KS-rendszerre} \\ 100 \left(\frac{\mu_3(\Phi_S)}{\mu_2^{3/2}(\Phi_S)} - 1 \right) & \text{egyébként} \end{cases} \quad (7)$$

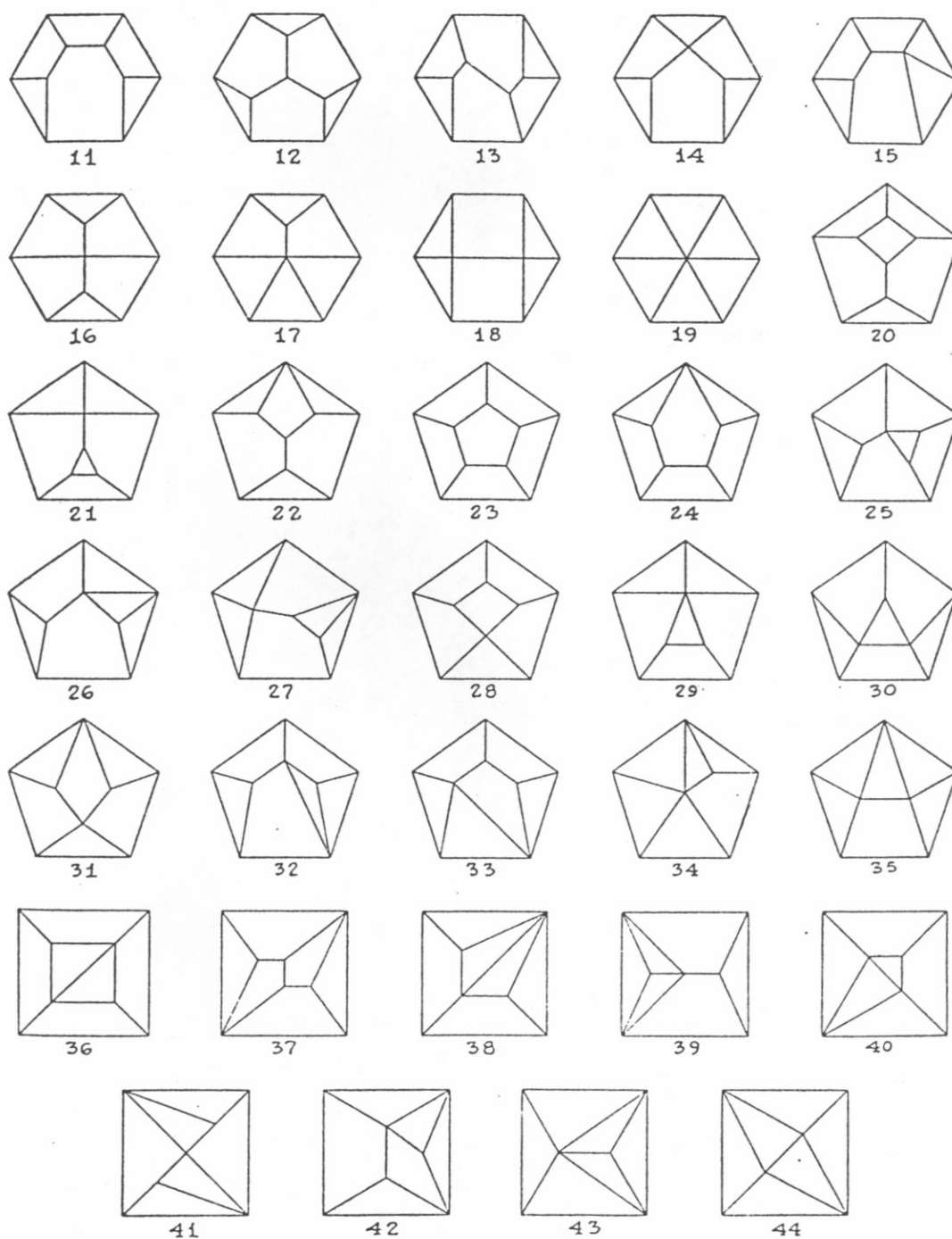
formulákkal definiáltak. A fenti képletekben

$$\mu_k(\Phi_S) = \frac{1}{V} \sum_{j=1}^V \Phi_S^k(X_j) \quad (8)$$

a $\Phi_S(X_j)$ általánosított kombinatorikus görbület k -adik közönséges momentuma, ahol $k=1,2,3$. Mivel S tetszőleges valós szám, ezért mindkét topológiai alaktényező az S skalár mennyiséget szabadon választható paraméterként tartalmazza. Meghatározása kísérletekre támaszkodva történhet. Tapasztalataink szerint az S paramétert oly módon célszerű megválasztani, hogy értéke a $[-2, 2]$ intervallumba essék. Kiegyensúlyozott” sejtrendszerekre (KS-rendszerekre) – a definíciókból következően – mind $\Lambda(S)$ mind pedig $\Omega(S)$ topológiai alaktényező értéke zérus.

4. Topológiai alakjellemezők szelektivitásának elemzése

Abból a célból, hogy megvizsgáljuk, hogy a fentebb definiált kétféle topológiai alaktényező milyen hatékonysággal alkalmazható poliéder típusú alakzatok morfológiai minősítésére, egy kísérletsorozatot végeztünk. E célra kis oldalszámú, nevezetesen 7-lapú poliéderek egy véges halmazát használtuk, e poliéderek Schlegel-diagramjai az 1. ábrán látható. Valamennyi, összesen 34 hétlapú poliéderre vonatkozóan, $S = -1$ és $S = +1$ paraméterválasztás mellett meghatároztuk a megfelelő $\Lambda(-1)$, $\Omega(-1)$, $\Lambda(1)$ és $\Omega(1)$ alaktényezőket. A számítási eredményeket az 1. táblázat összesíti.



1. ábra Hétlapú konvex poliédereket reprezentáló Schlegel-diagramok

Amint a táblázati adatokból is kitűnik, mind a négy topológiai alaktényező meglehetősen jól tükrözi a poliéderek morfológiája közötti hasonlóságot, illetve különbözőséget. Arra következtethetünk, hogy bár a négy topológiai alaktényező között meglehetősen erős korreláció mutatható ki, mindazonáltal ezek algebrailag független mennyiségek. Külön elemzést igényel annak eldöntése, hogy a négy topológiai alaktényező közül melyik az, amelynek információ-tartalma, diszkrimináló képessége a legnagyobb.

Poliéder kód-száma	Topológiai jellemzők			
	$\Lambda(-1)$	$\Omega(-1)$	$\Lambda(1)$	$\Omega(1)$
11	0,3437	6,145	0,1471	0,4783
12	0,2755	3,663	0,0946	0,3052
13	0,7693	12,085	0,2811	0,8868
14	0,9415	7,928	0,3011	1,0038
15	0,6695	10,145	0,2066	0,6572
16	1,6314	14,104	0,5280	1,6753
17	1,6025	10,217	0,5600	1,9295
18	0,5480	7,578	0,0896	0,2843
19	1,7805	8,012	0,7736	2,8840
20	0,2755	4,555	0,1034	0,3320
21	1,2523	16,029	0,4631	1,5070
22	0,4933	6,492	0,1703	0,5570
23	0,0000	0,000	0,0000	0,0000
24	0,8223	9,307	0,3372	1,1790
25	1,2948	13,166	0,4718	1,5810
26	0,7418	9,393	0,3283	1,0710
27	1,2707	14,826	0,5238	1,7010
28	0,6146	7,167	0,2058	0,7000
29	1,8581	13,289	0,8089	2,8550
30	0,5480	7,169	0,2195	0,7110
31	1,2394	11,699	0,5451	1,8430
32	1,6538	18,364	0,7076	2,2730
33	0,9762	12,104	0,4231	1,4010
34	1,4786	13,596	0,8414	2,8180
35	0,4431	5,834	0,2312	0,7530
36	0,5480	7,578	0,2711	0,8940
37	1,6025	14,625	0,6947	2,3770
38	1,7805	16,451	1,0720	3,6290
39	1,7805	21,514	0,9445	2,9150
40	0,2303	3,098	0,1765	0,5690
41	1,5292	16,703	0,8425	2,7040
42	1,0183	11,555	0,5869	1,9120
43	1,5165	15,232	1,2162	3,8900
44	0,5155	5,818	0,4108	1,3080

1. táblázat Hétlapú poliéderekre vonatkozó topológiai alaktényezők értéke

Megállapítható továbbá, hogy az Ω alaktényező hatékonyabb, mondhatni, némiképp „szektívebb” a Λ paraméternél. Ez főként azzal magyarázható, hogy a Λ alaktényező kizárólag a kombinatorikus görbület szórását jellemzi, a matematikai statisztikában szokásos értelemben. Mint megfigyelhető, a 34 hétlapú poliéder között található egy (a 23. sorszámú prizma), amely kiegyensúlyozott rendszert képvisel, ennek tulajdonítható, hogy ez esetben valamennyi számított alaktényező értéke zérus.

4. Fullerének topológiai szerkezetének minősítése

A négyféle alaktényező gyakorlati alkalmazhatóságának további tesztelése és értékelése végett vizsgálatokat kiterjesztettük fullerén-izomerek geometriai szerkezetének minősítésére. A vizsgálatokat a C60 típusú fullerén-izomerekre koncentráltuk, amelyek 12 ötszögből és 20 hatszögből álló, 60 trivalens csúcsponttal rendelkező poliéderes gráfokkal reprezentálhatók.

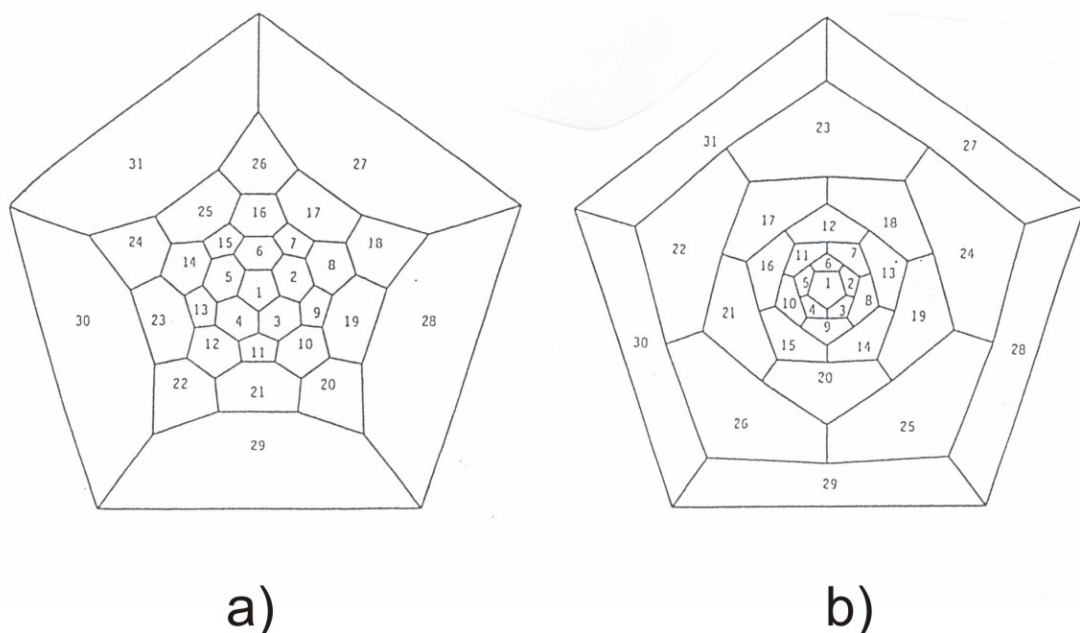
A C60 fullerén-izomerek topológiai jellemzőit illetően számos eredmény található a szakirodalomban. Mint ismeretes az 1812 darab C60 izomer 42 osztályba sorolható, amennyiben egy tetszőleges csúcsra illeszkedő 5- és 6-szögek lehetséges kombinációt tekintjük az osztályozás kiindulási alapjának [4]. Az öt- és hatszögek közül pontosan 3 találkozik egy csúcsban, ezek elvileg a következő négy konfigurációban fordulhatnak elő: $C_{5,5,5}$, $C_{5,5,6}$, $C_{5,6,6}$ és $C_{6,6,6}$. Mivel a csúcsok száma 60, ezért a négy különböző konfigurációt alkotó csúcsok számának összege is 60. Bizonyítható továbbá, hogy ismerve $C_{5,5,5}$ és $C_{5,5,6}$ konfigurációknak megfelelő csúcsok számát, ebből a $C_{5,6,6}$ és $C_{6,6,6}$ konfigurációkhoz tartozó csúcsok száma már meghatározható. A C60 típusú fullerén-izomerekre vonatkozóan meghatározott négyféle topológiai alaktényező értékét a 2. táblázat tartalmazza.

Osztály sor- száma	Topológiai paraméterek						
	$C_{5,5,5}$	$C_{5,5,6}$	N_P	$\Lambda(-1)$	$\Omega(-1)$	$\Lambda(1)$	$\Omega(1)$
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	4	2	0,2083	16,04	0,0231	0,0734
3	0	6	3	0,3079	21,72	0,0346	0,1101
4	0	8	4	0,4047	26,26	0,0462	0,1467
5	0	10	5	0,4990	29,90	0,0577	0,1833
6	0	12	6	0,5910	32,81	0,0692	0,2198
7	0	14	7	0,6808	35,12	0,0808	0,2563
8	0	16	8	0,7686	36,94	0,0923	0,2928
9	0	18	9	0,8546	38,35	0,1038	0,3293
10	0	20	10	0,9387	39,43	0,1154	0,3657
11	0	24	12	1,1021	40,79	0,1384	0,4385
12	1	7	5	0,4990	36,40	0,0577	0,1810
13	1	9	6	0,5910	38,85	0,0692	0,2176
14	1	11	7	0,6808	40,75	0,0877	0,2541
15	1	13	8	0,7686	42,20	0,0923	0,2906
16	1	15	9	0,8546	43,29	0,1038	0,3271
17	1	17	10	0,9387	44,07	0,1154	0,3635
18	1	19	11	1,0212	44,61	0,1269	0,4000
19	2	8	7	0,6808	46,38	0,0808	0,2519
20	2	10	8	0,7686	47,47	0,0923	0,2884
21	2	12	9	0,8546	48,23	0,1038	0,3249
22	2	14	10	0,9387	48,72	0,1154	0,3613
23	2	16	11	1,0212	48,99	0,1269	0,3977

Osztály sor- száma	Topológiai paraméterek						
	$C_{5,5,5}$	$C_{5,5,6}$	N_P	$\Lambda(-1)$	$\Omega(-1)$	$\Lambda(1)$	$\Omega(1)$
24	2	18	12	1,1021	49,07	0,1384	0,4341
25	3	9	9	0,8546	53,17	0,1038	0,3227
26	3	11	10	0,9387	53,37	0,1154	0,3591
27	3	13	11	1,0212	53,37	0,1269	0,3955
28	3	15	12	1,1021	53,21	0,1384	0,4319
29	3	17	13	1,1815	32,92	0,1500	0,4682
30	4	8	10	0,9387	58,02	0,1154	0,3569
31	4	10	11	1,0212	57,75	0,1269	0,3933
32	4	12	12	1,1021	57,35	0,1384	0,4296
33	4	14	13	1,1815	56,84	0,1500	0,4660
34	4	16	14	1,2595	56,24	0,1615	0,5023
35	5	9	12	1,1021	61,49	0,1384	0,4274
36	5	11	13	1,1815	60,76	0,1500	0,4638
37	5	13	14	1,2595	59,96	0,1615	0,5000
38	6	10	14	1,2595	63,68	0,1615	0,4979
39	6	12	15	1,3361	62,63	0,1730	0,5342
40	6	14	16	1,4116	61,56	0,1845	0,5704
41	8	12	18	1,5588	65,49	0,2076	0,6384
42	10	10	20	1,7017	68,34	0,2306	0,7063

2. táblázat A C60 típusú fullerén-izomerekre számított topológiai alaktényezők

Mint megállapítható, az alaktényezők számított értéke egy adott fullerén-osztályra nézve azonos, de a 42 osztályra vonatkozóan eltérő, azaz osztályonként különböző. A táblázatban feltüntettük a $C_{5,5,5}$ és $C_{5,5,6}$, konfigurációknak megfelelő csúcsok számát, továbbá az ún. pentagonális index (N_P) értékét is, amely a fullerének strukturális jellemzésére leginkább használatos topológiai paraméter [5]. A pentagonális index nem-negatív egész szám, nagysága zérus és 20 között változik, a szakirodalomban a fullerén-stabilitás legfontosabb kvantitatív mérőszámaként tartják számon. Gyakorlatilag, egy fullerén annál stabilabbnak tekinthető, minél kisebb N_P értéke. Ebből adódóan, $N_P=0$ a legstabilabb C60 fullerén-izomerre (ez a kizárólag izolált ötszögeket tartalmazó Buckminster fullerén), és $N_P=20$ a leginkább instabilnak tekintett C60 fullerén-izomerre. (Bizonyítható, hogy mindkettőből csak egy darab létezik.) A 2. táblázat adataiból kitűnik, hogy a 42 osztály közül, a legstabilabb Buckminster fullerén az első osztályt, míg a legkevésbé stabil fullerén-izomer az utolsó, azaz a 42. osztályt képviseli. Az említett két „extremális” tulajdonságú C 60 fullerén Schlegel-diagramja a 2. ábrán látható.



2. ábra A legstabilabbnak tekintett C60 izomer (a) és a leginkább instabilnak tekintett C60 izomer (b) Schlegel diagramjai [4]

A négyféle topológiai alaktényező valamint a pentagonális index között meglehetősen szoros sztochasztikus jellegű kapcsolat fedezhető fel. Ezt a megfigyelést a 3. táblázatban feltüntetett, a 42 fullerén-osztályra vonatkozóan számított korrelációs együtthatók is alátámasztják.

	Topológiai paraméterek				
	N_p	$\Lambda(-1)$	$\Omega(-1)$	$\Lambda(1)$	$\Omega(1)$
N_p		0,99807	0,87522	0,99975	0,99977
$\Lambda(-1)$			0,88800	0,99794	0,99873
$\Omega(-1)$				0,87594	0,87242
$\Lambda(1)$					0,99953
$\Omega(1)$					

3.táblázat A vizsgált öt különböző topológiai alaktényező korrelációs mátrixa

A 2. és 3. táblázat adatait elemezve a következő felismerésekhez juthatunk: A négyféle alaktényező mindegyike lehetőséget nyújt a fullerén típusú poliéderek topológiai szerkezetének kvantitatív jellemzésére, és ezen túlmenően ezek számszerű kritériumon alapuló osztályozására is. Megfigyelhető, hogy a legstabilabbnak vélt Buckminster fullerénre nézve az összes vizsgált topológiai alaktényező értéke minimális: $\Lambda(-1)=\Omega(-1)=\Lambda(+1)=\Omega(+1)=N_p=0$. Ugyanakkor szembevetendő, hogy

legkevésbé stabilnak tartott fullerén-izomerre vonatkozóan valamennyi topológiai alaktényező értéke maximális: $\Lambda(-1)=1.7017$, $\Omega(-1)=68.34$, $\Lambda(+1)=0.2306$, $\Omega(+1)=0.7063$ és $N_p=20$. Mivel a vizsgált alaktényezők rendkívül erősen korreláltak a pentagonális indexszel, ezért alkalmasnak tűnnek a fullerén-stabilitás minősítésre, előrejelzésére is. Ez főként olyan fullerének tanulmányozásakor lehet hasznos, amelyek bonyolultabb felépítésűek, azaz nemcsak 5- és 6-szögekből állnak.

5. Összefoglalás, következtetések

Kísérletekre támaszkodva igazoltuk, hogy a poliéder típusú alakzatok általánosított kombinatorikus görbületének statisztikai jellemzőiből olyan számszerű topológiai alaktényezők generálhatók, amelyek hatékonyan alkalmazhatók egyedi szemcsék morfológiájának kvantitatív jellemzésére.

Példákon demonstráltuk, hogy az újonnan definiált topológiai alaktényezők alkalmasak poliéderek topológiai hasonlóságának minősítésére, poliéder-típusú szemcsék és mikroszkópos részecskék számszerű kritériumon alapuló morfológiai osztályozására.

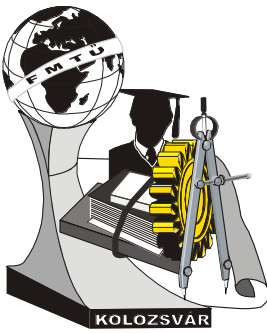
C60 típusú fullerén-izomerek topológiai jellemzésére irányuló vizsgálataink eredményeiből arra következtettünk, hogy az új alaktényezők felhasználhatók a fullerén-stabilitás predikciójára is.

Irodalom

- [1] Gy. Bagyinszki: A 3-dimenziós mikroszerkezet topológiai jellemzése cella-modell alkalmazásával, FMT IX. Tud. Ülésszak Közleményei, Kolozsvár, 2004. p. 215-224.
- [2] Yu. Higuchi: Combinatorial Curvature for Planar Graphs, J. Graph Theory, **Vol. 38**, (2001) p. 200-229.
- [3] T. Réti and K. Böröczky: Topological Characterization of Cellular Structures, in preparation
- [4] A. T. Balaban, X. Liu, D.J. Klein, D. Babics, T.G. Schmalz, W.A. Seitz and M. Randic: Graph Invariants for Fullerenes, J. Chem. Inf. Comput. Sci., **Vol. 35**, (1995) p. 396-404.
- [5] P. W. Fowler and D.E. Manolopoulos: An Atlas of Fullerenes, Oxford, University Press, 1994.

Dr. Bitay Enikő tudományos főkutató
Erdélyi Múzeum-Egyesület
Ro-400009 Kolozsvár, Jókai / Napoca u. 2-4.
Tel, fax: (+40) 264-595-176, E-mail: bitay@eme.ro

Dr. Réti Tamás, egyetemi tanár
Budapest Polytechnic, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary E-mail cím: Reti.tamas@bkgk.bmf.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AZ ESTPHAD FÁZISDIAGRAM SZÁMÍTÁSI MÓDSZER ALKALMAZÁSA A MgO-Al₂O₃-CaO RENDSZER ESETÉN

Mende Tamás, Roósz András

Abstract:

Using of the ESTPHAD (Estimation of Phase Diagrams) method simple function of liquidus, solidus curves or surfaces of the equilibrium phase diagrams can be created –based on thermodynamic equations and regression analysis. By these determined equations the temperature as a function of concentrations can be calculated with required precision. The advantages of the ESTPHAD method are that the parameters of the functions can be calculated simply, it gives a precise result and the calculation time is short.

The paper shows the using of ESTPHAD method in case of the MgO rich corner of the phase diagrams of the MgO-Al₂O₃-CaO system.

Az általunk kidolgozott ESTPHAD módszerrel az egyensúlyi fázisdiagramok likvidusz ill. szolidusz görbéi, felületei -termodinamikailag levezetett egyenletekre alapozva, regressziós analízis segítségével- jól kezelhető függvényekké alakíthatóak. Az így meghatározott nagyon egyszerű egyenletekkel a hőmérséklet és koncentráció értékek a gyakorlatnak megfelelő pontossággal számíthatóak. Az ESTPHAD módszer előnye más fázisdiagram számítási eljárásokkal szemben az, hogy a függvények állandói egyszerűen meghatározhatóak, elegendően pontos eredményt ad és a számítási idő rövid.

A cikk a MgO-Al₂O₃-CaO oxid rendszer egyensúlyi fázisdiagramjainak MgO-ban dús sarkának feldolgozását mutatja be az említett ESTPHAD módszerrel.

1. Bevezetés

A kohászati- és anyagtudományokban nagy jelentősége van egy könnyen elvégezhető, mégis a felhasználáshoz szükséges pontosságú egyensúlyi fázisdiagram-számítási módszernek. Megalkottunk, és különböző ötvözetrendszerekre alkalmazunk egy, az előbb említett kritériumoknak megfelelő eljárást (ESTPHAD, *Estimation of Phase Diagrams*). A következőkben a MgO-Al₂O₃-CaO egyensúlyi fázisdiagram ily módon történő feldolgozását mutatjuk be.

2. Termodinamikai alapok [1.] [2.]

Az ESTPHAD számítás termodinamikai levezetésének alapja az, hogy egyensúlyi állapotban az egymással egyensúlyt tartó fázisok parciális moláris szabadentalpiája egyenlő.

Hosszabb levezetés, sorba fejtés után a fázisátalakulások kezdő hőmérsékletének számítására egy polinomiális egyenletet kapunk:

$$T_K = \frac{T_0}{1 + F(c_B^I)} \quad (1)$$

Ahol: T_K az átalakulás kezdő (likvidusz vagy major) hőmérséklete
 T_0 a tiszta fázis átalakulásának hőmérséklete
 I, II az átalakuló, illetve a keletkezett fázis
 $F(c_B^I)$ regressziós analízissel meghatározott polinom

$$F(c_B^I) = A(1) * c_B^I + A(2) * (c_B^I)^2 + A(3) * (c_B^I)^3 + \dots = \sum_{i=1}^n A(i) * (c_B^I)^i \quad (2)$$

Ahol: $A(i)$ a polinom együtthatói
 c_B^I az átalakuló fázis „B alkotó” koncentrációja, tömegszázalékban

Az ESTPHAD módszer hierarchikus felépítésének köszönhetően a számítás rendkívül egyszerűen kiterjeszhető három- és többalkotós rendszerek esetére is.

Háromalkotós rendszer esetén az átalakulások kezdő hőmérsékletének számítására alkalmazott egyenlet:

$$T_K = \frac{T_0}{1 + F(c_B^I) + F(c_C^I) + \Delta F(c_B^I; c_C^I)} \quad (3)$$

Ahol: $F(c_B^I)$ az A-B binér rendszerben kiszámított függvény,
 $F(c_C^I)$ az A-C binér rendszerben kiszámított függvény,
 $\Delta F(c_B^I; c_C^I)$ az A-B-C ternér rendszerben kiszámított függvény

A ΔF „hibafüggvény” (melyet szintén regressziós analízissel határozzunk meg) a következő módon épül fel:

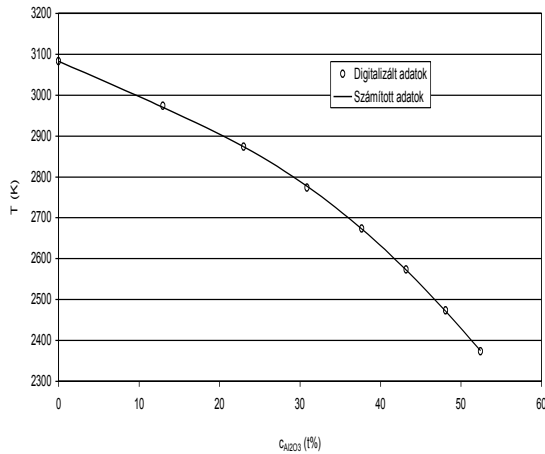
$$\begin{aligned} \Delta F(c_B^I; c_C^I) &= A(1;1) * c_B^I * c_C^I + A(2;1) * (c_B^I)^2 * c_C^I + A(1;2) * c_B^I * (c_C^I)^2 + \dots = \\ &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{q-i} A(i; j) * (c_B^I)^i * (c_C^I)^j \end{aligned} \quad (4)$$

3. Eredmények bemutatása, elemzése

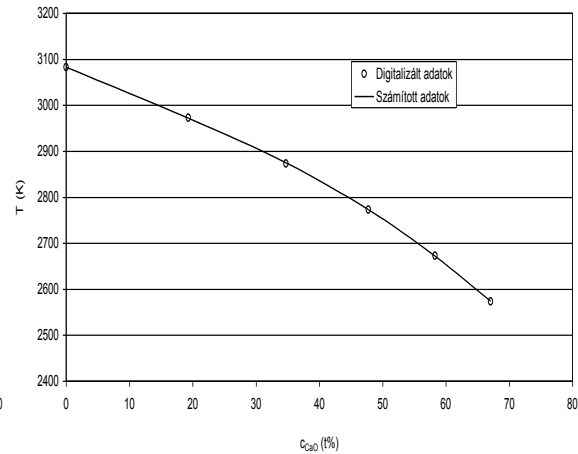
Az **1., 2. ábrán** látható a MgO-Al₂O₃ és a MgO-CaO binér rendszerek Periclase fázisának digitalizált és számított likvidusz görbéi. A számított eredmények szórása ± 4 K eltérésen belül van. Az átlagos

eltérés (melyet az összes eltérés abszolút értékéből számítottunk) a MgO-Al₂O₃ rendszerben 1,65 K, a MgO-CaO esetén pedig 0,89 K.

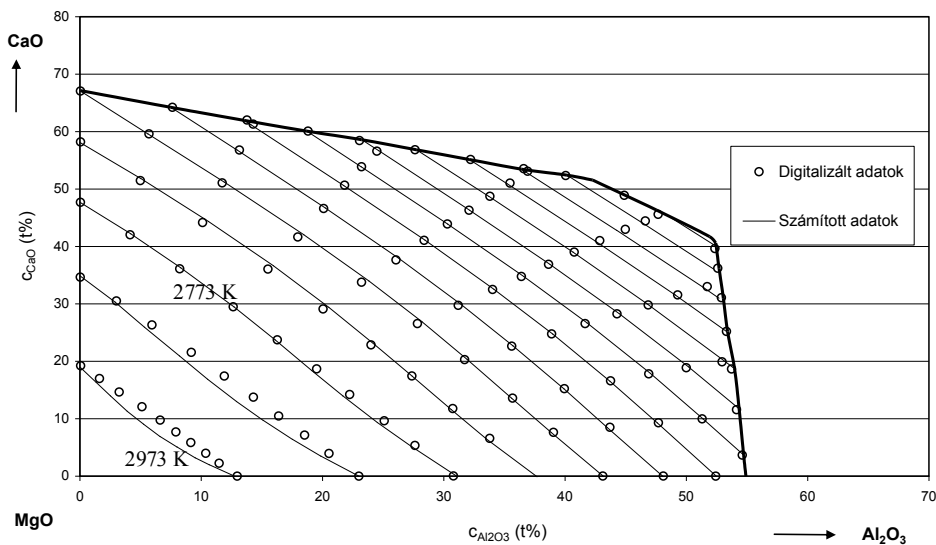
A 3. ábra a MgO-Al₂O₃-CaO ternér diagramban a MgO-ban dús rész likvidusz felületének digitalizált és számított izotermáit mutatja. Az izotermák 100 K-enként vannak feltüntetve, az első -legnagyobb hőmérsékletű- izoterma hőmérséklete 2973 K. A számított eredmények eltérése ±30 K-nél kisebb, az átlagos eltérés 7,21 K.



1. ábra A MgO-Al₂O₃ fázisdiagram Periclase fázisának számított és mért (digitalizált) likvidusz görbéje



2. ábra A MgO-CaO fázisdiagram Periclase fázisának számított és mért (digitalizált) likvidusz görbéje



3. ábra A ternér rendszerben a Periclase fázis likvidusz felületének számított és mért (digitalizált) izotermái

Az **1. táblázat**ban megtalálható a két binér, illetve a ternér rendszerben az ESTPHAD módszerrel előállított polinomok együtthatói. Az $A(i;0)$ együtthatók a MgO-Al₂O₃, az $A(0;j)$ együtthatók a MgO-CaO, az $A(i;j)$ koefficiensek pedig a ternér rendszerben lettek kiszámítva. Ezek felhasználásával nagyon egyszerűen kiszámítható az adott rendszer likvidusz hőmérséklete.

MgO -	$(c_{CaO}^L)^0$		$(c_{CaO}^L)^1$		$(c_{CaO}^L)^2$		$(c_{CaO}^L)^3$	
$(c_{Al_2O_3}^L)^0$	$A(0;0)$		$A(0;1)$	0,0020091	$A(0;2)$	-1,06241E-05	$A(0;3)$	3,6807E-07
$(c_{Al_2O_3}^L)^1$	$A(1;0)$	0,0030973	$A(1;1)$	0,000147554	$A(1;2)$	-5,51253E-06	$A(1;3)$	6,44683E-08
$(c_{Al_2O_3}^L)^2$	$A(2;0)$	-3,3361E-05	$A(2;1)$	-4,12932E-06	$A(2;2)$	1,15951E-07		
$(c_{Al_2O_3}^L)^3$	$A(3;0)$	1,5798E-06	$A(3;1)$	5,82849E-08				

1. táblázat A Periclase fázis likvidusz hőmérsékletének számítására (binér és ternér rendszerekben) előállított polinomok együtthatói

4. Összefoglalás

Összefoglalásként elmondható, hogy az ESTPHAD módszerrel előállított polinomok felhasználásával a kristályosodás kezdő hőmérsékletét gyorsan, egyszerűen, a gyakorlati életnek megfelelő pontossággal számolhatóak. A számítások pontossága a feldolgozott egyensúlyi fázisdiagram pontosságától erősen függ. A jelenlegi számításoknál pontosabb eredményeket kaphatnánk, amennyiben a számításokat közvetlenül mérési adatokkal tudnánk elvégezni, nem csak az irodalomban talált grafikus fázisdiagramokkal [3.].

5. Felhasznált irodalom

- [1.] Roósz A., Kaptay G.: An Advanced Tool for Modelling of Solidification, Z.Met., in press
- [2.] Roósz A., Kaptay G., Farkas J.: Thermodynamics-Based Semi Empirical Description of Liquidus Surface and Partition Coefficients in Ternary Al-Mg-Si Alloy, Mat. Sci. Fórum, 2002., p323.
- [3.] Muan, Arnulf, Osborn: Phase Equilibria Among Oxides in Steelmaking, Pergamon Pr., 1965..

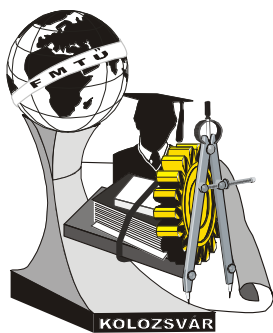
Mende Tamás¹, Roósz András² / egyetemi hallgató¹, egyetemi tanár²

Miskolci Egyetem, Fémtani és Képlékenyalakítástani Tanszék

(+36-46)565-111/15-38

(+36-46)565-201

kohme@freemail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GENETIKUS ALGORITMUS PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA GYÁRTÁSI FINOMPROGRAMOZÁS ESETÉN

Tokai Attila , Kutrovác Lajos, Szántai Mihály, Szűcs László

Summary

The subject of the paper is connected to one type of the artificial sciences. The genetic algorithm (GA) was used to solve scheduling problems and it was verified to be suitable to make schedule with common instance. GA is dependent on its parameters. We analyzed these parameters, what kind of change it is make with the Johnson criteria. In other words, we found the best adjustment for the GA to become more powerful.

Összefoglalás

A cikk témája a mesterséges intelligenciák egyik típusához, a genetikus algoritmushoz (GA, [1] kapcsolódik, amely bizonyítottan alkalmazható [2] a termelésirányítás egyik moduljához, a termelésprogramozáshoz [3]. A GA hatékonysága a paramétereitől függ. Megvizsgáltuk, hogy ezek a paraméterek változtatásával hogyan változik a Johnson kritérium értéke. Ötféle különböző paraméterállást vettünk fel, és kiértékeljük az összes variációt. Ezzel megtudtuk, hogy az általunk kiválasztott feladatot milyen beállításokkal érdemes a leghatékonyabban megoldani.

Bevezetés

A termelésirányítás egyik alrendszere a gyártásütemezés, amikor megtervezik a következő műszak, vagy valós időben – esetleg egy gépleállás következtében – az adott üzemben lévő gépek terhelését. Azt a folyamatot, amikor meghatározzák, hogy a gépre várakozó munkadarabok közül melyiket kell feltenni, hogy megfeleljen a gyáregység gazdasági célkitűzéseinek, finomprogramozásnak nevezzük. Hagyományosan a finomprogramozáshoz prioritási szabályokat alkalmaztak, azonban a GA ezt a problémát hatékonyabban oldja meg. A GA hatékonyságát a paramétereinek a változtatásával tudjuk beállítani [4, 5]. Azt feltételeztük, hogy a paraméterek egy része a problémától független, mindig ugyanúgy befolyásolja a GA működését, másik része pedig speciálisan a problémától függ.

Paraméterek

A következő paramétereket vizsgáltuk meg: keresztezések száma (1. paraméter), mutációk száma(2. paraméter), keresztezések és mutációk aránya(3. paraméter), mutáció szülő egyedeinek kiválasztási helye(4. paraméter), keresztezés szülő egyedeinek kiválasztási helye(5. paraméter). A keresztezések száma 1, 2, és 3 volt. A mutációk

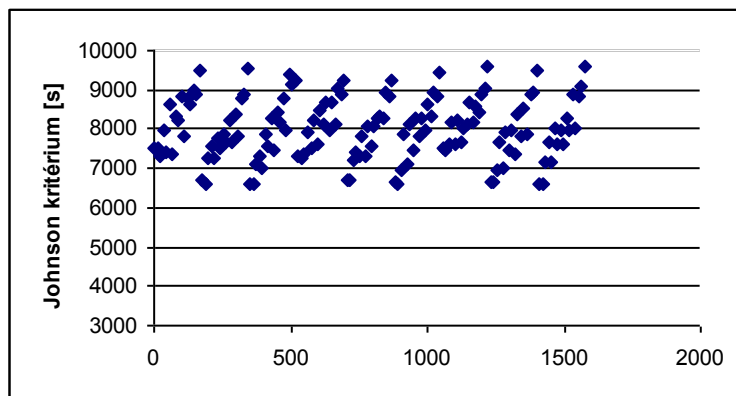
száma 1, 3, és 5 lehetett. A keresztezések és mutációk arányát a keresztezések százalékos aránya jellemzi, 0%, 25%, 50%, 75%, és 100% között volt változtatható. A mutáció szülő egyedének a kiválasztása a teljes populációból vagy az utolsó 25%-ból történt. A keresztezés szülő egyedének a populációból való kiválasztása a teljes és az első 25%-ból történt. Az összes paraméter beállítás ezért $3 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 2$, azaz 180 különböző állása lehet. Ha minden mérést tízszer végzünk el, akkor összesen egy feladathoz 1800 mérés tartozik. Ezen paramétereknek a vizsgálata az 1. táblázatban található feladaton végeztük el. A táblázatban található gépdők másodpercben értendők.

Műveletek száma	A alkatrész		B alkatrész		C alkatrész		D alkatrész	
	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	Gépkód	gépdő
1	1	887	1	799	1	999	1	666
2	2	555	5	789	2	999	3	753
3		-		-	3	852	4	789
4		-		-	4	520	5	520
5		-		-	5	630	-	-

Műveletek száma	E alkatrész		F alkatrész		G alkatrész		H alkatrész	
	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő	gépkód	gépdő
1	1	663	1	558	1	886	1	541
2	2	699	2	558	2	965	2	863
3	3	578	4	965	-	-	3	561
4	4	876	5	543	-	-	4	723
5	5	741	-	-	-	-	5	896

1. táblázat
Termelésütemezési feladat

A futtatás során rögzítve lettek az egyes beállítások, az optimalizálás végeredménye, azaz a homogenizálódott populáció egyedének a Johnson kritérium szerinti értékei, és a futási idő. Ha az összes kritérium értéket ábrázoljuk a futtatások számának a függvényében, akkor az 1. ábrát kapjuk.

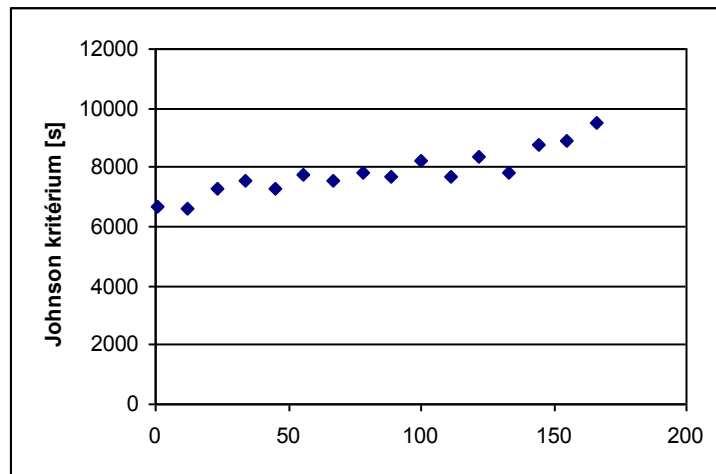


1. ábra Johnson kritérium értékek

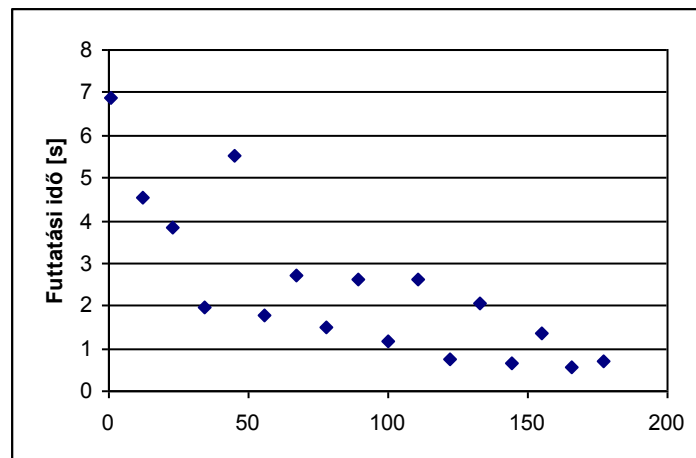
Kicsit bonyolultnak tűnik az ábra, de ha megnézzük alaposabban, akkor látható, hogy kilenc elkülönült pontthalmazból áll. Az összes lehetőség paraméterek szerint egybeágyazott ciklusokkal volt legenerálva: kívül volt az első, azon belül a második, és így tovább. Tehát az 1. paraméter volt legkívül, ezért az ábrán az első három pontthalmaz az 1. paraméter első paraméterállása. Látható, hogy az első, második, és a harmadik pontthalmaz csoport között Johnson kritérium szerint jellegben nem különböznek. Tehát az első következtetés az, hogy a keresztezések számának változása nem hozott kiemelkedően nagy változást a GA működésében.

Az első három ponthalmaz a 2. paraméter három különböző állását mutatja. Látható, hogy ha egyről növeltük a mutációk számát háromra, akkor optimálisabb pontot tudott találni a GA, de amikor tovább növeltük ötre, akkor már nem csökkent tovább a kritérium értéke. Tehát a mutáció számát érdemes egyről megnövelni.

Egy ponthalmazon belül a 3. paraméter öt állásának változása látszik (2. ábra). Első pontok a több mutációt, az utolsók a több keresztezést alkalmazzák. A mérés szerint a tiszta mutáció hozta a legjobb eredményt, azaz a keresztezés teljesen elhanyagolható. Azonban, ha megvizsgáljuk, hogy a mérés során hogyan változott az idő (3. ábra), akkor látható, hogy ha a mérés a legjobb eredményt hozta, akkor sok idő telt el, de ha a legrosszabb eredményt adta ki, akkor kevés idő telt el. Ezért, ha az időt is figyelembe vesszük, akkor a 3. paraméter optimális beállítása 75% mutáció, 25% keresztezés és 50% mutáció és keresztezés között van.



2. ábra 3. paraméter Johnson értéke



3. ábra 3. paraméter idő adatai

A 4. paraméter változtatásakor a mért Johnson kritérium szerinti értékek átlagát és a szórását tudjuk kiszámítani. Ha a mutáció a populáció egész részéből történik, akkor az átlag 7629.6s és a szórás 681s volt, ha az utolsó 25%-ából választottunk, akkor az átlag 8482.8s és a szórás 582.7s volt. Ezért a mutációkor a teljes populációból célszerű választani a szülő egyedeket.

Az 5. paraméter vizsgálatok szintén átlagot és szórást számoltunk. Populáció egészéből választva az átlag 8054.2s, a szórás 810.74s lett. A populáció első 25%-ából választva az átlag 7936.89s, a szórás 706s lett. A keresztezéskor a szülő egyedeket a populáció első 25%-ából célszerű kiválasztani.

Ha a 4. és az 5. paramétert egyszerre vizsgáljuk, akkor a következő táblázatot (2. táblázat) kapjuk, amiből kiolvashatóak, hogy az adott változtatások milyen mértékben befolyásolják a kritérium értékét, és hogy melyek az optimális beállítások.

	4.p. 100%, 5.p. 100%	4.p. 25%, 5.p. 100%	4.p. 100%, 5.p. 25%	4.p. 25%, 5.p. 25%
Átlag	7712,9s	7525,3s	8480,8s	8485,5s
Szórás	752,4s	573,2s	673,5s	446,35s

2. Táblázat 4. és 5. paraméter Johnson kritérium értékei

Továbblépési lehetőség

Erre a feladatra kiderült, hogy melyik paraméter hogyan befolyásolja a GA működését, de úgy sejtjük, hogy a finomprogramozási probléma fajtájától függ, hogy milyen beállítás szükséges. Ezért a közeljövőben meg fogjuk vizsgálni, hogy miként változnak a paraméterek, ha az alkatrészek műveleteinek a száma azonos vagy különböző; műveleti idők közel azonosak, vagy nagyon eltérnek egymástól; alkatrészen belül vannak-e visszatérő gépek vagy nincsenek; gépek száma kevés vagy sok. Létezhet olyan paraméter, ami a feladat típusától független, és lehet olyan, ami az adott feladattól függ.

Irodalom

- [1] HOLLAND, J. H.: **Adaption in neural and artificial systems**. MTI Press 1975
- [2] TOKAI, A.: **Finomprogramozás genetikus algoritmus segítségével**. Diplomatervezés, Budapest, 2003.
- [3] VÁNCZA, J.: **Műveleti sorrendtervezés tudásalapú módszerek és genetikus algoritmusok együttes alkalmazásával**. Kandidátusi értekezés, Budapest, 1993.
- [3] S.G. PONNAMBALAM, N. JAWAHAR, B. SENTHIL KUMAR: **Estimation of Optimum Genetic Control Parameters for Job Shop Scheduling**. Int J Adv Manuf Technol 2002. 19:224-234.
- [4] SÁNTAI, M., TOKAI, A., KUTROVÁ CZ, L.: **Mesterséges intelligencia a termelésütemezésben**. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2003.

Készítette:

Tokai Attila, PhD hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egry J. u. 1. E ép. II.;

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: tokai@manuf.bme.hu;

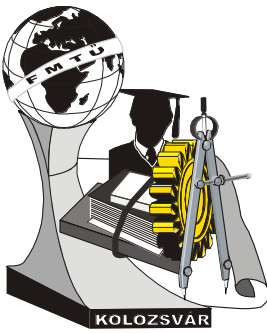
Kutrovác Lajos, tanszéki mérnök, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egry J. u. 1. E ép. II.

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: kutrovac@manuf.bme.hu;

Szántai Mihály, gépészmérnök, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egry J. u. 1. E ép. II.

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: szantaim@manuf.bme.hu;

Szűcs László, egyetemi hallgató, szucs@vipmail.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

HSC-HPC, NAGY SEBESSÉGŰ ÉS NAGY TELJESÍTMÉNYŰ MARÁSI ELJÁRÁSOK HŰTŐ-KENŐ FOLYADÉK NÉLKÜL

Dr. Kismihály János

Abstract

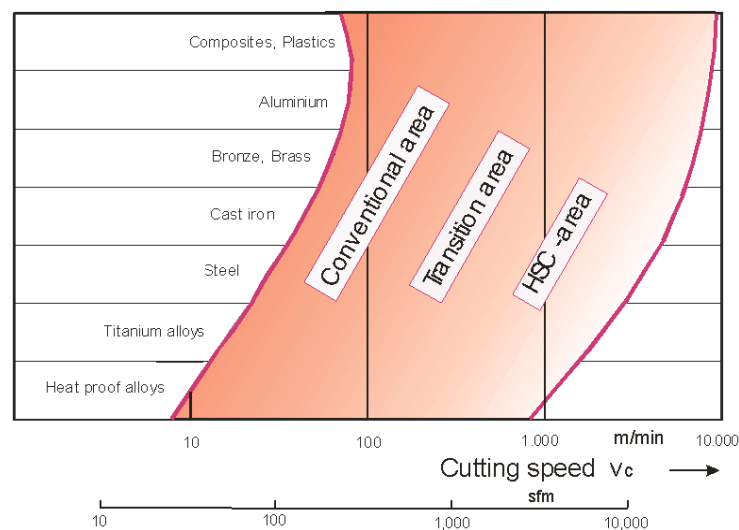
Is important that products to be produce at lower and lower production cost. For that the machines must be used at maximum productivity capacity. Our tools ensure high cutting capacity via two methods: HSC - high speed cutting, and HPC - high performance cutting. HSC technology need machines with high revolution speed. The HPC technology is useful for the machines with less revolution speed. The efficiency of these machining methods is better using dry machining with cold air blowing.

Összefoglalás

A mai piac verseny megköveteli hogy termékeinket egyre alacsonyabb áron állítsuk elő. Forgácsolás terén szükséges hogy a szerszámgépeket a maximális teljesítményen használjuk ki. Szerszámaink minősége biztosítják az egyre nagyobb forgácsolási teljesítményt két különböző módon: HSC (high speed cutting) – nagy-sebességű megmunkálások és HPC (high performance cutting) – nagy-teljesítményű megmunkálások. A HSC - hez magas fordulatszámú szerszámgépek szükségesek, a HPC pedig alacsonyabb fordulaton működőkön is nagy forgácsleválasztási teljesítményt biztosít. Mindezt leghatékonyabban szárazmegmunkálással érhetjük el.

1. A HSC megmunkálási módszer

Nagy sebességű (HSC = high speed cutting) megmunkálásról akkor beszélünk, amikor a vágósebesség olyan magas, hogy a forgács anyagszerkezete megváltozik, képlékennyé válik mely, elősegíti a forgácsleválasztást. Ez az érték a katalógusok által ajánlott vágósebességnél sokkal nagyobb és függ a megmunkálandó anyagtól és a szerszámgép merevségétől. Például acél esetén a vágósebesség $v_c > 300$ m/min, öntvény esetén $v_c > 700$ m/min, alumínium esetén pedig $v_c > 3000$ m/min kell legyen.



1. Ábra. A HSC vágósebesség a megmunkálandó anyag függvényében.

Elemelve az 1. ábrát látható hogy ilyen magas vágósebesség csak speciális körülmények között érhető el. A szerszám nagyon magas követelményeknek kell megfeleljen, a szerszámbe fogó pontossága a lehető legnagyobb kell legyen, a szerszám gép merevsége és dinamikája a legmagasabb körülményeknek kell eleget tegyen. Gyakorlatilag, egyes esetekben eléggé megközelíthető a HSC paraméterek, de általában az átmeneti zónában dolgozunk.

A nagysebességű megmunkáláshoz a szerszámnak a következő feltételeknek kell eleget tegyen: a) keményfém minősége, b) megfelelő élgeometria, c) bevonatolás.

a) A keményfém a lehető legmagasabb szakítószilárdsággal és keménységgel kell rendelkezzen. Erre legjobban megfelel az 1 µm-nel kisebb szemcsézetű K01-K05-K10 keményfémek.

ISO carbide grade	Percent in weight tungsten carbide	Percent in weight TiC-TaNbc	Percent in weight cobalt	Average grain size µm	Bending strenght N/mm ²	Hardness Vickers HV30
K10	94.20	0.30	5.5	1.0	1900	1750
K20	93.20	0.80	6.0	2.0	2000	1610
K40	87.20	0.80	12.0	2.0	2500	1370
K01-K10 Micro grain	94.00	-	6.0	0.5	3300	2000
K05-K10 fine grain	94.00	-	6.0	0.7	3300	1850
K10-K30 Fine grain	92.50	-	7.5	0.7	3500	1720
K2- K40	90.00	20.00	10.0	0.7	3700	1550
P20-P25	71.50	11,50	8.5	2.0-3.0	1800	1575
P30-P40	76.50	12.00	12.0	2.0-3.0	2200	1390

2. Ábra. A Keményfém anyagok összetétele és tulajdonságai..

TiAlN	
<p>MULTI- or MONOLAYER Hardness: 3000-3500 HV0,05 Work temperature: 800°C Coating thickness: 2-4 µm Friction coeff.: 0,5</p> <p>Application: - solid carbide cutters - HSS milling cutters</p> <p>Application range: - all steels, esp. for dry cutting</p>	FUTURA - <i>Balzers</i> approx. 24 layers normal machining
	VARIANTA - <i>Eifeler</i> approx. 24 layers normal machining
	X-TREME - <i>Balzers</i> monolayer hard milling
	EXXTRAL - <i>Eifeler</i> monolayer hard milling

3. Ábra. A TiAlN bevonat jellemzői.

b) A bevonatnak biztosítania kell a szerszámél védelmét a magas hőfok és a nagy surlódási erők ellen. Erre legmegfelelőbb a 2-4 µm vastagságú többrétegű TiAlN bevonat, melynek keménysége 3000-3500 HV és 800°C hőmérsékletnek ellenáll. Erre a típusú bevonatolásra többféle módszert dolgoztak ki a bevonatoló-berendezést gyártó cégek.

c) A cél egyre magasabb szerszáméltartam biztosítása egyre magasabb vágósebesség esetén is, úgy szerszámacélok, mint edzett acélok megmunkálásánál. Az 5-7 tengelyes CNC köszörűgépek lehetővé tették egyre bonyolultabb szerszámgeometria létrehozását. Az alábbiakban, cégünk legutóbbi fejlesztései közé tartozó keményfém származó élgeometriáját (4.ábra) és forgcsolási paramétereit (5. ábra) mutatjuk be néhány konkrét megmunkálás esetén.



4. Ábra. Bonyolult élgeometriájú szármaró HSC-HPC megmunkálásra.

A szerszám a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- Változó osztás (87° - 93°) → rezonancia kiküszöbölése.
- Dupla forgács horony → jó forgácskihordás
- Forgács szimmetria → magas fordulatszám
- Sarokrádus → magas éltartam
- Negatív homlokszög → magas éltartam kemény anyagokban is

HSC-Jet-Cut rmaró, kód 1987A , 1937A						
Átmérő	Anyag	n rot/min	vf mm/min	ap mm	ae mm	eljárás
3	1.2343	23000	6000	0.05	1.3	3D
6	1.2343	6000	9000	0.1	2.5	3D
10	1.2311	8000	4000	15	3	Oldalazás
10	C55 HRC50	3200	1024	14	1	Oldalazás
10	C55 HRC50	2500	200	10	10	Horonymarás
20	20CrMo4	3000	1400	18	9	Oldalazás

2. A HPC megmunkálási módszer

A HPC egy másik módja a termelékenység növelésének. Nem a vágósebességet növeljük, mely modern szerszámgepeket feltételez, hanem megoldást nyújtunk a hagyományos gépeken történő megmunkálások termelékenységének növeléséhez, melyet az egységnyi idő alatt leválasztott forgácsmennyiség - ként mérünk. Ez a megmunkálási módszert főleg 3D-s felületek marása esetén alkalmazható. Ilyen típusú felületek megmunkálásakor a fogásmélység általában kicsi, az egyedüli módszer a termelékenység növeléséhez a fogankénti előtolás növelése.

Cégünk kifejlesztette a Time-S-Cut nevezetű marótípust mely specialis élgeometriájának köszönhetően 1.2–2 mm fogankénti előtolást tesz tehetővé kb. 0.7 fogásmélység esetén.



Kód: 1936A
 Méretek: 3-16 mm
 Max. fogásmélység 0.5 mm.
 Max. előtolás 1.4 mm/fog

Pontosság:
 Sugár: →0,005 mm
 Körfutás:→0,003 mm

Alkalmazás: nagyolás + simítás
 Acélok, öntvények, edzett acélok
 63 HRC-ig, grafit, W ötvözetek



Kód: 9130
 Méretek: 20-80 mm
 Max. fogásmélység 0.7 mm.
 Max. fogankénti előtolás 2 mm

Pontosság:
 Sugár: → -
 Körfutás:→ -

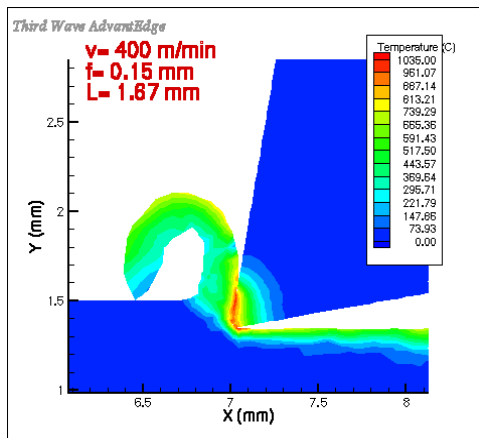
Alkalmazás: nagyolás
 Acélok, öntvények, edzett acélok 45 HRC-ig

5. Ábra. Time-S-Cut marók jellemzői.

Néhány alkalmazási példát az alábbi tábla mutat be:

Time-S-Cut maró, kód 1936A , 9130						
Átmérő	Anyag	n rot/min	vf mm/min	ap mm	ae mm	eljárás
10	1.2343	6000	10000	0.5	4	3D
10	C55 56HRC	3800	5000	0.3	4	3D
25	1.2311	2500	8000	0.7	20	3D
42	1.2311	1600	14000	0.7	35	3D
52	OLC45	1120	4500	1.2	45	3D

3. Szárazmegmunkálás



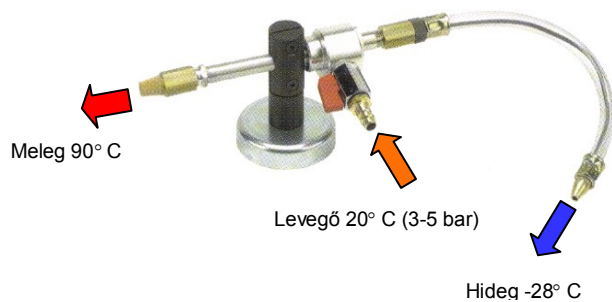
Méréseink kimutatták hogy magas vágósebesség esetén a forgácstérben 400-600°C hőmérséklet van. A TiAlN bevonat elég jól ellenáll ennek a hőmérsékletnek. Ilyen körülmények között a hagyományos hűtő-kenő folyadék használata nemhogy eredménytelen hanem még káros is.

A forgácstérből 100-350°C között elpárolog a víz és a kenőolaj is, a vágóél szárazon dolgozik, az él mögött viszont nagyon hűl, ami hő-sokkot eredményez és tönkreteszi a bevonatot. Nagy hővezető együtthatója miatt a hőt a forgácsból a munkadarabra és a szerszámba vezeti.

6. Ábra. Hőmérséklet a forgácstérben.

A megoldás hideg (-20, -25°C) sűrített levegő használata, mely egyenlően hűti úgy a vágóélet mint az él mögötti részt, nem okoz hő-sokkot, gyorsan elfújja a forgácsot a munkatérből és alacsony hővezető együtthatója miatt nem melegszik a szerszám és a munkadarab.

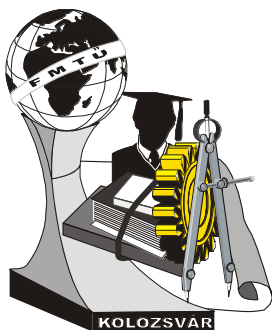
A cégünk által fejlesztett hideglevegő készüléket és paramtereit az alábbi ábra mutatja.



Fresh-air pressure bar	Temperature of cold air in °C with a cold-air amount of:		
	25 %	50 %	75 %
3	- 31	- 22	- 6
4	- 35	- 25	- 8
5	- 39	- 28	- 10
6	- 42	- 31	- 11
7	- 46	- 34	- 13

7. Ábra. EMUGE-FRANKEN fejlesztésű hideglevegő készülék és paramétereit.

Dr. Kismihály János
 EMUGE-FRANKEN Tools Romania Kft.
 Kolozsvár, Cuza Voda u. 20/29
 Tel/Fax. 0264-597600
 Mobil. 0744-424620
 Mail. ioan.kismihaly@emuge.ro



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

IPARI TERMÉK TERVEZÉS LEHETŐSÉGEI LINUX OPERÁCIÓS RENDSZEREN

– A 'CAD/CAM' lehetőségei Linux-on –

Bankós Péter

Abstract

Today the use of computers in the daily work is not questionable anymore either in the largest venture or in the smallest company. Mainly, companies may choose two different professional and general operating systems(OS): Windows or Linux.

But what is the situation with the application software, which can run on the chosen OS for example engineering design software? Engineering industry CAD/CAM software usually requires the Windows operating system. This results in very high cost for the small business companies. This is one segment for example where the company can save a lot of money in addition to develop their business knowledge and its safety.

Today Linux became a user-friendly OS and according to a lot of assessment able to improve its capabilities further. It represents a good alternative for small design offices, engineering companies to use Linux-based application in their daily work.

One simple question arises from users: is this system ready to help me in my work? Does the necessary application exist? What CAD/CAM software applications are available on the Linux platform? Which one to choose? Which one is the best for my company?

This study makes an attempt to find several answers.

Bevezetés

Ma már szinte elképzelhetetlen, hogy egy, a piacon élni és komolyan fejlődni akaró (kis)vállalkozás vagy önálló tervezőiroda ne használjon a mindennapi munkához, tervezéshez és járulékos tevékenységeihez számítógépet. Ez a költségérzékeny vállalkozás a piacon elérhető –

alapvetően és Európában – kétféle hivatalos és elterjedt operációs rendszer és számos rajtuk futtatható alkalmazói szoftver közül választhat.

Mi a helyzet a fő tevékenységhez, például a tervezéshez használható alkalmazói szoftvertermékek tekintetében? A gépiparban használatos mérnöki tervezőrendszerek ma már dominánsan Windows operációs rendszeren „dolgoznak”. Egy (kis) vállalkozás számára óriási kiadás az IT rendszer megvásárlása és működtetése, menedzselése, melyet a Windows-alapú rendszer megvásárlása és üzemeltetése jelent. **A rendelkezésre nem állás** ebben az esetben a vállalkozás végét jelentheti. Ez helyzet a tervezőszoftvert tekintve is.

A Linux operációs rendszer mai felhasználóbarátsága, költséghatékonysága és számos egyéb pozitív jellemzője, piaci helyzete és jövője – már csak Unix-os gyökerei okán is – felveti, hogy a fenti elképzelt (kis)vállalkozás – Linux-on végezze napi munkáját, így a terméktervezést is. *A felhasználó „egyszerű” kérdései tehát:* Léteznek-e a (gép)ipari terméktervezést segítő szoftvertermékek – CAD/CAM rendszerek – Linux-ra? Melyek alkalmasak számomra a napi munkára? Hogyan válasszam ki a megfelelő szoftverterméket?

A dolgozat némi elméleti fejtegetés után erre próbál választ adni.

Bevezető gondolatok

1996-ban találkoztam először a legismertebb *nyílt forráskódú* szoftverrel, a Linux „operációs rendszerrel”. Mivel Unix-os területen nem dolgoztam, akkoriban újdonság volt számomra minden tekintetben: felhasználási területe, telepítése, felhasználói felülete, fájlkezelése, tanulhatósága(!) és stabilitása.

(Az operációs rendszert itt az alábbiak miatt szükséges idézőjelbe tenni: **a Linux nem operációs rendszer**. A Linux **az operációs rendszer magja**, a *kernel*. [1.] Ez a rendszermag egészül ki számos programmal, amelyek segítségével dolgozni tudunk a Linux alatt. Ennek ellenére a köztudatban elterjedt módon fogom használni a továbbiakban.)

Nem voltam túlzottan türelmes és hűséges, így „csak” 2002-ben tértem újra vissza a Linux-hoz, amikor már telepítése és használata jóval barátságosabb és könnyebb volt...

Néhány szóban a Linux-ról

Az IDC (International Data Corporation) adatai szerint már 1999-ben látszódott – hogy a Linux lelkes amatőrök játékszeréből komoly operációs rendszerré válik. A *webkiszolgálók* mintegy 15 százaléka ekkor már Linux kiszolgálón fut. Ez kb.1,5millió gépet jelentett. A 2004-es év végére **a webszerverek közel 70 százaléka Linux-alapú**.

Az üzleti lehetőségeket felismerve mára tökeerős cége álltak a Linux 'projekt' mellé, többek között pl. a Novell, az Intel, az IBM, a Red Hat. A Linux nagyvállalati felhasználói közé tartozik pl. a General Motors, az AT&T, az Intel, itthon a MÁV, a Pannon GSM, a Borsodi Sörgyár illetve számos

kormányhivatal és önkormányzat itthon a fejlett és a fejlődő világban egyaránt. (Pl. Aden MandrakeLinux projekt az Afrikai országok számára.)

A **Linux sikere** 3 alaptényezőre vezethető vissza:

1. **Szabadon hozzáférhető:** A Linux díjtalanul használható, korlátlanul másolható. A továbbfejlesztéséből származó szoftverek is szabadon terjeszthetők. (Bevétel csak Linux-ról készített könyvekről, dobozos disztribúciókból és terméktámogatásból és egyéb professzionális szolgáltatásból keletkezik.)
2. **Jól ismert kreatív fejlesztői környezet:** Ezer és ezer elkötelezett, lelkes programozó fejleszti a megfelelő szabályok szerint. A fejlesztői kooperáció technikai háttere, az INTERNET.
3. **Hatékony és rugalmas:** segítségével a legtöbb informatikai problémát stabilan, egyszerűen, költséghatékonyan és gyorsan meg lehet oldani a legelterjedtebb környezetben is.

A **Linux** erőssége – a UNIX-os gyökerek okán – ma már korántsem csak a szerver terület. A *disztribúciók* között válogatva könnyűszerrel találni olyat, ami mind az otthoni mindennapos tevékenységhez akár asztali, akár hordozható gépen – pl. szórakozáshoz, játékhoz, filmnézéshez, digitális fényképeink kezelésre, az *Interneten* való böngészésre stb. – mind **egy kisebb mérnöki vállalkozás irodai és speciális igényeinek megfelel**, és nem mellékesen *jogtisztán módon*. A két legelterjedtebb és legtámogatottabb disztribúció a **RedHat** és a **Suse**.

Azonban korántsem szabad elfelejteni, hogy míg a Windows-nál az egyszerűség, az egyszerű kezelhetőség (ablakozó rendszer, grafikus felhasználói felület) és az „erőszakos” üzleti logikai volt a fő szempont, addig a Linux sem egy hiba nélküli, azonnal használható rendszer és csak mára vált igazán, nem kizárólag a „számítógép guruk” számára is egyszerűen használhatóvá.

Motiváció

Az elmúlt évek során az ipar különböző területein – automatizálás, mezőgazdasági gépek gyártása, autóipar - végzett, szerkesztési, tervezési-fejlesztési munkáim során tapasztaltam, hogy mennyire **egyeduralkodók** a felhasználók körében a **Windows operációs rendszeren működő** csúcsteljesítményű (high-end), közepkategóriás (middle ware) és alapszintű (low-end) **tervezőrendszerek**.

Ezen alkalmazós szoftvertermékek bármelyikének beszerzése és termelésbe állítása komoly pénz és időigényes feladat még ma is, kezelése jól (elő)képzett szakembert igényel. A **tervezőrendszerekkel szemben támasztott követelmények** mára jelentősen változtak: nem elégszünk meg a digitális rajzasztal vagy digitális prototípus „funkciókkal”, komplett, a mérnöki tevékenységsorozat teljes egészét lefedő integrált modelleket kezelő, integrált szoftvertermékre van szükségünk.

Problémafelvetés

Nincsenek egyértelmű, naprakész felmérések és információk a műszaki tervezőrendszerek piacával és használatával kapcsolatban. A piac telített, a konkurenciaharc hatalmas, ami persze a felhasználó számára előnyös is lehet (pl. Unigraphics és ProEngineer a magyarországi piacon). Újak jelennek meg (pl. Autodesk Inventor, TopSolid), meglévők integrálódnak (pl. I-DEAS - Unigraphics NX) és szintén meglévők piaci helyzete gyengül (pl. CADKey) ill. meglévő rendszer kerül át más platformra (pl. CATIA V5). A tervezőrendszerek ma már minden esetben modulárisak, az egyes modulok funkcióit tekintve letisztultak, egyértelműbbek, mint évekkel ezelőtt. A rendszerek integrálódtak és igyekeznek lefedni a terméktervezés teljes életciklusát már a koncepciókészítéstől kezdve. A termék életciklus kezelést /PLM – Product Lifecycle Management/ ma már mindegyik csúcsteljesítményű rendszer szolgáltatja.

A jövő mindenképpen a virtuális tervezési folyamaté ill. a mesterséges intelligencia használata a CAD rendszereknél.

A mérnöki munkához szükséges **tervezőszoftver kiválasztása** nem egyszerű feladat. **Elméletileg** a felhasználó a meglévő számítógéprendszerének jellemzői (*hardver és szoftver oldal*), a tervezési feladat specifikációja (*Mivel fogok foglalkozni?*) és a finanszírozási lehetőségei (*Mennyi pénzem van?*) alapján választja ki a telepítendő tervezőrendszert a piacon elérhető rendszerek közül.

Azonban - vagy ennek ellenére - a döntéshozók és/vagy a felhasználók **a szükséges rendszert alul** vagy sok esetben **túlméretezik** a kiválasztásnál. Olyan szoftverterméket vásárolnak számos modullal, amelyre csak jóval később vagy egyáltalán nem lesz szükség a tevékenység során. Igaz azonban ennek az ellenkezője is: a megvásárolt rendszert utólag számos modullal kell kiegészíteni, mert nem fedti le a kezdetben meghatározott igényeket. **Nem ismerik a pontos kiválasztási szempontokat** (sajnos nem is áll rendelkezésre egy egyértelmű kiválasztási segédlet), sok esetben csak a komolyabb, nagyobb cégek tervezőirodáiban készül esettanulmány a kiválasztást és a döntést elősegítve. A nem túl etikus piaci „eszközök” igénybevételéről most ne essen szó. Így persze nem is sikerül a tevékenységi rendszerhez (a vállalkozás képéhez, a majdani feladat igényéhez) illeszteni a vásárolandó és alkalmazandó műszaki tervezőrendszert, aminek sok esetben **a végfelhasználó, a munka minősége, ára** és nem utolsósorban **a tervezendő végtermék „látja” kárát**.

Egy, a beszállítói láncban helyet foglaló cég vagy vállalkozás számára ez semmiképpen nem engedhető meg! Az iparban, a versenyszférában a termelés csak a megrendelők speciális és gyorsan változó igényeinek maradéktalan kiszolgálásával tartható fenn és fejleszhető.

Vannak a terméktervezésnek és -gyártásnak olyan szakaszai, amelyet egy közepes, vagy kisvállalkozás is szívesen ad bér munkába egy, vagy több személyes tervezőirodáknak vagy kisebb műhelynek. Az árakat, az átfutási időket, a tevékenységek párhuzamosítása révén a termék piacra kerülési idejét neki is jelentősen csökkentenie kell. Nem is beszélve arról, hogy a munkát elválló cég vagy vállalkozás sok esetben még ma sem rendelkezik elég tapasztalattal, emberi és más jelentős

beruházást igénylő erőforrásokkal valamint jogosultságokkal a tervezést tekintve, vagy egyszerűen csak **nem akar a tervezési folyamattal foglalkozni**. Gondoljunk például csak az EU-ba már belépett és most belépni készülő országok kisvállalkozásaira.

Bár ma, divatos szóval élve a **megoldásszállítóké a piac** és a fő szerep egészen „a tervezéstől a megvalósulásig”, az eddigi kutatási részeredmények és gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy alternatíva lehet a Linux alatti CAD/CAM/CAE rendszer.

Válaszok és megoldások

A fenti a felismerésből kiindulva született az ötlet, hogy **1. felmérjem, 2. elemezzem és 3. próbára tegyem** (gyakorlati példán keresztül) a használati lehetőségét Linux operációs rendszeren működő gépészeti tervezőszoftvereknek. Jelen dolgozat szerzője gépészmérnök, így elsősorban a felhasználó szemszögéből próbál választ adni a **kezdeti** – a dolgozat címében szereplő - **felvetésre**, miszerint: **Vannak-e és melyek a LINUX -on az ipari-termék tervezéshez jól használható gépészeti szoftvertermékek.**

A dolgozat nem kíván hosszan és részletesen **foglalkozni** a Linux történetével, szabad szoftveres alapfogalmakkal, és alkalmazásának jövőjével.

Kizárólag:

- a terméktervezés alapjaival a termékfogalomtól a termék konstrukciós tervezésén keresztül a konkurens tervezési folyamatig,
- általában a műszaki tervezőrendszerek alapjaival (csoportosítás, jellemző funkciók, komponensek),
- disztribúciótól függetlenül a Linux operációs rendszer alatt futtatható, az ipari termékek tervezéshez/fejlesztéshez használható mérnöki alkalmazásokkal, a CAD/CAM/CAE szoftvertermékekkel, ezek elemzésével, kiválasztási szempontjaival és alkalmazási lehetőségeivel,
- ipari gyakorlati példán bemutatva a kiválasztott rendszert, illetve a kiválasztás „jogosságát”.

A kiválasztást egy előre meghatározott *szempontrendszer* – *CAD termékek mátrix segíti*.

Részletes **költségelemzés és megtérülési számítás nem készül**, a kiválasztási szempontok között a bekerülési ár, mint fő lényeges szempont szerepel.

A dolgozat semmiképpen **nem kíván részt venni** a Linux-Windows között létező vagy nem létező "harcban”, csupán lehetőséget és alternatívát kíván felmutatni.

/Egy esetleges **hosszú távú cél** a dolgozat és a kutatás keretein túl egy önálló magyar nyelvű

'LinuxCAD projekt' elindítása és működtetése:

- Konkurens, már létező oldalak elemzése,
- linuxcad.hu *domain név** regisztrálása,
- linuxcad.hu oldal elindítása a Linux alatti CAD/CAM szoftverek összefoglalására és információs támogatásra,

- a kiválasztott tervezőszoftverek bemutatása (tesztek, leírás) /

Következtetések

Az eddigi kutatási munka igazolta ugyan, hogy elérhetőek a terméktervezést segítő szoftverek Linux platformra, azonban a **felmérés – elemzés - tesztelés** 'hármass' ismétlődő, egyre pontosabb értéket adó (iteratív) folyamata időigényes, ennek kimenete ill. eredménye egy végső következtetés alapja lesz ezen kutatási munkán belül, ami a későbbiekben szintén publikálásra kerül.

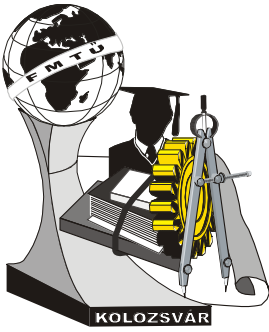
Irodalomjegyzék:

- [1] Ács Zsolt: Linux operációs rendszer(váltás). Budapest , ComputerBooks, 2004
- [2] Népszabadság, 2004.november 26, Infóvilág extra; Kenczler Mihály-Hargitai Miklós: A nyíltság dilemmái
- [3] Dr. Horváth László: CAD/CAM technika – I. Bevezetés a gépészeti rendszerek és gyártásuk számítógépi tervezésébe. Budapest, Bánki Donát Műszaki Főiskola,1999 (jegyzet)
- [4] Stefan Strobel – Thomas Uhl: Linux. Kossuth Könyvkiadó, 1996

Bankós Péter /gépészmérnök
 Budapesti Műszaki Főiskola
 Termékfejlesztési szakmérnöki szakirány
 Munkahely: Visteon Hungary Kft.
 8000 Székesfehérvár Aszalvölgyi út 9-11. Tel: 06/22/530-343; mobil: 06/70/580-8771
 e-mail: pbankos@visteon.com

Belső konzulens:
Dr. Horváth László, főisk. tanár

Ipari konzulensek
Piros Attila – CAD/CAM területen
 C3D Kft. Budapest
Dr. Szentiványi Gábor – Linux OS területen
 ULX. Kft. Budapest



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BÓRRAL MIKROÖTVÖZÖTT, KIS KARBONTARTALMÚ, ALUMÍNIUMMAL CSILLAPÍTOTT ACÉLLEMEZEK SZÖVETSZERKEZETÉNEK HATÁSA A LEMEZEK HIDROGÉNÁTERESZTŐ KÉPESSÉGÉRE

Fábián Enikő Réka

Abstract

There is not a well definite relationship between the microstructures (studied by optical microscope) of the studied boron micro alloyed, aluminium killed, low carbon steel sheets and the hydrogen permeability. The hot rolled coil of Fe13B grade steel microstructure had constituted from ferrite, carbide and inclusions non-metallic. The ferrite grains size was not homogeneous (generally the grains size class were 10 but at the end and at the beginning of the coil, next to the surfaces we could 6 by standard ASTM E 112-96). We observed big quantity of carbides (on average 7000- 13 000 carbides/mm²)- with size smaller than 1 μm². The T_H values were low as before such after skin pass rolling (between: 1.6- 2.2). At the cold rolled coils of DC04EK-B grade steel T_H values were between 1,8-10,7. The samples had homogenous microstructure composed from fine grain ferrite, small carbides (on average 1 100- 6 000 carbides/mm², with size smaller than 1 μm²) and some inclusions non-metallic. Skin pass rolling has no effect on the hydrogen permeability of the B micro alloyed low carbon steel sheets. At these steels is possible that the hydrogen traps are in relation with the nitrid formation.

Bevezetés

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. Ilyen csapdahelyek az interszticiális helyek, szemcsehatárok, határfelületek, diszlokációk, mikroüregek. Az acélok tulajdonságait a rendkívül kis mennyiségben (10...30g/t) alkalmazott B ötvöző jelentős mértékben befolyásolhatja: például az acélhoz adagolt bórnak szilárdságnövelő hatása van. Felmerült a kérdés, hogy milyen hatása van a bórral való mikroötvözésnek a hidrogén csapdák kialakulására.

Kíséleti anyagok

A vizsgált, 1. táblázatban látható vegyiösszetételű, 3 adag, bórral mikroötvözött, kis karbontartalmú, alumíniummal csillapított, acélokat a Dunafer Rt-nél, LD konverterben állították elő, ahol ezekből folyamatos öntéssel brammákat gyártottak. A brammákat 6 állványos meleghengerson hengerelték. A további technológiai műveleteket a Dunafer- Voest Alpine Hideghengermű Kft-nél végezték. Egy adagot (G jelű) pácolás után dresszíroztak és kikészítettek. A technológiai adatokat a 2 táblázatban

láthatjuk. Két adagot (E és F jelűeket) pácolás után 7 lépésben hidegen hengereltek, lágyítottak és dresszíroztak, majd kikészítették (lásd 3. táblázat).

Tekercs jele	Vegyösszetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
G	0,039	0,21	0,015	0,014	0,009	0,03	0,04	0,03	0,038	<0,005	<0,005	0,0028	0,0039	0,0050
F	0,036	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0032	0,0031
E	0,042	0,22	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,052	<0,005	<0,005	0,0030	0,0036	0,0029

1. táblázat. A vizsgált tekercsek vegyi összetétele adagelemzéskor

Mintatekeres jele	Minőség	Melegtekeres mérete [mm x mm]	Izzítási hőm. magban [°C]	Beadási hőm. [°C]	Hengerlési véghőm. [°C]	Csévélési hőmérséklet [°C]
G	FeP13-B	2,20 x 1100	1297	1023	847	676 °C

2. táblázat A vizsgált meleghengerelt minták technológiai jellemzői

Mintatekeres jele	Meleg-minőség	Készáru minőség	Melegtekeres mérete [mm]	Készáru mérete [mm]	Csévélési hőm. [°C]	Lágyítás	
						Hőm. [°C]	Idő [h]
F	FeP13-B	DC 04EK-B	3,5x1295	1,00x1280x2220	677	680	18
E	FeP13-B	DC 04EK-B	3,2x1135	0,8x1120x1692	692	670	16

3. táblázat. A vizsgált hideghengerelt minták technológiai jellemzői

A tekercsek elejéből, közepéből és végéből kb. 2 m² méretű próbalemezeket vágtak ki dresszírozatlan, illetve dresszírozott állapotban (a tekercs közepén 4-5 m hosszúságban nem dresszírozták a tekercset, hogy ilyen állapotban is megvizsgálhassuk az anyagokat). Metallográfiai vizsgálatra a mintadarabok a próbalemezek közepén levő keresztcsíkból származnak (vizsgáltuk a lemezeket széltől középig). Hidrogénátbocsátó képesség vizsgálatára a lemezek széléből és közepéből voltak a minták kivágva, a metallográfiai vizsgálatra kerülő mintadarabok mellől.

Kísérleti technika

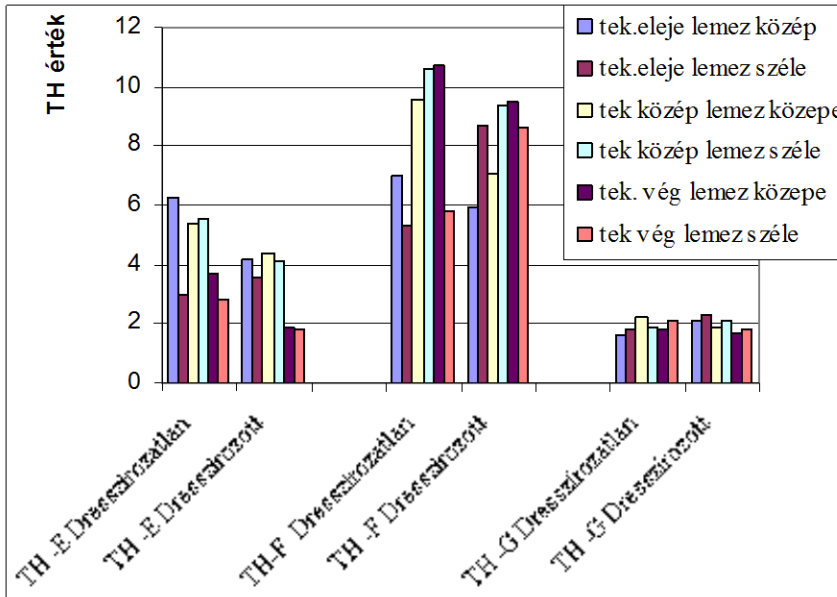
A vizsgálati minták szövetszerkezetét (zárványosság, szemcseméret, karbidok) Leica MEF 4 típusú fénymikroszkóppal vizsgáltuk. A csiszolatokon a karbidokat Klemm marószerral tettük láthatóvá, a karbidok méretét és morfológiáját Quantimet 550 MW típusú képelemzővel a Dunaferr Innovációs Menedzsmentjénél határozták meg a lemezek közepéből kivett mintákon.

A diszlokációsűrűséget, kiválásokat JEOL 200A típusú transzmissziós elektronmikroszkóppal vizsgáltuk.

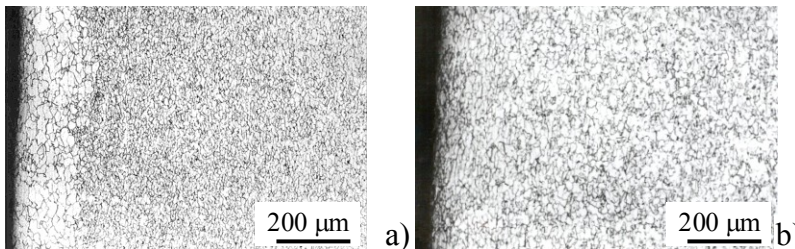
A minták hidrogén áthatolási idejét DIPERMET –H berendezéssel mértük 40x70 mm-es mintákon, majd ebből számoltuk ki a hidrogénáthatolási idő mérőszámait ($T_H = \frac{t_0}{d^2}$, ahol t_0 hidrogén átlépési idő [perc], d lemezvastagság.[mm]).

Vizsgálati eredmények

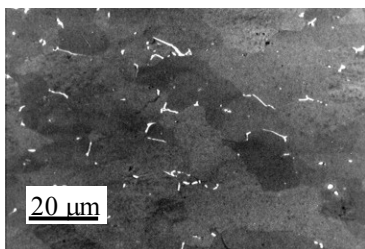
A meleghengerezelt, Fe13B, minőségű, dresszírozott illetve dresszírozatlan állapotú szalagok esetében



1. ábra A lemezminták hidrogénáthatolásának a mérőszámai



2. ábra A melegtekercs szövetszerkezete
a)tekercs eleje részlet b) tekercs közepe dresszírozva)



3. ábra Karbidszemcsék eloszlása (meleghengerezelt tekercs eleje) Klemm



4. ábra Jellemző szövetszerkezet hideghengerezelt lemezeknél (1 mm-es szalag közepe)

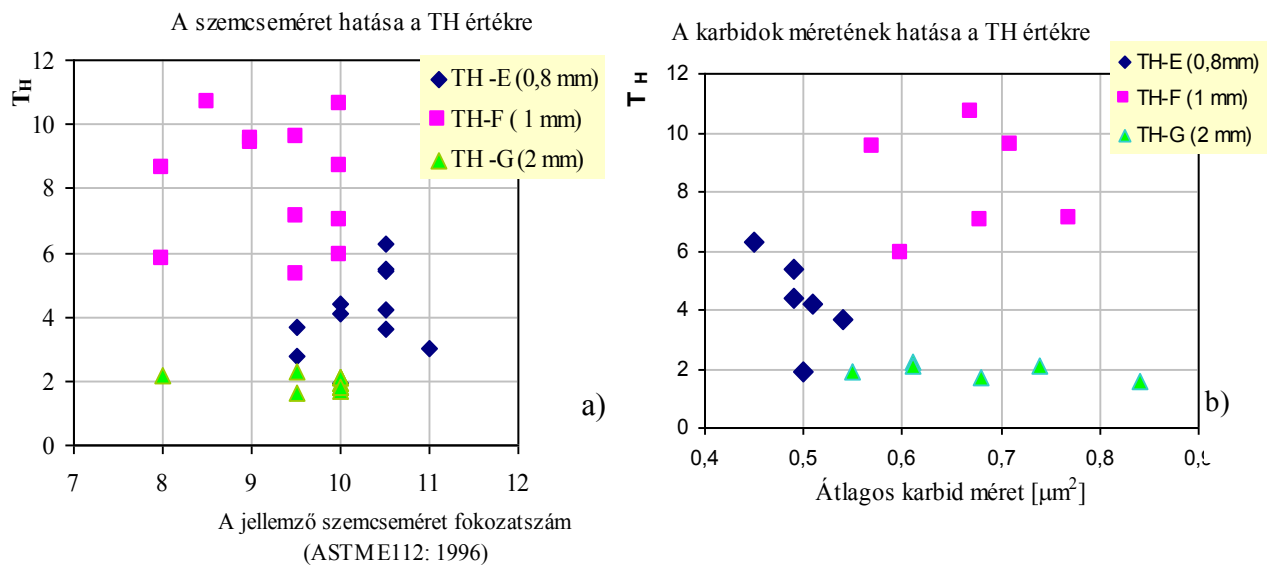
a T_H érték minden esetben igen alacsony volt (1,6- 2,2 -ig változott). A hidegen hengerlt szalagok esetében mértünk 10,7-is.. A minták szövetszerkezete minden esetben ferritszemcsék és karbidok képezik kevés nemfémes zárvány tartalommal (1000x-es nagyításban tapasztaltuk, hogy a legtöbb esetben ezek elnyújtott szulfidok és oxidokból álló komplex zárványok). A zárványtartalom nem jelentős és viszonylag egyenlő mértékben találtunk mindenik lemez típusnál

A melegtekercs szövetszerkezete inhomogén volt. A lemezfelület közelében az ASTM E 112-1996 szerint helyenként 6-os fokozatszámú ferritszemcséket láttunk,

máshol pedig igen finom (11-es fokozatszámú) ferritszemcsék képezték a szövetet (2. ábra). A

melegenhengerelt szalagból származó minták esetében a karbidok jellemzően a szemcsehatárokon, illetve a hármás szemcsetalálkozási helyeken fordultak elő, meglehetősen nagy számban (7400 ...12800 db/mm²). (3. ábra). A karbidok mérete átlagosan 0,5 -1 μm² közé esett, morfológiájukat tekintve, jellemzően nyújtottak voltak.

A vizsgált hidegenhengerelt szalagok szövetszerkezete homogén. A mintákat finomszemcsés (10-11-es fokozatszámú) egyenlőtengelyű ferritszemcsék és apró karbidok alkotják. A szemcseméret hatását a hidrogén permeációjára a 5. ábra a) szemlélteti. A hidegenhengerelt szalagok esetében a karbidok nem kötődnek feltétlen a szemcsehatárokhhoz. (4. ábra). Az 1 mm -es miták esetében a karbidok csiszolatokon látható metszetének átlagos mérete 0,47 és 0,86 μm² között változik, mennyisége 1000 - 3500 db/mm² közé esik. A 0,8 mm lemezmiták esetében 3100-6000 db/mm² karbid szemcsét találtunk melyek kisebbek, mint 0,6 μm² (4. táblázat).



5. ábra A mikroszerkezet hatása a hidrogén permeációjára

Mintavétel helye		T _{H-E}	Karbid átlag		T _{H-F}	Karbid átlag		T _{H-G}	Karbid átlag	
			terület [μm ²]	db/mm ²		terület [μm ²]	db/mm ²		terület [μm ²]	db/mm ²
dresszírozatlan	tekercs eleje	6,3	0,45	5376	7	0,68	1923	1,6	0,84	7422
	tekercs közepe	5,4	0,49	5985	9,6	0,71	1742	2,2	0,61	9032
	tekercs vége	3,7	0,54	4387	10,7	0,67	1148	2,1	0,61	10684
dresszírozott	tekercs eleje	4,2	0,51	3111	5,9	0,6	1612	2,1	0,74	9441
	tekercs közepe	4,4	0,49	5470	7,1	0,77	3010	1,9	0,55	11131
	tekercs vége	1,9	0,5	4001	9,5	0,57	1965	1,7	0,68	12794

4. táblázat A minták hidrogénáthatolási idejének a mérőszámai és a karbidok mennyisége és mérete a lemezek keresztcsíkjának közepén

Dresszírozás hatására alapvetően az acélok diszlokációsűrűsége változik. Méréseink alapján úgy találtuk, hogy a dresszírozott lemezek T_H értéke nem feltétlenül nagyobb, mint a dresszírozatlan állapotú mintáknál mért értékek (1. ábra)

Következtetések

A vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a bórral mikroötvözött, kis karbontartalmú, alumíniummal csillapított acélok esetében a lemezminták hidrogénáthatolási idejének mérőszámait a szemcseméret nem befolyásolja.

A szövetszerkezetben talált kisméretű ($<1\mu\text{m}^2$) karbidok- még ha nagy számban vannak is jelen- nem befolyásolják a hidrogén áthatolási idejét.

A dresszírozás hatására bekövetkező diszlokációsűrűség növekvése nem befolyásolja a T_H értéket a bórral mikroötvözött kis karbontartalmú, alumíniummal csillapított acélok esetében. Ez a megállapításunk egyezik a szakirodalommal- [1]

A hidrogén csapdák ezeknél az acéloknál feltehetően a nitrdek képződésével vannak kapcsolatban.

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] K. Kiuchi and R. B Mc Lellan: The Solubility and Diffusivity of Hydrogen in Well-Annealed and Deformed Iron; 49 - Perspectives in Hydrogen in Metals. Pergamon Press. 1990, 49

Fábián Enikő Réka

Tud. munkatárs / PhD hallgató

BAYATI / BMGTE, Anyagtudomány és Technológia tanszék

Magyarország, 1116 Budapest, Fehérvári út 130, / goldmann Gy. tér 3.

Telefon: 00-36-1-2611032 / e-mail: enire@freemail.hu

1. számú melléklet

A vizsgálati próbalemezek kontroll kémiai elemzés eredménye

A 2 mm vastagságú Fe 13 B minőségű acéllemezről származó mintavételi táblák vegyiösszetétele

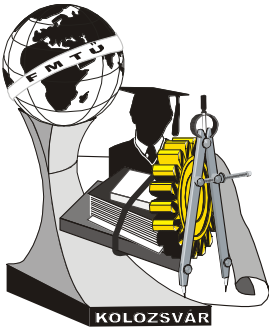
Próba jele	Kémiai összetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
GEK	0,039	0,21	0,015	0,014	0,009	0,03	0,04	0,03	0,038	<0,005	<0,005	0,0028	0,0039	0,0050
GKK	0,039	0,21	0,015	0,013	0,008	0,03	0,04	0,03	0,039	<0,005	<0,005	0,0025	0,0028	0,0047
GVK	0,044	0,21	0,014	0,015	0,010	0,03	0,04	0,03	0,035	0,001	0,001	0,0025	0,0033	0,0048
GDEK	0,039	0,21	0,015	0,013	0,009	0,03	0,04	0,03	0,039	<0,005	<0,005	0,0029	0,0035	0,0048
GDKK	0,038	0,21	0,015	0,014	0,009	0,03	0,04	0,03	0,038	<0,005	<0,005	0,0029	0,0033	0,0048
GDVK	0,041	0,21	0,014	0,015	0,010	0,03	0,04	0,03	0,036	0,001	0,001	0,0024	0,0035	0,0048

Az 1 mm vastagságú DC 04 EK-B minőségű acéllemezről származó mintavételi táblák vegyiösszetétele

Próba jele	Kémiai összetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
FEK	0,037	0,21	0,009	0,006	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0036	0,0029
FKK	0,034	0,21	0,008	0,007	0,008	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0025	0,0064	0,0033
FVK	0,046	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,039	0,001	0,002	0,0027	0,0049	0,0034
FDEK	0,042	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0067	0,0037
FDKK	0,036	0,21	0,008	0,007	0,007	0,02	0,02	0,03	0,038	0,001	0,002	0,0026	0,0032	0,0031
FDVK	0,045	0,21	0,008	0,007	0,008	0,02	0,02	0,03	0,039	0,001	0,002	0,0025	0,0064	0,0039

A 0,8 mm vastagságú DC 04 EK-B minőségű acéllemezről származó mintavételi táblák vegyiösszetétele

Próba jele	Kémiai összetétel (tömeg%)													
	C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	Ti	V	B	O	N
EEK	0,037	0,22	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,052	<0,005	<0,005	0,0030	0,0036	0,0029
EKK	0,032	0,22	0,011	0,007	0,008	0,04	0,03	0,03	0,051	<0,005	<0,005	0,0027	0,0064	0,0033
EVK	0,044	0,23	0,011	0,008	0,008	0,04	0,03	0,03	0,054	<0,005	<0,005	0,0029	0,0049	0,0034
EDEK	0,038	0,22	0,012	0,007	0,007	0,04	0,03	0,03	0,054	<0,005	<0,005	0,0030	0,0067	0,0037
EDKK	0,033	0,22	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,052	<0,005	<0,005	0,0033	0,0032	0,0031
EDVK	0,035	0,23	0,011	0,008	0,009	0,04	0,03	0,03	0,0529	<0,005	<0,005	0,0032	0,0064	0,0039



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

INTERKRITIKUS JOMINY VIZSGÁLAT A DP ÉS TRIP ACÉLOK ÁTALAKULÁSI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSÁRA

Dr. Réger Mihály*, Dr. Verő Balázs, Dr. Csepeli Zsolt*****

*BMF BGK Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék

**Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet

***DUNAFERR Rt., Innovációs Menedzsment

The final microstructure of DP and TRIP assisted steels can evolve after hot working (hot rolling) or during post heat treatment process. The effect of the different combinations of these technological parameters on the microstructure can be mapped by the special Jominy end-quench test (so called intercritical Jominy end-quench test) described in this paper. The analysis of measured and calculated data can help us find the technological parameters optimal from the microstructural point of view.

A DP és TRIP acélok végső szövetszerkezete a meleghengergelés után, vagy az alakítást követő hőkezelés során alakul ki. A technológiai paraméterek hatásának feltérképezése egy speciális, ún. „interkritikus Jominy vizsgálat” alkalmazása célszerű. A mért és számított adatok értékelése lehetőséget ad a szövetszerkezeti szempontból optimális technológiai paraméter kombináció kiválasztásához.

1. Bevezetés

Az interkritikus lágyítás anyagtudományi és termikus szimulációja elsősorban azt a célt szolgálta, hogy ipari körülmények között DP ill., TRIP szövetre való hőkezelés gyártástechnológiai lehetőségeit feltérképezzük, ezáltal a technológiai biztonság növekedjék és a technológiai paraméterek függvényében a várható szövetszerkezet, illetve a mechanikai tulajdonságok előre jelezhetőek legyenek. A cél megvalósításához, vagyis egy adott acél, adott technológiai berendezésben történő hőkezelhetőségének megítéléséhez nyilvánvalóan két irányból, a berendezés, illetve az anyagminőség oldaláról kell közelíteni. A matematikai modellezéssel tehát egyrészt azt térképeztük fel, hogy a meglévő hőkezelő berendezésekkel (folyamatos hőkezelő kemence, folyamatos horganyzó sor) a lehetséges technológiai paraméter ablakban milyen hőciklus variációk valósíthatók meg, másrészt – anyagtudományi oldalról - a DP és TRIP kísérleti adagok milyen átalakulási tulajdonságokat mutatnak, illetve milyen hőciklussal produkálható esetükben a megkívánt szövetelem arányú többes fázisú szövet. Sikeres ipari gyártásra akkor van lehetőség, ha a berendezésben megvalósítható hőciklus

és a megkívánt szövet létrehozásához szükséges hőciklus variációk között átfedés van, vagyis a két halmaznak van közös része. További feladat a megvalósítható technológiai variációk közül az anyagtudományi, gazdaságossági, stb. szempontok szerinti optimális variáció kiválasztása.

2. Kísérleti terv

Tekintettel arra, hogy a DP és TRIP acélválaszték igen széles és az interkritikus lágyítás megvalósításai lehetőségei (interkritikus lágyítási hőmérséklet, hűtési sebesség) is tág tartományt ölelnek fel, így olyan eljárást kívántunk alkalmazni, mellyel a hőkezelési technológiai paraméterek változtatásának hatása viszonylag egyszerűen, de nagy paraméter tartományban vizsgálható. A fenti kívánalmaknak jól megfelel az a hűlési sebesség tartomány, mely a nemesíthető acélok edzhetőségének megítélésére alkalmazott ún. Jominy-vizsgálat során megvalósítható. A hagyományos Jominy-vizsgálat során hipoeutektoidos acéloknál a kiinduló állapot tisztán ausztenites, vagyis az ausztenitesítési hőmérséklet A_3 hőmérséklet fölötti. A DP és TRIP acéloknál alkalmazott interkritikus hőkezelés interkritikus hőmérsékletű izzításból és egy azt követő lehűtésből áll, mely jól modellezhető az általunk bevezetett interkritikus Jominy-vizsgálatra. Az eljárás lényege tehát, hogy a lehűtés előtt a szabványos Jominy próbatestet csak részben ausztenitesítjük, vagyis a hőntartási hőmérséklet az acél összetételétől függő A_1 és A_3 hőmérsékletek között van. Adott idejű hőntartás (10 perc) után a próbát a szabványban előírt módon, vagyis a véglapot érő, adott intenzitású vízszugárral hűtöttük le. A hűtött véglaptól való távolság függvényében a próbatestben egyre kisebb hűlési sebességek alakulnak ki, így egyetlen próbatest alkalmazásával egy adott interkritikus hőmérsékletre való lehűlés eredménye - a kialakult szövetszerkezet - a hűlési sebesség széles tartományában feltérképezhető.

Az így kezelt Jominy próbatestek keménységi és metallográfiai vizsgálatával tehát egy adott interkritikus hőmérsékletre vonatkozóan a szövetszerkezet és keménységeloszlás meghatározható, és ha ismerjük az adott pontra érvényes hűlési sebességet, akkor az a szövetszerkezettel és keménységgel összefüggésbe hozható. A cél tehát az, hogy adott Jominy ponthoz egyidejűleg hozzá tudjuk rendelni a hűlési sebesség, a szövetszerkezet és a keménységi adatokat.

A következőkben leírtak szerint mérésekkel és matematikai modellezéssel a teljes Jominy próbatest aktuális interkritikus hőntartására vonatkozóan meghatároztuk a lehűlési görbét, ezt követően pedig a keménységeloszlást. A szövetszerkezet, valamint a szövetelemek mennyiségének meghatározása elkezdődött, de végleges, megbízható eredmények a szövetelemek meglehetősen nehéz azonosíthatósága miatt még nincsenek. A kialakult szövetre jellemző, hogy igen finomszemcsés és az egyes szövetelemek nem választhatók el élesen egymástól. A szakirodalomban több olyan elemzést is találtunk, mely egy maratott minta látszólag homogén területén három szövetelem (bénit, martenzit, maradék ausztenit) egyidejű jelenlétét mutatta ki röntgendiffrakciós eljárással.

3. Kísérleti munka

A próbatestben a lehülés során kialakuló - helytől és időtől függő - hülési görbék ismerete elengedhetetlen az eredmények értelmezéséhez. A kísérleti munka során erre a körülményre kiemelt hangsúlyt fektettünk. A szabványos Jominy próbatesteken két ponton, a véglaptól 10 és 50 mm-re a felületre merőlegesen átm. 1,3 mm-es furatokat készítettünk a próba középvonaláig és ezekbe a vizsgálat teljes idejére Ni-CrNi köpeny termoelemeket helyeztünk, így a teljes hőciklusra (felhevítés, hőntartás és lehűtés) vonatkozóan ebben a két pontban mértük a hőmérsékletet. A hőmérsékleti ciklus adatait számítógépes adatgyűjtővel regisztráltuk.

Az előzetes számítások és irodalmi adatok alapján ötféle (730, 760, 790, 820 és 850 °C) interkritikus hőmérsékletet jelöltünk ki, és minden összetétel esetében elvégeztük a teljes ausztenitesítésre vonatkozó vizsgálatot is 930 °C-os ausztenitesítési hőmérséklet alkalmazásával. A következő lépés a próbatest lehűtése, melyre a termoelemekkel együtt a Jominy készülékben került sor. A szobahőmérsékletre lehűlt hengeres mintákat hosszában a középvonal mentén kétfelé vágtuk. Az így kapott mintákat megköszörültük és megpolíroztuk, a középvonalban keménységmérést és metallográfiai vizsgálatokat végeztünk.

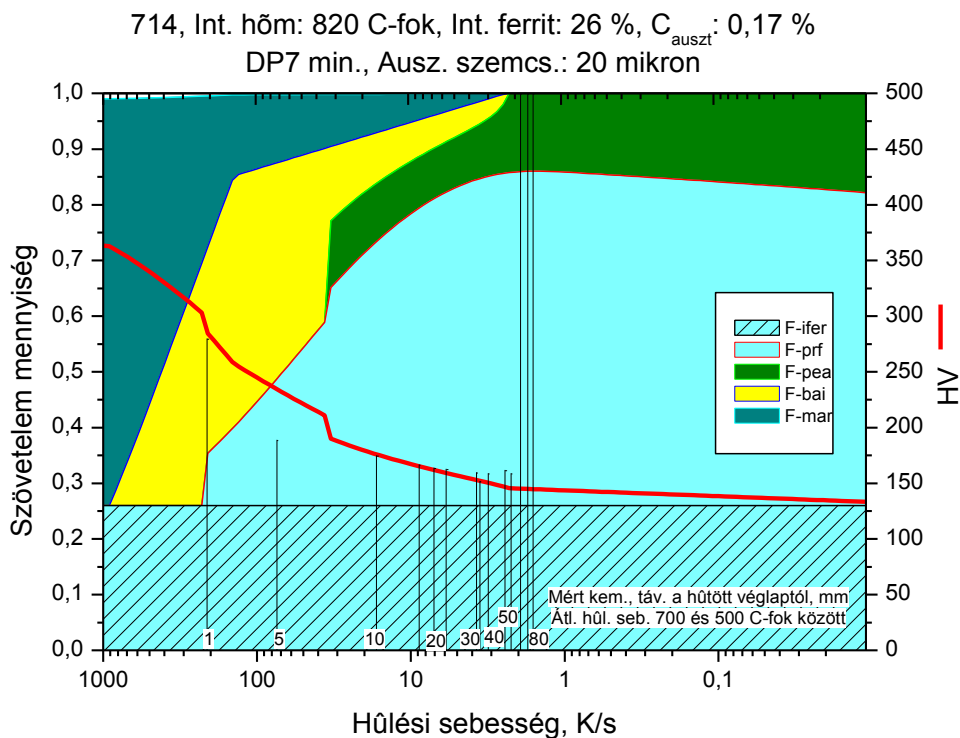
Annak érdekében, hogy a Jominy próbatest középvonalában, a hűtött véglaptól különböző távolságokban kialakuló hülési görbéket meghatározzuk az egyes interkritikus hőmérsékletek esetére, hőtani matematikai modell alkalmazására került sor. A modell peremfeltételeinek optimalizálása után a Jominy próbatest tetszőleges tengelyvonal pontjában a hőmérséklet időbeli változása már meghatározható. A hülési görbék alapján, a véglaptól egy adott távolságra lévő ponthoz hozzárendelhető az átlagos hülési sebesség, melyen általában az átalakulási folyamatok esetére a 700 és 500 °C közötti lehülési sebesség értendő.

A fentiekben részletezett kísérleti tevékenység eredményeként olyan próbákat állítottunk elő, melyek termikus történetét a középvonal mentén minden egyes pontra ismerjük. A cél, vagyis a létrejött szövet, keménység és termikus történet összerendelésének tehát elvileg nincs akadálya. A szövetképek elemzése folyamatban van, megfelelő marószerszám és képelemzési módszer alkalmazásával a szövetelemek, de legalább a ferrit mennyiségének kvantitatív meghatározása is reményteljes.

A Helsinki University of Technology egyetemen fejlesztett ADC (Austenite Decomposition Analysis Package for Low Alloyed Steels) szoftver részben az átalakulási diagramok adatainak statisztikai elemzésére, részben termodinamikai alapokon nyugszik. Folyamatos hűtés viszonyai között meghatározható az átalakulási hőmérsékletek, valamint a képződött szövetelemek mennyiségei és termofizikai tulajdonságai is.

4. Eredmények

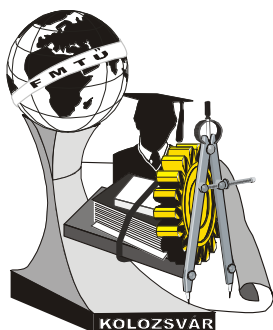
A kísérleti és számítási eredmények egybevetésével minden interkritikus ausztenitesítési hőmérsékletre meghatározható az 1. ábra szerinti diagram. A sraffozott hányad jelképezi az interkritikus hőmérsékleten jelenlévő ferrit mennyiségét, a felette levő tartomány pedig az ausztenit átalakulását reprezentálja a hűlési sebesség függvényében, Az ábráról leolvasható szövetszerkezeti és keményégi adatok a gyakorlati technológia tervezésben felhasználhatók.



1. ábra Az interkritikus hőkezelés során kialakuló szövetszerkezeti variációk

Irodalom

- [1] J. Miettinen, Austenite decomposition analysis package ADC for steels – User manual of DOS version, Report TKK-MK-12, Laboratory of Metallurgy, Helsinki University of Technology (1997), 17 pp.
- [2] H.K.D.H. Bhadeshia, [A thermodynamic analysis of isothermal transformation diagrams](#), Metal Science, 16 (1982) 159-165.
- [3] H.K.D.H. Bhadeshia, [Bainite in Steels](#), Institute of Materials, London (2001), 1-450
- [4] <http://www.msm.cam.ac.uk/map/mapmain.html>



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

MŰSZAKI FELÜLETEK MIKROTOPOGRÁFIAI VIZSGÁLATA

Farkas Gabriella, Dr. Horváth Sándor

Abstract

The presentation gives an overview about the main, generally applied methods of 2D and 3D surface topography (touch-pin head, SEM). Special attention goes to the comparison of the methods, the sense of the measured values, the relation between the parameters. Also important point the projection of the micro systems and the measured surface features.

Összefoglaló

Az előadásban bemutatásra kerülnek a felület topográfiai vizsgálatában alkalmazott főbb eljárások – 3D-s tapintótűs mérés, elektronmikroszkópia – a 2D-s és a 3D-s jellemző paraméterek egymáshoz való viszonya, megfeleltetése, információtartalmuk összevetése és elemzése, továbbá a képi megjelenítés fontossága a felület mikrovilágának feltárásában.

1. Bevezetés

A működő felületek mikrogeometriai jellemzésére a gyakorlati mérés technikában döntően kétdimenziós paramétereket alkalmaznak, amelyekkel azonban csak következtetni tudunk a valós térbeli felület mikrotopográfiai viszonyaira. A 2D-s mikrogeometriai paraméterekhez kapcsolódó fogalom-meghatározásokat és a jellemzőket nemzetközi szinten is szabványosították (*ISO 4287/1-1997*). E szabvány alapján a jellemzők három fő csoportba sorolhatók:

- az egyenetlenségek magasságával kapcsolatos jellemzők (R_a , R_t , R_z , R_q , R_{sk} , R_{ku} , R_p , R_v , R_c)
- az egyenetlenségek profilirányú méreteivel kapcsolatos jellemzők (R_{Sm})
- az egyenetlenségek formájával kapcsolatos (ún. hibrid) jellemzők (R_{dq}). [1]

A 3D-s mikrotopográfiai paraméterekkel [2] történő jellemzés a felület térbeli egyenetlenségeinek lényegesen valóságosabb feltárását, kiértékelését teszi lehetővé, valamint alkalmas olyan tulajdonságok kimutatására, számszerű jellemzésére is, amelyekre a 2D-s paraméterek nem alkalmasak. A 3D-s paraméterek jelentős része a 2D-ben jól ismert jellemzők egy dimenzióval magasabb szintre helyezésével keletkezett. A kutatás és az elemző laboratóriumi vizsgálatok szintjén megjelentek azonban újabb mérőszámok is. A háromdimenziós mikrotopográfiai jellemzők – geometriai információtartalmuk alapján – az alábbiak szerint négy csoportba oszthatók:

- egyenetlenségmagasság (amplitúdó) irányú ($S_a, S_q, S_z, S_{sk}, S_{ku}$)
- vízszintes (térközi) irányú (S_{ds}, S_{tr}, S_{al})
- a mikrotopográfia alakját (hibrid) leíró (S_{dq}, S_{sc}, S_{dr})
- a mikrotopográfia működési tulajdonságait leíró (funkcionális) jellemzők (S_{bi}, S_{ci}, S_{vi}). [3,4]

A felületi egyenetlenségek jellemzésére a műszaki gyakorlatban a tapintótűs méréstechnika játszik központi szerepet, ahol a felületi egyenetlenség érzékelésére egy megfelelően kialakított tapintótűt alkalmaznak. A hagyományosnak tekinthető metszettapintós (kétdimenziós) érdességméréseknél igazolást nyert, hogy a mérés eredményét számos tényező befolyásolja. A legfontosabbak ezek közül a kiértékelési hossz, a mintavételi távolság értéke, a középvonal helyzete, a tapintó csúcssugarának nagysága, a mérőerő, a vontatási sebesség, stb.

Háromdimenziós méréseknél e befolyásoló tényezők elsősorban a térbeliség feltételei szerint, részint újabbakkal kiegészülve módosulnak.

Az egyes paraméterek gyakorlati alkalmazhatóságának megítélése szempontjából fontos a mérési folyamat két alapvető jellemzőjének – a mintavételi távolságnak és a mintavételi felületnek – megváltozására való érzékenység ismerete.

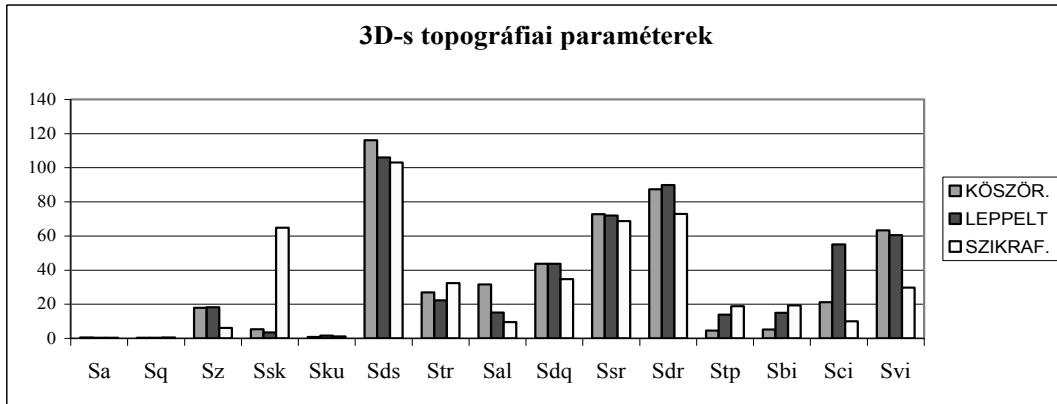
2. Anyag és módszer

A vizsgálatra három – közel hasonló S_a -val rendelkező – eltérő megmunkálási eljárással előállított (köszörült, leppelt, szikraforgácsolt), alapvetően eltérő topográfiai jelleggel bíró felületet választottunk ki. A mintavételi felület nagysága mindhárom esetben 1mm^2 ($1000\mu\text{m} \times 1000\mu\text{m}$). Négyzetes mintavételi rács használata mellett a méréskor alkalmazott mintavételi távolság $\Delta x = \Delta y = 2\mu\text{m}$.

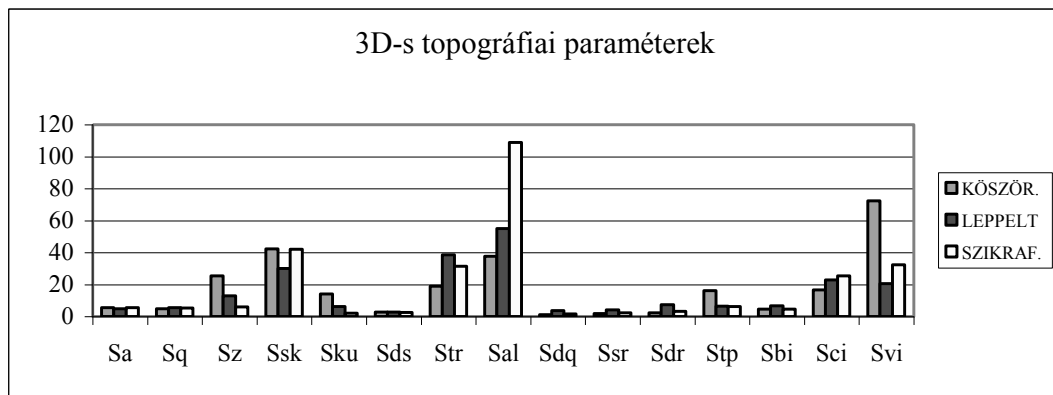
A mintavételi távolságnak a különböző mikrotopográfiai paraméterekre kifejtett hatását az eredeti 1mm^2 -es mintavételi felületen vizsgáltuk a mintavételi távolság $\Delta x = \Delta y = 2\mu\text{m}$ -ről $\Delta x = \Delta y = 10\mu\text{m}$ -re való növelésével. A mintavételi felület hatásának vizsgálatokor a lépéstávolságot (mintavételi távolságot) $\Delta x = \Delta y = 10\mu\text{m}$ -re állítottuk be, a mintavételi felületet pedig $0,1\text{mm}^2$ -ről 1mm^2 -re növeltük egytized négyzetmilliméteres lépésekkel [5]. Az érzékenység mértékének meghatározására választott

paraméter: $S = \frac{\sigma_x}{M} \cdot 100[\%]$, ahol σ_x az egyes paraméterek szórása, M a vizsgált paraméter számtani középértéke.

3. Eredmények



1.ábra Az egyes mikrotopográfiai paraméterek érzékenysége a mintavételi távolságra
(A függőleges tengelyen az S(%) érzékenységi paraméter van feltüntetve.)



2.ábra Az egyes mikrotopográfiai paraméterek érzékenysége a mintavételi felület nagyságára
(A függőleges tengelyen az S(%) érzékenységi paraméter van feltüntetve.)

4. Az eredmények értékelése, javaslatok

A mérési folyamat két alapvető jellemzőjének – mintavételi távolság és a mintavételi felület – változására számos mikrotopográfiai paraméter érzékeny. A felület izotróp illetve anizotróp jellege is szerepet játszik a paraméterek érzékenységében. A mérési paraméterek nem megfelelő megválasztásakor tehát információvesztés lép fel. Ezért fontos és szükséges a mérési gyakorlat, a mérés körülményeinek beállítási, szabványosítási előírásainak felülvizsgálata elsősorban a 3D-s topográfiai mérési és kiértékelési technika tekintetében.

5. Irodalom

- [1] *Czifra Árpád*: A felületi mikrotopográfia vizsgálata, BME-GÉK (diplomamunka), Budapest, 2002.
- [2] *Kovács K., Wiezl Cs.*: Műszaki felületek mikrotopográfiájának jellemzése háromdimenziós paraméteres és képi módszerekkel. Jubileumi Tudományos Konferencia, Bánki Donát Műszaki Főiskola, Budapest, 1999.
- [3] *Kovács K., Palásti Kovács B.*: Műszaki felületek mikrotopográfiájának jellemzése háromdimenziós paraméterekkel. I. A háromdimenziós topográfiai paraméterek áttekintése. Gépgyártástechnológia, 1999/8. 19-24. p.
- [4] *K.J. Stout, P.J. Sullivan, W.P. Dong, E. Mainsah, N. Luo, T. Mathia, H. Zahouaro*: The Development of Methods for the Characterisation of Roughness in Three Dimensions, Commission of the European Communities, 1994.
- [5] *Palásti, K. B. – Czifra, Á. – Kovács, K.*: Microtopography of machined surfaces, tribological aspects of surface and operation, DMC 2002 The 4th International Scientific Conference Development of Metal Cutting, Kassa, 22-23 May 2002. p.: 50-57.

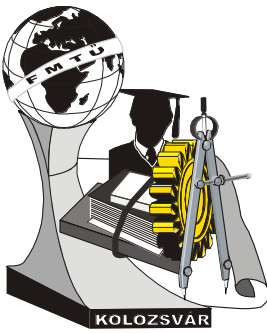
Farkas Gabriella, főiskolai tanársegéd, PhD hallgató

Munkahely/cím: Budapesti Műszaki Főiskola Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék. 1081. Budapest Népszínház u. 8.

Telefon: +361-219-6339

Fax: +361-219-6480

E-mail: farkas.gabriella@bgk.bmf.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

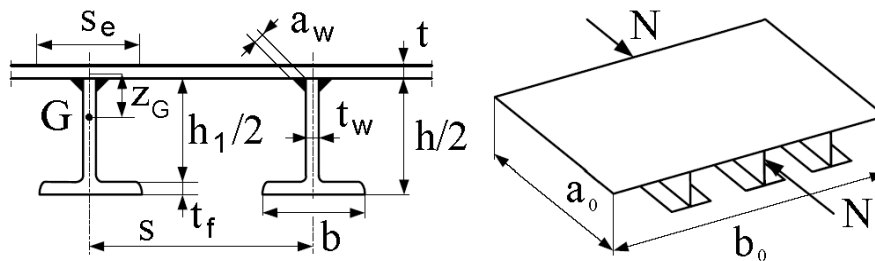
OPTIMÁLÓ ALGORITMUSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Lipták Gábor

Abstract

Optimization means to reach the best solution. By the optimizer methods to solve a technical problem takes much less time. Someone do not need to examine every variation, could use some type of optimization algorithm instead. In this article one specific example is described, which is optimizing plates stiffened on one side. One cost function will be shown, which we need to minimize to get the optimum. Some conditions have to be fulfilled by this optimum. Then three optimizing algorithm will be introduced. The complex algorithm, the differential evolution algorithm, and the particle swarm algorithm. All these are non-derivative, direct optimization methods, which can be used to solve problems having single, continuous objective. We will see the results of them for this particular example, and some conclusion will be drawn.

A példafeladat



1. ábra Bordázott lemez

A példa, melyen az optimáló algoritmusokat tesztelni fogjuk egy egyik oldalán megerősített lemez (1. ábra). A költségfüggvény ill. feltételek levezetése, megértetése nem célja ennek a cikknek, mivel ez a cikk optimáló algoritmusokat hasonlít össze. Így a szükséges ábra, ill. a képletek egy forrásműből származnak [1]. A lemezt az ábrán látható módon megerősítjük azáltal, hogy egymástól s távolságra $(n-1)$ darab hosszirányban félbevágott „I” tartót hegesztünk rá (n) az osztások száma). Az I szelvény minden mérete kiszámolható a h magassági értékből (lásd [1] 20-23-as képlet). A szerkezettel kapcsolatban két követelmény van, melyek alkotják az optimálás két feltételét. Az egyik az, hogy a bordák száma nem haladhat meg egy bizonyos értéket, mivel ha a bordák közti távolság minimum 300mm kell (1) hogy legyen a hegeszthetőség miatt.

$$s - b \geq 300$$

(1)

A második feltétel az, hogy a szerkezetben a nyomóerő hatására fellépő kihajlási feszültségnek (σ) a kritikus feszültség alatt kell maradnia (2), vagyis nem szabad maradandó alakváltozást szenvednie.

A képletekben használt konstansok: $b_0 = 8000mm$, $a_0 = 24000mm$, $N = 3 \cdot 10^7 N$, $f_y = 355MPa$, $E = 2,1 \cdot 10^5 MPa$,

$$\sigma = \frac{N}{nA_e} \leq \sigma_{cr} = \frac{f_{y1}}{\sqrt{1+\lambda^4}}; \quad f_{y1} = \frac{f_i}{1.1}; \quad A_e = \frac{h_1 t_w}{2} + b t_f + s_e t; \quad s_e = \min\left(s, 1.9t \sqrt{\frac{E}{f_y}}\right)$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f_{y1}}{\sigma_E}}; \quad \sigma_E = \frac{N_E s}{A_E}; \quad z_G = \frac{1}{A_E} \left[\frac{h_1 t_w}{2} \left(\frac{h_1}{4} + \frac{t}{2} \right) + b t_f \left(\frac{h+t-t_f}{2} \right) \right] \quad (2)$$

$$N_E = \frac{\pi^2 B_x}{a_0^2}; \quad B_x = \frac{EI_y}{s}; \quad I_y = s_e t z_G^2 + \frac{h_1^3 t_w}{96} + \frac{h_1 t_w}{2} \left(\frac{h_1}{4} + \frac{t}{2} + z_G \right)^2 + b t_f \left(\frac{h+t-t_f}{2} - z_G \right)^2$$

A célfüggvény pedig egy költségfüggvény (3), melynek 2 fő komponense az anyagköltség (4) és a hegesztési költség (5). Konstansok: $\theta = 2$, $k_w = 1\$/min$, $a_w = 0.4t_w$, $C = 0.3394 \cdot 10^{-3} min/mm^3$,

$$k_M = 1 \frac{\$}{kg},$$

$$K = K_M + K_W \quad (3)$$

$$K_M = k_M \rho V; \quad V = a_0 b_0 t + (n-1) a_0 \left(\frac{h_1 t_w}{2} + b t_f \right) \quad (4)$$

$$K_W = k_w \left[\theta \sqrt{n \rho V} + 1.3 C a_w^2 (n-1) 2 a_0 \right] \quad (5)$$

Ismeretlenek tehát az n osztásközök száma, $4mm \leq t \leq 40mm$ a lemez vastagsága, és $152.4mm \leq h \leq 910.4mm$ az I tartó magassága.

Közös tulajdonságok

Mindhárom eljárásban szükség van arra, hogy véletlenszerűen generáljunk hozzájuk kezdőpontokat, melyek koordinátái az optimálási változók. A kiinduló pontok kordinátái egyszerű véletlenszámok lesznek a változók alsó és felső korlátja között. A módszerek iterációkból állnak, melyek futásának a *kilépési feltétel* teljesülése, vagy egy *iterációs szám korlát* vethet véget. Az általam alkalmazott kilépési feltétel *relatív* [2] volt. Most pedig röviden tekintsük át a három módszert!

Komplex algoritmus

A módszer részletes leírása megtalálható a [2] forrásműben. A komplex eljárás iterációkból áll. A véletlenszerű kezdőpontok között kell lennie minimum egynek, amely minden feltételnek megfelel. Ezután minden iterációban megkeressük a legrosszabb pontot. Kiszámítjuk hozzá az ún. centroidot,

melyet úgy kapunk meg, hogy minden dimenziója a többi pont dimenzió értékeinek átlaga. Tükrözzük a legrosszabb pontot erre a centroidra úgy, hogy meg is nyújtjuk kissé távolságukat. Ezáltal kapunk egy új pontot. Ha ez javított a ponton, akkor elfogadjuk, mint javulást. Ha nem, akkor tologatjuk a centroid felé felezve kettőjük távolságát egészen addig, amíg javulást nem tapasztalunk. Majd haladunk tovább a következő legrosszabb ponttal. Ez az eredeti algoritmus lényege.

Differenciális evolúció algoritmus

A módszer részletes leírása található a [3] forrásműben. Evolúciós algoritmus, melynek lényege, hogy egy iteráció során egy M pontot, vagyis egyedet tartalmazó generációból egy újabb generációt hoz létre. Egy iteráció a következőképpen alakul. Végigmegyünk az összes egyedben (a képletben minden egyed egy X sormátrix), és képzünk mindegyikhez egy új egyedet a következőképpen:

$$\underline{x}_{i,G+1} = \underline{x}_{r_1G} + F(\underline{x}_{r_2G} - \underline{x}_{r_3G}) \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (6)$$

Az első index itt is a pont sorszámát jelöli. A G , illetve $G+1$ index pedig arra utal, hogy a $G+1$ -dik iteráció elemét a G -dik iteráció egyedei alapján lehet előállítani. Az r_1, r_2, r_3 index pedig arra utal, hogy az $1 \dots M$ indexű egyedek közül találmra kiválasztunk 3 különbözőt úgy, hogy az i -dik elem ne legyen azok között. Megjelenik a módszer egyik paramétere az F mutációs konstans. Értéke általában 0 és 1 közé esik. Amikor egy az új egyedek közül megvan, akkor keresztezzük (egyes változó értékét véletlenszerűen az egyik egyedből vesszük át, másokét a másiktól) az előző generáció azonos sorszámú egyedével, és ha az így kapott egyed jobb, mint az előző generáció neves képviselője, akkor az új generáció tagja lehet. Ha nem akkor marad a régi egyed. Az iterációk addig folytatódnak, amíg a kilépési feltétel nem teljesül.

Particle swarm algoritmus

A módszer részletes leírása található a [4] forrásműben. Evolúciós algoritmus, melynek ideológiája az egymással kommunikáló, saját eddigi útjukra bizonyos mértékig emlékező madarakon alapszik. Van egy adott számú madár (vagy pont) a tervezési térben. Mindegyik „emlékszik” az eddigi legjobb pozíciójára, valamint mindegyik tudja, hogy az egész csapatnak melyik volt az eddigi legjobb pozíciója. Minden egyes iteráció során a madarak sebességét, majd a pozícióját kiszámítjuk a következő képlet alapján (7) (V_{id} sebesség; w, c_1, c_2 súly konstansok; x_{id} pozíció; p_{id} madár eddigi legjobb helye; p_{gd} csapat eddigi legjobb helye):

$$V_{id} = wV_{id} + c_1 \cdot rand() \cdot (p_{id} - x_{id}) + c_2 \cdot rand() \cdot (p_{gd} - x_{id}); \quad x_{id} = x_{id} + V_{id} \quad (7)$$

Minden iterációban egyszerűen kiszámoljuk a madarak új helyét addig, amíg a kilépési feltétel nem teljesül.

Teszteredmények

A módszerek tesztelése során mindhárom algoritmus egy-egy saját implementációját használtam. Jellegzetességük, hogy JAVA nyelven készültek, így bár kissé lassabbak, mint a natív társaik, viszont gyakorlatilag bármilyen platformon futtathatók. A tesztek során az $n=8$ érték megadásával az ismeretlenek számát 2-re csökkentettem az egyszerűség érdekében. Legtöbbször mindhárom eljárás a $h=910.4mm; t=17,37$ optimumot adta, ahol a költség 52933\$ volt. Mindhárom módszernél 30 pontból állt a kereső halmaz, és a táblázat 10-10 futás eredményének átlagából áll. A következő táblázat néhány adatot közöl a tapasztalataim alapján (Biztonság azt jelenti, hogy a 10 futásból hányszor jutott el az optimumba a módszer):

	Iterációs szám	Futási idő	Célfüggvény kiértékelések	Biztonság
Komplex	2671	240 msec	2729	70%
Diff. evolúció	1405	493 msec	35653	100%
Madár csapat	400	168 msec	12061	100%

A táblázat értékeiből látható, hogy a madár csapat módszer reális kompromisszum a célfüggvénykiértékelések száma és a biztonság között. A komplex algoritmus használata akkor kifizetődő, ha nagyon bonyolult a célfüggvény. A differenciális evolúció előnye pedig az egyszerű implementálhatóság, használhatóság.

Irodalomjegyzék

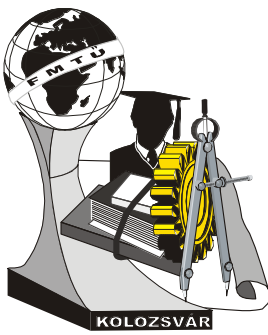
- [1] Farkas J., Jármái K. : **Optimum design and cost comparison of a welded plate stiffened on one side and a cellular plate both loaded by uniaxial compression** (kiadás alatt álló cikk)
- [2] Dr. Jármái K., Dr. Iványi M. : **Gazdaságos fémszerkezetek analízise és tervezése**. Műegyetemi kiadó, 2001. ISBN 963 420 674 3
- [3] Rainer Storn: **On the Usage of Differential Evolution for Function Optimization**. 1996 Biennial Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society (NAFIPS 1996), Berkeley, pp. 519–523. IEEE, New York, NY, USA.
- [4] Xiaohui Hu and Russell Eberhart. **Solving Constrained Nonlinear Optimization Problems with Particle Swarm Optimization**. In *Proceedings of the 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2002)*, volume 5. Orlando, USA, IIS, July 2002.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás az OTKA 38058 projekt támogatásával történt.

Lipták Gábor, doktorandusz

IND Kft. (www.indweb.hu). 3530 Miskolc Széchenyi u. 70., Magyarország

Tel: +36-20-5199146, **E-mail:** gabor.liptak@indweb.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A KEVERÉK-ÖSSZETÉTEL HATÁSA AZ ÜVEGHIBÁK JELLEGÉRE ÉS GYAKORISÁGÁRA

Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László

Abstract

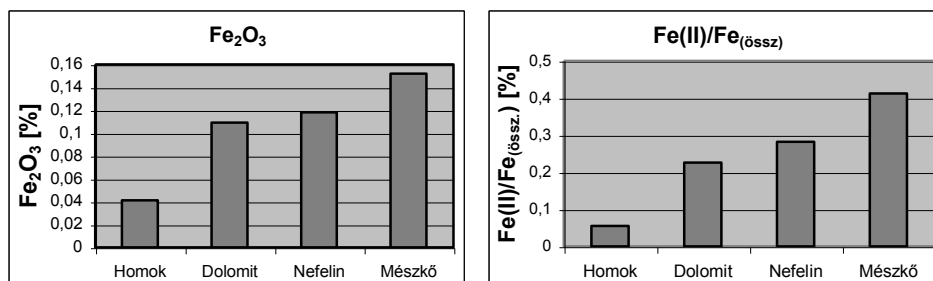
In their article the authors try to open and show the parameters and factors which can occur defects in the quality of float glasses. These factors can be the grain sizes and mineral containments of the mixtures of the raw materials, the types and parameters of the used technical equipment, the age of melting kilns and their refractory materials.

Összefoglalás

A dolgozat célja bemutatni, hogy bizonyos faktorok, milyen nagy hatással vannak az üveg minőségére. Ilyen factor például az alapanyagok szemcsézettsége illetve összetétele. Ezekben belül mi a legnagyobb mennyiségben jelenlevő kvarchomok szemcseméretének a hatását vizsgáljuk az üveg optikai paramétereire.

1. A legfontosabb alapanyagok összetétele

Ahhoz, hogy az alapanyagoknak az összetételét meg tudjuk határozni, röntgen, illetve vegyi analízist kell elvégezni. Az alapanyagok vegyi analízissel történő meghatározásának eredményeit az 1. 2. ábrák mutatják.



1. ábra A vizsgált alapanyagok Fe₂O₃ és Fe(II)/Fe_{össz} tartalma

A vas-oxid tartalom a vas-oxid minőségétől (FeO vagy Fe₂O₃) és mennyiségétől függően nem csak az üveg fényáteresztő képességét határozza meg, de jelentős, nem kívánt elszíneződést is okozhat, ezért a jó minőségű sikküveg elérése érdekében a vas-oxid tartalom minimalizálása a cél.

Általában a felhasznált kvarchomokkal (SiO₂) kerül a legtöbb vas-oxid az üvegbe. A kvarchomokban a vas-oxid kétféle módon tud megjelenni. Az egyik, amikor a kvarc szemcsékbe hosszú idő alatt kívülről diffundál be a vas-oxid, a másik mikor magába a kvarckristály mikro-szerkezetébe épül be a vas-oxid. [1]

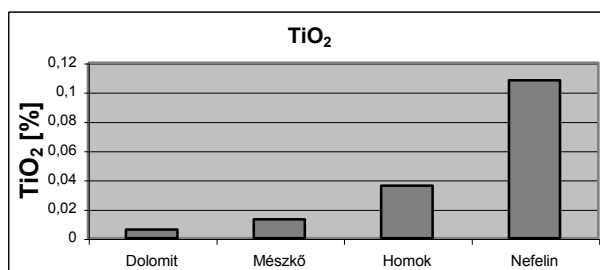
A vas-oxidnak az üveggyártásra gyakorolt két legkedvezőtlenebb hatása:

1. A kemence falazatát károsítja.
2. Az üveg elszíneződését okozza.

Az Fe₂O₃, vagyis a magasabb oxidációs állapotú vas-oxid a látható fénytartományban kisebb fényelnyelést okoz, mint a FeO, ezért színtelenítés céljából oxidáló szerek alkalmazásával az üvegben lévő vas-oxidot a három vegyértékű vas-oxidjává igyekszünk alakítani. [2]

Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy a vastartalma a kvarchomoknak a legkisebb, viszont azt is szem előtt kell tartani, hogy ezt lényegesen nagyobb százalékban - nátron-szilikát üvegek esetében általában 60-70%-ban - tartalmazza a keverék, mint a többi alapanyagot.

A TiO₂ a vas-oxidhoz hasonlóan transzmisszió-csökkentő hatású. A kvarchomok, a többi alapanyaggal összehasonlítva, ebből a szempontból gyengébb minőségű.

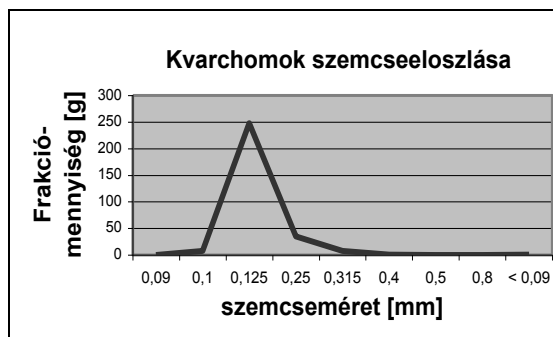


2. ábra A vizsgált alapanyagok TiO₂ tartalma

1. 1. A különböző kvarchomok-frakciók összetétele

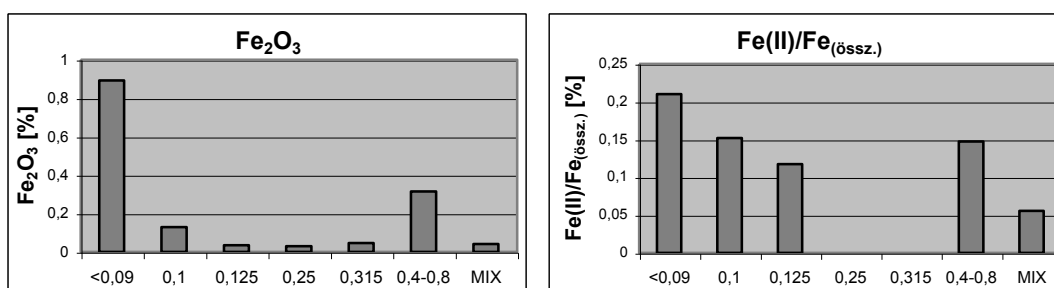
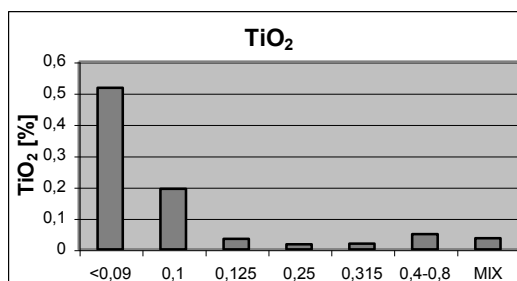
Az üvegolvastás szempontjából jelentős szerepe van a felhasznált kvarchomok szemcsézettségének. A szemcsék alakja az olvashatóság szempontjából fontos: a szabálytalan, sokszögletű szemcsékből álló kvarchomok kedvezőbben viselkedik. A döntő tényező mégis a kvarchomok szemcseméret megoszlása. A túl durva szemcsézettségű kvarchomok nehezen olvasható, az olvastás után gyakran olvadatlan zárványok maradnak az üvegben. A túl finom kvarchomok viszont könnyen porzik, ami a keverékkészítés és az adagolás során káros. A finom kvarchomokkal hevített keverék általában gyorsabban olvad, de az így nyert olvadék nehezebben tisztul meg az apró gázzárványoktól, mint megfelelő szemcsézettségű kvarchomok felhasználása esetén. [3] [4]

Mi a kvarchomok-szemcse méretének olvastásra gyakorolt hatásán kívül kíváncsiak voltunk arra is, hogy a kvarchomok szennyezettségének mértéke milyen módon függ a szemcsemérettől. Ezért frakcionáltuk a homokot és a különböző szemcseméretű kvarchomokat vegyi analízissel elemeztük. Az eredményeket a 4. 5. ábrák mutatják. Először azonban nézzük a kvarchomok szemcseeloszlását (3. ábra).



3. ábra A kvarchomok szemcseeloszlása

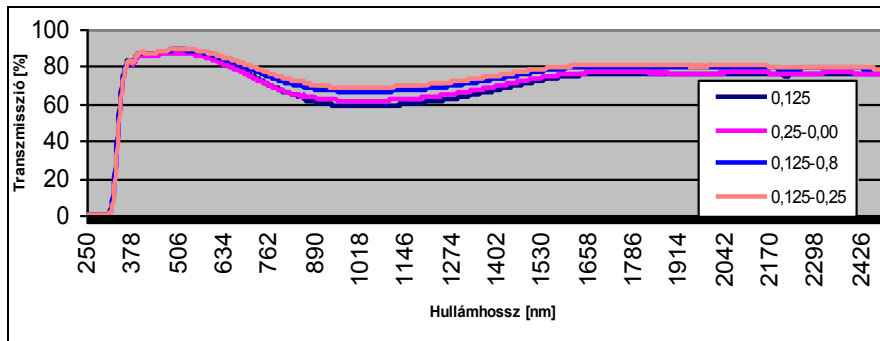
A fenti, 3. ábra alapján megállapítható, hogy a kvarchomok a legnagyobb mennyiségben a 0,125mm-es frakciót tartalmazza. Ezek után, pedig vizsgáljuk meg a különböző kvarchomok-frakciók szennyezettségét a vas-oxid és titán-dioxid szempontjából (4. 5. ábrák).

4. ábra A kvarchomok különböző frakcióinak Fe₂O₃ és Fe(II)/Fe_{össz.} tartalma5. ábra A kvarchomok különböző frakcióinak TiO₂ tartalma

A kvarchomok legfinomabb szemcsemérete a legszennyezettebb, mint az a szakirodalom alapján várható is, viszont a legnagyobb frakciók - melyet még általánosan használnak hagyományos üveg olvasztásához - is jelentős mennyiségű szennyező elemet tartalmaznak.

2. Az üveg transzmisszió-vizsgálata

Az olvasztás után a kapott üveglapokon transzmisszió-vizsgálatot végeztünk, melynek eredményét a következő, a 6. ábra mutat. A transzmisszió vizsgálat megmutatja, hogy a fénysugaraknak hány százalékát engedi át magán az adott üveg. A mi esetünkben a cél a transzmisszió növelése, tehát, hogy az üveg a lehető legtöbb fényt átengedje.



6. ábra A különböző frakciójú kvarchomokból készült üveg transzmissziós értékei

Ezen eredmények ismeretében megállapíthatjuk, hogy a 0,125-0,25mm szemcseméret közötti frakciók kiválasztásával, az ebből olvasztott üveg lényegesen jobb transzmissziós képességekkel rendelkezik, mintha frakcionálás nélkül vagy más frakciók felhasználásával olvasztanánk üveget. [5] [6]

3. Összegzés

Vizsgálataink során választ kerestünk arra, hogy miként lehet minél jobb minőségű síküveget előállítani.

Abban az esetben, ha a kvarchomok frakciói közül csak a legnagyobb mennyiségben jelenlevő 0,125-0,25mm-es szemcseméretet használjuk az üveg olvasztásához jó minőségű üveget kapunk. Mérési eredményeink alapján elmondható, hogy ebben az esetben a látható tartományban a transzmisszió értéke jelentősen nő, az üveg optikai tulajdonságai javulnak. Az eredményekből arra lehet következtetni, hogy mindenféle savas és egyéb kezelés nélkül is, a környezetet kevésbé terhelő módon is elérhető a kívánt minőségű síküveg.

Felhasznált irodalom:

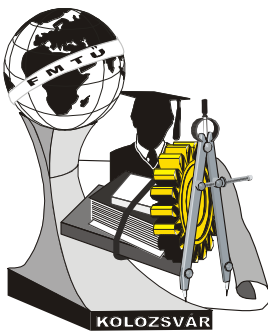
- [1] DR. GÖMZE A. LÁSZLÓ:
Kerámia és kompozit technológia című előadás, 4. évfolyam 2. félév (2003)
- [2] MSBIBILASVILI VA. GOREMÜKIN:
Zselezocirkonievüe keramicheskie pigmika (1994)
- [3] P.P. BUDNIKOV, V. L. BALKEVICS, A. SZ. BEREZHNOJ, I.A. BULAVIN:
Himicheskaya tehnolojiya Keramiki i ogneupori, Sztrójirdat, Moszkva 1972.
- [4] DR. GÖMZE A. LÁSZLÓ:
Kerámia és Kompozit technológia I., kézirat Miskolc 2002.
- [5] TU-Bergakademie Freiberg, Institut für Keramik, Glas- und Baustofftechnik (2004)
- [6] DR. KNAPP OSZKÁR, DR. KORÁNYI GYÖRGY:
Üvegipari kézikönyv Műszaki könyvkiadó, Budapest 1964

Paróczai Csilla / doktorandusz

Dr. Gömze A. László / egyetemi docens

Miskolci Egyetem / Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék

Tel.:0646/565-111 (15-60)



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

HATÁRFELÜLETI JELENSÉGEK KERÁMIA, PORCELÁN TERMÉKEK MÁZAZÁSOKOR

Puskás Nikoletta

Abstract

There are uncountable numbered solutions to make glaze coating. The differences are for example because of the composition of the glaze material, the using of additions, the thermal treatment, the technology of glazing and the properties of the base ceramic (substrate). Obviously there are different properties of the different glazes. It is necessary to examine the coatings not only on their surface, but their interfacial layer as well. The presence of the interfacial layer maybe determines the properties of the glaze coating, so necessary to know the interfacial layer.

Absztrakt

Mázazás során a bevonat előállítására végtelen számú megoldás található. A variációk különbözőségére okot adhat a mázanyag összetétele, adalékok használata, a hőkezelés jellemzői, a mázazás technológiája, módja, az alapkerámia tulajdonságai. A különbözőféle képpen előállított bevonatoknak nyilvánvalóan más-más tulajdonságai alakulhatnak ki. A bevonatokat nem csak a felületen érdemes vizsgálni, mert a máz és az alapkerámia között kialakuló határréteg tulajdonságai is érdekesek lehetnek számunkra, és a határréteg jelenléte befolyásolhatja a kialakult felületi tulajdonságokat, így szükséges annak ismerete.

1. Bevezetés

A kerámiaiipari termékek felületi megmunkálása közé tartozik a mázazás. Ezzel az eljárással növelhető a termékek esztétikai értéke, felületi simasága és befolyásolható a termékek - felhasználási szempontjából fontos - számos egyéb tulajdonsága is. A mázazás során nagyon fontos a máznak az alapkerámiához történő tapadása, hogy az a szükséges funkciót kellőképpen elláthassa. A megfelelő mértékű tapadás az alapkerámia és a máz közötti átmeneti határréteg kialakulásával jöhet létre. Így tehát a mázbevonat rendeltetészerű „működtetéséhez” szükséges a határréteg jelenléte, ismerete is.

2. Máz-alaptest átmeneti határréteg jellemzése

Kerámia és porcelán termékek mázazása során a határfelületi jelenségek közé tartozik a nedvesítés és a megfelelő határréteg kialakulása. Szakirodalomban [1, 2] is fellelhető olyan írás, mely a határréteget jellemzi, annak tulajdonságait ismerteti. Felismerhető, hogy a tapadás a mázolvadéknak az alapkerámia pórusaiba történő penetrálásával alakul ki. Ennek megfelelően egy porózusabb alapkerámia esetében a megolvadó mázanyag jobb tapadást képes elérni, mint egy égetett, tömör szubsztrátum esetében, ahol a porozitás kicsiny volta miatt kisebb a nedvesség felvétel. Megfigyelhető továbbá az is, hogy a mázréteg és az alapkerámia között kialakuló határréteg összetétele átmenetet képez a máz és a szubsztrátum összetétele között. Erre jó példa az alapkerámiában olyan anyagok megjelenése, melyek addig esetleg nyomokban voltak fellelhetők, de a mázanyagban nagyobb mennyiségben fordultak elő, és a mázazás után megfigyelhető a határrétegben történő megjelenésük is.

3. Az átmeneti határréteg jelentősége

A kialakuló határréteg elsődleges funkciója a máz alapkerámiához történő tapadásának biztosítása. Ezen a feladaton túl lényeges szerepet játszik az esetlegesen keletkező feszültségek kiegyenlítésében, a repedésre való hajlam csökkentésében. A mázolvadék és az alapkerámia hülése során ugyanis az eltérő hőtágulási együttható értékek miatt húzó, illetve nyomó feszültségek alakulhatnak ki, mely a máz repedéséhez, lepattanásához vezethet. A máz és a szubsztrátum köztes összetételével rendelkező határréteg egyfajta kiegyenlítő réteget képez, mely csökkenti a mázak repedésre való hajlamát.

4. A határréteg vizsgálatára alkalmas módszer

A máz alapkerámiához való tapadásának, a tapadószilárdságnak vizsgálatára számos mérési módszer ismeretes, alkalmas [3], mely lehet mechanikai és nem-mechanikai.

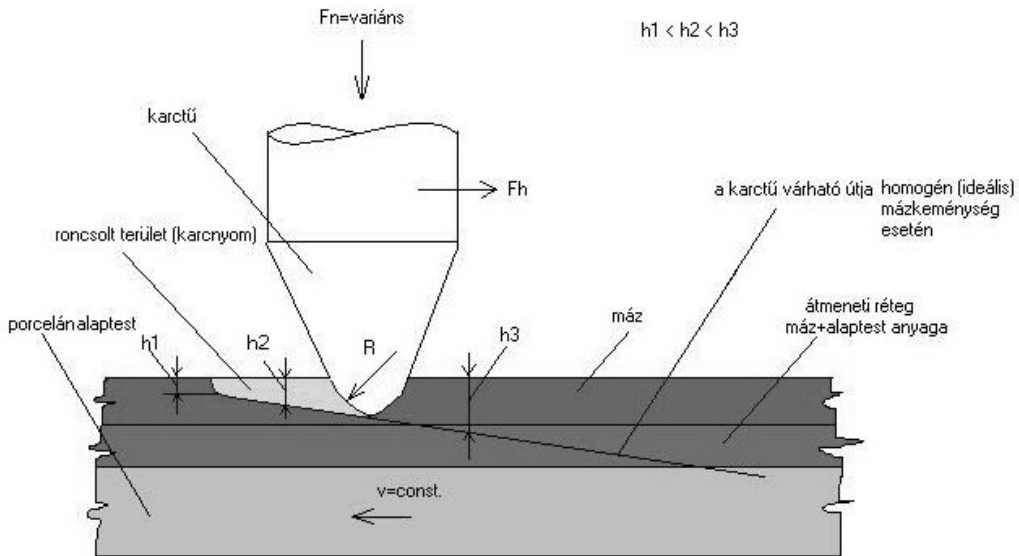
A tapadószilárdság mechanikai mérési módszerei:

- „Direct pull-off method” - Közvetlen szétfeszítő (visszahúzó) módszer
- „Laser spallation test”- Lézer-forgácsolás
- „Indentation test”- Bemetszéses módszer
- „Ultracentrifuge test - Ultracentrifugálás”
- **„Scratch test - Karcvizsgálat”**
- „Scotch tape test”- Tépőszalagos módszer
- „Abrasion test - Kopásvizsgálat”
- „Blend and stretch test” – Hajlító és nyújtó vizsgálat.

A bevonatok, mázak tapadószilárdságának nem-mechanikai úton történő mérési módszerei:

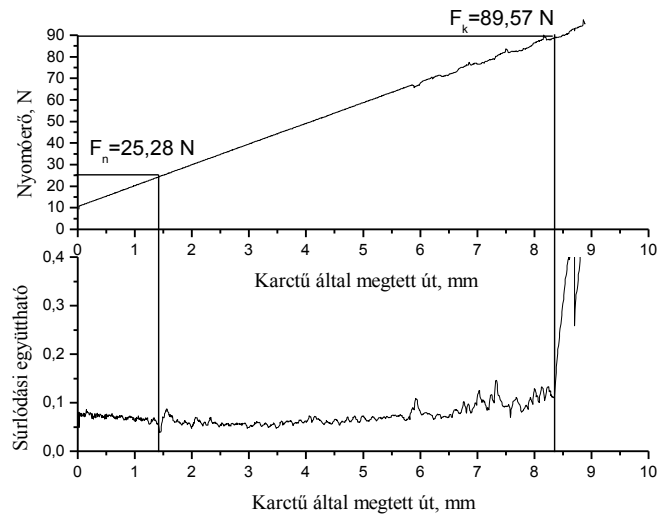
- „Thermal method” – Termikus módszer
- „Nucleation test” – Atomabszorpciós vizsgálat
- „Capacity test” – Kapacitív vizsgálat
- „X-ray diffraction” –Röntgendiffrakciós módszer

A felsorolt vizsgálati módszerek közül a mázbevonatok vizsgálatára és a határréteg jellemzésére a karcvizsgálat megfelelő módszer. A vizsgálati módszer elvi vázlatát [4] mutatja az 1. ábra.

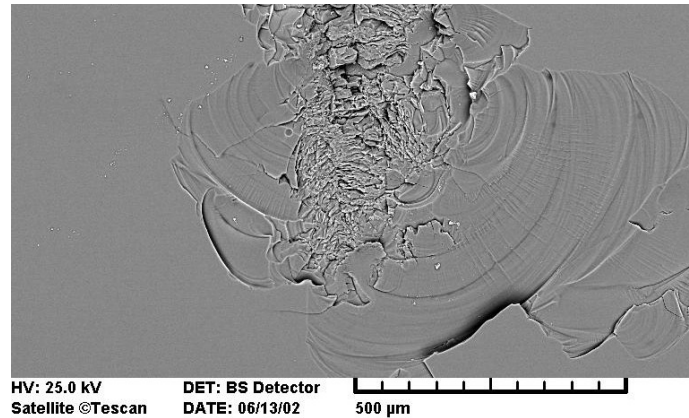


1. ábra. A karcvizsgálat elvi vázlata

Karcvizsgálattal azt a kritikus nyomóerő értéket lehet meghatározni, mely a bevonat leválásához vezet. Ehhez a folyamatosan növekvő terhelőerővel végzett karcolás során kialakuló súrlódási együttható értékek ismeretével jutunk, ugyanis ennek az értéknek a hirtelen ugrásszerű változása jelzi a máz és a határréteg károsodását, leválását. A mért adatokból diagramok készíthetők, melyek lehetővé teszik a vizsgálat számszerű kiértékelését.



2. ábra. Átmeneti határréteg károsodását is mutató karcvizsgálati diagram



3. ábra. SEM felvétel egy karcvizsgálati nyomról

4. Összefoglalás

Az átmeneti határréteg jelenléte kiemelkedő fontosságú a mázak megfelelő alkalmazhatóságát tekintve, ezért szükséges annak ismerete, az előállítás során tudatos kialakításának lehetősége. Az optimális bevonat előállítása során a technológia megválasztása az átmeneti határréteg kialakulására is lehetőséget kell, hogy biztosítson.

Irodalom

- [1] S. A. EL-DEFRAWI, M. A. SERRY, W.I. ABD EL-FATTAH, W. WEISWEILER: Microchemistry and Microstructure of Some Opaque Glaze/Tile Interfaces in Relation to their Physical Properties, *Ceramics International*, 21, (1995) 69-75.
- [2] A. KARA, R. STEVENS: Interactions between an ABS type leadless glaze and a biscuit fired bone china body during glost firing. Part II: investigation of interactions, *Journal of the European Ceramic Society* 22 (2002) 1103-1112.
- [3] DR. GÖMZE A. LÁSZLÓ: A karcvizsgálat szerepe és jelentősége porcelán és kerámia mázak valamint mázazási technológiák fejlesztésénél. *microCAD 2003*, Anyagtechnológiai Szekció kiadványa; Miskolc, (2003.)
- [4] PUSKÁS NIKOLETTA: Kerámia- és porcelánmázak karcvizsgálata, *Építőanyag*, 55. évf. 2003. 2. szám 50-54 oldal

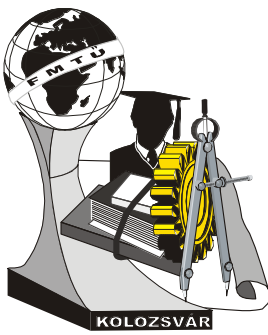
Puskás Nikolett / doktorandusz

Miskolci Egyetem, Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék, Miskolc-Egyetemváros 3515

Tel:+36-46-565111/15-60

Fax.+36-46-565103

E-mail: femniki@uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

KÜLÖNBÖZŐ FIZIKAI TULAJDONSÁGÚ SZERSZÁMBETÉTANYAGOK HATÁSA A NYOMÁSOS ÖNTVÉNYEKRE

Lukács Sándor

Tudományos vezető: Dr. Tóth Levente

Abstract

This work shows the density and porosity of a bench-shaped high pressure die casting from AlSi9Cu3-Fe alloy. It was applied three different materials in the die, over the die cavity. The solidification of the different wall thicknesses parts was influenced by this three die materials. The order of the die parts is interchangeable. In this case can be analysed the influence of the machine-parameters and the casting technologies like the form filling and the solidification. It can be seen the influence of different casting parameters to the density conditioned by the wall thicknesses.

Összefoglaló

A dolgozat egy elkészült lépcsőpróba alakú nyomásos öntőszerszámba öntött AlSi9Cu3-Fe anyagminőségű öntvények sűrűség és porozitás vizsgálatát dolgozza fel, a szerszámbetétanyagok és az öntési körülmények függvényében. A különböző lépcsők más-más falvastagságúak és a különböző lépcsőkhöz különböző fizikai tulajdonságú acélbetétek tartoznak. A különböző falvastagságú részekhez tartozó szerszámbetétek sorrendje a egymással felcserélhetőek, így nemcsak az gépparaméterek hatása hanem az öntéstechnológiai folyamatok, mint például a formatöltés és dermedés hatása is vizsgálható. A dolgozatban az eltérő öntési körülmények hatását mutatom be az öntvény sűrűségére a falvastagság függvényében.

1. Bevezetés

A nyomásos öntvények összetettsége, bonyolultsága változó, az egyszerű, azonos falvastagságú sörnyitótól a komplett motorblokkokig. Egy nyomásos öntőszerszámban - többek között - a különböző dermedési idők határozzák meg az öntvények későbbi minőségét. A megvágás elhelyezése és az irányába történő irányított dermedés nagyon fontos tényezője a helyes szerszámtervezésnek. A beömlőrendszer méretezése, a beömlő csatornák alakjai és méretei a formatöltésnél játszanak meghatározó szerepet. A szerszámbetét fizikai tulajdonságai, úgymint a hővezető képessége, a formafal felületi keménysége, kopásállósága, hősokk-állósága melegszilárdsága, olvadékkal szembeni ellenállósága nemcsak a szerszámbetét élettartamát, de az öntvény minőségét is befolyásolják.

A szerszámbetét helyes kiválasztása nemcsak szerszám oldaláról lehet gazdaságos, hanem befolyásolhatja a nyomásos öntőgép termelékenységét is. A különböző falvastagságú öntvények esetén a szerszámbetét megfelelő hűtésével ugyan befolyásolni lehet a dermedést, de a betét homogenitása miatt csak a helyes hűtőcsatorna-tervezés eredményezhet jó minőségű öntvényeket. Ezek többnyire bonyolult belső furatokkal oldhatók meg, melyek kivitelezése meglehetősen költséges és nehézkes. Megvalósítható az is, hogy egy szerszámbetétben belül a különböző falvastagságú helyekhez, a falvastagsághoz, méretezett fizikai tulajdonságú betét tartozzon, hogy befolyásolja annak dermedési körülményeit. Ennek vizsgálatát mutatom be dolgozatomban egy lépcsőspróba segítségével.

A mérést a Fachhochschule Aalen Öntődei laboratóriumában végeztem, az eszközöket a laboratórium és az ARBEITGEMEINSCHAFT METALLGUSS bocsátotta rendelkezésemre.

2. Öntvénykialakítás, mérési elrendezés

A különböző szerszámacélbetétek hatásainak vizsgálatára tervezett és kialakított lépcsőspróba öntvényt a beömlőrendszer irányából haladva egy 4 mm, 8 mm majd 12 mm falvastagságú, 200x100 mm méretű lapok építik fel. Ezen dolgozatot megelőzően előadásokban és kiadványokban bemutatásra került a lépcsőspróba öntvény tervezésének lépései továbbá mind a formatöltési, mind a dermedési szimulációs eredményei illetve elméleti öntéstechnikai és hőtechnikai számításának eredményei.

A 4 mm-es falvastagságú öntvényrész alakját egy 1.2343 anyagminőségű acélbetét, a 8 mm-es falvastagságú 1.2344 minőségű acélbetét, illetve a 12 mm falvastagságú 1.2999 minőségű acélbetét adja. Az öntőszerszámban a különböző falvastagságú lapokat alkotó betétek pozíciója egymástól függetlenül változtatható, bennük egyenként 3 hőmérsékletmérő szenzor lett elhelyezve az 1. ábra szerint. A lapok öntés után fűrészeléssel szétválasztásra kerültek egymástól és a mechanikai vizsgálatokon kívül röntgen és CT vizsgálat után sűrűség és porozitás mérésen estek át, mely eredményeket alábbiakban közlöm.



1. ábra

Lépcsőpróba öntvény és mérési elrendezés

A köpenyhőelemek a mozgó félben lettek elhelyezve, 3 mm-re a felület alatt, 15 mm-re a betét szélétől illetve a közepén, továbbá betétenként egy darab NANMAC hőelem a felületi hőmérséklet mérésére.

Az öntés során a következő 3 széria futott:

	0	2. széria	3. széria
4 mm	200 °C	200 °C	200 °C
8 mm	200 °C	160 °C	120 °C
12 mm	200 °C	120 °C	80 °C

A különböző szériákból készült öntvényrészek sűrűség és porozitásvizsgálat-eredményeit Blister-teszttel, röntgen és CT felvételekkel is alátámasztottam.

A darabok tömegének mérése folyadékba merítés előtt és folyadékban is megtörtént, a sűrűség a tömegekből az alábbi képlet segítségével lett számolva:

$$\rho = \frac{M_1 \cdot \rho_{\text{folyadék}}}{M_1 - M_2}$$

Ahol: M_1 ... az öntvényrész tömege levegőn [g]

M_2 ... az öntvényrész tömege folyadékban [g]

$\rho_{\text{folyadék}}$... a folyadék sűrűsége [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]

ρ ... a darab sűrűsége [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]

A porozitás számolása a következőképpen történt:

$$P = \frac{\rho_{\text{valós}}}{\rho_{\text{elméleti}}}$$

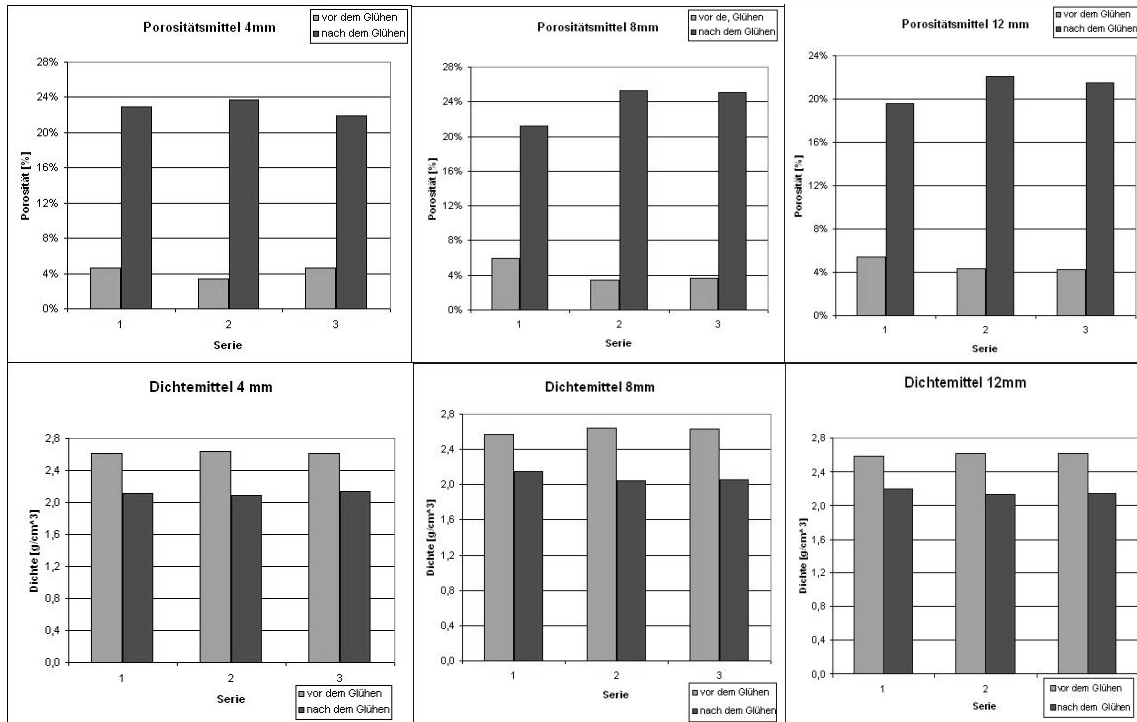
Ahol: P ... porozitás [%]

$\rho_{\text{valós}}$... az öntvényrész valós sűrűsége [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]

$\rho_{\text{elméleti}}$... az öntött ötvözet elméleti sűrűsége [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]

Az öntvényben lévő gáztérfogó a porozitás és az öntvényrész térfogatával egyenlő cm^3 -ben.

A következő ábrákon a különböző öntési szériákból származó 4, 8 és 12 mm-es lapok sűrűség és porozitás értékei láthatóak.



2 ábra

Az öntvény sűrűség és porozitás-értékei

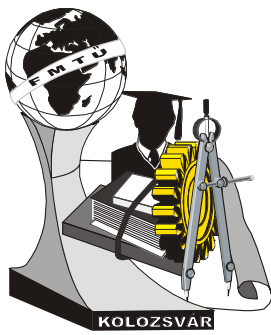
Mint az ábrákon látható, a szerszámbetét hővezetőképességének javulásával nem változott jelentősen a darabok sűrűsége, viszont a szerszámban áramoltatott olaj hőmérséklet csökkenésével (és a falvastagság növekedésével) ugyanabban a lépcsőben a sűrűségértékek jobban megközelítették az ötvözet sűrűségét. Azonos hőmérsékletű hűtőközeg esetén a porozitás a falvastagság csökkenésével csökken, továbbá a hőkezelés előtti porozitás a falvastagság csökkenésével (a szerszámbetét hővezetőképességének javulásával) illetve a szerszámbetétben áramoltatott olaj hőmérsékletének csökkenésével, szintén csökken. A hőkezelés után mért porozitás a szériák során állandó hőmérsékletű 4 mm-es lap esetén csökkent, viszont a falvastagság növekedésével emelkedett.

Lukács Sándor

Miskolci Egyetem, Metallurgiai és Öntészeti Tanszék

3515, Miskolc-Egyetemváros

sandor.lukacs@gmx.net



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A SZÖVETSZERKEZET HATÁSA A LOKÁLIS KOPÁSRA

Kovács Tünde¹, Dr. Dévényi László²

Abstract

Investigating the wear phenomena there is often a need for studying the wear process on the basis of variable parameters (microstructure, surface roughness, load). With a thorough set of tests we have developed a simple experimental method, by which the wear behaviour can be evaluated on a single specimen depending on the local coordinates. The method is based on the so-called gradient technique and by which it becomes possible to examine the effects of the locally changing parameters and perform comparative tests. Throughout the tests we evaluated the progress of the wear process. This wear-analysis method based on ball-plane impact is widely used because of its simplicity. By measuring the dimensional changes of the indentations diameters, which were placed prior to the tests. To produce a microstructure, which continuously varies as functions of local coordinates we used traditional Jominy specimens. The experimental results demonstrate that the influence of the locally changing microstructure on the mechanism of the wear process can be successfully evaluated, and we studying de dependence of wear resistance of the microstructure.

Összefoglaló

Egy átfogó kísérletsorozat keretében sikerült kifejleszteni olyan kopásvizsgálati módszert, mellyel a kopás a hely függvényében lokálisan határozható meg, mód nyílik a változó paraméterek (hőkezelési állapot, felületi nyomás, felületi minőség) folytonosan változó hatásainak összehasonlító vizsgálatára. Az eddigi vizsgálatok során a lokális kopási mértéket a kopás közbeni keletkező kopásnyom átmérőváltozásával jellemeztük. A hely függvényében változó szövetszerkezetet Jominy próbatest felhasználásával biztosítottuk. Az elvégzett kísérletek során a változó szövetszerkezet függvényében tanulmányoztuk a kopás jelenségét. Megállapítottuk, hogy a kopásállóság miképpen függ a szövetszerkezettől.

1. Bevezetés

A gépészeti gyakorlatban számos kopásnak kitett alkatrészt ismerünk. Ezen alkatrészek kopással szembeni ellenállása számos összetevő függvénye. Függ tehát a felületi érdességtől, szövetszerkezettől, valamint a terheléstől. A kopásállóságot gyakran keménységgel jellemzik, ami azért nem teljesen egyértelmű jellemző mert különböző szövetszerkezetű acélok azonos keménységgel rendelkezhetnek (pl. 3/a. ábra). Vizsgálatainkban ezért arra keressük a kérdést, hogy a szövetszerkezet, melyet acéloknál célszerű hőkezelési technológia elvégzésével hozunk létre, milyen befolyással bír a kopásállóságra. [1,2]

Az alábbi diagram jól mutatja, hogy azonos keménységgel rendelkező, különböző kémiai összetételű anyagok esetén a különböző szövetszerkezet különböző kopásállósági értéket eredményez. Vizsgálataim során egy adott kémiai összetételű acélon vizsgáltam a különböző szövetszerkezetek kopásállósági tulajdonságait.

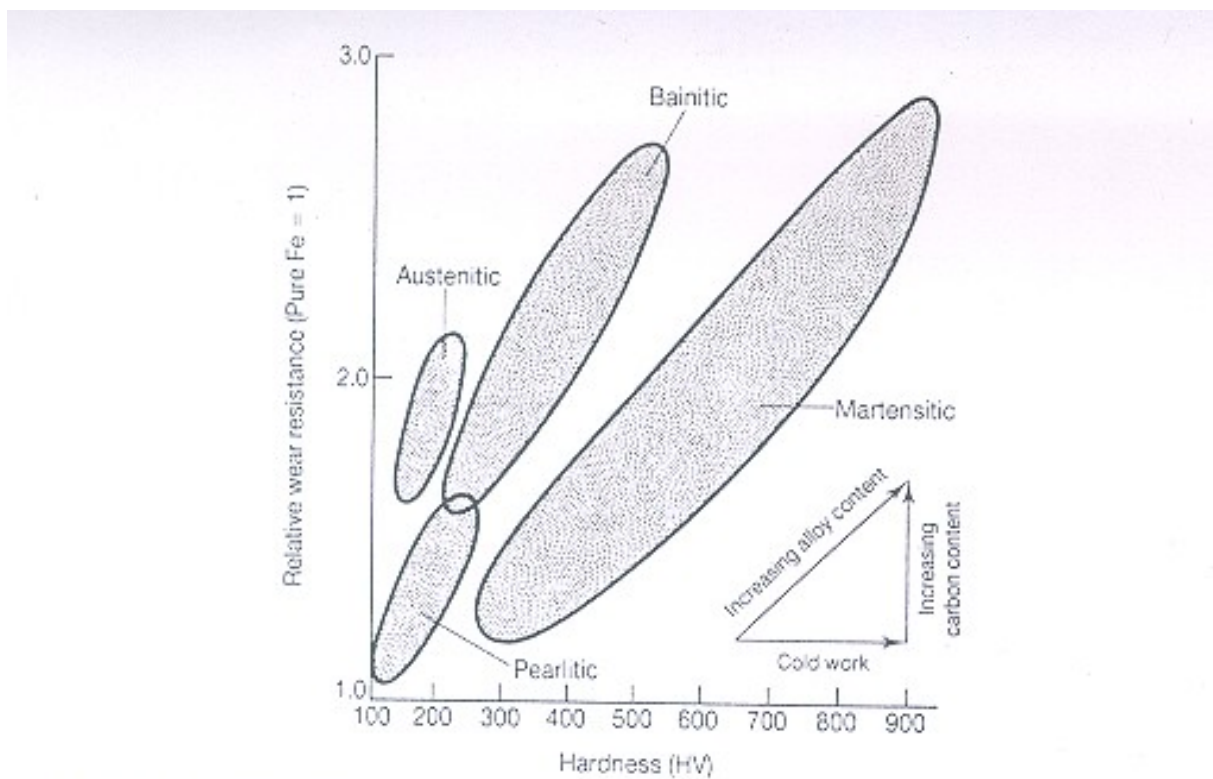


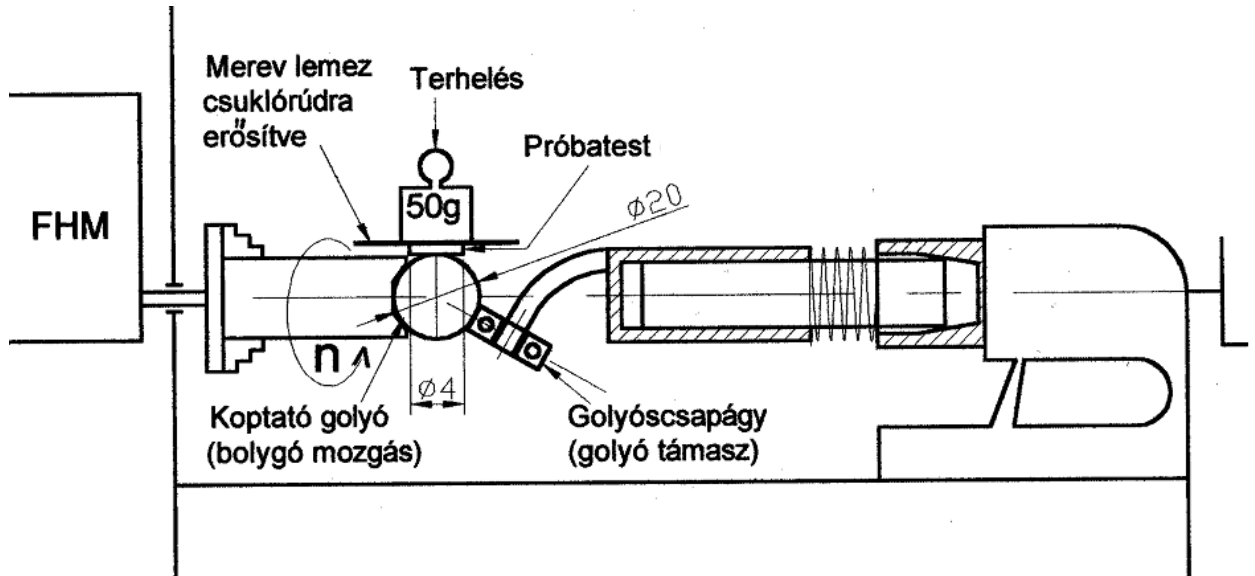
Fig. 6.20 Effect of structure, heat treatment and alloy content on the relative two-body abrasive wear resistance of steels against 90 μm alumina particles (from Moore MA, in Rigney D A (Ed.), *Fundamentals of Friction and Wear of Materials*, ASM, 1981, pp. 73–118)

Egyes szövetszerkezetek kopásállósága a keménység függvényében

1. ábra [3]

2. Lokális kopásállóság vizsgálata gömb/sík érintkezés elvén alapuló vizsgálattal

A vizsgálatokat az 1. ábrán bemutatott készülékkel végeztük a következő beállításokkal: koptatógolyó Ø20mm GO3 (szabványos csapágyacél), fordulatszám 752 fordulat/perc, terhelés 0,49N, vizsgálat időtartama 15 perc. A vizsgálat elvégzése során sem kenőanyagot sem abrazív szemcséket nem alkalmaztunk.



Lokális kopásvizsgáló berendezés [4]

2. ábra

A vizsgálat eredményeként a próbatest felületén gömbsüveg geometriájú kopásnyomot kapunk. A beállított paraméterek és a gömbsüveg átmérője segítségével a kopási tényező meghatározható. A vizsgálatokat (20°C) szobahőmérsékleten végeztük.

3. A kopási tényező meghatározása

A kopási úthossz és a kopási tényező számítása ahol, **h** gömbsüveg mélysége (mm), **R** koptatógolyó sugara (mm), **r** kikoptatott gömbsüveg átmérője (mm), **d** kikoptatott gömbsüveg átmérője (mm), **n** koptatógolyó fordulatszáma (fordulat/perc), **t** koptatás időtartama (perc), **K** kopási tényező (mm³/Nm), **S** kopási úthossz (m), **V_v** kopási térfoga (mm³), **N** normál erő:

Gömbsüveg mélysége, **h** (mm):

$$h = R - \sqrt{R^2 - r^2} \quad (1)$$

Kopási térfogat, V_V (mm³):

$$V_V = \frac{h \cdot \pi}{6} \left(\frac{3}{4} d^2 + h^2 \right) \quad (2)$$

Kopási úthossz, S (m):

$$S = n \cdot 2R \cdot \pi \cdot t \quad (3)$$

Kopási tényező, K (mm³/Nm):

$$K = \frac{V}{S \cdot N} \quad (4)$$

4. A vizsgált próbatetek

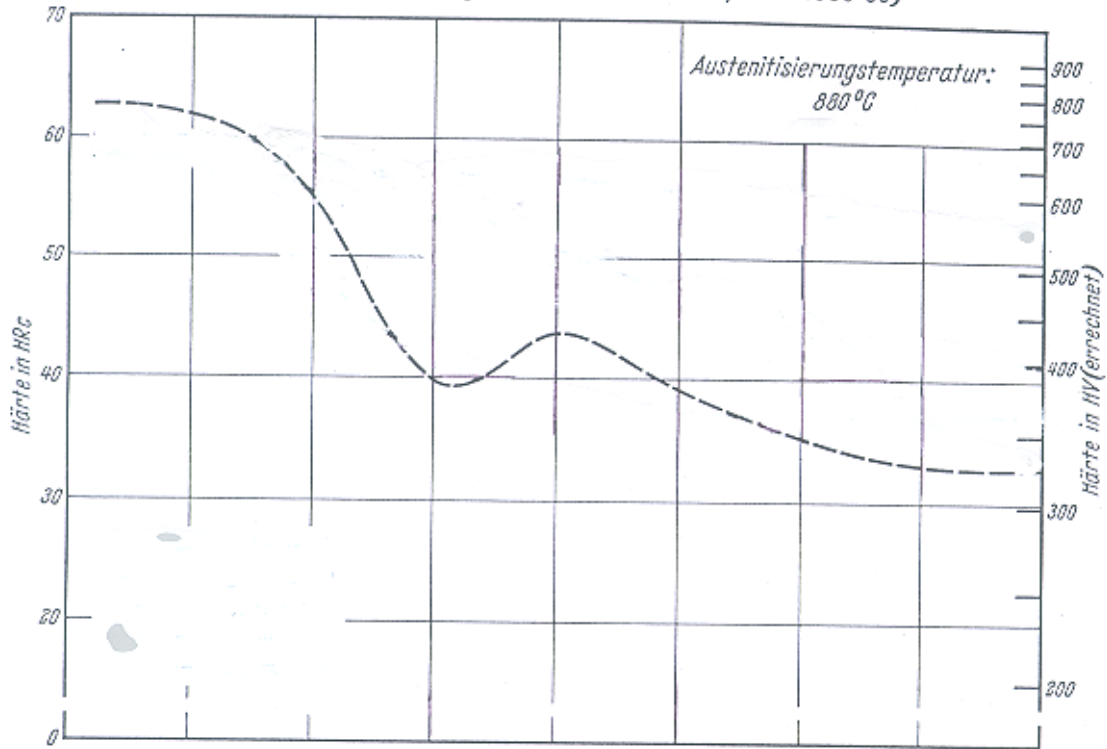
A vizsgálatokhoz 51 CrV4 (0,54% C, 0,29% Si, 0,87% Mn, 0,95% Cr, 0,16% V) minőségű edzett Jominy próba szelvényei (5, 19, 39 és 51mm Jominy véglaptávolságnál). Az 1. táblázatban a próbatetek keménységértékeit és szövetszerkezetét mutatjuk be. Ezeket az adott véglaptávolságban készített csiszolatok mikroszkópos vizsgálatai is alátámasztják (4. a, b, c, d ábrák), valamint a 3. b. folyamatos hűtési diagramról a megfelelő keménységet elérő hűtési sebesség segítségével is meghatározható.

sorszám	Véglaptávolság (mm)	Keménység HV	Szövetszerkezet
1	5	763	99% martenzit
2	19	429	50% martenzit, 50% bénit
3	39	287	Bénit, martenzit, perlit
4	51	275	99% perlit

A próbatetek keménysége és szövetszerkezte

1. táblázat

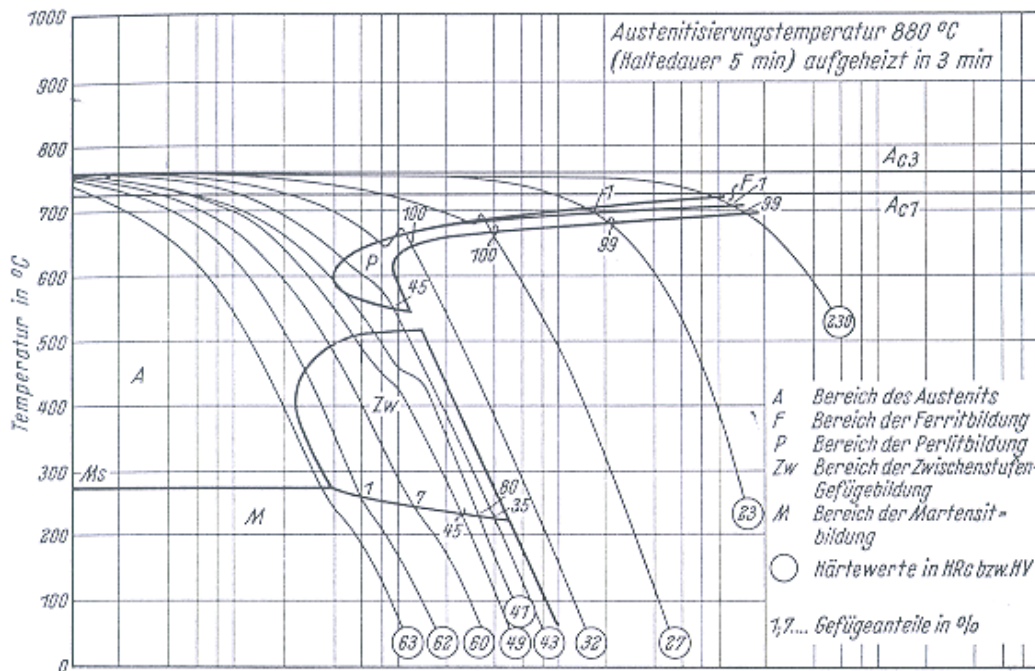
Stirnabschreckkurven der Schmelzen 1 bis 5
(Stirnabschreckprüfung nach Stahl-Eisen-Prüfblatt 1650-50)



Stahl 50 CrV 4
(Schmelze 1)

Zeit - Temperatur - Umwandlungs - Schaubild
(kontinuierlich)

Chemische Zusammensetzung	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Mo	Ni	V
	0,55	0,22	0,98	0,017	0,013	1,02	0,07	—	0,01	0,11

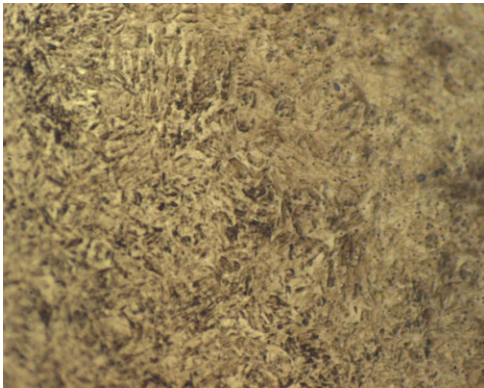


A vizsgált anyagra jellemző diagramok
3/a, b ábra [5]

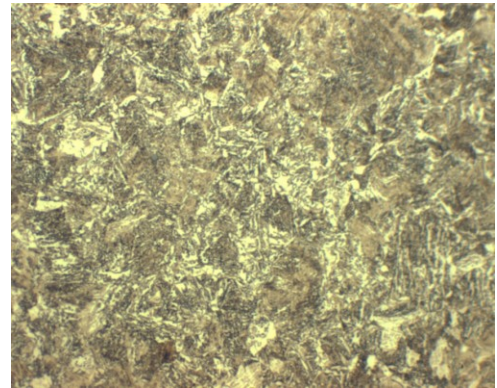
A próbatestek vizsgált felületét a metallográfiai csiszolatkészítés módszerével, polírozva, készítettük elő a vizsgálathoz. Az átlagos felületi érdesség $Ra \sim 0,75 \mu m$ volt. A felületi érdesség mérését Perthen tapintó érdességmérő készülékkel végeztük.

A diagramok és a mérési eredmények alapján megállapítható, hogy azonos keménységű próbatestek lehetnek különböző szövetszerkezetűek is. [6]

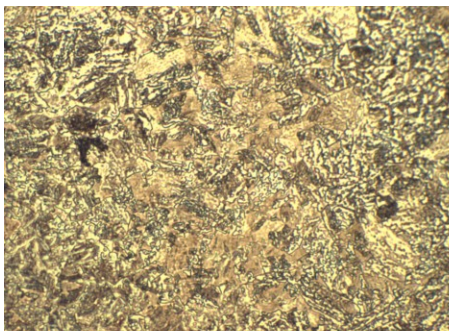
Az alábbi szövetképek a Jominy próbatest adott véglaptávolságaiban vizsgált szövetszerkezeteket mutatják. A mikroszkópos képek a 3. b. ábráról leolvasható szövetszerkezeteket egyezést mutatnak.



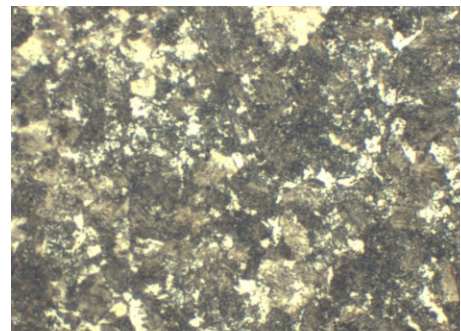
A szövetszerkezet 5 mm véglaptávolságban
99% martenzit
1000 x nagyítás, nitallal maratva
4. a. ábra



A szövetszerkezet 19 mm véglaptávolságnál
50% martenzit, 50% bénit
1000 x nagyítás, nitallal maratva
4. b. ábra



A szövetszerkezet 39 mm véglaptávolságban
Bénit, martenzit perlit
1000 x nagyítás, nitallal maratva
4. c. ábra



A szövetszerkezet 51 mm véglaptávolságban
99% perlit
1000 x nagyítás, nitallal maratva
4. d. ábra

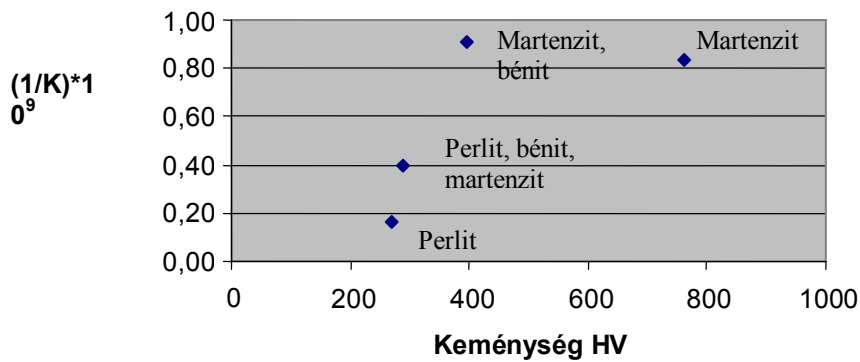
5. Mérési eredmények

Sorszám	Kopási tényező K (mm ³ /Nm)	Keménység HV	Kopásállóságot jellemező szám 1/K
1	1,2*10 ⁻⁹	763	0,83
2	1,1*10 ⁻⁹	429	0,91
3	2,5*10 ⁻⁹	287	0,40
4	7*10 ⁻⁹	275	0,14

A próbatestek kopási tényezői és keménység értékei

2. táblázat

Kopásállóság és szövetszerkezet



Kopásállóság a keménység függvényében

5. ábra

6. Összefoglalás

Megállapítható, hogy a szövetszerkezet változása kopásállósági szempontból egy adott összetételű acélon belül is kapcsolatot mutat. A szakirodalomban ismertetett különböző kémiai összetételű anyagok esetében ezt a kapcsolatot az 1. ábra mutatja be. Ebből jól látható, hogy a martenzites és bénites szövetszerkezet kopásállósági tulajdonságai jobbak, mint a perlit, vagy ferrit-perlites szövetszerkezeteké. A keménység és a kopásállóság általában jó korrelációt mutat, de amint azt az 1. ábra is mutatja, azonos keménységű anyagok esetén mégis előfordulhatnak különbségek. Vizsgálataimban arra kerestem a választ, hogy azonos kémiai összetételű, de különböző hőkezelt acél próbatestek esetén hogyan változik a kopásállóság.

Mivel az általam választott acélminőség esetében lehetőség van, az azonos kémiai összetétel és azonos keménység mellett, különböző szövetszerkezetek létrehozására (3.a. Jominy görbén látható), célszerűnek tűnik ennek további vizsgálata. A vizsgálatok lehetőséget adhatnak arra, hogy a kopásállóságot ne a keménység, hanem tisztán a szövetszerkezet függvényében vizsgálhassuk.

Köszönetnyilvánítás:

Budapesti Műszaki Főiskola Anyag és Alakítástechnológiai Tanszéknek a támogatásáért

Czifra Árpádnak, a felületi érdesség meghatározásban nyújtott segítségéért.

Fábián Rékának, a metallográfiai vizsgálatokban nyújtott segítségéért és a fotók elkészítéséért.

Irodalom

- [1] Dr. Bagyinszki Gyula-Kovács Tünde-Kálazi Zoltán-Tom Bell: Acélok duplex felületkezelése Gép, LII. évfolyam, 2001. 9. szám, p. 16-22.
- [2] Bitay E.: Lézeresen kezelt felületek kopásállósága, EME - Műszaki Tudományos Füzetek, FMTÜ 2001. Kolozsvár, p. 111-118.
- [3] I.M.Hutchings: Tribology:Friction and wear of engineering materials, 1992.Great Britain
- [4] T. Kovács, L. Kuzsella, L. Dévényi: Hypereutectic Al-Si-Ni alloy wear resistance function of the forming grade and comparison of aluminium and steel, microCad Miskolc, 2004.
- [5] F. Wever, .A. Rose (Eds) Atlas zur Wärmebehandlung der Stähle, Published by Max Plank Institut für Eisenforschung, in cooperation with VDEh, vol. 1, Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1954-1958, pp. II-113 E-II-113 B.
- [6] T. Kovacs, L. Dévényi: Material Science Forum, 2003. Investigation of Wear Process by a Gradient Method

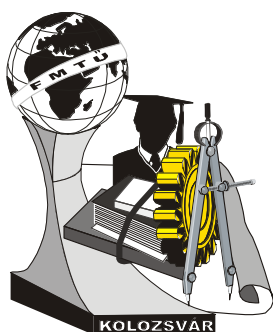
Kovács Tünde főiskolai adjunktus, Ph.D. hallgató

BMF, Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék

Budapest 1081 Népszínház u. 8

tel: (+36-1) 314-1438

kovacs.tunde@bgk.bmf.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

A RAPID-PROTOTYPING ELJÁRÁSOK ORVOSI ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Felhő Csaba, Prof. Dr. Dudás Illés, Dr. Varga Gyula

Abstract

Rapid Prototyping (RP) is a relatively new technique that was invented over a decade ago to rapidly produce solid 3-D objects of complex shapes directly from CAD files. RP constructs solid physical models from 3D computer data by the addition of layers of material. These techniques provide ways for making a variety of complex shaped parts which are difficult, costly or sometimes impossible to make by conventional methods of material removal. However, milling techniques are still important in the production of "less complex" models. 3D Printing is the entry-level concept modelling solution that delivers great models quickly and inexpensively. Models can be used for design verification, communication and as patterns for casting applications.

In this presentation we would like to show the possibilities of medical usage of these models.

Összefoglalás

A Rapid-prototyping olyan, körülbelül egy évtizede kialakult technológiák összefoglaló neve, amelyeket fizikai testek közvetlenül számítógépes modellekből történő gyors létrehozására terveztek. Minden RP technológia a megfelelő anyagok réteges egymásra építésével hozza létre a testet. Ezen technológia lehetővé teszi komplex felületekből álló alkatrészek gyártását, amelyek hagyományos anyagelvételi módszerekkel történő gyártása nehéz vagy egyáltalán nem lehetséges. A 3D nyomtatás egy belépő szintű koncepciós modellezési eljárás, amellyel jó minőségű modelleket állíthatunk elő gyorsan és olcsón. Ezek a modellek ezután felhasználhatók a tervezés ellenőrzésére, tárgyalásokhoz, illetve öntési eljárásokhoz mintaként.

Cikkünkben ezen modellek az orvosi alkalmazási lehetőségeit kívánjuk bemutatni.

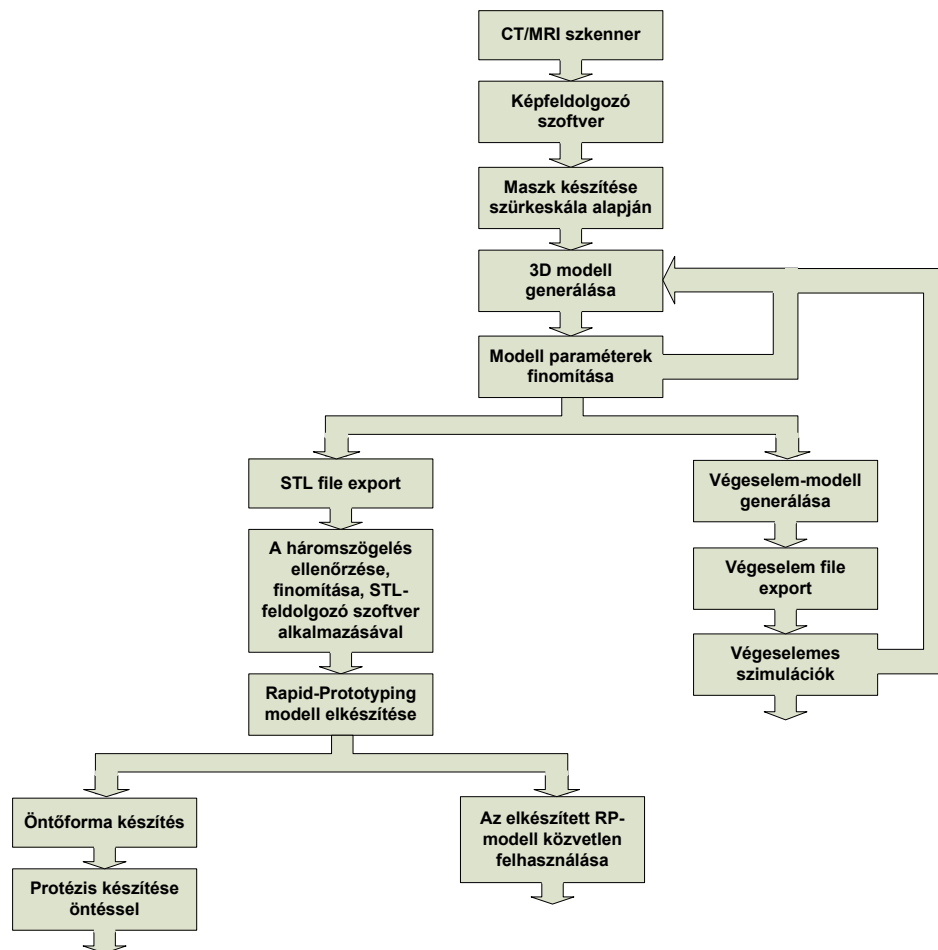
1. Az orvostudomány és a gyors prototípusgyártás kapcsolata

Mai informatikával átszőtt világunkban természetesnek hat, hogy egy protézist, transzplantációt, vagy egy komplex műtétet számítógépen terveznek meg, a virtuális valóság alkalmazásával. Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagynunk a tényt, hogy a valós világ feladatai milyen nagy mértékben különböznek ezen virtuális világban elvégzett gyakorlatoktól. Könnyű belátni, hogy egy fizikai test, amelynek megvannak a maga sajátosságai mennyire különböző egy 2 dimenziós képtől a számítógép képernyőjén. Emiatt a gyors prototípus-gyártásnak igen nagy jelentősége van az

orvostudományokban, hiszen segítségével a gyakorló orvosok nagyon sok tapasztalatot szerezhhetnek a 3 dimenziós testekkel való gyakorlás során. Ezen túlmenően ez a modern technológia nagymértékben segíti új protézisek, illetve orvosi eszközök kifejlesztését mint a vizualizáció mind az öntőminta készítés területén.

2. A háromdimenziós modell elkészítésének folyamata

Első lépés az orvosi DICOM felvételek feldolgozása, amelyek a különböző CT/MRI gépekkel készültek. Ez az adatfolyam az emberi test rétegenkénti képi megjelenítését tartalmazza. A DICOM képek feldolgozásának fő lépései láthatóak a következő ábrán.



1. ábra
A DICOM felvételek feldolgozásának lépései

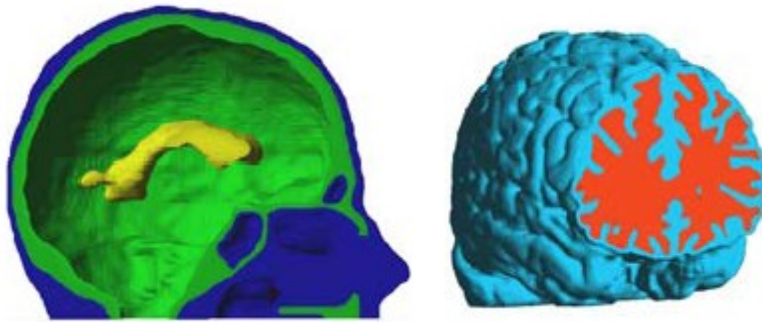
A folyamat végeredménye lehet egy végelemes számítások eredményeit tartalmazó file, egy kép vagy videoklip az elmozdulások és terhelések megjelenítésére, vagy pedig egy gyors prototípusgyártással előállított fizikai modell. Az előzőekben bemutatott lépések közül a fontosabbakat mutatjuk be a következőekben.

2.1 Szkennelés és képfeldolgozás

Speciális képfeldolgozó szoftver segítségével történik, amely lehetőséget nyújt a szegmentációra illetve különböző vizualizációs eljárások alkalmazására, amelyek segítségével a felhasználó akár több maszkot készíthet a modellhez (részekre bontás). A szegmentáló eszközök alapulhatnak határérték-meghatározáson, ún. területnövelő elven, logikai és morfológiai eljárásokon, elárasztásos elven, stb.

2.2 Végeselem modell előállítása

A végeselem-háló készítő szoftvereszközök képesek a képfeldolgozó szoftverrel létrehozott képek automatikus hálózására. Az alkalmazott megközelítés az ún. 'voxel' hálózás elvén alapul, amelynek segítségével térfogathálót készíthetünk pontos elemhatár meghatározással a különböző részek között.



2. ábra
Orvosi 3D modellek

2.3 Végeselem-file export, peremfeltételek és terhelések meghatározása

Kapcsolódási pontok, elemek, anyagtulajdonságok, kapcsolódó felületek exportálhatóak a különböző végeselemes programok bemenő adatainak megfelelő formátumban, a modell bizonyos részeiről vagy az egész modellről. Ahol szükséges, bizonyos elemek kiemelhetők középső pontok közbeiktatásával. Az így elkészült file-t felhasználva elvégezhetjük a végeselemes szimulációt arra alkalmas program (pl. Ansys, MSC Nastran, stb.) segítségével.

2.4 RP file exportálás

A generált modell STL formátumban is elmenthető, akár ASCII akár bináris formában. Így a gyors prototípus-gyártás felhasználásával a létrehozott térfogatmodellnek megfelelő fizikai modell is előállítható, amely többek között lehetőséget nyújt az elméleti végeselemes számítások gyakorlati alátámasztására.

3. A Prototípus gyártás orvosi alkalmazása a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén

Tanszékünk a korábban vásárolt gyors prototípus gyártó berendezés révén került kapcsolatba a készülék orvosi felhasználásának lehetőségeivel. Ennek érdekében vásároltunk egy szoftvert angliából az előzőekben bemutatott lépések megvalósításához. Így a helyi kórházak CT/MRI felvételei alapján kérésre el tudjuk készíteni a fizikai modellt. Tanszékünk már több hazai protézisgyártó céggel, valamint a Debreceni Egyetem orvosinformatikai tanszékével is aktív kapcsolatban áll, jelenlegi közös kutatási témánk új kialakítású térdprotézisek vizsgálata.



3. ábra

A Gépgyártástechnológiai Tanszéken kialakított Gyors-prototípus gyártó labor

A cikk az MTA-ME Gépgyártástechnológiai Kutatócsoport (Vezetője: Prof. Dr. Dudás Illés) keretében készült.

Felhasznált irodalom

- [1] Dudás I., Cser I., Varga Gy.: **Modelling by Rapid Prototyping at the Department of Production Engineering**, MicroCAD 2003, Proceedings of International Scientific Conference, Section M: Production Engineering, Manufacturing Systems, March 6-7, 2003, Univeristy of Miskolc, Miskolc, Hungary, pp.: 47 - 52., ISBN 963 661 547 0, ISBN 963 661 559 4
- [2] Tóth G., Felhő Cs.: MicroCAD 2003, Proceedings of International Scientific Conference, Section M: Production Engineering, Manufacturing Systems, March 6-7, 2003, Univeristy of Miskolc, Miskolc, Hungary
- [3] I.Weber, P.G. Young: **Automating the generation of 3D finite element models based on medical imaging data: application to head impact**, Simpleware Ltd, Innovation Centre, <http://www.simpleware.com>

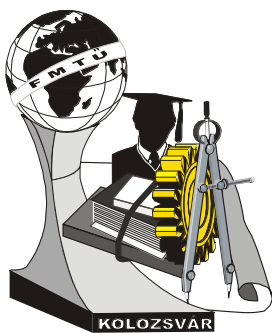
Felhő Csaba, mérnök-tanár

Prof. Dr. Dr. h.c. Dudás Illés, tanszékvezető, egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora

Dr. Varga Gyula, egyetemi docens

Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, H-3515, Miskolc, Egyetemváros

Tel.: +36-46-565-160, Fax.: +36-46-364-941, E-mail: gytyfcs@uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AZ ELŐÁLLÍTÁSI HŐMÉRSÉKLET HATÁSA MEREV FALÚ, KEMÉNYÍTŐ-BÁZISÚ BIOLÓGIAILAG LEBOMLÓ CSOMAGOLÓESZKÖZÖK TERHELHETŐSÉGÉRE

Varga Róbert - Bakos Piroska - Mayer Melinda

Besides its resistance to wetness the availability of the biodegradable packaging is determined by its loadability. The degree of loadability is not only determined by the product content but also by the technical processes and their parameters applied for their production examined. In our research work we have analysed the loadability of different means of packaging produced by the method of direct burning technology starch based rigid wall. We have analysed the constant pressure values in relation to the temperature of the production.

A biológiailag lebomló csomagolások felhasználhatóságát a nedvességgel szembeni ellenálló képességük mellett döntően terhelhetőségük határolja be. A terhelhetőség mértékét a termékek összetétele és - azzal összhangban - az előállításukkor alkalmazott technológiai folyamatok, illetve azok paraméterei együttesen alakítják ki.

Munkánk során keményítő-alapú merev falú, kontakt sütési eljárással előállított csomagolóeszközök terhelhetőségének alakulását vizsgáltuk konstans nyomásérték mellett az előállítási hőmérséklet függvényében.

1. Bevezetés

A biológiai úton lebomló csomagolások kialakításának egyik legkritikusabb pontja az előállítási hőmérséklet helyes megválasztása, mivel ezen paraméter túl azon, hogy a műveleti idő kapcsán befolyással bír a termelékenységre, de kritikus tényező az alap-, és adalékanyagok (főként a biopolimerek!) hőérzékenysége, illetve a késztermék alaktartásának, terhelhetőségének oldaláról is. [1]

Bár az ez ideig kifejlesztett biodegradábilis csomagolások előállításakor alkalmazott hőmérsékletek meglehetősen eltérők a felhasznált anyagok és az alkalmazott technológiák függvényében, ennek ellenére mégis jól elkülöníthető a kizárólag biopolimerekre (természetes anyagokra) épülő és az összetételükben szintetikus (de jó lebomlási hajlammal rendelkező) polimereket (is) tartalmazó csomagolások optimális előállítási hőmérséklet-tartománya. Míg ugyanis az összetételükben csak biopolimert (pl.: keményítőt, cellulózt, tejsavat, stb.) tartalmazó csomagolóeszközöket rendszerint

120-180 °C-on állítják elő, addig a különböző biológiailag lebomlni képes alifás poliészter-, illetve kopoliészter-tartalmú csomagolásokat a poliolefinek feldolgozásakor alkalmazott hőmérsékleti tartományban, azaz 180-220 °C hőmérsékleten dolgozzák fel. [2], [3], [4]

Munkánk során egy általunk kialakított (a BIOPACK 2001 Kft. által szabadalmaztatott), biológiailag maradéktalanul lebomló élelmiszeripari célú, tálca formátumú csomagolóeszköz (1. sz. ábra) esetében követtük nyomon a különböző előállítási hőmérsékletek hatását a csomagolóeszköz terhelhetőségének alakulására.



1. sz. ábra. Saját fejlesztésű biopolimer alapú tálcáink

2. Anyag és módszer

A kísérletek során alkalmazott anyagkeverék meghatározott arányban élelmiszeripari minőségű keményítőt és rost-anyagot tartalmazott. Lágymintaként ivóvíz minőségű csapvizet használtunk.

A termékmasszát két lépcsős homogenizálás után előre meghatározott térfogatban juttattuk a 2. sz. ábrán látható, a BIOPACK 2001 Kft. tervei alapján készült pneumatikus kontakt sütőberendezésbe, melyben a nyomás és a sütési hőmérséklet változtatható.



2. sz. ábra. A kísérletek során alkalmazott sütőberendezés

Vizsgálatainkat a 140-200 °C-os hőmérsékleti tartományban végeztük, 10 °C-os lépésenként. Az alacsonyabb hőmérsékletek - az alacsony termelékenység miatt - eleve nem kielégítők a gyakorlat számára. Az előállítási hőmérséklet hatását a terhelhetőségre nézve a műveleti idő függvényében vizsgáltuk, ami lehetőséget nyújtott adott összetétel és technológia esetében az említett technológiai

paraméterek optimalizálására. Vizsgált termékeinket ugyanakkor konstans (6 bar) nyomás mellett alakítottuk ki, ez az érték korábbi szisztematikus vizsgálatok során került megállapításra. [5]

A késztermékeket a sütőberendezésből való kivételt követően 1 óra múlva minősítettük. Ezen idő alatt a termékeket 22 °C-on 70%-os relatív páratartalom mellett tároltuk klímasekrényben. A csomagolóeszközök teherbírását Lloyd LR5k^{plus}-típusú szakítógépen, vizsgáltuk. Eredményeink minden esetben 30 párhuzamos mintára vonatkoznak.

3. Eredmények, következtetések

Vizsgálataink eredményeit a következő, 1. sz. táblázatban foglaltuk össze.

1. sz. táblázat. Az előállítási hőmérséklet, a műveleti idő és a terhelhetőség vizsgálati eredményei

Előállítási hőmérséklet [°C]	140	150	160	170	180	190	200
Műveleti idő [perc]	Terhelhetőség [N]						
1,5	-	-	92,4*	144,2*	164,6	158,6	160,7
2,0	-	64,2*	129,8	189,8	161,4**	150,1**	122,9***
2,5	34,3*	78,8*	158,5	153,4**	127,6***	122,1***	-
3,0	58,8	103,4	121,4**	112,6***	-	-	-
3,5	79,8	85,2**	75,1***	-	-	-	-
4,0	61,4**	47,4***	-	-	-	-	-
4,5	44,8***	-	-	-	-	-	-

A táblázat kihúzott rovatai azt jelzik, hogy azon paraméterkombinációk nem eredményeztek vizsgálatnak alávethető termékeket. Ennek oka az alacsonyabb műveleti idők esetében rendszerint az volt, hogy még nem alakult ki, illetve nem szilárdult meg a forma, a magasabb műveleti idők esetében, pedig már kisebb vagy nagyobb mértékben repedezett és/illetve a kivételkor eltörő, esetenként még kis mértékben kenődő termékeket kaptunk. A táblázatban egyes értékeket egy, kettő, illetve három csillaggal jelöltünk meg, ezek a jelzések a termékek alaktartására, stabilitására, hőkezeltségének mértékére utalnak. A*-al jelzett termékek még nem sülték meg teljesen, de a forma már kialakult Ezek rendszerint nehezen voltak eltávolíthatóak a sütőformából (még relatíve nagy mennyiségű vizet tartalmaztak), így gyakorta már a kivételkor hajszálrepedések jelentek meg rajtuk, illetve némileg kenődtek. Ugyancsak a még magas maradékvíz-tartalom miatt ezen termékek kivétel nélkül kisebb-nagyobb mértékben deformálódtak a tárolás időtartama alatt. A **-al jelölt termékek a szükségesnél valamivel hosszabb hőkezelést kaptak. Ezek könnyen felismerhetőek voltak egyrészt a termékszín égett jellegének előtűnése miatt, másrészt, pedig a kivételkor, illetve a tárolás során megjelenő hajszálrepedésekről. Ezek a termékek bár gyakorta deformálódtak (a minták 15 - 80%-a), az esetükben jelentkező deformáció azonban rendszerint jelentős mértékben alatta maradt az *-al jelölt minták deformációinak. A ***-al jelölt csomagolóeszközök már a szükségesnél lényegesen hosszabb, illetve magasabb hőkezelésben részesültek, azaz nagyon megégték, ami a termékek jelentős "pirulása", azaz

égett színe mellett az "ostyás" szerkezetükből is felismerhető volt. Ezek a termékek csak nagyon óvatosan kezelve voltak kiemelhetők a sütőformából, könnyen törtek, rendszerint több hajszálrepedést, illetve jelentősebb repedést találtunk rajtuk. A tárolás végére a hajszálrepedések gyakorta terméktöréshez vezettek. A legmagasabb terhelhetőségi átlagértéket a 2 percig 170 °C-on sült termékek esetében kaptuk. E mellett ezek a termékek nem deformálódtak, nem repedeztek meg sem a sütőből való kivételkor, sem az azt követő tárolás alatt (a deformálódó termékek aránya 3% volt), ami azt jelzi, hogy ezeknek a termékeknek az előállításakor alkalmazott technológiai paraméterek tekintendők optimálisnak adott termékösszetétel, technológia és nyomás mellett. Amint az a vizsgálati eredményekből kitűnik, a várakozásnak megfelelően alacsonyabb hőmérsékleteken hosszabb időt vesz igénybe a termékek stabilizálódása (ugyanazon vízmennyiség hosszabb idő alatt távozik). Ugyanakkor figyelemre méltó, hogy a 170 °C-nál magasabb hőmérsékleteken előállított termékek terhelhetőségei - akárcsak az ezen hőmérsékleti érték alatti hőmérsékleteken előállított termékek terhelhetőségei - néhány kivételtől eltekintve alatta maradnak a 170 °C-on sült termékek terhelhetőségének.

Irodalomjegyzék:

- [1] Bakos P. et al.: Merev falú, keményítő bázisú biológiai úton lebomló csomagolóanyagok fejlesztése, alkalmazástechnikai minősítése, VI. Nemzetközi Élelmiszertudomány Konferencia, 2004. május 20-21.
- [2] Myllymaki, O. et al.: Mechanical permeability properties of biodegradable extruded starch/polycaprolactone films Packaging technology and Science, 11.k. 6.sz. p. 265-274. 1998.
- [3] Lehrack, U.: Neuartige Biopolymere aus extrudiertem Getreide. Verpackungs-Rundschau, 56.k.48.sz. p. 63-66. 1997.
- [4] Dr. Biacs P. (szerk): Biológiai úton lebomló anyagok és eszközök magyarországi bevezetésének előkészítése. MTA, Budapest. 2000. p. 33-34. 2000.
- [5] Bakos P. et al.: 8. Merev falú biológiai úton lebomló csomagolóanyagok terhelhetőségét módosító adalékanyagok hatásának vizsgálata, Témabeszámoló, Központi Élelmiszer-tudományi Kutatóintézet, 2003. december 2.

Varga Róbert, PhD hallgató

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Géptani Intézet, Logisztikai Tanszék,
2100 - Gödöllő, Páter K. u. 1., +36-28-522-000/1486, +36-28-522-080, E-mail:

varga.robort@vipmail.hu

Bakos Piroška, Kutatás, fejlesztési és minőségügyi vezető

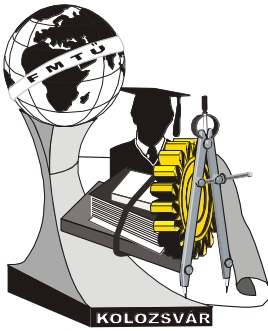
Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Kémia Tanszék,
9200 - Mosonmagyaróvár, Vár 2., +36-30-646-8747, E-mail: p.bakos@vipmail.hu

BIOPACK 2001 Kft., 5820 Mezőhegyes, Hild J. u. 16.

Mayer Melinda

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Kémia Tanszék,
9200 - Mosonmagyaróvár, Vár 2.

BIOPACK 2001 Kft., 5820 Mezőhegyes, Hild J. u. 16.



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GYAKORLATI KÍSÉRLETEK HOLONIKUS ÉS HAGYOMÁNYOS ÜZEMISZÁLLÍTÁSI RENDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁRA

Bakos Levente

Konzulens tanár: dr.Gyenge Csaba, akadémikus

Abstract

Holonic manufacturing, many researchers consider, is one of the major developments in automation in the last decades. In the present paper we'll try to present a small application which, we may consider, is built using holonic concepts and it can be used in a real manufacturing systems.

A holonikus rendszerek alapelveinek bemutatása, nem lehetséges jelen dolgozat korlátozott terjedelme miatt. Valójában nem is ez célunk, mindez részletesen leírás megtalálható a szakirodalomban. A dolgozat lényegének megértése érdekében, ugyanakkor szükséges elmondanunk, hogy a *holon* szó (a magyar származású) Arthur Koestlertől (1905-1983) származik [*The Ghost in the Machine (Szellem a gépben, 1967)*]: a biológiai és társadalmi rendszerek organizációjának alapegységét értette rajta. (A görög *holos* jelentése „egész”, míg az *on* toldaléké „részcseke”, „rész”.) Úgy vélte, nem létezik teljesen önfenntartó, másokkal interakciót nem létesítő szervezet, szerveződés. Az organizáció összes azonosítható egysége, a holonok további alapegységekből állnak, ugyanakkor a nagyobb egész részét is alkotják. A holonikus szerveződés, vagy *holarchia (holarchy)* erőssége, hogy rendkívül komplex rendszerek létrejöttét biztosítja. Ideális esetben hatékonyan használják fel a rendelkezésükre álló erőforrásokat; flexibilisek, alkalmazkodnak a változásokhoz; zavarok esetén is megőrzik stabilitásukat. A stabilitást a holonok önállósága biztosítja: függetlenségfokokkal rendelkeznek, a problémákat saját létszintjükön, magasabb szintű holonok segítségével nélkül kezelik. Utóbbiak viszont adhatnak ki utasításokat, és bizonyos mértékben kontrollálhatják is az alattuk lévőket. Ez az alárendeltség garantálja a „nagy” egész hatékony működését. Koestler gondolatait a holonikus gyártórendszerek (*holonic manufacturing systems, HMS*) keretében igyekeznek a termelési folyamatokra, gépi világokra alkalmazni. A holonikus módszer az egymással ellentétes hierarchikus (*top down*) és heterarchikus (*bottom up, kooperatív*) organizációs szerkezeteket, mindkettőből a legjobbat, kifejezetten az adott szituációhoz igazodva, *holarchikus* szerkezetekként egyaránt használja. Egyrészt a hierarchia stabilitásának fenntartását, másrészt a heterarchia dinamikus flexibilitását

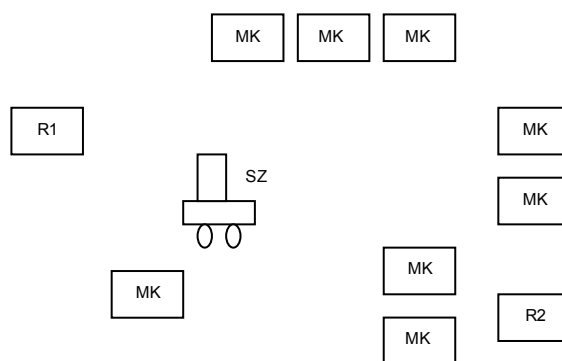
kívánják így elérni. Minél komplexebb egy rendszer, annál több feladat hárul az irányítóra, melyeket bizonyos idő után képtelen kezelni; elromlik, meghibásodik a mechanizmus, aztán leáll a munka.

Ez gyártórendszer modell elhagyta immár az egyetemek, kutató központok érdeklődési körét, és cégek, vállalkozások és gyárak fejlesztik, alkalmazzák, és az eredmények azt jelzik, hogy az üzleti életben is helytáll. Egy modell életképességét nem lehet jobban bizonyítani.

Jelen dolgozat célja, hogy pár szóban bemutassa egy tágabb, holonikus elvekre épülő, kísérlet egy részletét. A téma, egy olyan rendszer kidolgozása és alkalmazása, amely várhatóan képes lesznek a gyakran *változó, bizonytalan körülmények* között működő, összetett termelési struktúrák kezelésére. Egymástól jól elkülöníthető hagyományos osztályok helyett- modulokban, elszigetelt egységek helyett pedig partnereikkel állandó kapcsolatban lévő, önmagukat permanensen optimalizáló szervezetrendszerekben, gyárakat próbálunk modellezni. A vállalat egy *holon*, egyszerre entitás és egész, miközben több más egész része. A vállalat folyamatait megpróbáljuk szimulálni, és a kidolgozott új rendszert összehasonlítjuk egy hagyományos, centralizált „agy”, vagy a többi gépnek mindent „megmondó” központi rendszerrel. Minél komplexebb egy rendszer, annál több feladat hárul az irányítóra, melyeket bizonyos idő után képtelen kezelni; elromlik, meghibásodik a mechanizmus, aztán leáll a munka.

Most, a tervezett mérésekből, csak egyetlen rész képezi az elemzés tárgyát: az egyik megmunkáló műhelyen belül működő belső szállítási rendszer működésének elemzése. A kidolgozott holarchiának, nevezhetjük alrendszernek is, a viselkedését próbáljuk összehasonlítani, egy hagyományos rendszerrel. A két rendszer között egyetlen lényeges különbség van. A szállítóeszközök a holonikus rendszerben egyéni döntési képességekkel, saját kidolgozott munkaprogrammal rendelkeznek, míg a hagyományos rendszer esetében jól meghatározott szabályok mellett, központosított irányítással működnek. A két rendszer működési rendje közötti eltérés abban az esetben válik igazán feltűnővé, amikor a folyamat során, a zavaró tényezők, bizonytalan körülmények, a várttól eltérő események történnek. A természeti modelleket követve az ilyen esetekben robusztusabb és függetlenebb holonikus rendszer jobban viselkedik, mivel kisebb részekre bontja a komplex problémákat, majd egyszerű szabályok többszöri ismétlésével igyekszik megoldani azokat. A holonok egymással kooperálnak, ha valamelyikük nem, vagy hibásan működik, munkáját a többiek veszik át, azaz tevékenysége többé már nem gyakorol hatást a rendszerre, nem veszélyezteti az egész hatékony működését. Nem gond, ha egyikük felmondja a szolgálatot, a feladatot a többiek elvégzik helyette is – a futószalag mozog tovább.

A szimuláció kapcsán lehetőség van tetszőleges számú szerszámgéppel, raktározó



1. Ábra: A gyártórendszer vázlat

felülettel, szállítóeszközzel dolgozni. Az első méréseknél egy, tíz elemből álló, műhelyt modelleztünk. Az itt kapott értékeket fogjuk majd a későbbiekben bemutatni. A rendszer egyszerűsített formáját az 1. ábra mutatja be.

A kidolgozott szimulációs program a megmunkálási időket véletlenszerűen generálja, a technológiai folyamatot úgy tekintjük, hogy egy időben egy gép csak egy darabot munkál meg, és nem léteznek az egyes darabok között megmunkálási feltételek. Továbbá feltételeztük, hogy a rakodási idő elhanyagolható, illetve azt, hogy bármely darab szállítására mindegyik eszköz alkalmas. A szimuláció során úgy tekintjük, hogy a megmunkáló központok (MK) illetve a raktárak (R), koordinátái ismertek, de valójában a közöttük levő távolsággal dolgozunk, amelyről feltételeztük, hogy ugyanaz mind a két irányban. Ennek alapján bevezetjük a D mátrixot, amely a rendszer elemei közötti távolságot tartalmazza. Az előbb elhangzott feltételezések miatt a D mátrix szimmetrikus.

$$D = \begin{pmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

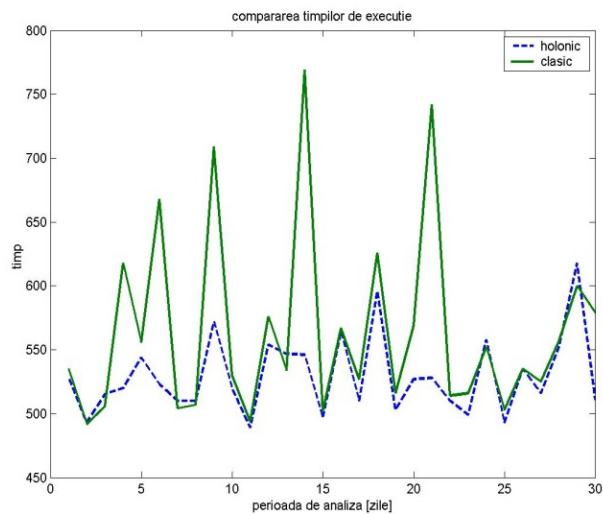
A továbbiakban szimuláltuk egy olyan sorozatot, amely a rendszerben, kronologikus sorrendben megjelenő szállítási feladatokat adtuk meg. A szállítási feladatokat egy munkaprogram idejére szólnak, azaz nem haladhatták meg a 480 percet. A matematikai modell felírásához az S feladat mátrixot használtuk:

$$S = \begin{pmatrix} t_1 & t_2 & \dots \\ m_{i1} & m_{i2} & \dots \\ m_{f1} & m_{f2} & \dots \end{pmatrix}$$

ahol t_1, t_2, \dots, t_n a szállítási idősorozatot jelzi, m_{i1}, m_{i2}, \dots illetve m_{f1}, m_{f2}, \dots az a megmunkáló központokat vagy raktárhelyiséget jelöli, ahonnan illetve ahova szállítani kell. Az S mátrix oszlopainak száma naponként változó. Továbbá bevezettük az alábbi feltételt:

$$\sum_i t_i < T_n,$$

ahol T_n - a napi munkaidő, azaz 8 óra, t_i - a szállítási feladat bejelentésének pillanata. A t_i sor a napi technológiai folyamat függvénye. A napi szállítási



2. Ábra a szállítási idők összehasonltsa

feladat idejének mérésére, a következő képletet használtuk: $T_{exec} = \sum_i^n t_i$ ahol t_i – egy szállítási feladat

elvégzéséhez szükséges idő, n – a feladatok száma. A t_i sorozat kiszámításánál figyelembe vettük, hogy csak akkor kezdődhet el egy feladat felvállalása, egy holon részéről, ha az előző feladatot befejezte. Ezen kívül a feladat teljesítésének ideje tartalmazza, a helyszínre érkezéshez szükséges időt, illetve magát a szállítási időt. Az elemzés lényege a két összehasonlítható rendszer esetében a szállítási feladat idejének összehasonlítása. A 2. ábra, bemutatja, a több száz mérés során megszerkesztett grafikon egyikét. A bemutatott grafikon hasonló formát mutat tetszőlegesen megválasztott nagyszámú szimuláció után is.

Ennek alapján levonható néhány fontos következtetés. Az esetek túlnyomó többségében a holonikus változat jobb időt eredményezett, mint a hagyományos. Léteznek ugyan, egyes kivételes esetek, jelen esetben véletlenszerűen generálva, amikor a feladatok úgy alakulnak, hogy a klasszikus változat az eredményesebb. Ugyanakkor, ezekben az esetekben az eredmények kismértékben rosszabbak, mint a holonikus rendszerben, míg a holonikus rendszer egyes esetekben akár 200%-al is jobb, mint a klasszikus.

Bár a szállítási feladatokat véletlenszerűen generáltuk, a nyolcórás munkaidő alatt, a holonikus görbe alakja, napi bontásban, kis eltéréseket mutat, alig lépve túl az utolsó darab megmunkálási idejét. Ezzel ellentétben a klasszikus görbe gyakran kétszer több válaszdőt eredményez, mint maga a munkaprogram. (a termelés 480 perc előtt befejeződik, míg a szállítást közel 800 perc után fejezik be, mindkét időt a munkanap kezdetéhez viszonyítottuk.

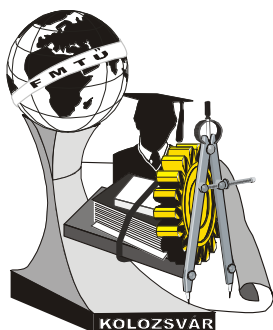
A módszer eredményességének igazolása érdekében, példaként az alábbi táblázatban bemutatunk néhány mérési értéket. A táblázatból kitűnik, hogy havonta átlagosan kb. 670 perccel többet igényel a hagyományos változat, ez azt jelenti, hogy havonta több mint egy nap szállítási költségeit meg lehet spórolni. A fenti értékeket egyetlen szállítóeszköz használata esetében értjük el.

A módszer jelentősége azonban, akkor jelenik meg, amikor a rendszer komplexitása nagymértékben megnő. A szállító eszközök számának növelése, ezeknek sebességének növelése jelentős mértékben módosítja az eredményeket.

Célunk a továbbiakban olyan technikák kutatása és alkalmazása, melyek várhatóan képesek lesznek a gyakran változó, bizonytalan körülmények között működő, összetett termelési struktúrák kezelésére. A mérések, a szimulációk elkezdődtek, az eredmények bemutatása a következő dolgozat tárgyát fogják képezni.

Bakos Levente, doktorandusz, Sapientia- Erdélyi Magyar Tudományegyetem-Marosvásárhely
00-40-265-213786
bakos@ms.sapientia.ro

Hónap	T _{hagyományos} [min/hó]	T _{holonikus} [min/hó]	ΔT
I.	16279	15905	374
II.	16948	15869	1079
III.	16671	16085	586
IV.	16481	16090	391
V.	16167	15799	368
VI.	16510	15899	611
VII.	17060	15992	1068
VIII.	16339	15812	527
IX.	17001	16169	832
X.	16645	16041	604
XI.	16707	16086	621
XII.	17225	16166	1059
Összesen:	200.033	191.913	8.120



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

BELSŐÉGÉSŰ MOTOROK EMISSZIÓJA BIOHAJTÓANYAGOK ALKALMAZÁSÁVAL

Dr. Lengyel Antal – Bodnár Gábor

Summary

Modern agricultural production means spreading of highly productive species, which surplus production. The surplus, the biomass can be an excellent raw material for producing energy. It can also be a fuel of energy. The fuels produced from biomass can be liquids and gases. Bio diesel, methanol and etanol are biogases. We are going to analyse the effects of the bio-fuel on engine specifications and on environmental protection. The quantity of the biomass processed in Hungary is not enough to supply the vehicles with bio-fuel without using other energy sources. We regard bio-fuel can be a supplement or a component to petrol and gasoline, which improves their quality. We are going to test that effect by analysing the characteristic features of engines in operation. Using the results of the test, we put forward proposals regarding the application and production of bio-fuels. The reason for the test are the fulfilment of the regulation of the European Agricultural Regulations, the positive effect of bio-fuel on the emission of exhaust fumes, and their effect on the agricultural production.

Összefoglalás

A korszerű mezőgazdasági termelés együtt jár a magas hozamú fajták elterjedésével, ami többlettermelést eredményez. A többletermék, mint biomassza kitűnő alapanyagul szolgálhat energetikai célok megvalósításához. Ennek egyik lehetséges módja a motorhajtóanyag előállítása. A biomasszából előállítható motorhajtóanyagok lehetnek folyékony és gáz halmazállapotúak. A folyékony halmazállapotúak közé tartozik a biodízel, a metanol és az etanol, míg a biogáz gázhalmazállapotú biohajtóanyag. Munkánkban ezeknek a hajtóanyagoknak a motorjellemzőkre és az alkalmazás környezetvédelmi hatását elemezzük. A hazánkban felhasznált hajtóanyag mennyisége nem teszi lehetővé, hogy a biomasszából előállított hajtóanyag fosszilis eredetű nélkül, önmagában kerüljön felhasználásra. Megítélésünk szerint a biohajtóanyagok a dízel- és a benzinmotoroknál az ásványi eredetű hajtóanyagoknak (benzinnek, gázolajnak) kedvezőtlen tulajdonságait javító adaléka, vagy komponense lehet. Dolgozatunkban ennek a hatásnak a vizsgálatával kívánunk foglalkozni a motorüzemi jellemzők elemzésén keresztül. A megállapítások eredményeit felhasználva javaslatot teszünk a felhasználási és az előállítási feladatokra. A kérdéskör vizsgálatát indokolja az Európai Agrárrendtartás előírásainak betartása, a motorok kipufogógázainak emissziós értékeire gyakorolt pozitív hatás, illetve a mezőgazdasági termelési potenciál kihasználási lehetősége.

Bevezetés

A belsőégésű motorok üzeme megjelenésüktől egyetlen energiahordozóra a kőolajra korlátozódott. Számos elgondolás foglalkozott és foglalkozik ma is a kőolajpárlatok motorüzemi egyeduralmának a korlátozásával. Napjainkban az Európai Unió tagállamainak előírja, hogy a mezőgazdasági túlermelés termékeit és az élelmiszeripar hulladékait fel kell használni energetikai célra. A biomassza alapanyagú motorhajtóanyagok szerves eredetű szénhidrogéneket és szénvegyületeket tartalmaznak, amelyek a motorikus égési folyamatban környezetkárosító hatásait csökkentik [1].

Szakirodalmi vélemények tanulmányozása alapján megállapítható, hogy a motorok fosszilis hajtóanyagának alternatíváját jelenthetik a biohajtóanyagok, de csak korlátozott mértékben. A korlátozott mértéket a termelési potenciál és a felhasználás mennyiségének összevetése adja. Használhatóságuk lehetséges voltát a biomasszából előállított etanol, metanol, biodízelolaj és a biogáz adja. A felhasználhatóság mennyiségi korlátozottsága igényli, hogy megvizsgáljuk az alkalmazás lehetőségeit, annak motorikus hatásait és rávilágítsunk alkalmazásának üzemi előnyeire és hátrányaira. A külföldi és hazai szakirodalmi közlemények áttanulmányozásából megállapítható, hogy a motorüzemi alkalmazások módzatai az alábbiak lehetnek:

- Etanol-metanol: motorikus égésben rendelkezik kedvező tulajdonságokkal, de a mennyiségi és egyéb tulajdonságbeli korlátok nem teszik lehetővé tiszta hajtóanyagkénti alkalmazását. Fosszilis eredetű hajtóanyag kiegészítő keverékeként mind a benzin, mind a gázolaj kedvező kiegészítő-adalékanyaga lehet. Számos hazai és külföldi kísérleti munkák [2], [3], [4] megállapításai is ezt bizonyítják, de ezek a kísérletek a motorüzemi viselkedés nem minden kérdését tisztázták még. Dolgozatunkban a továbbiakban a dízelmotorok üzemére gyakorolt hatást vizsgálatával foglalkozunk.
- Biodízel: előállításának és termelés szerkezeti kérdéseinek bizonytalansága, az olajtartalom alacsony értéke és a közgazdasági környezeti tényezők bizonytalanná teszik alkalmazását.
- Biogáz: stabil motorok hajtóanyagaként korlátlan lehetőségű felhasználást tesz lehetővé.

A vizsgálat célja a hajtóanyag egyes paramétereinek összehasonlító elemzése a motorüzem szempontjából. A vizsgálatot elsősorban a dízelmotorok hajtóanyagán keresztül az etanolra és a metanolra terjesztjük ki.

Hajtóanyagok motorikus jellemzői

A dízelmotorok leggyakrabban használt hajtóanyaga a kőolaj 200-300 °C-on lepárolt forráspontú frakciója a gázolaj. A gázolaj égéstechnikai jellemzői határozzák meg a motorban lejátszódó égési folyamatot. Általában a használatos dízelmotor-hajtóanyagok befolyásolják a levegő-gázolaj keverék képződését, a keverék gyulladását és égését. A gázolaj ezen tulajdonságait megtettesítő helyettesítő hajtóanyagok biomasszából is előállíthatók. Erre a célra a nagy növényi olajtartalmú mezőgazdasági termények (napraforgó, repce, stb.) és szeszgyártásra használható biológiai anyagok alkalmazhatók jelentős átalakítási energiaráfordítással. Az így készített biológiai alapanyagú motorhajtóanyagok folyékony halmazállapotúak, s különböző tulajdonságaikat a gázolajhoz hasonlónak téve különösebb motorszerkezeti átalakítás nélkül felhasználhatók. A biológiai eredetű anyagokból termofil és mezofil környezetben biogáz szabadul fel, amely szintén felhasználható motorhajtóanyagként. Ezeket a lehetőségeket elemezve megállapítható, hogy biomasszából a dízelmotorok gázolajával szembeni alternatívákat képviseli az etanol és a metanol, mint szeszgyártási folyékony szerves szénhidrogén származék, a biodízelolaj, amely a növényolajok észterezésével előállított szénhidrogén származék és a biogáz, mint motorhajtóanyag [5].

A motor üzeme szempontjából célszerű megvizsgálni, mely paraméterek gyakorolják a legnagyobb befolyást. Ezek a paraméterek a következők: sűrűség, viszkozitás, fajhő, forráspont, fűtőérték, párolgáshő, dermedéspont, oktán, illetve cetánszám [4].

Vizsgálati módszerek hazai és világviszonylatban meghatározott módszerek állnak rendelkezésre. A motorikus üzemmódra gyakorolt hatásukat meghatározó anyagi jellemzők az 1. táblázatban megtalálhatók és összehasonlíthatók.

1. táblázat Bio- és fosszilis hajtóanyagok fontosabb jellemzői

Jellemzők	Mértékegység	Gázolaj	Metanol	Etanol	RME	Napraforgó olaj	Biogáz
Sűrűség	kg/m ³	800-860	795	790	880	920	1,14
Viszkozitás 20°C-on	mPas	4,6	0,6	1,2	5,5-7,2	60	
Fajhő	kJ/kg°C	1,94	2,55	2,81	2,1	1,9	
Forráspont	°C	175-360	65	78	330		
Lobbanáspont	°C	55	11	12	170	316	6-12
Fűtőérték	MJ/kg	42,3	19,7	26,77	38,1	38,5	23,0
Párolgáshő	kJ/kg	660	1109	904	251		
Dermedéspont	°C	+3 – (-14)	-97	-114		-15	
Oktánszám		24	115-130	88-98			105-120
Cetánszám		48	3	11	50-55		

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy a sűrűség nagymértékben meghatározza a viszkozitást is. Ha a folyadék belső adhéziós ereje nagy, akkor annak cseppekre bontásához is nagy erőre van szükség, ami a porlaszthatóságot nagymértékben rontja. A porlasztáskor keletkezett nagyméretű cseppek csökkentik a gyulladási hajlamot, lelassítják a motorikus égést, növelik a befecskendezési időt és a szükséges nyomást. Ezek a hatások a motor működésében leginkább az indikátordiagramban vizsgálhatók. A sűrűség miatti elnyújtott befecskendezés csökkenti a motor indikált hatásfokát. Az adatokból megfigyelhető, hogy a növényi olajok sűrűsége és viszkozitása lényegesen meghaladja a gázolajét, ami magyarázatul szolgál arra, hogy miért kell ezeket az olajfajtákat észterezni a felhasználhatóság érdekében.

A viszkozitás összefüggése a sűrűséggel bizonyított. A biohajtóanyagok összetetéséből megállapítható, hogy a metil és etil alkoholok alacsony viszkozitása – a gázolajéhoz viszonyítva – kedvezőtlen a hajtóanyagellátó-rendszer kenése tekintetében. Az alacsony viszkozitásból adódó kenőképesség-csökkenés a hajtóanyag-adagoló rendszer szerkezeti károsodását eredményezheti.

A fajhő a metanol és etanol esetében tér el a gázolajétól jelentősen, ami a motorüzemben a kompresszió ütemvégen csökkenti a hőmérsékletet, illetve a gyulladási késedelmet növeli. Alkalmazásakor meg kell változtatni a befecskendezésnek a felső holtponthoz viszonyított helyzetét is.

A forráspont és a lobbanáspont hőmérsékleti különbsége a vizsgált hajtóanyagoknál arra utal, hogy a metanol és az etanol tárolása, szabad levegővel való érintkezése növeli a tűzveszélyességet.

A fűtőérték jelentős eltérést mutat a gázolajhoz viszonyítva. A metanol és az etanol hajtóanyag esetében ez azt jelenti, hogy a motor fajlagos fogyasztása nagyobb lenne, ami a bejuttatási időt is megnövelné, azaz megváltoztatná a hagyományos indikációs folyamatot.

A párolgáshő a gyulladási késedelmet befolyásolja. A gázolajhoz viszonyított alacsony párolgáshő-érték kis, míg a nagy érték nagy gyulladási késedelmet eredményez. Értéke meghatározza az előbefecskendezési szög értékét, és hűtőhatása kedvező hatással van a kompresszió ütemvégi hőmérséklet csökkenésére. A nagy párolgási hő csökkenti a kopogásos égés kialakulásának lehetőségét.

A biohajtóanyagok és a gázolaj jellemzők összehasonlításából megállapítható, hogy felhasználhatóságuk korlátozott dízelmotorokban. Ezt a korlátozottságot a metanol és az etanol esetében a nehéz gyulladás, az alacsony viszkozitás, a szabadfelületi tűzveszélyesség, az alacsony fűtőérték okozza. Néhány kedvező tulajdonságuk közül ki kell emelni a magas oktánszámot, és a

párolgáshő hőmérsékletcsökkentő hatását. A repcemetilészter (RME) motorüzemi alkalmazásának egyik igen sarkalatos pontja a biomassza olajtartalma és az előállítási technológia.

A mezőgazdasági biomassza termelési potenciája számos tanulmány alapján 5-10%-ban képes hajtóanyagtermelésre. Az előállítható hajtóanyagok az összehasonlítás alapján önmagukban nem képesek a gázolajat, mint hajtóanyagot változtatás nélkül helyettesíteni, ezért több szakirodalmi utalás [3] szerint csak hajtóanyag-adalékként célszerű felhasználni. A 2. táblázatban az 1. táblázat szerinti jellemzők viszonyszáma található a gázolajéhoz viszonyítva. A motorüzemre gyakorolt hatás a táblázatban foglaltak alapján az igen pozitívtól az igen negatívig van bemutatva.

Az értékelés alapján a bioetanolt és metanolt adalékkénti hatását motorüzemi alkalmazásában tekintjük át.

2. táblázat: Biohajtóanyag jellemzők hatása a motor üzemére

Jellemzők	Biodízel	R	Metanol	R	Etanol	R	Biogáz	R
Sűrűség	O	1,04	O	0,92	O	0,92	O +	-
Lobbanáspont	-	3,2	- +	0,2	- +	0,2	- +	0,16
Fűtőérték	-	0,9	--	0,46	-	0,63	-	0,54
Párolgáshő	--	0,4	++	1,7	+	4,1	O	-
Dermedéspont	O	1,6	++	14	++	16	++	26
Oktánszám		-	++	-	++	-	++	-
Cetánszám	+	-		-		-		-

igen pozitív

++

pozitív

+

semleges

O

negatív

-

igen negatív

--

Biohajtóanyagok alkalmazásának motorüzemi hatásai

A vizsgált biohajtóanyagok motorüzemi alkalmazásának jelentős hatása van a dízelmotorok emissziójára. A szakirodalmi utalások, a termelési potenciál adta lehetőségek és a motorhajtóanyag paraméterek értékelése alapján a bioetanolt és metanolt csak kiegészítő anyagként vagy adalékként vehető figyelembe biztonsággal. A kísérleti munkák eredményei alapján térfogat részaránya nem több 20%-nál. A 10%-nál nagyobb részarányú metanos vagy etanos keveréknél a cetánszám már 35-37-re csökken. Javítása érdekében gyulladásjavító adalékot kell alkalmazni, amit a 3. sz. táblázat adatai jól mutatnak.

3. táblázat Gázolaj és 20%-os gázolaj-etanol keverék jellemzői

Megnevezés	Fűtőérték (MJ/kg)	Cetánszám	Sűrűség (kg/m ³)	Kinematikai viszkozitás mm ²
Gázolaj	42,35	49,0	837,6	4,01
Gázolaj + 20% etanol	39,65	35,6	827,8	3,10
Gázolaj + 20% etanol + 2% adalék	39,59	41,6	829,7	3,05
Gázolaj + 10% metanol	39,10	44,0	820,0	3,05

A táblázat adataiból jól látható, hogy a gázolaj anyagjellemzőihez viszonyítva a fűtőérték és a cetánszám megközelítőleg 10%-kal a kinematikai viszkozitásnál pedig 25%-os a csökkenés. Mindezek kedvezőtlenül befolyásolják a motorikus égés indítási feltételeit, a biohajtóanyag-ellátó rendszer kenési feltételeit és a fajlagos fogyasztását. Az így előállított hajtóanyaggal üzemelő motoroknál több alkalommal végeztek emissziós méréseket. Az emissziós mérések célja a dízelmotor CO, HC, NO_x és részecske kibocsátásának megállapítása, viszonyítása az EU előírásokhoz és a hagyományos üzemű motorokhoz.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépjárművek Tanszékének mérési eredményei részterhelésnél a 4. táblázatban láthatóan mutatják a változásokat.

4. táblázat Gázolaj és gázolaj + 15% etanol keverék emissziós értékei az EU 3 előírások %-ban

Megnevezés	Gázolaj		Gázolaj +15% etanol		EU 3	
	g/kWh	%	g/kWh	%	g/kWh	%
NO _x kibocsátás	5,95	119	5,74	115	5,0	100
CO kibocsátás	1,11	53	1,16	55	2,1	100
HC kibocsátás	0,21	32	0,25	38	0,66	100
Részecske kibocsátás	0,1034	103	0,0824	82	0,1	100

A táblázat mérési eredményei alapján megállapítható a gázolaj és az etanol keveréke jelentősen csökkenti a szénmonoxid (CO), a szénhidrogén (HC) és a koromkibocsátását. A változást mutatja a 4. táblázat az EU 3 előírások százalékában.

A teljes terheléses mérések eredményei kismértékben eltérnek a részterhelési adatoktól, de megfelelnek az EU 3 előírásoknak. Különböző szakirodalmi és tanszékünkön végzett mérési adatok megerősítik, hogy a keverék fűtőértékének csökkenésével a teljesítménycsökkenés és az ebből adódó fajlagos fogyasztás növekedés nem lineáris. A szerves szénhidrogének az égés folyamatát javítják, ennek eredményeként csökken a motorok NO_x és korom kibocsátása. Az eddigi vizsgálatok csak a motorok paramétereinek vizsgálatára terjednek ki, amelyek alapvetően megvalósíthatónak tartják a bioalkoholok motorhajtóanyagkénti alkalmazását.

Fontos a tartós használat kérdéseit a szerkezet viselkedésére és az előállítás energetikai mérlegére is kiterjeszteni. Dolgozatunkba ezen előállítás energetikai elemzését mutatjuk be az 5. táblázat adatai alapján. Az előállítási hatásfokot a fűtőértékhez viszonyított felhasználható hőmennyiség aránya adja. Jól látható, hogy a legkedvezőbb hasznosítási hatásfokkal a gázolaj rendelkezik. A metanol és etanol bizonyos bioanyagokból előállítva 40-60%-os hasznosítási hatásfokkal használhatók. Megállapítható, hogy az etanolt és a metanolt csak olyan mezőgazdasági termékekből célszerű előállítani, amelyeknél az előállítási hatásfok értéke eléri legalább a 40-50%-os, és nagy mennyiségű termelése, tárolása a folyamatos felhasználás lehetőségét biztosítja.

5. táblázat: Biohajtóanyagok előállításának hatásfokai

Kiindulási alapanyag		Előállítási hatásfok												
		0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0							
Nyersolaj									benzin/gázolaj					
Földgáz								metanol						
Szén				metanol										
				benzin										
						benzin/gázolja/LPG								
Bioanyagok	Fa		Etanol		metanol									
	Cuk.répa			etanol										
	Kukorica				etanol									
	Repce			RME										
	Napraforgó				RME									
	Trágya, szemét								biogáz					

Következtetések

A fosszilis hajtóanyagok mellett van létjogosultsága a biohajtóanyagok alkalmazásának, azonban azt és annak mértékét a motorüzem optimális paramétereit között szabad csak alkalmazni. Az eddigi kísérleti eredmények jól mutatják, hogy az etanol és a metanol használható adalékként dízelmotoroknál. Adaléki részarányát tekintve megoszlanak a szakmai megnyilvánulások. Optimálisnak a 10-20%-os arány tűnik, amelynek egyértelmű bizonyításához a motorok emissziós kibocsátásának pontosításához további vizsgálatokra van szükség. Kutatási munkánk a gázolaj-etanol keverék stabilitásának fenntartására kell irányítani a felhasználói biztonság javítása érdekében.

A termelési potenciál biztosítása megkívánja az alapanyag termelési lehetőség kellő mértékű számbavételét, termelési szerkezetbe való beillesztését. Az etanolnak, metanolnak adalékkénti felhasználásával előállított stabilizált gázolaj tartósüzemi vizsgálatát kell elvégezni az új rendszerű magas porlasztási nyomású dízelmotoroknál, a szerkezetre gyakorolt hatások meghatározására. A mezőgazdasági termékek ilyen célú hasznosításával a túltermelési problémák megoldhatók, a vidéki lakosság jövedelmi és helyben tartó hatása fokozható. Az alapanyagok helybeni feldolgozásával munkalehetőség biztosítható.

Irodalomjegyzék

1. Emőd, I. – Finichiu L. – Keszthelyi, K. – Varga, F.: (1992) Repceolaj-metilészter tüzelőanyaggal végzett autóbussz üzemi kísérletek. BMGE Kutatási jelentés, p. 1-61
2. Hersener, J-L. – Meier, F.: (1999) Energetisch nutzbares Biomassepotential in der Schweiz, Stand der Nutzung in ausgewählten EU-Stuaten un den USA, im Auftrag des Bundesamtes für Energie
3. Dr. Meleg, G. – Dr. Emőd, I.: (2004): Mezőgazdasági termékekből és hulladékokból előállítható hajtóanyagok belsőégésű motorok tüzelőanyagként történő alkalmazása. Szakmai beszámoló jelentés, Budapest, BMGE Gépjárművek Tanszék
4. Dr. Vas, A.: (1997) Belsőégésű motorok az autó és traktorteknikában. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
5. S. Wiegand: (2005) Decentrale Biodiesel produktion in der Landwirtschaft. Landtechnik 60. évf. 1. szám, p. 18-19

Dr. Lengyel Antal mg. tudományok kandidátusa

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar
4400 Nyíregyháza, Kótaji u. 9-11.

Tel: +36-06-42-599-442

Fax: +36-06-42-402-485

E-mail: lengyela@nyf.hu

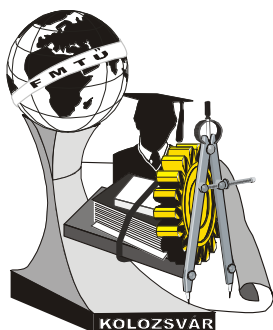
Bodnár Gábor

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar
4400 Nyíregyháza, Kótaji u. 9-11.

Tel: +36-06-42-599-442

Fax: +36-06-42-402-485

E-mail: bodnarg@nyf.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AZ RSA ALKALMAZÁSÁNAK EGY LEHETŐSÉGÉRŐL

Máthé Zsolt, Görög Levente K.

Abstract

When a consumer walks in to a store to buy goods, she presents herself, her identity, and a payment method. But on the Internet, both the buyer and the seller have difficulties proving each other's identity. How can the buyer convince herself to transmit sensitive information to the seller? How does the seller know about a legitimate purchase order? How do both parties become aware if an uninvited third party copies or modifies transaction information? These questions and many others describe the issues affecting commercial transactions over the Internet.

Összefoglaló

Mikor egy fogyasztó belep az üzletbe bizonyos javakat vásárolni, bizonyítja személyazonosságát, és egy fizetési módszert. De az interneten, mindketten, mint a vevő mint az eladó nehézségekkel bír azonosságának bizonyításakor. Hogyan tudja a vevő meggyőzni magát arra, hogy átadjon fontos információkat az eladónak? Hogyan tudja biztosítani magát az eladó egy valódi rendelésről? Hogyan jut tudatára mint a szolgáltatónak mint az igénylőnek hogy egy hivatlan harmadik lemásolja vagy módosítja az üzlet lebonyolításához szükséges információkat? Ezek a kérdések és meg sok más ehhez hasonló kérdés képezi az interneten való kereskedelem problémáit.

Bevezetés

Annak érdekében, hogy biztonságos e-kereskedelmi applikációkat tudjunk építhetni, szükségünk van a biztonsági igények meghatározására. Szükség van az alábbi négy nagy követelmény teljesítésére, egy biztonságos e-kereskedelem váza eseten[4,7]:

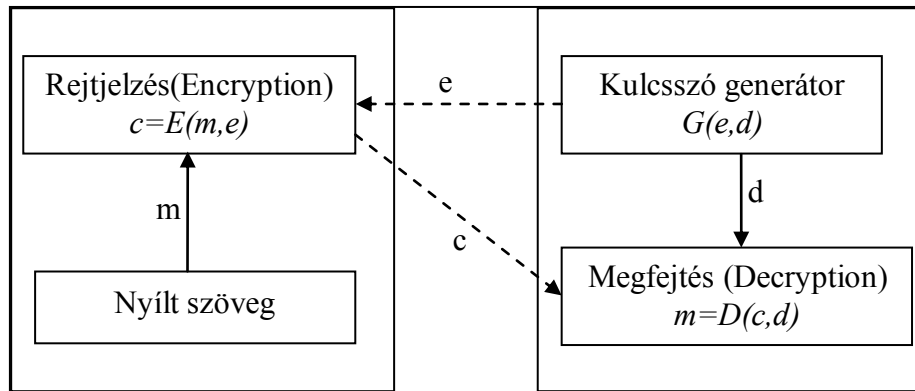
- **Bizalmasság (Confidentiality):** az információk megvédése mindenki elől, a címzetten kívül.
- **Jogosultság vizsgálat (Authentication), Hitelesség (Certification):** lehetőség bizonyos személy bizonyítására.
- **Sértetlenség (Integrity):** gondoskodni a jogosulatlan információ változtatás lehetetlenségére.
- **(Le)Tagadhatatlanság (Non-repudiation):** megakadályozni egy entitást hogy előző elkövetettségét vagy tettét letagadja.

Az általánosan használt módszer az adatok bizalmasságának megőrzése érdekében a kriptográfia. De ahogy ezt az elkövetkezőkben meglátjuk, a hagyományos kriptográfiával a hitelességet, sértetlenséget es letagadhatatlanságot lehetetlen kivitelezni, biztosítani. Nyilvános kulcsú kriptográfia az első igazából forradalmi előrelépés ezen elvárások teljesítése végett. A tanulmány ezen fajta kriptográfiát fogja tárgyalni, illetve ezen fajta kriptográfia felhasználását az e-kereskedelemben.

Az alapvető szerepe a kriptográfiának az információk elrejtése. Üzemeltetésének általában két folyamata van: a **rejtjelezés** (encryption), amely az információt átalakítja úgy hogy egy külső személy

érthetetlennek találja, és a **megoldás** vagy **megfejtés** vagy **titkosítás feloldása** (decryption) amely visszaalakítja az érthetetlen szöveget ismét érthetővé. Az információt eredetileg **nyílt szövegnek** (plain text, clear text), a rejtjelezett szöveget pedig **titkosított szövegnek** (cipher text) nevezzük. Ez a folyamat az 1. ábrán látható.[7]

Bruce Schneier vezette be a beszédes, szerepkörhöz kötődő névhasználatot, amely azóta az angol szakirodalomban szinte "szabvánnyá" vált[7,8]. Feltételezzük hogy Alice es Bob akarnak egy



biztonságos kommunikációt. Első lépésben kiválasztanak, vagy kicserélnek egy **(e,d)** kulcs-párt. Egy későbbi pillanatban, ha Alice akar egy titkos m információt átküldeni Bobnak, akkor egy **E** matematikai függvényt alkalmaz az m -re, felhasználva az e kulcsot, hogy kiszámolja a titkosított szöveget c -t: $c=E(m,e)$. Mikor Bob megkapja a c -t, o a **D** inverz függvényt alkalmazza a c -re a d kulccsal, hogy visszakapja az m -et: $m=D(c,d)$. A biztonság abban rejlik hogy a matematikai függvény és a kulcs csak a küldő illetve a fogadó tulajdonában áll.

Egy alapvető kérdés merül fel, hogy miért van szükségünk kulcsokra. Miért nem lehet kiválasztani egy titkosító, és egy annak megfelelő megfejtő függvényt? Hogyha a függvényekhez hozzárendelünk kulcsokat akkor abban az esetben ha a függvények nyilvánosságra kerülnek (az adott kulcsokkal együtt), akkor nem kell új függvényt választanunk csupán a kulcsokat kell megcserélnük. Valójában a kulcsok kritikus fontosságúak és a gyakorlatban gyakori (nem túl költséges) cserélésük továbbá növeli a rendszerek biztonságát.[4]

Nyilvános Kulcsu Kriptografia indoklása

A hagyományos kriptorendszerek (szokás szerint szimmetrikus rendszerek, vagy titkos kulcsú rendszerek) igényelik hogy a feladó (küldő) és a fogadó megosszanak egy kulcsot amelyet csak ok ketten tudnak. Ennek a kulcsnak az ismerete lehetővé teszi a rejtjelezett üzenet megfejtését. Az 1. ábrán ez az eset áll fent amikor $e=d$. A rejtett kulcsú kriptográfia hosszú történelemre tekint vissza, a legelterjedtebb algoritmus ezen fajta rejtjelezésre a **DEA** (Data Encryption Algorithm) amely a **DES** (Data Encryption Standard) által van meghatározva, más ilyen algoritmus[8] a **Triple DES**, **IDEA**, **RC4** (Rivest Chiper 4), **RC6** (Rivest Chiper 6), Blowfish es Twofish. Annak ellenére hogy ezek erős biztonságot nyújtanak, több hátrányuk van, mint például:

- **Kulcs kiosztás/csere:** Egy kétszemélyes kommunikáción belül a kulcs titkos kell maradjon, mindketten kell ismerjek, az információ csere előtt, tehát a két fel nagyméretű figyelmet kell áldozzon a kulcsszó cserekor hogy egy hallgatózó ne kaphassa meg.
- **Kulcs kezelés:** Egy nagy hálózaton belül több kulcsot kell kezelni. Továbbá, hogy a biztonság garantálható legyen gyakran, akar minden kommunikáció eseten kulcsot kell cserélni.

Tehát a klasszikus titkos kulcsú kriptográfia biztonsági problémákat kelt. Azonkívül a hitelesség, sértetlenség és letagadhatatlanságot lehetetlen megoldani ilyen rendszereken keresztül. Az

áttörés 1976-ban történt, amikor Diffie és Hellmann[2] feltalálta a nyilvános kulcsú kriptográfiát. Amellett hogy megoldották a kulcs csere és kulcs kezelés problémáit, a nyilvános kulcsú kriptorendszerek több más előnnyel is rendelkeznek. Emellett teljesítik a fentebb említett négy elvárás is.

A titkos kulcsú kriptográfiával ellentétben a nyilvános kulcsú kriptorendszerek két kulcsot igényelnek minden A felhasználótól: egy nyilvános kulcsot, $K_{pub}(A)$ amely nyilvánosságra van hozva és egy másik, magán kulcsot $K_{pri}(A)$ amely titokban van tartva. Egy üzenetet amelyet az E függvénnyel kódolunk felhasználva az **egyik kulcsot**, a D függvénnyel lehet kikódolni és **csak a másik kulcs** felhasználásával. Hogyha Alice akar küldeni egy üzenetet, valamilyen információt Bobnak, használja Bob nyilvános kulcsát, hogy kódolja az üzenetet (jelölés: $E_{K_{pub}(Bob)}(m)$). Bob miután megkapja a rejtjelezett információt az ő saját kulcsát használva megfejti az üzenetet (jelölés: $D_{K_{pri}(Bob)}(c)$).

Elméletileg a nyilvános kulcsú kriptográfia megvalósítható egy speciális egy-irányú (one-way) függvénnyel [6], a trapdoor one-way függvénnyel [8]. Matematikailag az f egy-irányú függvény egy olyan függvény amely eseten $f(x)$ kiszámítása könnyű bármely x bemenetre, viszont f^{-1} kiszámítása nagyon nehéz. (i.e. nehéz megoldani az $f(x)=y$ egyenletet, ahol y ismert). Egy trapdoor one-way függvény egy olyan függvény amelyben az $f(x)=y$ egyenlet megoldása egyszerűvé válik egy kiegészítő információ segítségével.

A következő két probléma a legvalószínűbb hogy biztosíthatja egy ezt a fentebb említett tulajdonságot:

- **Egész számok faktorizálásának problémája:** egy összetett hatalmas egész n , amely nagy prím, p és q szorzata. Míg találni nagy prím számokat relatív könnyű, addig két nagy prím szorzatának faktorizálása komputacionálisan nagyon alkalmatlan. Ebben az esetben a trapdoor one-way függvény elv teljesedik, hogyha ismerjük a $\phi(n)$ -t (lásd alább) akkor a faktorizálás mar egyszerű.
- **Diszkrét logaritmus problémája:** adott egy p prím, egy g generátor(\mathbb{Z}_p^*), és egy a elem a \mathbb{Z}_p^* -ből. A feladat abban áll hogy úgy határozzuk meg az egyedi i egészet, $0 \leq i < p-1$, úgy hogy $a \equiv g^i \pmod{p}$. A diszkrét logaritmus hasznossága abban rejlik hogy nagyon nehéz diszkrét logaritmusokat találni. A brute force eljárás $g^j \pmod{p}$, $0 \leq j < p-1$, egyáltalán nem járható út nagy p esetén.

Nagy része a nyilvános kulcsú kriptorendszereknek az előbbi két probléma nehézségre alapozódik. A következő részek a leggyakrabban elterjedt publikus kulcsú kriptorendszereket tárgyalják.

RSA Kriptorendszerek

Az RSA az egyik legismertebb nyilvános kulcsú kriptorendszer. R.L.Rivest, A. Shamir és L.M.Adleman publikálta 1978-ban [1]. A rendszer az egész számok faktorizációjának nehézségen alapszik, a \mathbb{Z}_n -csoportban. Az RSA két lépésben írható le:

<p>1. RSA, beállítások: cél egy nyilvános/titkos kulcs generálása.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bob generál két óriásprímet, p-t és q-t • Kiszámolja $n = pq$-t és $\phi(n) = (p-1)(q-1) \bmod n$-et • Választ egy véletlenszerű e számot ($0 < e < \phi(n)$), úgy, hogy e és $\phi(n)$ relatív prímekek legyenek. A továbbiakban e-t nyilvános hatványnak, exponensnek nevezünk. Kiszámolja d-t, mint az e modulo $\phi(n)$ inverze, vagyis megoldja az $ed \equiv 1 \pmod{\phi(n)}$ lineáris egyenletet. d lesz a titkos hatvány. • Bob nyilvánosságra hozza az (e,n)-párt, mint nyilvános kulcsot és megtartja (n,d)-t, mint titkos kulcsot. p és q feltétlenül titkos kell maradjon, nem art megsemmisíteni őket.
<p>2.ábra: nyilvános/titkos kulcs generálása az RSA-ban</p>

A fenti eljárásban alapvető elvárás, hogy e és $\phi(n)$ relatív prímekek legyenek. Ellenkező esetben nem lehetne megoldani a moduláris lineáris egyenletet amelyből kapjuk d -t, másszóval nem lenne e -nek inverze a $\phi(n)$ moduláris osztályban.

<p>2. RSA, az algoritmus: adatok rejtjelezése és megfejtése</p>
<p>KÉRELEM: Adottak: Z_n csoport és az (n,e,d) halmaz: $n = pq$, p és q primek, $ed \equiv 1 \pmod{\phi(n)}$.</p> <p>FELTÉTEL: Alice ismeri Bob (n,e) nyilvános kulcsát, de nem ismeri Bob titkos kulcsát (n,d).</p>
<p>ALGORITMUS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alice rejtjelezi az m üzenetet kiszámolva $c = m^e \bmod n$-et. 2. Alice elküldi c-t Bobnak 3. Bob megfejti c-t kiszámolva $c^d \bmod n$-et és visszakapja m-et.

Ahogy a fenti leírásból látható, az egyetlen matematikai művelet, amelyre szükségünk van az adataink rejtjelezésére és megfejtésére, a moduláris hatványozás, vagyis egy $xy \bmod n$ formájú függvény kiszámítása. Ennek kiszámítására több olyan ismeretes eljárás van, amelyek polinomiális komplexitásúak, az x bináris alakjában levő biteinek számától függ [5]. Észrevehető, hogy a rejtjelezés és a megfejtés egymással inverz műveletek. RSA 3. lépésének bizonyítása a 4-es ábra

<p>ADOTTAK: $ed \equiv 1 \pmod{\phi(n)} \Rightarrow ed = k * \phi(n) + 1$ egy bizonyos k-ra.</p>
$ \begin{aligned} c^d \bmod n &\equiv (m^e)^d \bmod n \\ &\equiv m^{ed} \bmod n \\ &\equiv m^{k * \phi(n) + 1} \bmod n \\ &\equiv (m^{\phi(n)})^k m \bmod n \\ &\equiv 1^k m \bmod n \\ &\equiv m \bmod n \end{aligned} $

Az eljárásnak a biztonsága azon a tényen alapszik, hogy a $c = m^e \bmod n$ rejtjelező függvény egyirányú, vagyis matematikailag lehetetlen lesz egy ellenség számára a c megfejtése. Ahhoz, hogy ez

sikerüljön neki, szüksége van d -re, mivel ki kell számolnia $m = c^d \bmod n$ -et. A fentebb már említettük, hogy e -t és d -t az $ed \equiv 1 \pmod{\phi(n)}$ lineáris egyenlet kapcsolja össze, vagyis az ellenség kiszámolhatja d -t ha ismeri $\phi(n)$ -et. Továbbá az $n=pq$ -ra, ahol p és q prímek, a $\phi(n)=(p-1)(q-1)$ képlet áll fenn, vagyis észrevehető, hogy az RSA feltörése a p és q ismeretét feltételezi, vagyis n faktorizációját [4].

Hivatkozások

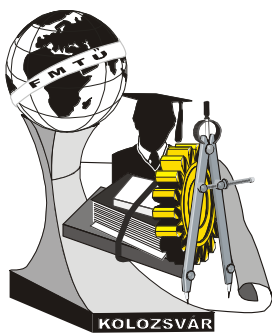
- [1] Rivest, R.L., Shamir, A., and Adleman, A. A Method for Obtaining Digital Signatures and Public Key Cryptosystems. *Communications of the ACM*. 21 (1978), pp. 120-126.
- [2] Diffie, W. and Hellman, M.E. New Directions in Cryptography. *IEEE Transactions in Information Theory*. IT-22(1976), pp. 644-654.
- [3] Menezes, A., Oorschot, P.V., and Vanstone, S. *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 1996.
- [4] Mao, W., *Modern Cryptography, Theory and Practice*, Hewlett Packard Books, Prentice Hall, NJ, USA, 2004
- [5] Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L., and Stein, C., *Introduction to Algorithms* (Second Edition). MIT Press, Cambridge, MA, 2001.
- [6] Public Key Cryptography, Mohapatra, P. K., *ACM Crossroads Fall 2000-7.1*, 2000.
- [7] Virasztó, T., *Titkosítás és adatretjtés*, NetAcademia Oktatóközpont, 2004.
- [8] Schneier, B. *Applied Cryptography. 2nd Edition*, John Wiley & Sons, New York, 1996.

Mathe E. Zsolt / egyetemista III. év

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Számítástechnika szak / Marosvásárhely, Cornesti utca 42. szám
Tel., email: 0740351000, mathezsolt@yahoo.com

Görög Levente-Károly / egyetemista III. év

Sapientia Egyetem / Icland 68, MS 547218
Tel., email: 0742606039, goroglev@yahoo.com



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

EGYIDEJŰ HŐ- ÉS ANYAGTARANSZPORT VIZSGÁLATA KONVEKTÍV SZÁRÍTÁS SORÁN

Simon Erika, Dr. Örvös Mária

Abstract

The decrease of the heat transfer coefficient can be observed during convection drying followed by simultaneous heat and mass transfer, when the continuity of the moisture-cover on the material-surface disappears. The purpose of our measurements was the demonstration of the reason of the fluctuating heat transfer coefficient. We examined the reacting force derived from friction in the case of wet and dry materials at different Re numbers. The volume of the heat transfer coefficient can be concluded from the received data of the reacting force.

Összefoglalás

Egyidejű hő- és anyagátadással kísért konvektív szárításnál a szárító levegővel érintkező anyagfelület folytonos nedvesítésének megszűnésekor a hőátadási tényező csökkenése figyelhető meg. Méréseink célja a hőátadási tényező változási okának kimutatása volt. Kísérleteinkben ezért áramló szárítólevegőbe helyezett nedves és száraz felületű anyagoknál vizsgáltuk a súrlódásból adódó ellenállás erő értékeit különböző Re szám tartományokban. Az ellenállás erő kapott értékeiből következtetni lehet a hőátadási tényező nagyságára.

Bevezetés

A Kirpichov-Gukhman elmélet szerint két jelenség hasonló, ha egy és ugyanazon differenciál egyenlet rendszerrel lehet leírni és hasonló kezdeti feltételekkel rendelkeznek.

A különböző jelenségek hasonlóságának leírásában nagy szerep jut a dimenzió nélküli hasonlósági számoknak. Ezek a dimenzió nélküli számok, kritériumok a vizsgált fizikai jelenségek egy bizonyos csoportjára vonatkoznak; és ezen fizikai jelenségek analitikus megközelítéséhez szükségesek. A. A. Gukhman a hasonlósági elméletről sokkal több, részletesebb fizikai alapot hozott létre és a hasonlósági elmélethez tartozó általánosított változót vezetett be.

A hő és anyagátadást leíró differenciálegyenletekhez nagyon sok változó és kezdeti feltétel tartozik, mivel maga a hő és anyagátadás is nagyon komplex jelenség. Jóllehet e változók közül nem mindegyik

szükséges a hő- és anyagátadási folyamatok leírásához. Minden problémához a jellemző változók egész sora tartozik. Ha áttérünk eme változók alkalmazására, akkor a változók száma a folyamathoz tartozó minimumra csökkenthető; a független változók és tényezők minimális számára. A hasonlósági elméleteknek az a célja, hogy a változók meghatározásának egy általános módszerét definiálja. Általános megoldást ad egészen egyszerű algebrai formában a differenciális mennyiségek közvetlen átalakítására.

A.A. Gukhman elmélete szerint egy ilyen transzformációs eljárás lényege, hogy az aktuális folyamatot egy egyszerű elméleti modellre helyezi, melyben mindegyik differenciális mennyiség tartalmaz egy időtől, tértől és egy, az adott speciális körülményektől függő dimenzió nélküli kifejezést. Ilyen módszerrel származtatható a Bi- szám és a Fo-szám is.

Az említett elméletek alkalmazásának egyik jellemző élelmiszeripari területe a szárítás. Konvektív szárítás során megállapítható, hogy az anyagból párologó folyadék anyagtranszportja mellett hőtranszport is lejátszódik, és a két jelenség egymásra hatása nem elhanyagolható. [1]

Számos kutató megállapította- többek között P.D. Lebedev-, hogy egy porózus anyag szabad felszínéről való nedvesség elpárolgása, illetve az anyagból a felszín felé lejátszódó hő-kiegyenlítődés folyamata során a hőátadási tényező értéke nagyobb, mint amikor nincs párolgás és csak a hőtranszport megy végbe azonos hőmérsékleti és áramlási körülmények között.

A hő és anyagtranszport eme specifikusságát a párologó felszín porózus anyag belsejébe történő vándorlása is befolyásolja. Ha a párolgás az anyag felszínén játszódik le, akkor a felszín hőmérséklete állandó és a környezeti nedves levegő hőmérsékletével tart egyensúlyt. Ha a hőmérséklet különbség az áramok irányában növekszik, akkor a hőátadási tényező értéke is nagyobb, mint állandó hőmérséklet esetén. Mivel a párolgási felszín behúzódik a porózus anyagba, ezért a hőátadási tényező értéke is nagyobb, mint a felszínen lenne. [1]

Tehát a felületi nedvesség párolgási szakaszában a hőátadási tényező egyenlő a száraz anyag hőátadási tényezőjével míg az anyagba húzódó párolgási felszín esetén a hőátadási tényező értéke nagyobb lesz, mint a száraz anyag hőátadási tényezője. A különbség korrigálására az alább látható, bevezetett, dimenzió nélküli Gukhman szám szolgál.

$$Gu \equiv \frac{T_{\infty} - T_w}{T_{fp}} \quad (1)$$

ahol: T_w : anyagfelszín hőmérséklete egy adott pontban

T_{∞} : zavartalan áramlásban mért hőmérséklet

T_{fp} : anyagban lévő folyadék forrpointi hőmérséklet

F.M. Polonskaya és A.V. Nesterenko megállapították, hogy kényszer konvekció esetén egy járulékos, újonnan bevezetett, korrekciós paraméterrel jellemezhető a párolgással kísért, egyidejű anyag- és hőátadási folyamatok különleges karakterisztikája. A kutatás végső következtetése szerint azonos Reynolds szám esetén a mért hőátadási tényező értéke kétszer akkora, mint azon hőátadási tényezőé,

melyet csak hőtranszportot feltételezve határoztak meg. A különbség korrigálására a bevezetett dimenzió nélküli Gukhman szám (Gu) szolgál. Ez az új paraméter a már ismert Nu kifejezésekben is használják:

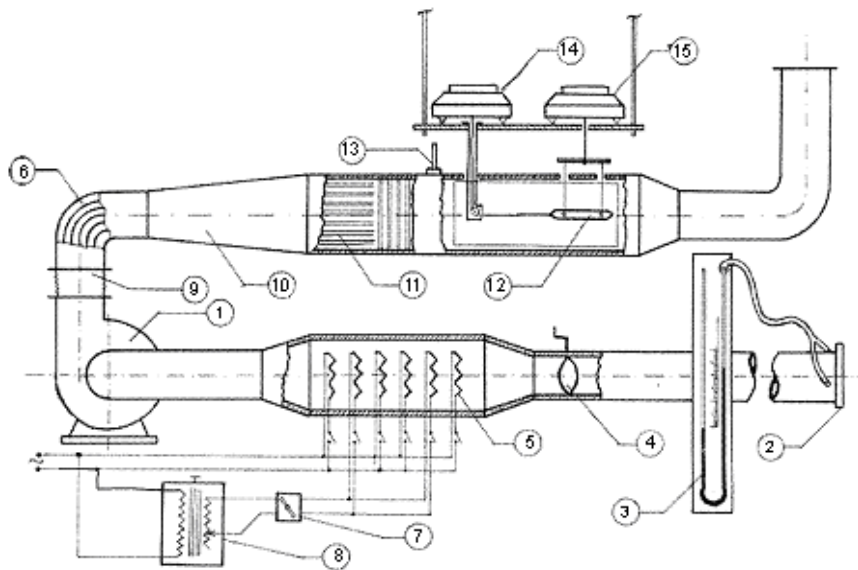
$$Nu = A \cdot Pr^{0,33} \cdot Re^n \cdot Gu^m \quad (2)$$

ahol az n és m konstansok a Re szám függvényében határozhatók meg. [3]

Kísérleti rész

A kísérleteink célja az volt, hogy mérésekkel feltárjuk a Gu szám által lefedett különbség valószínűsíthető okát. Feltevésünk szerint a hőátadási viszonyok eltérését az anyag felületének különböző nedvesítéséből adódó eltérő áramlási viszonyok hozzák létre.

A méréseknél használt konvekciós szárító berendezés vázlata a következő ábrán látható:



1. ábra: Mérő berendezés vázlata

- | | | |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1. ventilátor | 6. légtelők | 11. terelőlemezek |
| 2. mérőperem | 7. szabályzó | 12. modell anyag |
| 3. manométer | 8. ellenállás | 13. hőmérő |
| 4. záró szerelvény | 9. ventilátor nyomóág | 14, 15. digitális mérleg |
| 5. fűtőszálak | 10. bővítő csatorna | |

A szárítandó anyagot (12) vízszintesen, felfüggesztve, a szárító levegő áramlási irányával párhuzamosan helyeztük el a szárítótérben úgy, hogy a levegő áramlása következtében vízszintesen elmozdulhasson.

A szárítás alatt a levegő paramétereit –nyomást, hőmérsékletet, áramlási sebességet- mértünk és változtattuk (3, 4, 5, 13). Ezek mellett folyamatosan mértük a szárítandó anyag tömegváltozását (15) és a szárító anyagra ható vízszintes irányú ellenállásért (14). Az ellenállás erő értékeit a (15) digitális mérleg; a tömegadatokat a (14) mérleg egy adatgyűjtő számítógépbe továbbította. Ez a számítógép regisztrálta a szárító levegő paramétereit is. A felállított mérőkör és mérési módszer alkalmas az ellenállás erő értékeinek igen kis változásának mérésére is.

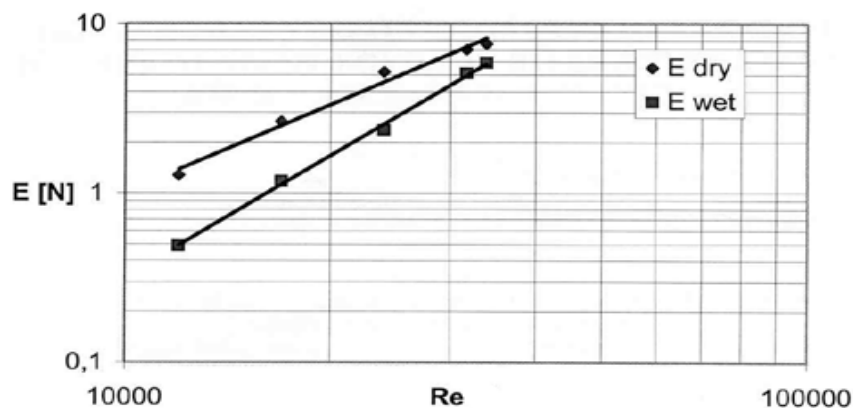
Eredmények

A szabad nedvesség párolgási szakaszán értelmezett hőátadási tényező és az elméleti úton, tisztán hőátadási viszonyokra származtatott hőátadási tényező különbözőségét vizsgáltuk méréseink folyamán. Feltételeztük, hogy a két érték közötti különbség visszavezethető áramlástechnikai megfontolásokra. [2]. Az anyagátadással kísért esetekben- konvekciós szárítás esetében – a szabad nedvesség párolgása alatt megvalósul a felület folytonos nedvesítése. Feltételezhetően a nedves felületen fellép egy u_0 felületi sebesség és egy τ_0 csúsztatófeszültség. A száradó anyagot körülvevő nedves burkolófelületre felírható mérleg egyenletekkel igazolható, hogy a nedvesített felület párolgása segíti az anyag belsejéből kifelé irányuló anyagáramot; azaz a hőátadási tényező javulását (nagyobb értékét) eredményezi. [4]

Valóságos, nem súrlódásmentes fluidumok áramlásánál a megfűvás irányával ellentétes irányú ellenállás lép fel. [2] Ez az ellenállás a súrlódási és az alakellenállásból tevődik össze. A súrlódási ellenállást a szárítandó anyag felületén fellépő súrlódási feszültség okozza. Nedvesített felületű anyagok kedvezőbb ellenállásúak azonos körülmények között vizsgálva, mint a kissé nedvesített vagy száraz felületű anyagok. A kedvezőbb ellenállás oka az u_0 felületi sebesség és a τ_0 csúsztató feszültség. Eme jelenség igazolására konvekciós szárítás során az áramló közegbe (szárító levegő) helyezett száradó anyagra ható ellenállás-erőt mértük. Ez az ellenállás-erő az ellenállás-tényező értékével arányos. Az ellenállás-erő kifejezésében lévő súrlódási tényező és a hőátadási viszonyokat jellemző hőátadási tényező között fordított arányosság áll fenn. [4]

Kiértékelés

A kapott eredmények tükrében megállapítható, hogy a vizsgált tartományban a száraz felületű anyagra ható ellenállás erő nagyobb, mint nedves felületű anyag esetén. Az ellenállás erők közötti különbség igazolja a nedvesített felületre értelmezhető súrlódási tényezőről vázolt elgondolásokat.



**2. ábra: Ellenállás erő Re szám kapcsolata
száraz és nedves felületű anyagok szárításakor**

Ez lehet az egyik valószínűsíthető oka annak, hogy szárításkor nedves felületű anyagok száradásakor az u_o felületi sebesség miatt jobb hőátadási viszonyok alakulnak ki, mint száraz felületű anyagoknál; és ebből adódóan a hőátadási tényező értéke is nagyobb, mint a száraz felületű anyagoké.

Irodalomjegyzék

- [1.] Luikov A.V.: Heat and Mass Transfer in Capillary-Porous Bodies, Pergamon-press, Oxford, 1966.
- [2.] Gruber J, Blahó M.: Folyadékok mechanikája, Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
- [3.] SSU-Hsueh Sun, Thomas R. Marrero: Experimental study of simultaneous heat and moisture transfer around single shoprt porous cylinders during convection drying by a psychrometry method. International Heat and Mass Transfer. Vol. 39, No. 17. pp: 3559-3565. 1996.
- [4.] Szentgyörgyi S.: Megmaradási elvek az ellenőrző felülettel határolt u_o felületi sebesség esetén. Kézirat; 2000.

Simon Erika; főiskolai tanársegéd

Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar, Élelmiszeripari Műveletek és Környezettechnika Tanszék / Szeged-6725, Moszkvai krt. 5-7. Magyarország

Telefon: +36-62-546-030 / 6585 mellék

Fax: +36-62-546-549

E-mail: siera@szef.u-szeged.hu

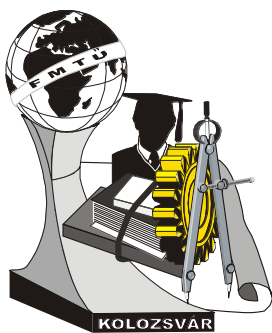
Dr. Örvös Mária; egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészeti Eljárások Tanszék / Budapest-1111, Bertalan Lajos u. 4-6. D ép. 106.

Telefon: +36-1-463-1123

Fax: +36-1-463-1708

E-mail: orvos@vegylgep.bme.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

EVOLVENS CSAVARFELÜLET GEOMETRIAI VIZSGÁLATA

Nándoriné Tóth Mária

Abstract

The working flank normality of cylindrical pulleys describes rotational torsional hyperboloids in the frame-system. These hyperboloids are cut by the driving main straight, are tangent to it, or aren't cut. The working flank points belonging to the border hyperboloids, tangent to the main straight, form the joining range border line of the working flank.

Összefoglalás

A csavarmozgást végző felület mozgása során csavarfelületet burkol. A burkolófelületből a normálisai által kimetszett pontok határozzák meg a karakterisztikus görbét. Ezen normálisok által leírt felületet vizsgálva kiderült, hogy a merőleges kitérő tengelyek esetén ez a felület egy torzhiperbolid. További vizsgálat célja kideríteni, hogy nem derékszögű kitérő tengelyek esetén mi lehet a normálisok által meghatározott felület.

Bevezetés

A síkbeli fogaskerékkapcsolódás elmélete régen kiépült, a térbeli kapcsolódásé viszont még mindig nem tekinthető lezártnak [1], [2]. Ennek valószínű az is oka, hogy a két kitérő tengely kapcsolatának feltárása matematikailag nehezebben megoldható.

A szerszámfelületek néhány különleges eset kivételével önmagukban elmozgatható felületek, általában vagy forgásfelületek, vagy csavarfelületek.

A csavarfelületek, mint szerszámfelületek különféle fogazott profilú munkadarabok fogfelületeinek lefejtésére szolgálnak. A lefejtőszerszámok szerszámfelületei gyakran csavarfelületek. Természetesen más periodikus felületek is lehetnek szerszámfelületek, de most ezekkel nem foglalkozunk.

A szerszámot előállításánál munkadarabnak tekintjük, s ezért a szerszámfelületeket is mint generált felületeket tárgyaljuk. Jelen esetben a csavarfelület alakú szerszámfelületekkel foglalkozunk. A lefejtés a generálásnak egy különleges esete.

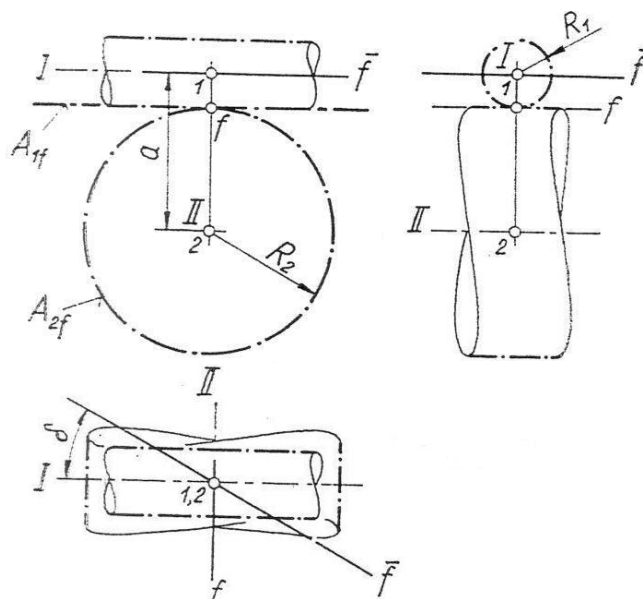
A szerszám gép állványának álló rendszerében a szerszámtartó rendszere egy elemi haladómozgást végez. A lefejtőszerszám rendszere pedig a szerszámtartó rendszeréhez képest végez egy elemi forgómozgást. A lefejtőszerszám szerszámfelülete egy csavarfelület. A fogazandó munkadarab rendszere az állvány rendszerében egy forgómozgást végez.

Az evolvens-csavarfelület létrehozása

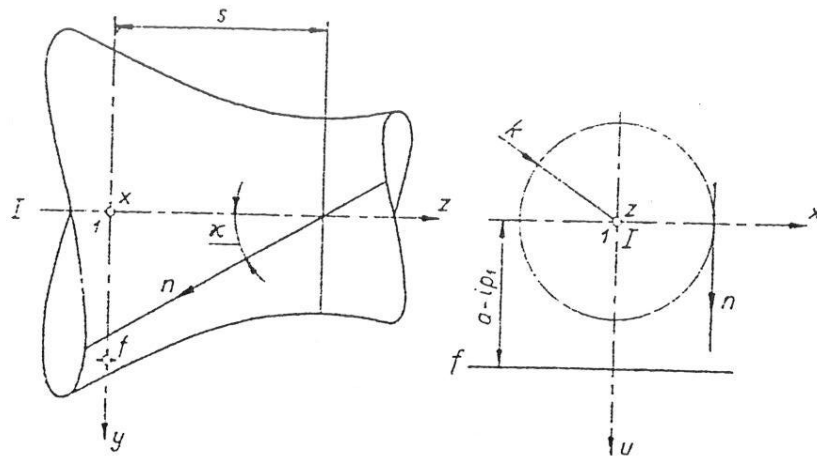
A szerszám és munkadarab relatív mozgását egy torzhiperboloidból és egy éles torzcsavarfelületből álló axoidpár jellemzi. Ezen mozgások során a szerszámfelület burkolófelületeként egy forgácsolt burkolófelület keletkezik [2].

A csavarmozgás során létrejövő burkolófelület előállításához szükségünk van a mozgást végző felület tengelyének reciprok polárisára [3]. A felület normálisai közül ugyanis azokat kell kiválasztani, amelyek a tengely reciprok polárisát is metszik, és ezek közül kerülnek ki a csavarfelület normálisai is. Ahol ezek a normálisok metszik a csavarmozgást végző felületet, ott kapjuk a karakterisztikus pontokat, amelyek egyben a burkolt felületen is rajta vannak. Ezek a pontok határozzák meg a karakterisztikus görbét, amit ha megcsavarunk az előírt tengely körül a megadott paraméterrel, ugyanazt a burkolófelületet kapjuk, mintha az egész felületet csavarnánk.

Ha a csavarmozgást végző felület tengelye merőleges a csavartengelyre (1. ábra), akkor ezen transzverzálisok egy egyköpenyű hiperboloidfelületet alkotnak (2. ábra) [4].



1. ábra



2. ábra

Az f főegyenes az I és II tengelyek normáltranszverzálisát metszi, a tengelyek a távolságát $R1/R2$ arányban osztja és a II tengellyel párhuzamos. A normálisok metszik f -et, és metszik f -nek az \bar{f} reciprok polárisát is. Az \bar{f} jelen esetben a tengelyek 1,2 normáltranszverzálisának az I tengellyel való metszéspontján megy át, merőleges 1,2-re és az I tengellyel $\arctan\left(\frac{p}{R_1}\right)$ szöget zár be a csavartér sodrásának megfelelő értelemben. A pillanatnyilag kapcsolódó normálisok a k középcsavarvonal, az f és \bar{f} egyenesek transzverzálisáiként torzfelületet alkotnak [5].

Ennek a felületnek az egyenlete az x,y,z koordinátarendszerben [6]:

$$x^2 + y^2 - (z-s)^2 * \tan^2 \kappa - k^2 = 0,$$

ahol az f főegyenes egyenlete pedig

$$y = a - i * p,$$

$$z = 0.$$

A jelölések az ábrának megfelelően értendők.

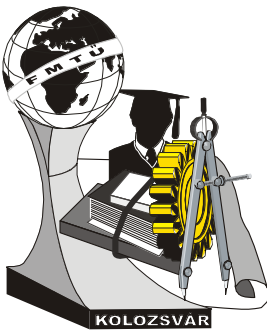
Tervek

A későbbiekben azt az esetet vizsgáljuk meg, mi a transzverzálisok alkotta felület, ha a két kitérő tengely nem merőleges egymásra.

Irodalom

- [1] Dr. Lévai Imre: Hipoidhajtások tervezésének alapjai, ME, Egyetemi Kiadó, 1994, 13-41.
- [2] Dr. Erney György: Fogaskerekek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [3] Dr. Drahos István: Ábrázoló geometria bánya-, kohó- és gépészmérnök hallgatóknak, III. rész, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985, 78-91.
- [4] Dr. Drahos István: A forgácsoló szerszámok gyártásgeometriájának alapjai, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981, 26-33.
- [5] Dr. Drahos István: A Litvin-féle csigahajtás érintkezési vonalseregének és kapcsolási felületének szerkesztése, NME Közleményei, XII. kötet, Miskolc, 1965, 39-43.
- [6] Dr. Drahos István: Die Grenze des Eingriffsbereiches an der Schnecken Zahnfläche zylindrischer Schneckentriebe, NME Közleményei, XXVII. Kötet, Miskolc, 1967, 153-160.

Dr. Nándoriné dr Tóth Mária, Ph D
Miskolci Egyetem
Miskolc-Egyetemváros
H-3515
nnetm@abrg.uni-miskolc.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

SZEGEDI BÚZAFAJTÁK TECHNOLÓGIAI MINŐSÉGE

Gyimes Ernő

In this paper presents the author's new results of research of the Szeged winter wheat varieties between 1999 and 2002. There are no correlation among the kernel hardness and instrinsic feautres except the alveograph P and W values where the correlation coefficients were $r=0,78$ and $r=0,667$, respectively as well as between the hardness index and the water absorbing capacity where the correlation was close ($r=0,8$).

Jelen közlemény az étkezési célú őszi búzafajták minőségi jellemzőivel foglalkozik, a 1999-2002 közötti időszakot vizsgálva. A szemkeménység és a búzából nyert lisztek értékmérő, beltartalmi jellemzői között a hardness index az alveográfus P érték ($r=0,78$) és W érték ($r=0,667$), valamint a valorigráfus vízfelvevő képesség ($r=0,8$) kivételével nem igazolható korreláció.

Bevezetés és irodalmi feldolgozás

A minőség egyfajta elvárás egy termékkel (vagy szolgáltatással) szemben és sokszor gondot jelent az igények precíz megfogalmazása. A minőség jellemzésére olyan tulajdonságokat célszerű választani, amelyek egyrészt relevánsak, másrészt jól mérhetőek. A méréshez ezért azokat a geometriai, mechanikai, fizika, kémiai, biokémiai paramétereket kell kijelölni, amelyeket egyszerű eszközökkel, nagy pontossággal és megfelelő ismételhetséggel tudunk megmérni. Mindenki számára egyaránt fontos és elfogadható célértékek aligha fogalmazhatók meg, hiszen az elvárások eltérők lehetnek illetve szakmai-üzleti érdekek miatt gyakran ellentétes elvárások fogalmazódnak meg. Éppen a fentiek okán a búzaminőség megközelítése csak több oldalról megvilágítva lehetséges, mivel a minőségi jellemzők súlypontját a nemesítés-termelés-feldolgozás-fogyasztás lánc szereplői máshová helyezik. Az étkezési búza esetében a tradicionális magyar malmi minőség, az úgynevezett EU minőség valamint az intervenció minőség kisebb-nagyobb mértékben különböző. A minőségi jellemzők precíz meghatározása azért is fontos, mert ezek határozzák meg a gabona árát, a feldolgozási célt, valamint az alkalmazandó malmi őrléstechnológiát. Szükséges találni olyan tulajdonságokat, amelyek széles körben alkalmazhatók, mérésük megoldott és legalább ilyen fontos olyan új jellemzők keresése, beleértve a mérési módszer fejlesztését is. Napjainkra mind a szemes termények, mind a belőlük őrlhető lisztek és az őrleményekből különféle eljárással előállított késztermékek minőségének meghatározására számos, fizikai, kémiai, reológiai, stb. mérési elv és eljárás ismert. Tudjuk, hogy a mennyiséget és a minőséget a fajta genetikai tulajdonságain kívül számtalan tényező befolyásolja [2] [6], így belátható, hogy nagyon sok tényezővel és azok kölcsönhatásával kell számolnunk.

Elttekintve az egyes elvárások részletes ismertetésétől több olyan jellemző tulajdonságot valamint azok alakításában szerepet játszó tényezőt találunk, amelyek szinte mindenki számára fontosak. Ezen tulajdonságokat egyszerűsítve agrofizikai és beltartalmi tulajdonságokra osztályozhatjuk [1].

A kísérleti munka célkitűzése:

Eltérő szemszerkezetű, különféle évjáratból származó étkezési búzák és azok lisztjeinek fizikai, beltartalmi és és reológiai jellemzőinek vizsgálata, az egyes tulajdonságok közötti kapcsolat fontosabb leírása céljából..

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, sakktabla osztás módszerével történt.

A **szemméret meghatározásához** mindhárom jellemző érték (hosszúság, szélesség és vastagság) vonatkozásában egyaránt 100-100 párhuzamos mérést végeztünk digitális tolómérővel, ez követően a méretek viszonyát statisztikai úton értékeltük. A minták **ezerszem tömegét** két párhuzamos vizsgálattal mértük. A mintákból 500-500 szemet kiválasztva, digitális mérlegen lemérve határoztuk meg a tömeg értékeket. A **burkolt sűrűség** mérése folyadék kiszorításos elven történt, közegként petróleum-alkohol elegyet használtunk. A kapott eredmények két párhuzamos mérés értékei alapján adódtak. A **valódi sűrűséget** QUANTACHROME gáz piknométerrel mértük, hélium gázt használva. Ezt a jellemzőt a 2001 és a 2002. évi mintáknál mértük. Mintánként 3 párhuzamos mérést hajtottunk végre. A **halmazsűrűséget** 1 dm³-es gabonaminőségi (hektoliter) mérlegen mértük, mintánként 3 párhuzamos mérést végezve. A **szemkeménységet** (HI: hardness index) mérése PERTEN SKCS 4100 mérőműszerrel történt. 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 vizsgálattal történt. A lisztből készült tésták **reológiai tulajdonságait valorigráffal** (vízfelvevő képesség) illetve **alveográffal** mértük (P, L és W érték)

Az adatokat STATISTICA (StatSoft, Inc) és STATGRAPHICS (Statistical Graphyics Corp.) programcsomaggal értékeltük.

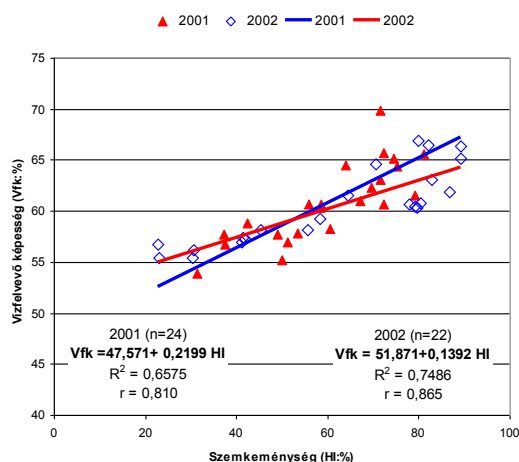
Vizsgálati eredmények

A kísérletsorozat által szolgáltatott eredményeket malmi és sütőipari szempontok szerint értelmezhetjük. A malmi feldolgozás vonatkozásában fontosak a fizikai (geometriai, keménységi, porozitás, stb.) paraméterek, míg a sütőipar számára releváns információt általában a beltartalmi (beleértve a reológiai) jellemzők.

A szemkeménység és a vízfelvevő képesség közötti kapcsolatot két évben (2001 és 2002) vizsgáltuk (1. ábra). A vízfelvevő képesség a lisztek sütőipari felhasználásakor az egyik tényező, amely a

sütőipari termelés gazdaságosságát alapvetően befolyásolja, így értéke és az alakulását befolyásoló tényező ismerete a gyakorlat számára kiemelt fontosságú.

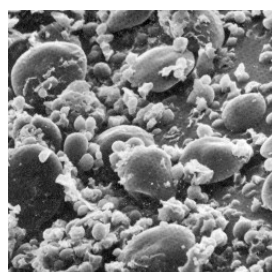
Szegedi termőhelyekről származó minták esetében a két jellemző között pozitív és szoros ($r=0,810$ illetve $r=0,865$) korrelációt sikerült megállapítani. Meg kell említeni, hogy korábban az aprítási ellenállás és a vízfelvevő képesség között is sikerült kapcsolatot igazolni.



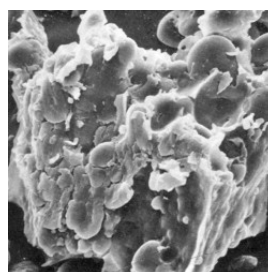
1. ábra A búzák szemkeménysége és vízfelvevő képessége közötti kapcsolat (n=46)

A 2002. évi minták közül a termőhely szerepét vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a termesztés lokális jellemzői erős hatást gyakorolnak a szemkeménység és a vízfelvevő képesség közötti kölcsönkapcsolatra. Ezt igazolták, hogy az összefüggés determinációs és korrelációs együtthatói – egy termőhely kivételével – szoros és szignifikáns kapcsolatot bizonyítottak.

A 2. ábra bal oldalán a puha, a jobb oldalon a kemény búzákból készült liszt mikroszkópikus képe látható (Henry Stevens hozzájárulásával). A vízfelvevő képesség az endospermium részekben található keményítő részek sérülésével hozható kapcsolatba. A keményebb szerkezetű búza keményítő részei eltörnek, míg a puhábbaknál a keményítő kifordul a fehérje mátrixból.



PUHA BÚZA



KEMÉNY BÚZA

2. ábra A különböző szemszerkezetű búzák lisztjének képe (800x nagyítás)

Következtetések és javaslatok

A kutatók érdeklődését régóta foglalkoztatja, hogy a szemkeménység és a lisztminőség milyen kapcsolatban állnak egymással [3], [4], [5], [7], [8] .

Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a szemkeménysége és a búzából nyert lisztek értékmérő, beltartalmi jellemzői között a **hardness index** az **alveográfus P érték és W érték**, valamint a **valorigráfus vízfelvevő képesség** kivételével nem igazolható korreláció.

Pozitív és közepesen szoros illetve szoros korrelációs tapasztaltunk az alveográfus meghatározott nyújtás (P érték: mm) között ($R^2=0,6091$, $n=36$, $r=0,78$). Közepesen szoros, de szignifikáns kapcsolat mutatható ki az alveográfus deformációs munka (W-érték) valamint a szemkeménység között ($R^2=0,4291$, $n=36$, $r=0,667$).

A szemkeménység és a sütőipari szempontból különösen jelentős vízfelvevő képesség közötti kapcsolat bizonyítása során meg kell említeni, hogy a hatást módunkban állt két év adatai alapján is összehasonlítani. A 2001. és a 2002. év szegedi termőhelyeiről származó minták értékeit, megállapítható és bizonyítható, hogy a kapcsolat szoros, a korrelációs koefficiens mindkét évben 0,8 feletti értékre adódott.

Irodalomjegyzék

- [1] Gyimes, E. - Véha, A., - (2004): Étkezési (őszi) búzák Agrofizikai jellemzőinek kapcsolata a szemkeménységgel. IX. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, Proceeding: p. 77-80
- [2] Matuz J., Markovics E., Ács E., Véha A. (1999): Ószi búza-fajták lisztjének technológiai minőségi tulajdonságai közötti összefüggések vizsgálata. Növénytermelés 48. No.3.pp. 243-253.
- [3] Osborne, B. – Kotwal, Z. – Blakeney, A. – O'Brien, L. – Shah, S. – Fearn, T. (1997): Application of the single-kernel characterization system to wheat receiving testing and quality prediction. Cereal Chemistry, Vol. 74, No. 4, p. 467-470
- [4] Rakszegi, M. – Juhász, A. – Láng, L. – Bedő, Z. (2000): Eltérő endospermium-szerkezetű búzafajták reológiai tulajdonságainak vizsgálata. Növénytermelés, Vol. 49, No. 6, p. 599-606
- [5] Sissons, M. – Osborne, B. – Hare, R. – Sissons, S. – Jackson, R. (2000): Application of the single-kernel characterization system to durum wheat testing and quality prediction. Cereal Chemistry, Vol. 77, No. (1), p. 4-10
- [6] Tanács L., Matuz J., Kovács K., Gerő L. (1994): A NPK műtrágyázás és az évjárat hatása a búzafajták sütőipari tulajdonságaira és fehérje tartalmára. Növénytermelés 43. No.4 pp. 285-293.
- [7] Véha, A. (2000.): Búzafajták endospermium szerkezetének (szemkeménységének) és lisztminőségének vizsgálata. Habilitációs tézisek, Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum, p.1-155
- [8] Vida, Gy. – Bedő, Z. (1999): Őszi aestivum és durum-búza genotípusok szemkeménysége és más sütőipari minőségi tulajdonságai közötti összefüggések elemzése főkomponens-analízissel. Növénytermelés, Vol. 48, No. 1, p. 33-42

Dr. Gyimes Ernő

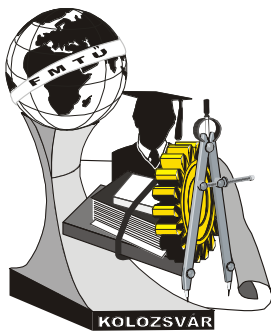
Szegedi Tudományegyetem Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar

Élelmiszertechnológia és Környezetgazdálkodás Tanszék

6725 Szeged, Moszkvai krt. 5-7.

Telefon:+36 62 546030, Telefax:+36 62 546034

E-mail: gyimes@bibl.szef.u-szeged.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

REZGÉSDIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLAT TAKARMÁNY EXTRUDERNÉL

Forgács Endre, Dr. Véha Antal

Abstract

The article discusses the evaluation of an insufficiently functioning soy extruder located in a forage mixing unit using vibration diagnostic method. In the machine the bearings had to be replaced after a short period of time, the axle of the extruder broke regularly sometimes even within few days. These problems persisted even if the operating personnel properly observed the operating instructions and the equipments were working in nominal load.

The authors give a short discussion about the theoretical background and present role of technical diagnostics, including vibration diagnostics. They present the equipments used, grouped by their structural and operating principles. The authors present the results obtained from a purposefully selected and organized data, evaluate them through spectrums and spectrum series, and collate them with acoustic experiences and images. They identify the connections between the various symptoms and their documented indicators. All of these provide the basic information for the necessary construction changes and determine the main line of conduct.

Összefoglaló

A cikk egy takarmánykeverő üzemből problémákkal működő un. szója extrudernél végzett feltáró rezgésdiagnosztikai vizsgálatot mutat be. Az említett gépnél a csapágyak rövid üzemidő után cserére szorultak, az extruder tengely rendszeresen tört, sokszor néhány munkanap alatt is. Ezek a problémák akkor is jelentkeztek, ha az üzemeltető személyzet betartotta az üzemeltetési előírásokat, és a gépek névleges terhelésen működtek.

A szerzők először röviden meghatározzák a műszaki diagnosztika és ezen belül a rezgésdiagnosztika, helyét, szerepét és elvi működését. Bemutatják a használt eszközöket, felépítésük-működésük szerint. A vizsgálati eredményeket a nagymennyiségű adatból célszerűen válogatva és rendezve, spektrumokon és spektrum sorozatokon keresztül értékelik összevetve az akusztikai és képen is bemutatott látvány tapasztalattal. Így keresve meg a különféle jelenségek és azok dokumentálható azonosítói közötti kapcsolatot. Mindezek együttesen megadják a szükséges konstrukciós módosítások alap adatait illetve, meghatározzák azok fő irányvonalát.

Egy takarmánykeverő üzemen működő un. szója extrudernél folyamatos üzemeltetési ill. karbantartási problémák jelentkeztek. A csapágyak rövid üzemidő után cserére szorultak, az extruder tengely rendszeresen tört, sokszor néhány munkanap alatt is. Ezek a problémák akkor is jelentkeztek, ha az üzemeltető személyzet betartotta az üzemeltetési előírásokat, és a gépek névleges terhelésen működtek.

Egy teljekörű diagnosztikai vizsgálat elvégzése segítette a problémák megoldását.

A rezgésdiagnosztikai vizsgálat

Műszaki diagnosztizáláskor a gépen, berendezésen időszakosan vagy folyamatosan műszeres állapotvizsgálatot végeznek. Az így kapott információkat használják fel a javítási munkákhoz. A gép, berendezés műszaki állapotának rendszeres figyelése, dokumentálása, az elhasználódás törvényszerűségeinek feltárása alapján határozható meg a javítás várható időpontja, várható mértéke.

A gépek mindegyikéhez rendelhető legalább egy-két olyan jellemző mennyiség, amelynek mérése révén következtetéseket tudunk levonni arra vonatkozóan, hogy mi játszódik le a gép belsejében. Ilyen paraméterek lehetnek például a következők:

- csapágyhőmérséklet,
- kenőolaj nyomása és hőmérséklete,
- szivattyúk szívó- és nyomócsonton mért nyomás,
- zaj, rezgés, ütésimpulzus,
- forgórész pozíciója,
- stb.

Az üzemelés közben föllépő különféle dinamikus hatások következtében minden forgógép rezgéseket végez. Ilyen erők lépnek fel, pl. a forgórésznél hidraulikus hatások, vagy kiegyensúlyozatlanság következtében. Hasonló erőket okoz a kiegyensúlyozatlan, vagy rosszul beállított tengelykapcsoló. Lökésszerű terhelések is rezgést okozhatnak a csapágyegységekben.

Forrás: Üzemfenntartás, karbantartás 1995/2. Centrifugálszivattyúk állásidejének csökkentése (ford.: Szende Györgyné)

Eredeti cikk: Bittermann,H.J.: Avoid downtime in centrifugal pumps. = Process Control and Engineering,47.k. l.sz. 1994.p.20-22.

A műszaki diagnosztika az előzőekben megfogalmazott állapotjelző paraméterek felhasználásával lehetővé teszi a gépek belső szerkezetének vizsgálatát, azok leállítása és szétszerelése nélkül. A XX. század második felében bekövetkező műszaki fejlődés az egyik leghatékonyabb állapotjelző paraméter használatára kínál lehetőséget. Ez a módszer a rezgésdiagnosztika körébe tartozik. Ennek során, a gépet ért erők hatására létre jött térbeli mozgás, adott irányú (adott síkú) vetületéhez tartozó komponensét, mint összetett rezgést vizsgáljuk. Gyors Fourier Transzformációval (FFT analízissel) meghatározott szinuszos összetevőkre bontva. Az összetevők vizsgálata a spektrum analízis.

Vizsgálati eszközök

Az elektronikus sztetoszkóp

Az egyik legegyszerűbb és legolcsóbb eszköz az elektronikus sztetoszkóp (ábra), amelynek feladata pontosan ugyanaz, mint az orvos által használt sztetoszkópé, magyarul hallgatócsőé.

Működési elve a következő.

A gépből érkező zajokat és rezgéseket az érintő páka fogja fel és továbbítja a jelátalakítóhoz, amely a mechanikai jelből elektromos jelet állít elő. A készülék ezt fölerősíti, és vagy a fejhallgatóhoz, vagy pedig a hangrögzítőhöz vezeti. A fejhallgató segítségével tisztán hallhatjuk a

csapágyzajokat anélkül, hogy másféle zajok ebben megzavarnának. A hangrögzítőhöz való csatlakoztatás további lehetőségek előtt nyit kaput. A különféle zajmintákat ezáltal tárolni lehet, később pedig az etalonnak tekinthető alapesetekkel való összehasonlítás révén értékes következtetéseket lehet belőle levonni.

Egy további lehetőséget jelenthet a telefonon, interneten keresztül történő távdiagnózis is.

Rezgésanalizátorok

A gépek elemei, egységei, a csapágyak, a fogaskerekek, a tengelykapcsolók, a járókerekek, ezek mindegyike jellegzetes rezgésképet bocsát ki, amely némi gyakorlat után felismerhető. Az egyes gépelemek sohasem egyenként keltenek rezgésjeleket, hanem mindig egyszerre a többi gépelemmel együtt. Éppen ezért nehéz az egyes rezgésjelek elkülönítése.



Elektronikus sztetoszkóp

MICROLOG CMVA 10-es rezgésanalizátor

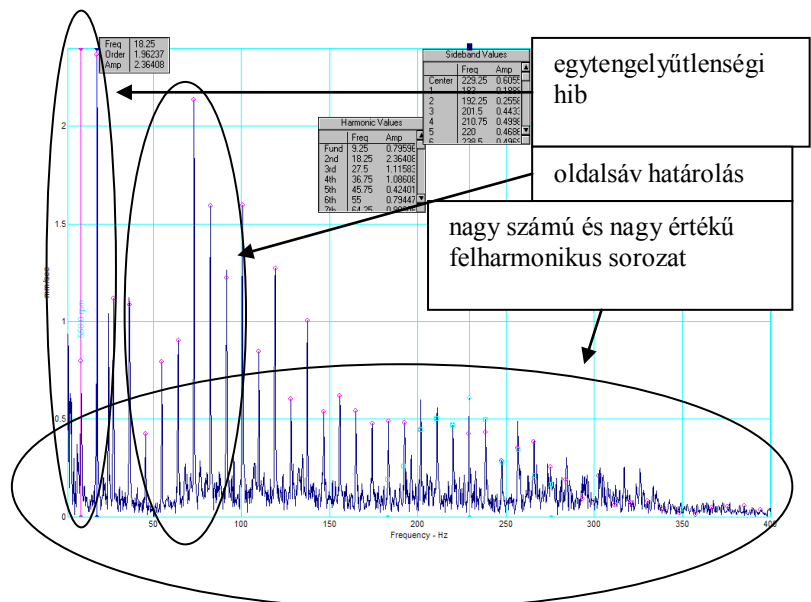


Ugyanis mindegyik gépelem által keltett rezgés egy-egy, többé-kevésbé széles spektrumban jelentkezik, vagyis nagyszámú, különböző frekvenciájú összetevőből áll. Ezek között azonban vannak olyan összetevők, amelyek nagyon határozottan jellemzőek a kibocsátó gépelemre, és vannak olyanok, amelyek kevésbé jellemzőek. Az analízisnek az a célja, hogy meghatározza a gépelemre vagy a jelenségre leginkább jellemző összetevők frekvenciáját és amplitúdóját. Ez oly módon érhető el, hogy a kevésbé jellemző összetevőket kiszűrjük a mért jelből, míg a nagyon jellemzőket bennhagyjuk. Erre a gép és a jelenség alapos ismeretében van lehetőség.

A következő lépés az előre kiszámított frekvenciákon jelentkező összetevők megkeresése a spektrumban. Erre a feladatra *rezgésanalizátorokat* kell használni, amelyek szétválogatják a különböző frekvenciájú összetevőket. Az analízátor annál jobb, minél inkább képes az egymáshoz közel lévő jelek szétválasztására. Ezt a tulajdonságát szokás *felbontóképességnek* is nevezni. Az analízátorok egy-egy megadott spektrumot több száz, akár több ezer részre is bontják, és az ily módon keletkező komponensek amplitúdóit egyenként meghatározzák. Mindez rendkívüli gyorsasággal párosul, hiszen egy-egy ilyen analízis a másodperc törtörésé alatt megy végbe. Előnyös tulajdonságuk hogy kicsik és könnyűek, így nem nehéz a helyszínre vinni.

A vizsgálat

A szóban forgó gépek műszaki állapotának és dinamikai viselkedésének felmérésére, a támasztó csapágyaknál, 2 db hengergörgős önbeálló csapágy és 1 db axilás (talp) csapágy, egyenként a térbeli mozgást detektáló, 3 dimenziós vizsgálatra, azaz egy-egy függőleges (rögzítés irányú) és arra merőleges vízszintes és tengelyirányú mérésre volt szükség. A diagnosztikai gyakorlatnak



megfelelően több előzetes mérés alapján választottuk ki a vizsgálati paramétereket. A próbamérés paramétereit, 0-1600 Hz és 1600 vonal voltak. A kapott spektrum 0-400 Hz tartományban mutatott értékelhető jeleket, de ott rendkívül intenzíveket és gyakoriakat. Ez alapján a vizsgálatokhoz 0-400 Hz tartományt választottam, megtartva az 1600 vonalas felbontást. Így, ¼ Hz-es finomsággal vált lehetővé az egymáshoz közeli jelek szelektálása.

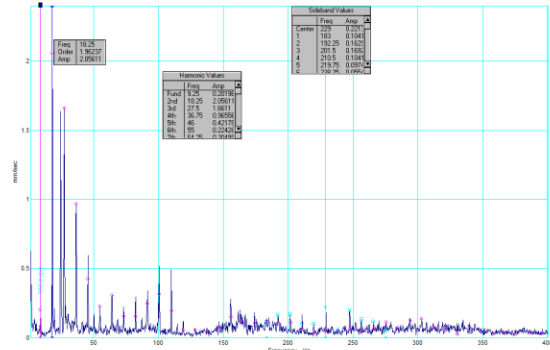
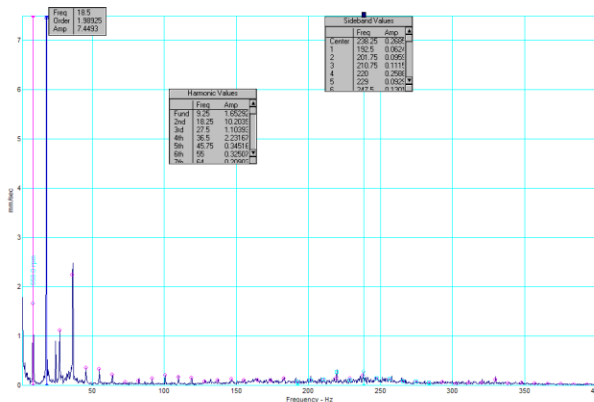
Vizsgálati eredmények

Hajtott oldali csapágy függőleges irányú mérés

Az egytengelyűtlenségi hiba mértéke mintegy 6 szorosa a műszakilag elfogadható értéknek.

A tengelyfordulatszám gerjesztette, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat a dinamikai instabilitás jele.

Az oldalsáv határolás csapágyhibát jelez.



Hajtott oldali csapágy vízszintes irányú mérés

Az egytengelyűtlenségi hiba mértéke mintegy 10 szorosa a műszakilag elfogadható értéknek.

A tengelyfordulatszám gerjesztette, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat a dinamikai instabilitás jele.

Az oldalsáv határolás itt is csapágyhibát jelez.

Hajtott oldali csapágy tengely irányú mérés

Az egytengelyűtlenségi hiba mértéke itt is mintegy 10 szorosa a műszakilag elfogadható értéknek, ráadásul 3-4-szeresre nagyobb a sugár irányú értékeknél.

A tengelyfordulatszám gerjesztette, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat a dinamikai instabilitás jele.

Az oldalsáv határolás ugyancsak csapágyhibát jelez.

Az extruder oldali vizsgálatokhoz teljesen hasonló eredmény látható az oldalsó összefoglaló vízszintes diagramban

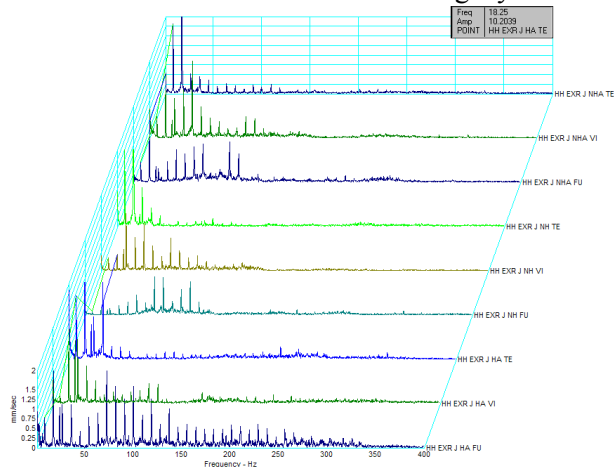
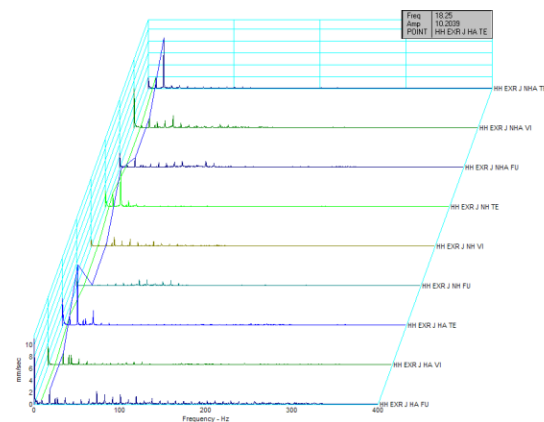
A dinamikai összetett igénybevétel még

jobbán érzékelhető a jobboldali zoomolt ábrán.

Akusztikai tapasztalat

Az 1-es gép hajtott oldali csapágya éles zakatoló hangot ad. Kopottság és a periodikus (gördülő elemektől, külső behatástól [terheléstől] származó) igénybevétel miatt.

Hasonló hang hallható a többi helyen is, csak úgy mint a 2-es gép



extruder felőli csapágyán. A hátsó csapágyak normál surrogó hangot adnak ami a jó állapot jele. Elmondás szerint előző nap cserélték ki. A spektrumokban látható nagy igénybevételek miatt gyors tönkremenetele várható.

A gép felépítéséről kért további információk birtokában, újabb összefüggések olvashatók ki a spektrumokból, illetve a látott jelenségek további értelmezést kaphatnak, amint pl.; az oldalsó ábra is mutatja.

Fényképek a konstrukcióról

A mutatott helyek alapján jól látható az extruder ház és tengely excentricitása, amely néhány (2, 3)



mm nagyságrendű. Terhelés hatására, a belső nagy nyomás következtében a két elem koncentrikusságot igyekeznek fölvenni, így a tengely mm nagyságrendű hajtogató igénybevételnek van kitéve (Wöhler III. esete). Minden bizonnyal ez okozza a tengely kagylós, fáradásos törését olyan gyakran.

A spektrumokon látható, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat, valószínűsíthetően a belső súrlódásból, dörzsölődésből fakad. Ennek az erőnek az ingadozása, pedig az extruder spirál menetemelkedés

egyenetlenségéből is következhet.

Összefoglalás

A vizsgált gépek nagyfokú dinamikai instabilitást mutatnak, amelyek elsősorban konstrukciós okokra vezethetők vissza. Ennél fogva egyrészt nem lehetséges olyan beállítás létrehozni, ahol műszaki szempontból a gépek megfelelően működhetnek, másrészt az üzem fenntartása csak folytonos alkatrész cserével biztosítható, mint ahogy az eddig is történt.

Ugyanakkor a fenti eredmények alapul szolgálnak ahhoz, hogy megtaláljuk a megfelelő konstrukciós módosítási megoldásokat.

Irodalom

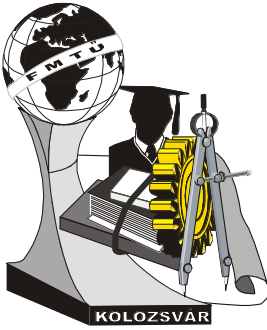
1. *Dr. Dömötör F.:* A rezgésdiagnosztika elemei Budaörs, SKF Svéd Golyóscsapágy Rt. 1996
2. *Dr. Lipovszky – Dr. Sólyomvári – Dr. Varga:* Gépek rezgésvizsgálata és a karbantartás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1981
3. *Dr. Sólyomvári K. – Dr. Lipovszky Gy. – Műszaki diagnosztikai eljárások a karbantartásban.* Karbantartás és Diagnosztika, 1994., 1., 4-10. old.

Véha Antal, Dr. habil.

Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar
Élelmiszertechnológia és Környezetgazdálkodási Tanszék, H-6724 Szeged Moszkvai krt. 5-7.
Telefon: +36-62-544-000, +36-62-546-034, +36-62-546-030,
Fax: +36-62-546-034, e-mail: biomobil@axelero.hu

Forgács Endre

Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar
Élelmiszeripari Műveletek és Környezettechnikai Tanszék, H-6724 Szeged Mars tér 20.
Telefon: +36-62-546-033, +36-62-544-000, +36-62-546-549, +36-62-546-030,
Fax: +36-62-546-549, e-mail: forgacs@szeff.u-szeged.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

AZ 123 FÁZISÚ SZINTERELÉSEL ELŐÁLLÍTOTT YBa₂Cu₃O_x TÍPUSÚ SZUPRAVEZETŐ VIZSGÁLATA

Kósa János – Végvári Ferenc
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar

Abstract

Three engineers at the Faculty of Mechanical Engineering and Automation of Kecskemét College have produced samples of high temperature superconductors. The composition of their material is YBa₂Cu₃O_x (123 phase). They measured electric parameters of superconductors.

Összefoglaló

A Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Karán az 123 fázisra (YBa₂Cu₃O_x) tervezett szupravezető tulajdonságait vizsgáltuk. A vizsgálat tárgya a többször porított és hőkezelt minták induktivitást befolyásoló szerepe volt, annak érdekében, hogy a későbbiekben a zöldfázisra (211) tervezett mintáknál próbáljunk kapcsolatot teremteni a mért induktivitás érték és a fluxusrögzés mértéke között. A mintáink kiindulási anyagösszetételét röntgendiffrakciós eljárással határoztuk meg. A vizsgált anyagaink összetétele 97-98% 123 fázisból álló szupravezető volt.

1. Bevezetés

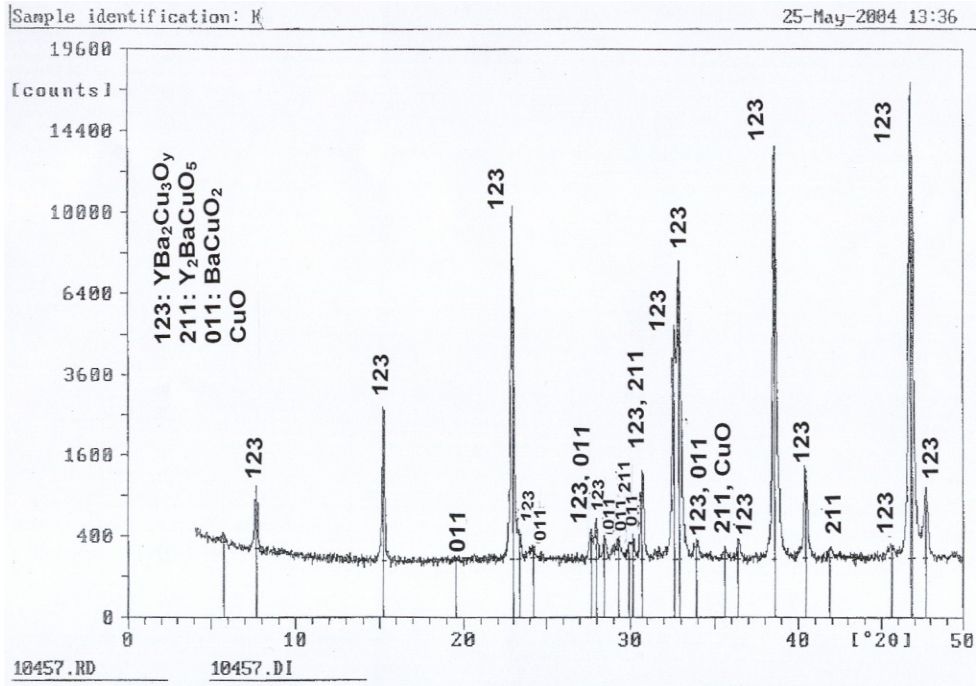
A felhasznált szupravezető minták gyártásánál a sajtolási nyomás volt a paraméter. A vizsgálatok céljára két sorozat mintát gyártottunk le a GAMF Karon. Két különböző tömeggel rendelkező mintákat vizsgáltunk. Az anyag összetétele a két esetben megegyezett, de különböztek a sajtolási nyomás intervallumai.

Az induktivitás mérésére használt tekercs légmagos állapotban 11,41 mH értéket mutatott.

2. Mérési eredmények

A leggyártott minták fázisainak meghatározására röntgendiffrakciós vizsgálatokat végeztünk. A vizsgálati eredményt az 1. ábrán mutatjuk be. Az ábra értékeléséből látható, hogy a gyártott minták ~97-98%-ban 123 fázisú YBa₂Cu₃O_x anyagból állnak.

A kisebb tömegű minták gyártási paramétereit az 1. táblázatban, a nagyobb tömegű minták gyártási paramétereit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

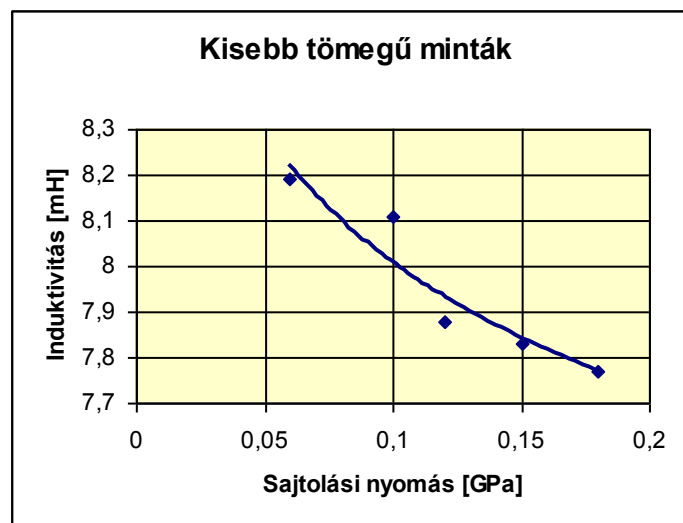


1. ábra

1. táblázat

Minta	Tömeg (g)	Sajtolási nyomás (GPa)	Induktivitás (mH)
1.	6,1672	0,06	8,19
2.	6,1608	0,1	8,11
3.	6,1056	0,12	7,88
4.	6,0922	0,15	7,83
5.	6,0684	0,18	7,77

A 2. ábrán a kistömegű minták egyszeri hőkezelés utáni mért induktivitás értékeiket láthatjuk. Az ábrából látható, hogy a sajtolási nyomás hatására az induktivitás jelentősen csökkent.



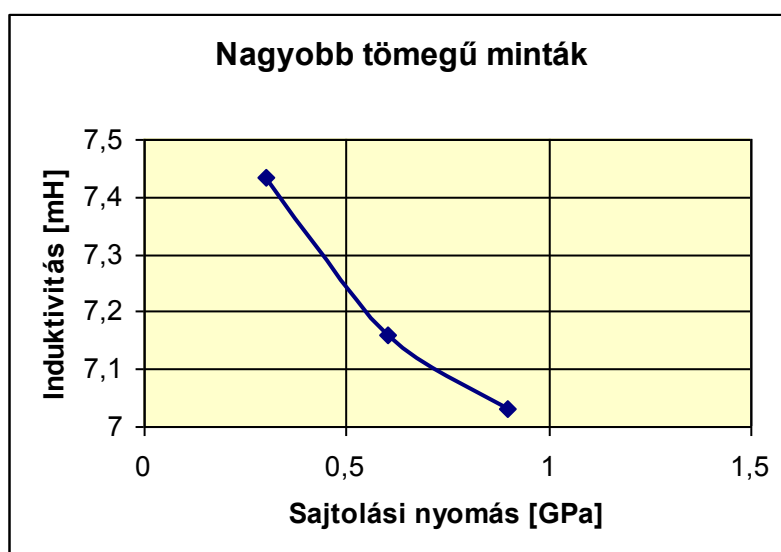
2. ábra

A kistömegű minták mérési eredménye egyszeri hőkezelés után

2. táblázat

Minta	Tömeg (g)	Sajtolási nyomás (GPa)	Induktivitás (mH)
7.	7,798	0,3	7,435
8.	7,6276	0,6	7,16
9.	7,7768	0,9	7,03
10.	7,78	1,2	Összetört.

A nagyobb tömegű minták induktivitásának mérési eredményeit 3. ábrán mutatjuk be. Ebben az esetben is megállapítható, hogy a sajtolási nyomás növekedésének hatására a minták induktivitása jelentősen csökkent. A méréshez ugyanazt a tekercset használtuk, mint a kistömegű mintáknál. Az induktivitása légmagos állapotban folyékony nitrogénben 11,41 mH volt.



3. ábra

A nagyobb tömegű minták mérési eredménye egyszeri hőkezelés után

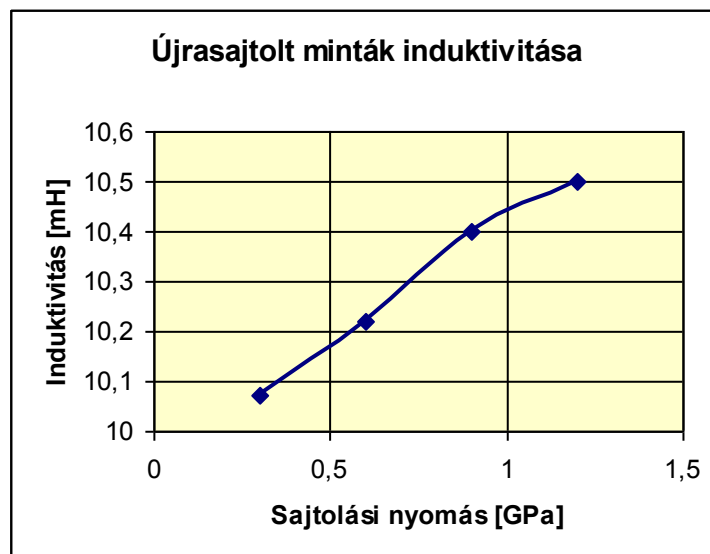
A 0,3 GPa, a 0,6 GPa a 0,9 GPa és az 1,2 GPa-os egyszeresen hőkezelt mintákat összetörtük és újra tömörítettük ugyanazon nyomáson, mellyel először sajtoltuk. Tömörített állapotban az 1,2 GPa-os nyomással készült minta sűrűsége 5 g/cm^3 értékűre adódott.

Az úrasajtolt példányokat hőkezelés nélkül ismét induktivitás vizsgálatnak vetettük alá a korábban használt tekercsel. Az az érdekes eredmény adódott, hogy a másodszori sajtoláskor a nyomás növekedésének hatására az induktivitás értékei növekedtek (3. táblázat), tehát pont ellentétes folyamat játszódott le, mint egyszeres sajtolásnál (4. ábra).

3. táblázat

Sajtolási nyomás (GPa)	Induktivitás (mH)
0,3	10,07
0,6	10,22
0,9	10,4
1,2	10,5

Az újrásajtott négy minta mindegyike egy 6 g tömegű Fe-B-Nd mágnes 2 mm-es magasságban volt képes lebegtetni. Ennél nagyobb lebegtető erőt nem is várhattunk el, hiszen 123 fázisra terveztük az anyag összetételét.



4. ábra

Egyszeri hőkezelés után újrásajtott minták

Az újrásajtott mintákat ismételten hőkezeltük. Tehát sajtolás, hőkezelés után ismételt sajtolás és hőkezelés történt. A másodszori hőkezelés után mért induktivitás értékeket a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Sajtolási nyomás (GPa)	Induktivitás (mH)
0,3	7,38
0,6	7,44
0,9	7,28
1,2	7,33

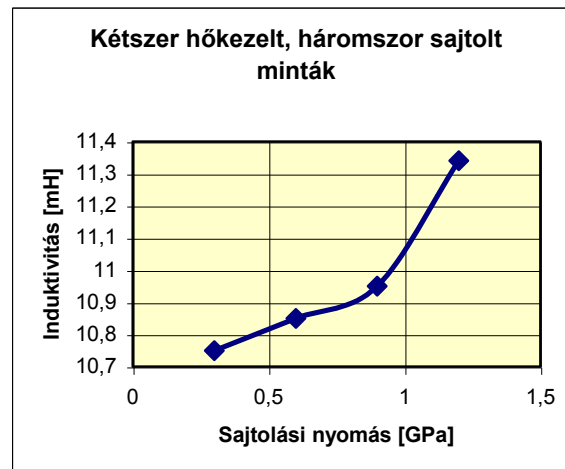
Az induktivitás a hőkezelés hatására jelentősen csökkent, de ebben az esetben a nyomás és induktivitás nem korrelált. Ezeket a mintákat újra porítottuk és sajtoltuk, a méréseket így ismételten elvégeztük.

A mérés eredményeit az 5. táblázatban foglaltuk össze.

5. táblázat

Sajtolási nyomás (GPa)	Induktivitás (mH)
0,3	10,75
0,6	10,85
0,9	10,95
1,2	11,34

A mért eredményekből látható, hogy a minták induktivitása ismét megnövekedett, és a nyomás növelésének hatására ismételten nő az induktivitás (5. ábra).



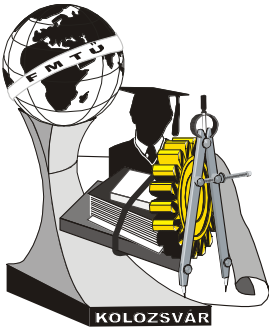
5. ábra

3. Összefoglalás

1. Az egyszeresen hőkezelt majd újra porított és sajtolt példányok induktivitás változása ellentétes a csak egyszeresen hőkezelt mintákhoz képest. A porítás és a sajtolás műveletével feltehetően növekedett a pinning centrumok száma, hiszen diszlokációkat hoztunk létre az anyagban, amely a lebegtető erő növekedését is maga után vonta. Ez lebegtetéssel is kimutatható volt.
2. Az ismételt hőkezelés valószínű, hogy a pinning centrumok csökkenését okozta, mivel a lebegtető erő kisebb lett. A lebegtető erő vizsgálatakor minden egyes mintánál ugyanazt a mágnest helyeztük a szupravezető fölé, és a mágnes és a szupravezető távolságából következtetünk a viszonylagos lebegtető erőre.
3. Az egyszeri hőkezelésnél a sajtolási nyomás növekedésekor csökken az induktivitás, ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tisztán 123 fázisra tervezett szintereléssel gyártott szupravezetők esetében a diamágneses hatásból származó taszítóerő összemérhető a fluxusrögzítésből eredő lebegtető erővel.

Irodalom

- [1] Andreouli, C., Tretssekou, A.: Superconductivity and Superconducting Materials Technologies Techna Sr 1 (1995)389.
- [2] Enisz, M., Kotsis, I., Mamalis, A. G., Csetényi, L., Oravetz, D.: Bulk Eu-Ba-Cu-O Superconductors Produced by Melt-Powder- Melt-Growth (MPMG)Technique, Proceedings of the Fourth Multinational Cogress on Electron Microscopy, Veszprém, (1999) 311.
- [3] Tunstall, D.P., Webster, W.J.: Supercond.Sci.Technol. 4(1991) 406.
- [4] Haruhiko Suzuki, Masaaki Takashige Sei-ichi Tanuma: Mágneses lebegő vonat modellje (Fordította Bánkuti József) Fizikai Szemle 1994. március.
- [5] Charles P. Poole: Handbook of Superconductivity
- [6] Kósa János: Szupravezető minták előállítása és ezen anyagok alkalmazási lehetőségei Fiatal Műszakiak Tudományos Ülészaka IX. Nemzetközi Tudományos Konferencia 2004 március 26-27 Kolozsvár



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

SZINTERELÉSSEL ELŐÁLLÍTOTT POLIKRISTÁLYOS YBCO SZUPRAVEZETŐ GYÁRTÁSA ÉS VIZSGÁLATA NAGYOBB FLUXUS BEFOGÁSA CÉLJÁBÓL.

Kósa János – Bernáth Mihály

Abstract

Three engineers at the Faculty of Mechanical Engineering and Automation of Kecskemét College have produced polycrystal YBCO samples of high temperature superconductors. The composition of their material is $YBa_2Cu_3O_x$ (123 phase). They measured levitation force of a melt textured YBCO bulk and electric parameters of superconductors.

Összefoglaló

A Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Karán kísérleteket végzünk polikristályos szupravezetők optimális gyártásának meghatározására. Eddigi munkánk során kizárólag 123 fázisra ($YBa_2Cu_3O_x$) tervezett szupravezetőket hoztunk létre szintereléssel a vizsgálatok céljára. Az általunk szükségesnek tartott méréseket ezeken a mintákon elvégeztük, és elkezdtük a nagyobb pinning centrumokkal rendelkező polikristályos szupravezető minták kísérleti gyártását. Ezek a minták nagyobb lebegtető erőt hoznak létre a tisztán 123 fázisra tervezett szupravezetőkhez viszonyítva. Célunk az volt, hogy főiskolánkon mi is tudjunk reprodukálni lebegtető erővel rendelkező polikristályos szupravezető mintákat.

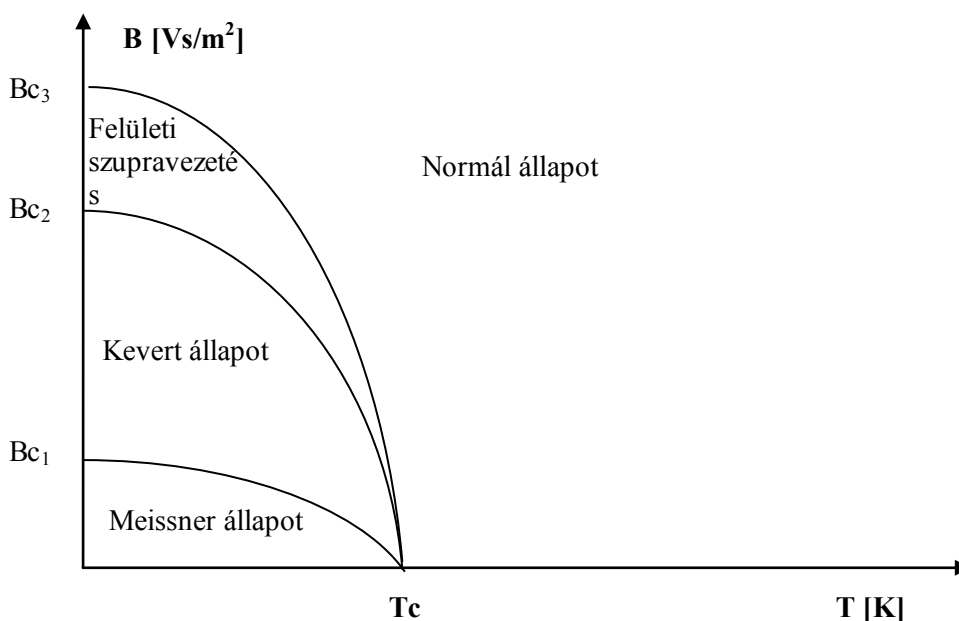
1. Bevezetés

18 év telt el az oxid-szupravezetők felfedezése óta, melyek már a folyékony nitrogén hőmérsékletén szupravezetőkre jellemző hatást mutatnak. Egy ilyen nemideális II-es típusú szupravezető felett egy permanens mágnes minden további nélkül lebeg. A lebegést gyakran a Meissner-Ochsenfeld effektus következményeként értelmezik, azaz a mágneses erővonalak kiszorulnak a szupravezetőből.

Ez viszont csak kisebb mágneses térben az alsó kritikus indukció értékéig igaz. Ennél nagyobb mágneses tereknél az úgynevezett kevert állapot jön létre, azaz a mágneses tér behatol a szupravezetőbe. Ez a felső kritikus indukció értékéig tart. E fölött az anyag normál állapotba kerül.

A korábban említett nemideális II-es típus abban különbözik az ideális II-es típustól, hogy az anyagba szándékosan bevitt inhomogenitások - diszlokációk, szemcsehatárok (egy szóval rögzítő centrumok) -, melyet más szóval pinning centrumoknak nevezünk, megakadályozzák a fluxusok mozgását, amelyek disszipatív jellegűek és a szupravezető állapot megszűnését idézhetik elő.

Egy ideális II-es típusnál a kritikus áramsűrűség gyakorlatilag nulla, míg a nemideális II-es típusnál nagy értéket vehet fel. Az 1-es ábrán a II-es típusú szupravezető fázis diagramját láthatjuk.



1. ábra

II-es típusú szupravezetők fázisdiagramja

2. A minták összetételének meghatározása

A gyártás során 8 db mintát készítettünk 4 különböző összetétellel.

1-es összetétel

Az első mintát, eltérve a tiszta $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ anyagban lévő 1:2:3 sztöchiometriától 1:1,05:1,4 fémion arányokkal hoztuk létre. Erre azért volt szükség, hogy a végtermékben, az 123 fázisban alakuljanak ki a rögzítő centrumok 211 (Y_2BaCuO_5) fázis formájában. Az anyaghoz még hozzáadtunk 0,05 súlyszázaléknyi Pt port a keletkező zöld fázis (211 fázis) finom eloszlása érdekében.

2-es összetétel

A második minta összetételét 1:1,6:2,4 fémion arányokkal terveztük meg, mely szintén tartalmazott 0,05 súlyszázaléknyi Pt-át.

3-as összetétel

A harmadik minta 1:2:3 sztöchiometriával tiszta szupravezető fázisra lett tervezve, melyhez szintén hozzákevertünk 0,05 súlyszázaléknyi Pt port.

4-es összetétel

Összetétele megegyezett a harmadik mintáéval, de nem tartalmazott Pt-át.

Összetételeként két-két mintát készítettünk, az egyiket hőkezelés után vizsgáltuk, a másikat a hőkezelés után ismételten porítottuk, sajtoltuk és újra hőkezeltük. A sajtolási nyomás minden minta esetében 0,6 GPa volt. Az egyszeresen hőkezelt minták átmérője 18 mm-re, magassága 12 mm-re adódott, míg a kétszeresen hőkezelt minták átmérője 18 mm-es, míg magasságuk 7 mm-es lett. A hőkezelés maximális hőmérséklete 1060C°-ot ért el, melyet 1000C°-ig gyors hűtés majd lassú hűtés követett.

Mérések során egy légmagos tekercsbe helyezve vizsgáltuk az így készített minták induktivitást befolyásoló hatását, valamint a lebegtető erő nagyságát.

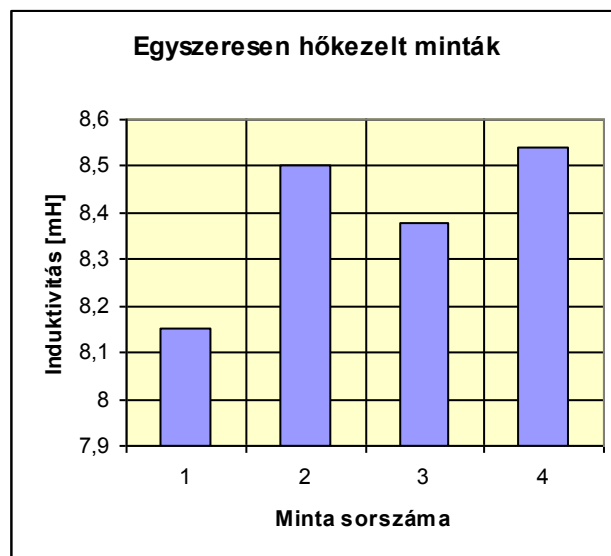
3. Mérési eredmények

3.1. Egyszeresen hőkezelt minták

Megvizsgáltuk az egyszeresen hőkezelt minták lebegtető erejét, és azt tapasztaltuk, hogy az alig mérhető, jelentéktelen volt. Megmértük az induktivitás értékeit is, amelyet a 1. táblázatban foglaltunk össze és a 2. ábrán diagramban mutatunk be. A méréshez használt tekercs induktivitása légmagos állapotban 11,53 mH volt.

1. táblázat

Minta sorszáma	Induktivitás értéke (mH)
1	8,15
2	8,5
3	8,38
4	8,54



2. ábra

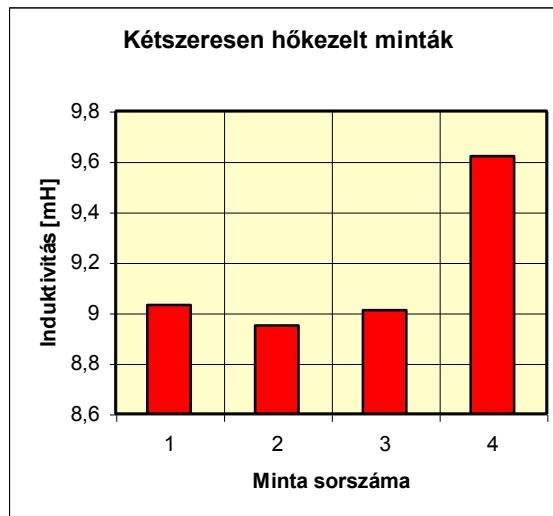
Egyszeresen hőkezelt minták

3.2. Kétszeresen hőkezelt minták

A 2. táblázat és a 3. ábra a hőkezelt, majd porított és újra hőkezelt minták mért induktivitásának értékeit mutatják.

2. táblázat

Minta sorszáma	Induktivitás értéke (mH)
1	9,03
2	8,95
3	9,01
4	9,62

3. ábra
Kétszeresen hőkezelt minták

A 3-as és 4-es minta egyforma összetételű, csak a 4-esben nincs Pt. Ez eredményezheti az induktivitás növekedését. A 2-es, 3-as, 4-es minta lebegtető ereje nem számottevő. Az 1-es minta lebegtető ereje várakozáson felülinek adódott, hiszen a 8,7 g tömegű szupravezető egy 40 g tömegű mágnessel stabilan lebegtetett, míg egy 35 g tömegű mágnessel volt képes függve megtartani.

4. Összefoglalás

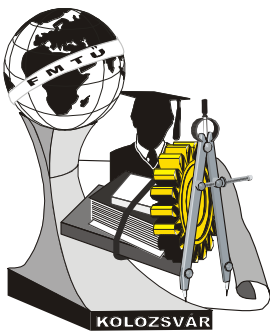
1. A zöld (211) fázis keletkezése legnagyobb mértékben az 1-es összetételű mintáknál történt meg. Egyértelműen a hőkezelt, porított, majd újra hőkezelt minták mutatták a nagyobb lebegtető erőt, melyet mérési eredmények is alátámasztottak. Kimondottan jónak tekinthető, hogy az 1-es minta a saját tömegének négyszeres értékét tudta függve megtartani.
2. A 2-es és 3-as ábra összevetéséből láthatjuk, hogy a pinning centrumok nagyobb száma az induktivitás értékét növeli.
3. Tömörebb állapotban jobban érvényesül a fluxus rögzítésének ténye, tehát egy jó szupravezetőnek viszonylag nagyobb sűrűséggel kell rendelkeznie.

Irodalom

- [1] Tunstall, D.P., Webster, W.J.: Supercond.Sci.Technol. 4(1991) 406.
- [2] Haruhiko Suzuki, Masaaki Takashige Sei-ichi Tanuma: Mágneses lebegő vonat modellje (Fordította Bánkúti József) Fizikai Szemle 1994. március.
- [3] Charles P. Poole: Handbook of Superconductivity

Kósa János, doktorandusz
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Tel:+36-76/516-427
E-mail: kosa.janos@gamf.kefo.hu

Dr. Bernáth Mihály
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar
Tel:+36-76/516-374
E-mail: bernath.mihaly@gamf.kefo.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

SZOBORSZERŰ ALAKZAT REPRODUKÁLÁSA REVERSE ENGINEERING MÓDSZERREL

Nagyné Pintér Zsuzsanna, Pokriva Péter, Sachinger Attila, Tóth Sándor

The paper presents an application of the Reverse Engineering Method. The authors have digitalized the surface of a porcelain mask, they processed the point-cloud and produced the corrected model. Using this model, a die has been produced by vacuum-forming process.

A cikk a Reverse Engineering egy alkalmazását mutatja be. A szerzők egy porcelán maszk felületét digitalizálták, elvégezték a pontfelhő utófeldolgozását és a módosított modellt legyártották. Ezen modell felhasználásával öntőformát készítettek vákuumformázással.

Bevezetés

Tanszékünk (KF GAMF Kar, Gépgyártástechnológia Tanszék) két éve foglalkozik szoborszerű alakzatok reprodukálásával. Munkánk célja az volt, hogy feltárjuk a rendelkezésünkre álló eszközökben rejlő felhasználási lehetőségeket: Reverse Engineering módszerrel egy szoborszerű alakzatot felhasználva édességipari öntőmintát és öntőformát készítettünk.

A Reverse Engineering folyamat lényege, hogy egy 3D-s hossz mérő berendezés (pl. koordináta-mérőgép) segítségével a munkadarabról digitalizált pontfelhőt veszünk fel, amelyből CAD-modellt készítünk. A módszer alapja, hogy a pontfelhőre előre megadott tűréssel háromszöghálót illesztünk. Az így kapott virtuális modellt felhasználva CNC-programot generálunk, majd a kívánt változtatások után legyártjuk a módosított munkadarabot. Esetünkben a munkadarab egy velencei porcelán maszk volt. A

megmunkálás után vákuumformázással létrehoztunk egy negatív modellt. Az öntőforma nem igényel nagy méretpontosságot, mivel édességipari öntőformáról van szó.

A Reverse Engineeringről általában

Azt a mérnöki folyamatot, amelynek során egy fizikailag már létező tárgy (alkatrész, szobor, stb.) számítógépes CAD-geometriáját megalkotjuk, és ezt követően egy CAM szoftverrel CNC szerszámgépen reprodukáljuk, Reverse Engineeringnek nevezzük. Erre a tevékenységre akkor van szükség, ha a cél: új design készítése a már meglévő alkatrészből kiindulva, kézzel formázott mesterminta reprodukálása, számítógépes adatok nélküli régi tervek feldolgozása, alkatrészek reprodukciója, elhasznált szerszámok javítása, gyors prototípuskészítés.

A Reverse Engineering folyamat a következő főbb lépésekre tagolható: a pontfelhő létrehozása, szkennelés, a pontfelhő utófeldolgozása, a megmunkálási stratégia kiválasztása, szerszám-pálya-generálás, a szerszám-pálya szimulációja, posztprocesszálas, CNC megmunkálás, az elkészült darab ellenőrzése.



1. ábra. Velencei porcelán maszk

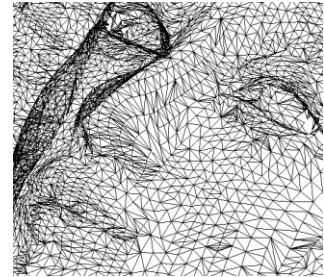
A pontfelhő létrehozása, szkennelés

A szkennelés (vagy sorozatos digitalizálás) alatt ismeretlen síkbeli, 2D-s illetve térbeli, 3D-s alakzatok felületi pontjainak letapogatását értjük. A Kecskeméti Főiskola GAMF Karának Gépgyártástechnológia Tanszékén a MITUTOYO cég EURO-M544 típusú 3D-s mérőgéppel vettük fel a pontfelhőt egy velencei porcelán maszk felületéről (1. ábra). A mérőgép összeköttetésben áll a COSMOS 2.0.R Edi.3 programot tartalmazó adatfeldolgozó és kiértékelő számítógépes rendszerrel. Az alakzat felületén végigvezetve a tapintót szkennelési görbéket vettünk fel, amiket valójában adatpontok építenek fel. Előfordul, hogy a szkennelési görbék térbeli távolsága lényegesen eltér a lépésköz értékétől. A munkadarab ilyen részein más módszerrel újbóli szkennelést kell végezni, vagy utólagos pótlást kell alkalmazni. Úgyszintén segédgörbéket kellett felvenni a felfogási helyeken és az alakzat kerületén, mert így határolttá tehető a szkennelési terület. A pontfelhő az alakzat felületén mért pontok halmaza. A program ezeknek a pontoknak az X; Y; Z koordinátáját tárolja. Az elementett pontfelhő ezután utófeldolgozásra került. Ehhez a Delcam cég CopyCAD programját alkalmaztuk. A CopyCAD olyan szoftver, amelynek segítségével bonyolult felületeket állíthatunk elő digitalizált pontokból.

Digitalizált pontadatok importálása, szerkesztése, háromszögmodell létrehozása

A pontfelhő beolvasása után eltávolítottuk belőle a durva mérési hibákat, és egy síkkal lemetsztük a tapintó túlfutásából származó fölösleges pontokat. A szkenneléssel kapott pontfelhő már jól jellemzi a letapogatott munkadarabot, azonban a pontok közötti „üres térről” továbbra sincs információnk. Erre ad megoldást a háromszögmodell generálása. Ehhez számítógépes programra van szükség, amely

olyan matematikai algoritmusokat használ, amely a pontfelhőt háromszög alakú síklapokkal burkolja úgy, hogy a háromszögek csúcspontjai a mért pontokban vagy azok közelében helyezkedjenek el (2. ábra). A kapott megjelenítési forma szemléletesen mutatja, hogy a felszín apró, de jól láthatóan nem mindenhol azonos méretű háromszögekből áll. Lehetőség van arra, hogy a modellt alkotó háromszögeket árnyékoljuk, így egy olyan megjelenítési formát hozhatunk létre, amelyet szemrevételezve megállapításokat tehetünk arra vonatkozóan, hogy a darab hol kíván korrekciót, igazítást.



2. ábra A háromszögháló

Háromszögháló szerkesztése

A szerkesztés során elvégeztük a háromszögek utólagos bepótlását, az aláfördülő elemek visszafordítását és eltávolítottuk a túl keskeny háromszögeket. Ezen műveletek eredményeként egy „hiba nélküli” háromszöghálót kaptunk, de így is maradtak még túl nagyak tűnő elemek. Ezért, ahol szükségesnek látszott, újabb csomópontok létrehozásával elvégeztük a háló finomítását. Annak érdekében, hogy az egymás melletti háromszögek ne zárjanak be egymással túl nagy szöveget, alkalmaztuk a programban rejlő azon lehetőséget, hogy egy simító tapanccsal végig haladhatunk a hálón, és az egymáshoz kapcsolódó háromszögek dőlési szögét előre megadott tűrésen belül meg tudjuk változtatni. A simított modell már alkalmas arra, hogy CNC programot készítsünk. A modellt transzformáltuk, Z irányba $\frac{3}{4}$ - re, majd minden irányba felére csökkentettük. A háromszög-modellt felhasználva a Delcam cég PowerMILL programjának segítségével NC pályát generáltunk.

CNC program generálása

A PowerMILL egy olyan CAM szoftver, mellyel különböző 3D-s megmunkálásokhoz lehet nagyoló és simító szerszám pályákat, illetve NC-marópályákat készíteni. A legtöbb CAD rendszer információit képes kezelni. A modell kimunkálását az ISEL Automation cég által kifejlesztett CPM 4030 típusú háromtengelyes CNC marógéppel oldottuk meg, a szerszámokat a Fraisa cég katalógusából választottunk. A technológiai paramétereket a szerszámokhoz készült ajánlások és a megmunkáló gép beállítási lehetőségeinek ismeretében állapítottuk meg. A szerszám pálya generálásához meg kellett adni a megmunkálás stratégiáját, a fogásszélességet, és a forgácsolás irányát nagyolás, elősimítás és simítás esetében is.

Az ütközésvizsgálatot mindhárom szerszám pályára elvégeztük. A szerszám pályák ütközés-mentesek voltak. Szimuláltuk az elkészített szerszám pályákat, így ellenőrizve eddigi munkánkat. Az NC-pályát a PowerMILL programmal kiírtuk az általunk használt vezérlőre.

A modell megmunkálása

Az előkészítő munka gondosságának köszönhetően a megmunkálás során semmilyen fennakadást nem tapasztaltunk.

A kimunkált modell öntőformájának elkészítése

A kimunkált modellből vákuumformázás segítségével létrehoztunk egy műanyag lemezből készült negatív modellt, öntőformát (3. ábra). Az öntőforma alkalmas cukrászati termékek (puding, marcipán, csokoládé) előállítására.



3. ábra Az öntőforma

Megállapítás

A feladat végzése során számos probléma merült fel, melyek megoldása után elmondhatjuk, hogy emberi közreműködés nélkül egyes problémák felismerése és megoldása nem lehetséges. Ezek közé tartozik: nagy térbeli távolságok áthidalása a szkennelési görbék között (segédgörbék felvétele), durva háromszögháló felismerése és korigálása.

Munkánk eredményeként megállapíthatjuk, hogy a felhasznált Reverse Engineering módszer alkalmas a kitűzött cél megvalósítására, egy már létező, némileg módosított alakzat alapján édesipari öntőminta és öntőforma elkészítésére.

Irodalom

- [1] Delcam Hungary Kft.: Felhasználói Találkozó 2003
- [2] Mitutoyo GmbH.: Felhasználói kézikönyv 1997
- [3] Mitutoyo GmbH.: Geopak COSMOS 2.0. R Edí. 3 kézikönyv 1997
- [4] Delcam Hungary Kft.: CopyCAD kézikönyv 2000
- [5] Mikell P. Groover Emory W. Zimmers Jr.: CAD/CAM Computer-aided design and manufacturing 1984
- [6] Delcam Hungary Kft.: PowerMILL kézikönyv 2000
- [7] ISEL automation : CPM 4030 gépkönyv 1998
- [8] Fraisa Hungária Kft.: Gyorsacél marószerszámok katalógus 2004
- [9] Fraisa Hungária Kft.: Mikromaró katalógus 2002-II

Nagyné Pintér Zsuzsanna, főiskolai adjunktus,

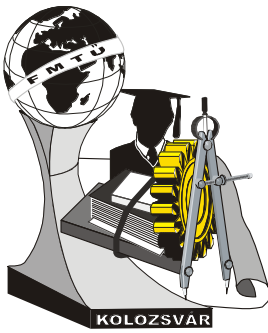
Pokriva Péter, tanszéki mérnök ,

Sachinger Attila, gépészmérnök,

Tóth Sándor, gépészmérnök

Kecskeméti Főiskola GAMF Kar, Gépgyártástechnológia Tanszék

36-76-516-382, pinter.zsuzsanna@gamf.kefo.hu, pokriva.peter@gamf.kefo.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ÚJRAÜTEMEZÉSI DÖNTÉSEK TÁMOGATÁSA DISZKRÉT ESEMÉNYSZIMULÁCIÓ ALKALMAZÁSÁVAL

Pfeiffer András

Abstract

The paper presents the production scheduling problem in dynamic, changing environment and introduces a decision support system in the field of rescheduling. The system is based on schedule evaluation experiments using discrete event simulation. The possible role and application areas of simulation in production systems as well as categorization and terminology of rescheduling problems and solutions are also presented. Finally the paper introduces the prototype application of the developed concept.

Összefoglalás

A dolgozat röviden ismerteti a termelésütemezés problémáját dinamikusan változó környezetben. Felvázol egy ilyen dinamikus környezetben alkalmazható, újraütemezési döntéseket támogató rendszert, mely a termelési ütemtervek végrehajthatóságára vonatkozó kísérleteken alapul. Ismerteti az ehhez szükséges diszkrét esemény szimulációs modellezési technika lehetőségeit termelői rendszerekben, majd kategorizálja az újraütemezési problémákat és azok megoldási lehetőségeit. Végül röviden bemutatásra kerül a kialakított koncepció egy a gyakorlatban is megvalósított esete.

Bevezetés

A termelésütemezéssel kapcsolatos kutatások legnagyobb része hagyományosan az off-line ütemezéssel foglalkozik. Eszerint a rendelkezésre álló – statikus – adatok alapján valamely adott célfüggvényben meghatározott szempont vagy szempontok figyelembevételével és a szükséges korlátok betartásával készül az ütemterv. Ezzel szemben a valós, üzemszintű feladat-hozzárendelési (ütemezési) problémák többsége az állandóan változó környezet miatt az ún. dinamikus ütemezési problémák közé sorolhatóak, melyek komplex megoldási technikák alkalmazását teszik szükségessé. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a rendszerbe folyamatosan érkeznek újabb ütemezendő feladatok, valamint az elkészült ütemterv végrehajtását számtalan zavaró tényező befolyásolja, például nem tervezett gépleállás, sürgős megrendelés, határidő módosítás, emberi erőforrás hiánya, stb. Ezeknek a zavaró tényezőknek vagy *zavaroknak* a bekövetkezése véletlenszerű, nem tervezhető így szinte biztos, hogy a tervezett és a végrehajtott ütemterv között eltérés alakul ki. Azt, hogy milyen mértékű eltérés esetén avatkozunk be és a beavatkozás során hogyan módosítjuk/változtatjuk az eredeti ütemtervet az alkalmazott – újraütemezési – technika és a környezet határozza meg [1],[2].

Ipari esetekben a termelésütemezési probléma nagy komplexitású, rendkívül számításigényes feladat, míg a döntési alternatívák felállítása, és a döntéstámogatás gyors válaszidőket, interaktivitást kíván. A fent említett „komplex megoldási technikák” egyike mikor az ütemterv valós végrehajtása előtt, az aktuális gyártórendszeri állapotváltozók és feladatok figyelembe vételével az adott termelési ütemtervek végrehajthatóságára vonatkozóan kísérleteket végzünk (gyors előrejelzéseket), támogatva az időbeli szituáció felismerést és a megfelelő beavatkozást, valamint lehetővé téve a termelési terv-tény eltérések beavatkozási küszöbértékeinek vizsgálatát. A megoldás lényege, hogy a valós termelői

rendszert – mint dinamikus, változásokkal terhelt környezetet – vagy annak egy kisebb részét *szimulációs modellezés* útján leképezzük majd a valós rendszert a szimulációs modellel helyettesítjük [3]. Új típusú modellezési és alkalmazási technikák felhasználásával pedig lehetőség nyílik arra, hogy a kísérleti eredményeket a rendszer igen gyorsan, szinte valós időben rendelkezésre bocsássa, ily módon elősegítve a „valósídejű” döntéstámogatást.

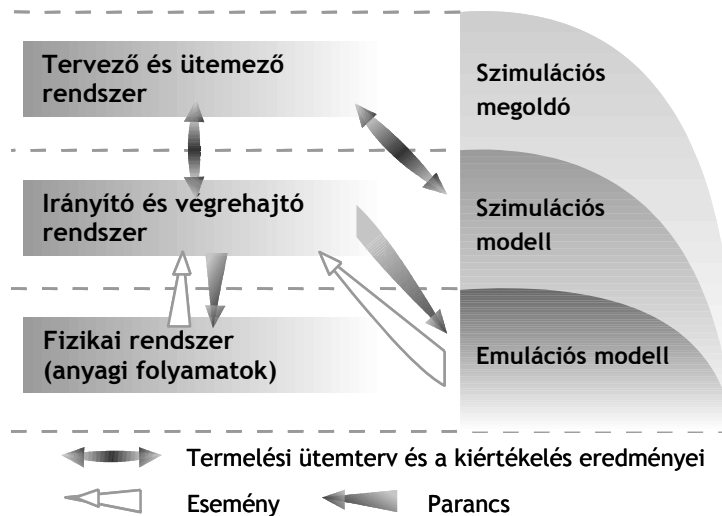
Az ütemtervek kiértékelésével kapcsolatosan részletes áttekintést [4]-ben olvashatunk. A kiértékelés szempontjaként két fő kategóriát határozhatunk meg. Az első, hogy mihez mérjük, mihez viszonyítjuk az ütemterv jóságát, vagyis relatív vagy abszolút kiértékelésről beszélhetünk. Relatív kiértékelésnél azonos rendszerállapot alapján számított ütemterveket hasonlítunk össze, így a feladat az, hogy eldöntsük melyik a legalkalmasabb a megvalósításra. Ezzel szemben az abszolút kiértékelés az ütemterveket önmagukban vizsgálja, vagyis az ütemterveket előre meghatározott kiértékelési kritériumokhoz hasonlítja. A második kategóriát a kiértékelés során figyelembe vett környezet alkotja. Ez lehet statikus vagy dinamikus. Statikus kiértékelés során a végrehajtási környezettől függetlenül történik meg a kiértékelés, míg dinamikus kiértékelés esetén az ütemterv jóságánál figyelembe vesszük a dinamikus változó, bizonytalanságokkal terhelt környezettel szemben tanúsított robusztusságot is.

A következő bekezdés rövid áttekintést nyújt a szimuláció alkalmazhatóságának lehetőségeiről, modellezési technikákról és módszerekről melyek keretrendszerként szolgálnak a fent említett koncepció megvalósításához.

Diszkrét eseményszimuláció alkalmazásának lehetőségei termelői rendszerekben

A termelői rendszerek szimulációs modellezése – az általunk kiszemelt ütemterv-kiértékelés és döntéstámogatás mellett – természetesen megfelelő lehetőséget nyújt olyan más területek elemzéséhez is, mint például a gyáron belüli elrendezés módosítások elemzése, új termék-típusok bevezetésének megtervezése, stb. oly módon, hogy a különféle kísérletek háttéréül minden esetben ugyanaz a szimulációs struktúra, „mag” áll, ám a modellezési szint mindig az aktuális kísérlet támasztotta követelményekhez igazodik.

Ez oly módon valósítható meg, hogy a termelési rendszerek három fő szintjének mintájára az ezeket modellező szimulációs rendszerek is hasonló, hierarchikus struktúrára épülnek (1. ábra). Az ábra bal oldalán felül látható a tervező-ütemező rendszer (komplex döntéshozatali folyamatokért felelős, tervezési és ütemezési feladatokat megvalósító szint), alatta a gyártásirányítási és -végrehajtási rendszer látható, mely az ütemtervek végrehajtását és az operatív gyártásirányítást végzi, tipikusan ilyenek a MES rendszerek. A legalsó szinten maga a fizikai rendszer található, mely a termelői erőforrásokat foglalja magába. Ezekhez – szintenként megfeleltetve – kapcsolódik a különböző részletességű és „célfüggvényű” szimulációs modell. Jobboldalon alul, az *emulációs modell* látható, mely a rendszer nagyon részletes, ám önálló döntési logikával nem rendelkező szimulációja. Általában a termelés-irányító rendszerek beüzemelés előtti tesztje során validálásra és betanításra használják. A klasszikus értelemben vett *szimulációs modell* már nem közvetlenül parancsokat, hanem jóval összetettebb bemeneteket kap kiértékelésre (esetünkben pl. egy termelési ütemtervet). A szimuláció az ütemezővel közösen, annak részeként segíti az elkészült ütemtervek többszempontú kiértékelését (pl.: megvalósíthatóság, robusztusság, érzékenység vizsgálatok, stb.) Abban az esetben, ha ezt a szimulációs modellt kiegészítjük egyéb funkciókkal, mint például egy optimalizáló algoritmus, akkor egy olyan *szimulációs megoldót* kapunk, melyben a modell mint kiértékelő függvény jelenik meg. Erre példa egy szimuláció alapú ütemező rendszer, vagy egy új gépsor optimális elrendezési tervének meghatározása lehet.



1. ábra. A szimuláció és a termelésinformatikai rendszerek kapcsolata

Az ábrán látható, hogy – lentől felfelé – a szimulációs modell részletessége (mélysége) csökken, míg a leképezett funkciók száma és komplexitása nő. Habár a modellek szintje változó, a vázat alkotó adatstruktúra mindig azonos. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a szimuláció ugyanazt – a vállalatirányítási rendszerhez kapcsolódó – termelési adatbázist használja mint az ütemező. Az előre elkészített modell-komponensekből az adatbázisban tárolt „legfrissebb” adatok alapján épül fel a szimulációs modell, és szükség szerint a kiértékelés során összegyűjtött eredményeket is ott tárolja.

Az ismertetett módszer hozzájárul a szimuláció alkalmazhatóságának kiterjesztéséhez mivel csökkenti a modellezésre fordított időt és munkát, ugyanakkor több területen is felhasználható az adatintegritásnak és a feladat-specifikusan kialakított szimulációs futtatásokból nyert eredményeknek köszönhetően.

Mindemellett fontos tudni, hogy ezeken a területeken – szemben az analitikus kiértékelési megoldásokkal – csak abban az esetben kapunk kielégítő eredményt, ha megfelelő számú szimulációs futtatásból nyert adat áll rendelkezésre a következtetéseket levonásához. Ez természetesen egy nagyobb rendszer szimulációs modellje, tehát nagyszámú állapotváltozó és bemeneti paraméter esetén, jelentős számítási igényt jelent. Ilyen esetekben kap nagy jelentőséget a megfelelő kísérlet-tervezési eljárás megválasztása (pl. faktoriális kísérlettervezés), mely a modell bemenő paramétereinek kimenetre gyakorolt hatásának vizsgálatával igyekszik kiválasztani a legmeghatározóbb inputokat [5].

Újraütemezés – terminológia

Az újraütemezés *stratégiájaként* a prediktív-reaktív módszert és a dinamikus ütemterv-generálást különböztethetjük meg [2]. Az utóbbi módszernél nincs kész ütemterv, a feladatokat „dinamikusán” azok feltűnésekor terheljük a rendszerre. Ezzel szemben az előbbi módszer előre kiszámított ütemtervet feltételez így az újraütemezés főbb lépései: a zavar mértékének meghatározása, ha a zavar mértéke beavatkozást igényel akkor a legmegfelelőbb újraütemezési eljárás kiválasztása, végül a meglévő ütemterv frissítése (esetleg újraszámítása). Azt, hogy a prediktív-reaktív módszer esetén mikor ütemezzünk az újraütemezési *politika* határozza meg, mely lehet: periodikus, eseményvezérelt vagy a kettő kombinációja (hibrid). Az újraütemezés módszere szerint kétféle csoportot határozhatunk meg: ütemterv generálás, vagy ütemterv-javítás (átütemezés).

Újraütemezési döntések támogatására a javaslatunk egy dinamikus környezetben működő, hibrid újraütemezési politikát alkalmazó rendszer, mely eseményvezéreltként beavatkozik a zavarelhárítás segítésére (döntéstámogatás), míg adott ciklusidővel figyeli a terv-tény elemzés eredményeit és kezdeményezi az ütemterv módosítását. A rendszer előrejelzéseket végezhet esetlegesen bekövetkező zavarokra – mindkét újraütemezési politika esetében – a szimuláció alkalmazásával.

További kutatásaink az újraütemezés során az egyébként ismert és alkalmazott hatékonysági mérőszámok, mint például átfutási idő, maximális késés, stb. mellett *stabilitási mérőszámok* bevezetését célozzák. Eszerint, az ütemterv módosítása során nem elhanyagolható tényező, hogy a „régí” és „új” ütemtervek – közös feladatokat tartalmazó részei – gyakran teljesen különböznek egymástól, ami a végrehajtás során bizonyos esetekben jelentős költségnövekedést okozhat (anyagmozgatási és átállási költségek).

Példa a gyakorlati megvalósításra

A fentiekben kifejtett koncepció gyakorlati megvalósítása a Digitális Vállalatok, Termelési Hálózatok (NKFP) projekten belül került alkalmazásra. A leképezett rendszer (ipari turbinákat összeszerelő gyáregység) egyik sajátossága, hogy a szimulációban igen nagy számú, közel hasonló tulajdonságú munkaállomást kellett kezelni. Felmerült az igény, hogy a szimulációs modell – a gyorsabb modellépítés érdekében – a rendszert leíró adatbázisból nyert adatok alapján, automatikusan épüljön fel. Az ily módon elkészített szimulációs rendszer és a heti, rövid távú ütemterveket előállító ütemező azonos adatbázist használ, megteremtve ezzel a könnyű integrálhatóságot. A gyár-részleg szimulációs modellje az ütemező adatmodelljét, valamint előre definiált modell-objektumokat alkalmazva dinamikusan épül fel minden szimulációs futtatás előtt, míg az adatbázis kapcsolat ODBC-n keresztül valósult meg. A szimuláció lekérdezi a szükséges adatokat (heti ütemterv, erőforrás kalendárium, routing adatok, stb.), felépíti a modellt, inicializálja a paramétereket a „gyár” aktuális állapotnak megfelelően, lefuttatja a megfelelő számú szimulációs kísérletet, majd előállítja a kért teljesítmény-mutatókat, lehetővé téve ezzel a felhasználó számára a felvázolt alternatívák közötti könnyebb döntést.

Az ütemtervek kiértékelése során – a termelőegység sajátosságai miatt – az emberi erőforrásokkal kapcsolatos vizsgálatokat helyeztük a középpontba. A szimulációs futtatások szolgáltatott eredményekkel minden egyes (heti) ütemtervre elemezhető, hogy mely erőforrás-csoportok vannak a terv végrehajthatóságára legnagyobb hatással. Az elemzés eredményeként az új ütemterv elkészítésénél, valamint az ütemterv tényleges végrehajtása során a kapott eredmények felhasználása elősegíti a döntések meghozatalát, mivel azok hatása (részben) előre ismerté válik.

A módszer kidolgozását munkatársaimmal publikáltuk [3], míg gyakorlati alkalmazását demonstráció keretén belül be is mutattuk.

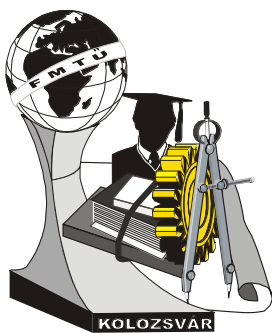
Irodalomjegyzék

- [1] Szelke, E.; L. Monostori. 1999. Reactive scheduling in real-time production control, Chap. in *Modeling Manufacturing Systems*, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 65-113.
- [2] Vieira, G.E.; J.W. Herrmann; E. Lin. 2003. Rescheduling Manufacturing Systems: A Framework of Strategies, Policies, and Methods. *Journal of Scheduling*, vol. 6, no. 1, 39-62(24).
- [3] Kádár, B.; A. Pfeiffer; L. Monostori. 2004. Discrete event simulation for supporting production planning and scheduling decisions in digital factories. *Proceedings of the 37th CIRP International Seminar on Manufacturing Systems; Digital enterprises, production networks*, Budapest, Hungary, 444-448.
- [4] Kempf, K.; R. Uzsoy; S. Smith; K. Gary. 2000. Evaluation and comparison of production schedules. *Computers in Industry*, vol. no. 42, 203-220.
- [5] Law, A.; D. Kelton. 2000. *Simulation modelling and analysis*, McGraw-Hill, 669-672.

Pfeiffer András

Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet, MTA, H-1111, Budapest, Kende u. 13-17.

Telefon / fax: +36 (1) 279 6195 / +36 (1) 466 7503, Email: pfeiffer@sztaki.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

DC MOTOR TERHELÉSFÜGGŐ FORDULATSZÁM- SZABÁLYOZÁSA PID ALGORITMUSSEL

Gergely Zoltán

Konzulensek: Dr. Judák Endre, egyetemi docens
Madár Viktor, Ph.D hallgató

Abstract

The RPM-oscillations caused by periodic loads of the rotating systems seem to be a serious problem. The decrease or elimination of RPM-oscillations is of capital importance. The PID algorithm can be used for RPM control of any electrical unit. Some application examples: high speed manufacturing systems, precision instruments, control of generators, electron microscope motion control, etc.

When modeling the problem a direct current motor was used, the RPM of which can be continuously adjustable. The load of the motor is created with hanging a weight on a belt situated on the disc, on the shaft. The load change can be achieved with creating single weight oscillating system.

The regulation process is realized by computer via a measuring board switched on the parallel port.

The values of the PID algorithms are determined with the MATLAB/SIMULINK program. Using this method the time constant of the DC motor can be easily determined with different loads, furthermore the values of PID constants can also be optimized.

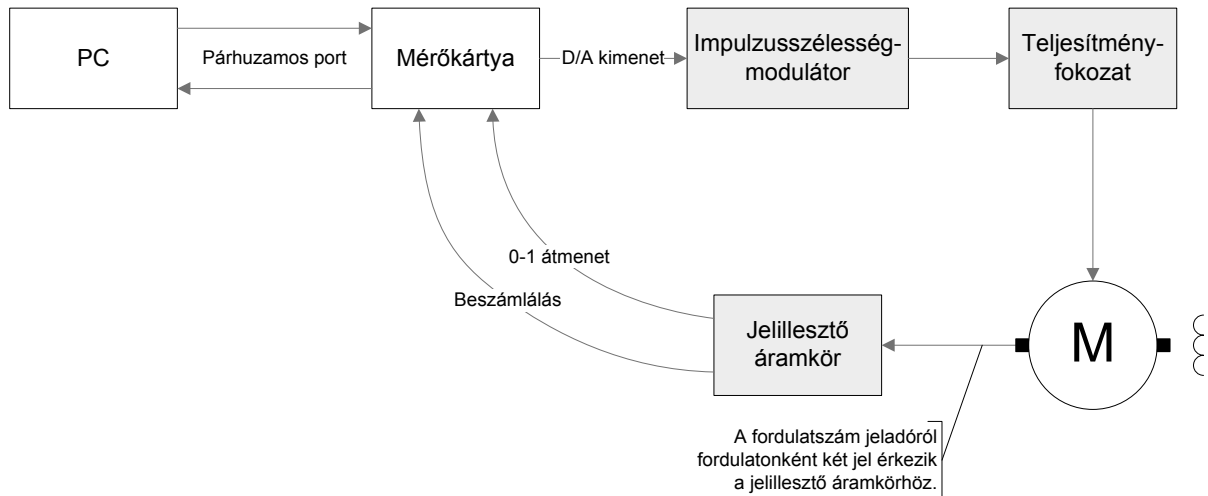
The real-time display is achieved with two computers. The task of one of them is to regulate the process control, the other computer will be used for the display. The computers are linked via the serial port. With this method the control can intervene into the process as quickly as possible, and the display will not slow down this operation.

Napjainkban nagyon sok esetben alkalmaznak villamos motorokat különféle gépek, eszközök, járművek meghajtására. Vannak olyan területek, ahol más hajtásmód alkalmazása nehézkes, vagy körülményes. A villamos motorok alkalmazása során sokan tapasztalták azt a problémát, hogy a motor fordulatszáma a terhelés hatására lecsökken. Sok rendszernél a terhelés nem állandó jellegű, hanem periodikusan lép fel. Nagyon komoly probléma a forgó rendszerek periodikus terhelések hatására történő fordulatszám-ingadozása. A PID algoritmus alkalmazása esetén ezek a dinamikus hatások lecsökkenthetők, illetve megszüntethetők. Sokáig az is megoldatlan probléma volt, hogy a motor előre beállított fordulatszáma változó terhelés esetén is bizonyos hibahatáron belül maradjon. A PID algoritmus segítségével ez könnyedén megoldható.

A fordulatszám-ingadozás lecsökkentése vagy megszüntetése igen sok rendszernél alapvető fontosságú, a csapágyazások és a gép élettartamára nézve is. Ha a PID algoritmust gyártórendszerekben alkalmazzák, az elérhető felületi minőség növekszik. Az algoritmust nemcsak motorok, hanem áramtermelő egységek fordulatszám szabályzására is használhatják.

A PID algoritmust szinte bármilyen villamos meghajtású egység fordulatszám-szabályozására fel lehet használni. Néhány alkalmazási példa: nagysebességű gyártórendszerek, precíziós mérőműszerek, generátorok szabályozása, elektronmikroszkópok mozgásának vezérlése.

A szabályzási folyamatot számítógép valósítja meg, a párhuzamos portra kapcsolt mérőkártyán keresztül. A program egy fordulat megtételéhez szükséges idővel dolgozik a gyors beolvasás érdekében. Az algoritmus megállapítja a terhelés lefutását, és PID szabályzással tartja a fordulatszámot a beállított éréken. Ilyenkor a szükséges fordulatszám eléréséhez a kapocsfeszültséget a kellő mértékben a program növeli, vagy csökkenti. A szabályzást végző program Quick Basic nyelven íródott.



1. ábra: A megvalósított szabályozási kör, a szürkével jelölt egységek saját készítésűek

A rendszer legjelentősebb része: a szabályzási folyamatot irányító számítógép. A számítógép dolgozza fel a beérkező adatokat, és ha szükséges, akkor kiadja a megváltoztatáshoz szükséges jelet. A mérőkártya párhuzamos porton kapcsolódik a számítógéphez.

A számítógépbe beérkező ill. kimenő jeleket a megfelelő formára kell alakítani, hogy a feldolgozás megtörténhessen. Ezt a feladatot végzi el a mérőkártya. A kártyán található egy D/A átalakító, vagyis analóg kimenet, illetve két darab digitális bemenet.

Az impulzusszélesség-modulátor feladata a D/A jel függvényében változó hosszúságú impulzus létrehozása. Ez a jel kapcsolja a teljesítményfokozatban lévő tranzisztort.

A teljesítményfokozat végzi a nagyteljesítményű rész kapcsolását. A feladatban egy logikai szinttel vezérelhető MOSFET tranzisztort alkalmaztunk, ezáltal a kapcsolási teljesítményveszteség az elérhető legkisebb lett.

A motor tengelyére egy, két bevágással rendelkező tárcsa van felszerelve. Ezzel a megoldással a motorról fordulatonként két impulzust kapunk. A impulzust egy opto kapuval állítjuk elő.

A jelillesztő áramkör feladata a mérőkártyának megfelelő, jól feldolgozható jel előállítás. A jelfeldolgozás módja miatt a motorról jövő két impulzusból egy impulzus lesz.

A motorra jellemző állandókat mérésrel határozzuk meg. A PID algoritmus konstansait a MATLAB/SIMULINK program segítségével állapítjuk meg. Ezzel a módszerrel a motor időállandója különböző terhelések mellett könnyen meghatározható, továbbá a PID konstansok értékeinek optimalizálása is elvégezhető.

A valós idejű kijelzést két számítógép segítségével érjük el. Az egyik feladata a szabályzási folyamat irányítása, a másik gép a megjelenítést végzi. A gépeket soros porton keresztül kapcsoljuk össze. Ezzel a módszerrel a szabályzás a lehető leggyorsabban be tud avatkozni anélkül, hogy a kijelzés lassítaná ezt a műveletet. A szabályzás beavatkozási sebességétől függ, hogy milyen lengések jönnek létre a motor fordulatszámában, ennek elkerülése érdekében a lehető leggyorsabb beavatkozásra van szükség, így a kiértékelést végző szoftver közel valós idejű megjelenítést végezhet.

A soros portra azért esett a választás, mert bár sokkal jobb tulajdonságokkal rendelkezik a párhuzamos port, de a soros porton adatküldés sokkal egyszerűbben, és erőforrás-takarékosabban megoldható.

A megjelenítő program Turbo Pascal nyelven íródott. Azért esett a Pascal nyelvre a választás, mert a grafikai lehetőségek sokkalta jobbak, mint a Quick Basic nyelv esetén.

A program két adatot vár a szabályzó számítógéptől. Az egyik adat a pillanatnyi fordulatszám-érték, a másik pedig a hozzátartozó időérték. A program a kapott értékek alapján megjeleníti a fordulatszám függvényt, és kijelzi az aktuális fordulatszám értékét.

Gergely Zoltán

Szent István Egyetem

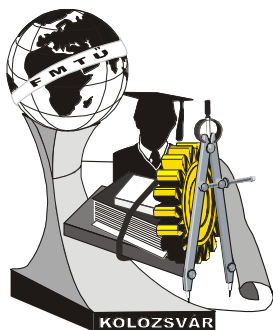
Gépészmérnöki Kar, IV. évfolyam, ggs@mailbox.hu

Konzulensek:

Dr. Judák Endre, egyetemi docens,

SZIE-AEET tanszék, judak.endre@gek.szie.hu

Madár Viktor, Ph.D hallgató



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

KÉT KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZERREL MEGHATÁROZOTT KOPÁSI EGYÜTTHATÓ ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Kuzsella László, Kovács Tünde

Absztrakt

Egy gépalkatrész élettartamának meghatározásakor legegyszerűbb, ha az egész gépet üzemi körülmények között működtetve vizsgáljuk az adott gépalkatrész tönkremenetelének folyamatát. Azonban ez nem mindig tehető meg, például gazdasági okok, továbbá a vizsgálat rendkívül nagy időigénye miatt. A kopási folyamatok vizsgálatára ezért számos berendezést kifejlesztettek a vizsgálatok költségének ill. időszükségletének csökkentése érdekében. A cikk egy már jól ismert vizsgálati módszer az ún. „pin-on-disk” jellegű tribométerrel és egy teljesen új fejlesztésű szintén golyó/sík érintkezési felületen lejátszódó, csúszó súrlódást megvalósító lokális koptató berendezés által mért adatok bemutatásával foglalkozik [1,2].

1. Bevezetés

A súrlódás, elmozdulást vagy mozgást gátló hatás, amely két test közötti érintkező felületen alakul ki. Az egymással érintkező felületeket nyomóerő szorítja össze, miközben egymáson relatív sebességgel csúsznak. A hétköznapi értelemben vett súrlódás, az egymáshoz szorított szilárd testek felületein kialakuló kölcsönhatások eredménye, ami ellenállást fejt ki az elmozdítási kényszerrel szemben, vele párhuzamos, de ellentétes erőt hoz létre, mely elmozdulás esetén energia veszteséget, elsősorban kopást, de szinte minden esetben hőfejlődést is okoz.

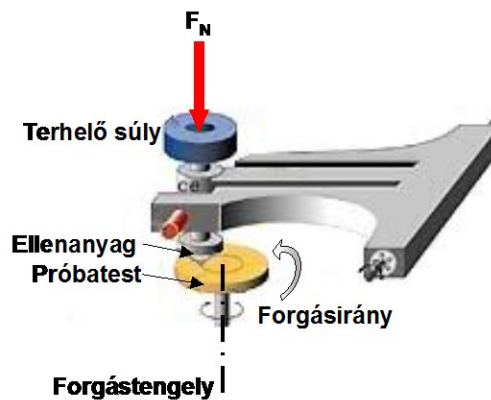
A kopás tehát a súrlódás hatására kialakuló anyagvesztés, mely a súrlódási folyamat alatt megjelenő mechanikai és termikus igénybevételek, valamint kémiai reakciók miatt alakul ki.

Az egyes kopástípusoknak megfelelően különböző koptató berendezések jöttek létre, melyek megpróbálják modellezni a különböző kopásfajták körülményeit. A különböző berendezésen meghatározott kopást jellemző mérőszámok nem minden esetben egyeznek meg, még abban az esetben sem, ha azonos kopástípust vizsgálnak.

2. „Pin-on-disk” rendszerű tribométer

„Pin-on-disk” rendszerű tribométer esetén forgó korongra állandó tangenciális erővel ellenanyagot nyomva vizsgáljuk a két anyag közt fellépő csúszó súrlódási erőt, illetőleg adott fordulat vagy megfelelő idő eltelte után a kopás mértékét. Az ellenanyag geometriája tulajdonképpen tetszőleges lehet, leggyakrabban azonban golyót alkalmaznak, golyó/sík érintkezési felületet valósítva meg a kopási felületen.

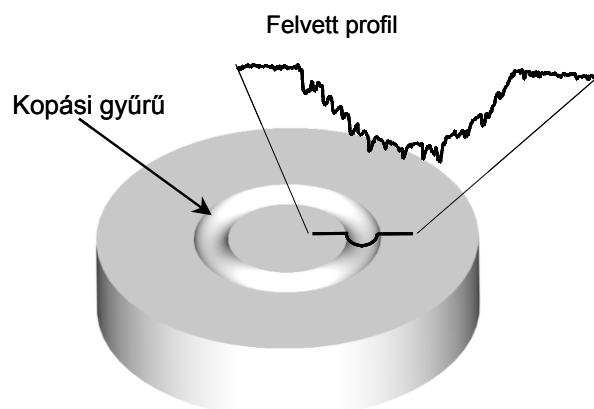
Az 1. ábra a berendezés elvi rajzát mutatja.



1. ábra. *Pin-on-disk* rendszerű tribológiai mérés elvi rajza

A vizsgálóberendezés, a tribométer, a koptatás során folyamatosan regisztrálja a két anyag között fellépő súrlódási erőt, valamint a kopási úthosszt.

A kopás eredményeképpen egy kopási gyűrű keletkezik, mely gyűrű alakját sugárirányban vizsgálva parabolikus gödör figyelhető meg. A kopási vályút a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. *A kopásnyom pin-on-disk rendszerű tribométer esetén*

A mérés befejeztével felületanalitikai módszerek alkalmazásával, ún. profilométerrel meghatározható a parabolikus gödör felülete ill. a kopási vályú térfogata, vagyis a minta felületéről lekopott anyag mennyisége.

A lekopott anyagmennyiség, a terhelőerő és a kopási úthossz ismeretében meghatározható az anyag kopási együtthatója, a következő képlet segítségével.

$$K = \frac{V_w}{F_N \cdot s}; \quad [K] = \frac{\text{mm}^3}{\text{MJ}} \quad (1)$$

ahol,

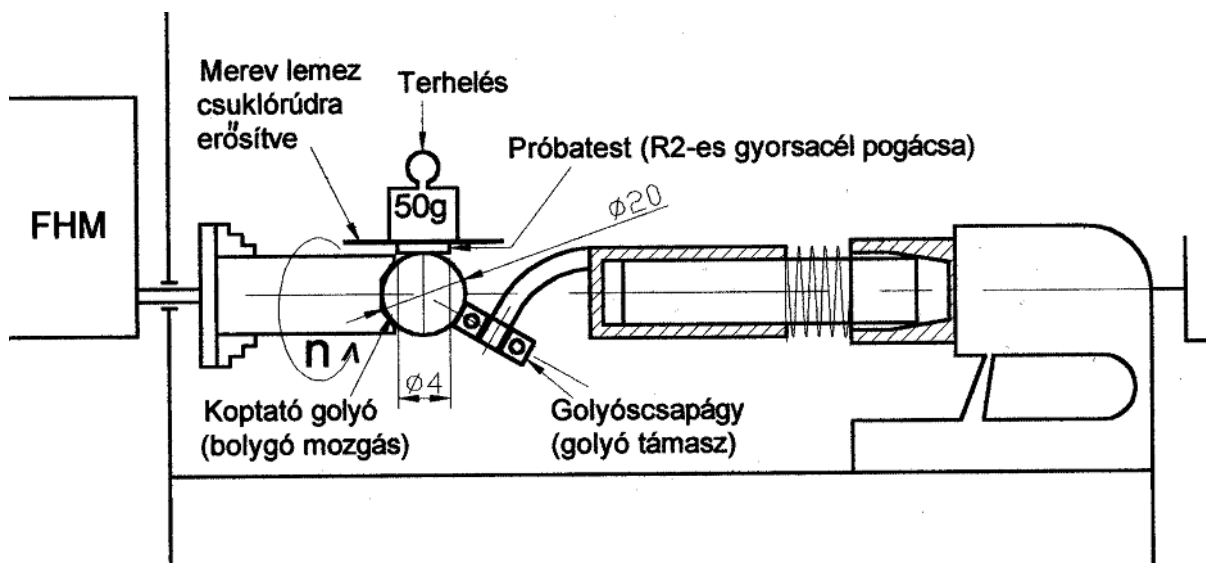
K: kopási együttható; V_w : kikopott térfogat; F_N : a normál irányú terhelés; és s : a kopási úthossz.

A mérésorozathoz egy a svájci székhelyű CSM Instruments által gyártott pin-on-disk berendezést használtuk, melynél a terhelőerő a mérés előtt tetszőlegesen megválasztható, a kopási úthosszt pedig, folyamatosan jelzi a berendezés szabályozószoftvere.

A mérésorozatnál a kísérleti paraméterek a következők voltak.

Normál irányú terhelés:	$F_N = 15 \text{ N}$
Koptató golyó sugara:	$R = 3 \text{ mm}$
Koptatási sugár:	$r = 6 \text{ mm}$
A forgás kerületi sebessége:	$v = 10 \text{ cm s}^{-1}$
Kopási úthossz:	$s = 1000 \text{ m}$

3. Lokális koptató berendezés



3. ábra. Lokális koptató berendezés

Lokális kopásvizsgálatra kifejlesztett berendezést mutat be a 3. ábra. A berendezés lehetőséget nyújt pontszerű koptatás végzésére. A próbatest sík, míg a koptatást végző alkatrész gömb geometriájú. Az érintkezés a kísérlet kezdetén pontszerű. A berendezés lehetőséget biztosít arra, hogy adott terhelés (normálerő), adott fordulatszám, és elhanyagolható mértékben változó felületi érdesség mellett vizsgáljuk a próbatestek viselkedését.

A koptatógolyó felületi érdessége azért nem változik, mert a golyó bolygó mozgást végez, ezáltal elhanyagolható a felületi érdesség változása. A fordulatszám biztonsággal átadható a kúpos behajtással a csapágytámasz segítségével. A normálerő a függőleges terhelés miatt, valamint a célszerűen kialakított műszerkaros megfogás miatt állandó. A próbatesten bekövetkező kopás és súrlódási tényező változás a terhelést nem változtatja meg.

A fejlesztett készülékkel azonos feltételek esetén elvégzett vizsgálatok eredményei kis szórással reprodukálhatóak voltak.

A vizsgálatoknál 20mm átmérőjű GO3 edzett acélgolyót alkalmaztunk koptatóként. A normálerő 0,49N volt. A fordulatszámot a behajtó motor határozta meg, melyen nem változtattunk a kísérletek során (752 fordulat/perc).

Az anyag, kopási tulajdonságát jellemző K , kopási együtthatót a lokális koptató berendezés estén is a kikopott térfogatból, a terhelőerőből és a kopási úthosszból lehet meghatározni a (1) egyenlet segítségével, ám a mérési módszer különbözőségéből adódóan a kikopott térfogat és a kopási úthossz meghatározása eltérő.

Ennél a mérési eljárásnál a kopás eredményeként gömbsüveg alakú kopásnyom keletkezik, ennél fogva a kikopott térfogat a következő képletek segítségével határozható meg.

Gömbsüveg mélysége h (mm):

$$h = R - \sqrt{R^2 - \frac{d^2}{4}} \quad (2)$$

ahol d a kopás során keletkezett gömbsüveg átmérője

Kopási térfogat V (mm³):

$$V_w = \frac{\pi \cdot h}{6} \left(\frac{3}{4} d^2 + h^2 \right) \quad (3)$$

A kopási úthossz ebben az esetben nem volt mérhető közvetlenül, hanem a fordulatszám és a koptatás idejének segítségével lehet meghatározni.

Kopási út s (m):

$$s = n \cdot 2R\pi \cdot t \quad (4)$$

A méréssorozatnál a kísérleti paraméterek a következők voltak.

Normál irányú terhelés:	$F_N = 0,49 \text{ N}$
Koptató golyó sugara:	$R = 10 \text{ mm}$
Fordulatszám:	$n = 752 \text{ s}^{-1}$
Koptatás időtartama:	$t = 15 \text{ perc}$

4. A próbatestek ismertetése

A vizsgálatok elvégzéséhez CrV3 anyagból készült Jominy próbatest véglaphűtéses vizsgálat utáni (a véglaptól adott távolságra kivett) szelvényeit használtuk fel. Ezen szelvények keménységértékei

különbözőek, hiszen a véglaphűtésnek köszönhetően az egyes szakaszokban különböző hűtési sebesség különböző szövetszerkezetet és változó keménységet eredményezett.

A következő táblázat a Jominy próbatestekből készült vizsgálati darabok keménységeit mutatja a véglaptávolság függvényében. A mérési eredmények illeszkednek az adott anyagra az irodalomban [3] közölt Jominy görbére.

1.táblázat. Az egyes minták keménysége a véglaptávolságnak megfelelően

Véglaptávolság, (mm)	Keménység (HV)
5	763
18	404
39	321
51	253

A próbatesteket úgy alakítottuk ki, hogy belőlük 3 mm vastagságú lapokat vágunk, majd a vizsgálati felületet metallográfiai előkészítés módszereivel csiszoltuk és políroztuk ($R_a=0,75\mu\text{m}$ átlagos felületi érdességre).

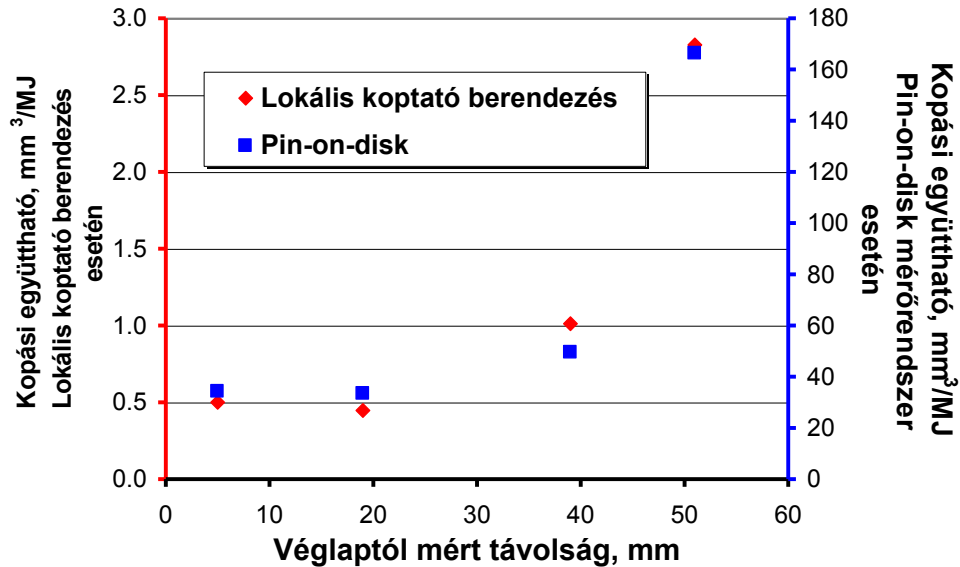
5. Eredmények

A két mérési módszer eredményeit összefoglalva a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. A kopási tényezők a kétféle berendezés alapján

Véglaptávolság (mm)	Kopási tényező, K (mm^3/MJ)	
	Pin-on-disk	Lokális koptató
5	34,30	0,56
18	33,46	0,52
39	49,51	0,48
51	166,32	2,10

A két különböző mérési módszerrel meghatározott kopási együtthatók között jelentős különbség figyelhető meg. Azonban, ha az eredményeket grafikusán ábrázoljuk azonos diagramban, a két különböző mérési módszernek megfelelően, két vertikális tengely szerint (4. ábra) a hasonlóság szembeötlő.



4. ábra. A mérési eredmények grafikusán ábrázolva

8. Összefoglalás

Jominy minták kopási tényezőjét vizsgáltuk a véglaptól mért távolság függvényében két különböző koptató berendezésen, egy rendkívül széles körben alkalmazott ún. pin-on-disk rendszerű tribométeren és egy újfejlesztésű koptató berendezésen.

A különböző módszerrel meghatározott kopási együttható értékek nagymértékben eltérnek egymástól, azonban az eredményeket közös diagrammban ábrázolva megfigyelhető, hogy különböző mérési eredmények a véglaptól mért távolság függvényében azonos tendenciát mutatnak.

A mérési eredményekből megállapítható, hogy a vizsgálatok, bár elvükben különböznek azonos kopásállósági sorrendet határoznak meg a véglaptávolság függvényében.

A kopási együttható mind a két vizsgálati módszer esetében nagyon jó egyezést mutat a keménységértékekkel. A véglaptól mért távolság növekedésével a kopási együttható növekszik, vagyis egyre kevésbé kopásálló az anyag.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Bagyinszki Gyula, Kovács Tünde, Kálazi Zoltán, Tom Bell: Acélok duplex felületkezelése Gép, LII. évfolyam, 2001. 9. szám, p. 16-22.
- [2] Kovács T., Dévényi L.: Golyó/sík érintkezés elvén alapuló lokális kopásvizsgálati eljárás alkalmazási feltételeinek elemzése, FMTÜ Konferencia, Kolozsvár 2004. p.155-162.
- [3] 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. International Scientific Conference 2004.03.18-19. p.163-167.

Kuzsella László

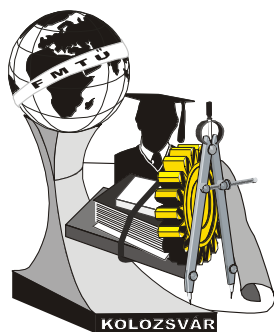
egyetemi tanársegéd

Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar

3515, Miskolc-Egyetemváros

femkuzsy@uni-miskolc.hu

00 36 46 565 111/ 2074



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

FORGÁCSOLÓERŐK SZIMULÁCIÓJA ION-EGYKRISTÁLY MIKROFORGÁCSOLÁSÁNÁL

Szabó Ottó*, Gurzó József**

Abstract. 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 nm^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 finite element method (FEM), atomic or molecular dynamical models (MDS).

Purpose of the research work: With the aid of computer simulation to give a statistical estimation of the changes occurring on the workpiece and tool, of the probable mechanical and geometrical properties, of the development of the cutting force, etc.

BEVEZETÉS

Az ultraprecíziós forgácsolásnál szubmikronos pontosságú megmunkálásról van szó és a leválasztott forgácskeresztmetszetek nm^2 nagyságrendűek, ezért a hagyományos forgácsolási elméletek – melyek a nagyobb forgács-keresztmetszetek leválasztását írják le – nem kielégítően pontosak. Új elméletek kidolgozása és felhasználása szükséges, mint például végeelem módszer (FEM), vagy atomi, vagy molekuláris dinamikai szimulációs modellek (MDS).

A kutatómunka célja: Számítógépes szimuláció segítségével statisztikai becslés adása a munkadarabon és a szerszámon bekövetkező változásokra, a várható mechanikai és geometriai tulajdonságokra, forgácsolóerő alakulására, stb.

1. ELMÉLETI ALAPOK: MDS ALKALMAZÁSA

A korábbi publikációinkban bemutattuk az egykristályok mikro-forgácsolásához kidolgozott molekuláris dinamikai szimuláció (MDS) programunkat [3, 4, 5, 6], illetve ennek továbbfejlesztett változatát ismerteti ezen FMTÜ keretében készült másik publikációnk.

A legutóbbi publikációnkban igazoltuk, hogy kb. 40 rácstávolságon belüli szomszédok hatását kell figyelembe venni ahhoz, hogy a generált számítógépes kristályrács használható legyen: egyben maradjon, ne bomoljon fel (konvergencia és szimulációs problémák kizárása) [7].

2. NaCl-EGYKRISTÁLY FORGÁCSOLÁSÁNAK SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓJA

Az új számítási és szimulációs eljárásunk eredményét példán keresztül mutatjuk be. A szimulációt egy 1215 iont tartalmazó munkadarab (NaCl) és egy 124 atomot tartalmazó szerszám (gyémánt (C)), tehát összesen 1339 ion és atom segítségével fogjuk elvégezni. A szerszámot tökéletesen merevnek tételezzük fel. Az alap-szimuláció bemeneti paramétereit - melyhez a további különböző kristálytani irányokból végzett forgácsolás eredményeit fogjuk viszonyítani – az 1. táblázat tartalmazza (0. kezdőlépés).

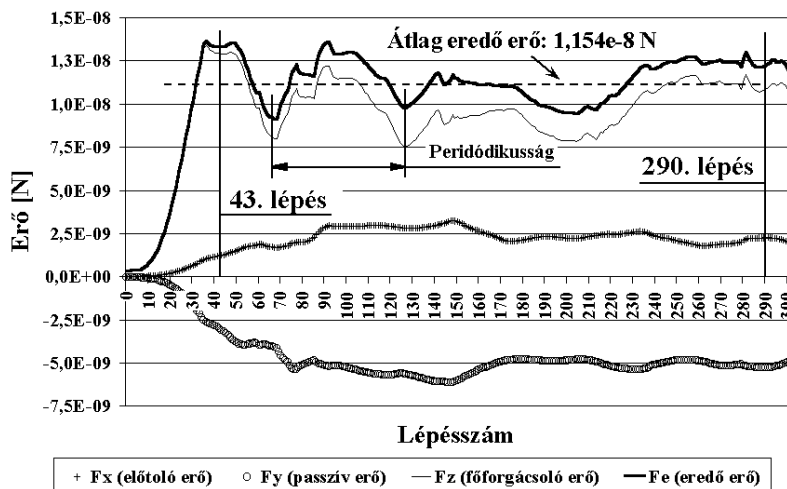
1. táblázat: Szimulációs adatok

BEMENŐ ADATOK	SZIMULÁCIÓ
munkadarab kristályosodási típusa:	Egyszerű köbös (NaCl)
Szerszám kristályosodási típusa:	Gyémánt köbös (C)
munkadarab kristályosodási iránya:	X tengely <100> iránnyal
környezeti hőmérséklet (T °C):	20
előtolás (f, nm/ford.):	0,4
fogásmélység (a _p , nm):	0,5
főél elhelyezési szög (κ _r , °):	45
csúcsgár (r _ε , nm):	0,2

Az oldalhátszöget, a terelőszöget, az oldalhomlokszöget, a mellékél elhelyezési szöget, a tengely-mellékhátszöget és az élsugarat jó közelítésként 0 értékre vettük.

A 300 lépésből álló forgácsolási szimuláció során a munkadarabra a 1. ábra szerinti erők hatottak.

Forgácsoláskor ébredő erő (0;0;0)



1. ábra:

Főforgácsoló erő és komponensei

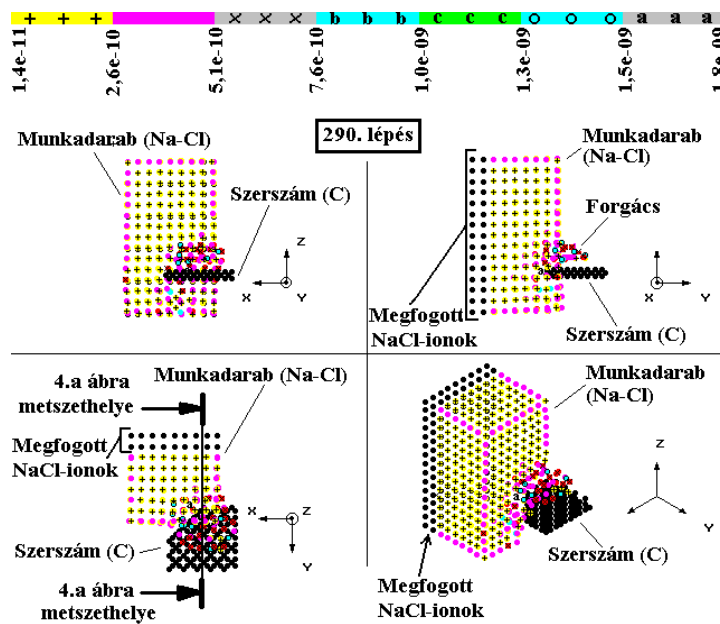
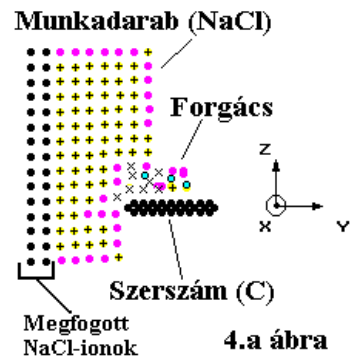
A 1. ábrából látható, hogy az F_z főforgácsoló erő és ennek köszönhetően az Fe eredő forgácsoló erő is periódikusan változik, ingadozik az átlag kb. $1,154 \cdot 10^{-8}$ N nagyságú átlagos eredő forgácsoló erő körül. A periódikusság nagysága a kristályrács állandójával ($5,62 \cdot 10^{-10}$ m = 5,62 Å) van kapcsolatban. Az F_x előtoló erő kb. $2,5 \cdot 10^{-9}$ N körül, míg az F_y passzív erő a $-5,0 \cdot 10^{-9}$ N körül állandósul.

A diagrammból látható, hogy a közelítőleg $0,2 \text{ nm}^2$ forgácsoláshoz (előtolás \times fogásmélység = $0,4 \times 0,5 \text{ nm}^2$) kb. $1,154 \cdot 10^{-8}$ N nagyságú erő szükséges. Ez fajlagosan elég nagy, de vegyük figyelembe, hogy rendkívül kicsi a forgács vastagsága, míg a fogásmélység és a szerszám csúcssugarának aránya igen kicsi.

A 2.b. ábrán a 290. lépéshez tartozó kristályban ébredő erők és szerkezet változások láthatóak. A 2.a. ábra a 2.b. ábrán bejelölt helyről vett metszetet mutatja (Lásd: másik cikkünk FMTÜ-2005).

A 2.a. és a 2.b. ábrákból látható, hogy a:

- forgácsstőben $7,6 \cdot 10^{-10}$ N és $1,5 \cdot 10^{-9}$ N között változik az erő,
- a forgács és a szerszám felülete között $5,1 \cdot 10^{-10}$ N és $1,0 \cdot 10^{-9}$ N között változik az erő,
- a forgácsolt felületen $1,4 \cdot 10^{-11}$ N és $5,1 \cdot 10^{-10}$ N nagyságú maradó erő hat.

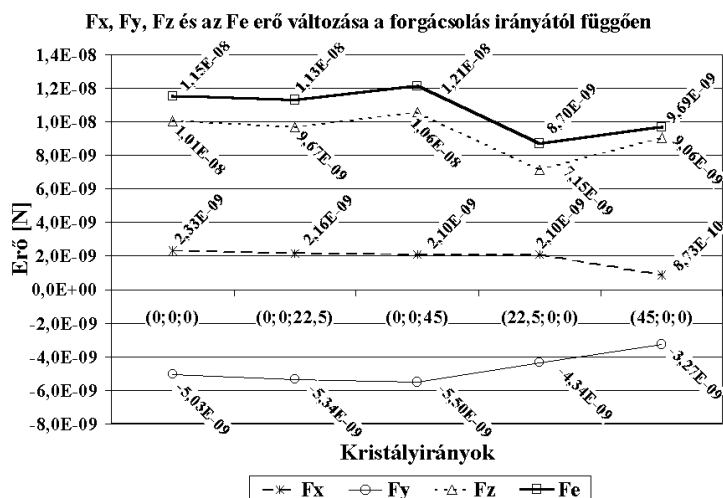


2.b ábra

A kristályszerkezet változásai (230. lépés)

A 3. ábra a különböző kristálytani irányokból végzett forgácsolást mutatja. A három szám a Z, Y és X tengely körüli, alapállapothoz viszonyított munkadarab (NaCl) elfordulást mutatja fokban. Az első szám az alapállapothoz viszonyított Z tengely körüli, a második az Y tengely körüli és a harmadik az X

tengely körüli elforgatás mértékét mutatja. Látható, hogy a legkisebb eredő forgácsoló erőt (8,70e-09) a Z tengely körüli 22,5°-kal való elforgatás után kaptuk.



3. ábra

Forgácsolóerők változásai

3. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eddigiekből is látható, hogy sikerült az ionkristályok mikroforgácsolásához megfelelően módosítani a korábbi szimulációs programot. Ezek az adatok kísérleti eredményeket jól közelítik. A kutatás következő szakaszában folytatjuk a különböző kristálytani irányokból, különböző szerszámgeometriával, különböző technológiai paraméterekkel végzett szimulációt.

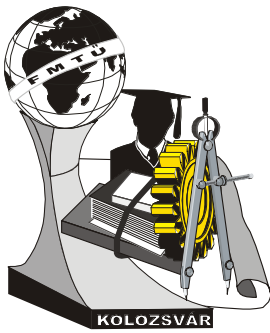
A kutatást az T030668 és a F019105 számú OTKA támogatásával végeztük.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] CHARLES, K.: **Introduction to Solid States Physics**, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York – London, 1963, 70 – 84. oldal.
- [2] BERECZ, E.: **Fizikai kémia**, Második kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988. 183 – 185. oldal.
- [3] SZABÓ, O.- GURZÓ, J.: **Variation of Temperatur Due to the Glinding of Atomic Planes**, Miskolc, IX. International Conference on Tools. 1996., 307 – 312. oldal.
- [4] SZABÓ, O. - Dudás, I. - GURZÓ, J.: **Weggleiten von Atomschichten infolge der Temperaturänderung während der Mikrozerspannung**, Gdansk, Technologia Obróbki Wykanczajacej, 1998. szeptember 25., 48 – 55. oldal.
- [5] GURZÓ, J. - SZABÓ, O.: **Mikroforgácsolás atomi modellezése és a forgácsoló erő számítása**, Kolozsvár, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, 2000. március 24-25., 141 – 144. oldal.
- [6] GURZÓ, J. - SZABÓ, O.: **Ion-egy kristályok megmunkálási folyamatának számítógépes szimulációja**, Miskolc-Egyetemváros, Doktoranduszok Fóruma, 2003. november 6., Kiadvány, 6 oldal.
- [7] SZABÓ, O. – GURZÓ, J.: **Ion-egy kristályok megmunkálási folyamatának molekuláris dinamikai szimulációjához az ionszám meghatározása**, Kolozsvár, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, 2004. március, Kiadvány, 4 oldal.

* Dr. Szabó Ottó, CSc, PhD, egyetemi docens, tudományos vezető, Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék, 3515. Miskolc-Egyetemváros. Tel.: (46) 565-111/15-21., e-mail: ggytszo@gold.uni-miskolc.hu

** Gurzó József, okl. gépészmérnök, doktorandusz, Sárospataki Precíziós-Szerszámgyártó Bt., 3950. Sárospatak.



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

ION-EGYKRISTÁLYOK ALAKVÁLTOZÁSÁNAK SZIMULÁCIÓJA MIKROFORGÁCSOLÁSNÁL

Szabó Ottó*, Gurzó József**

Abstract. 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 nm^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 finite element method (FEM), atomic or molecular dynamical models (MDS).

Purpose of the research work: With the aid of computer simulation to give a statistical estimation of the changes occurring on the workpiece and tool, of the probable mechanical and geometrical properties, of the development of the cutting force, etc.

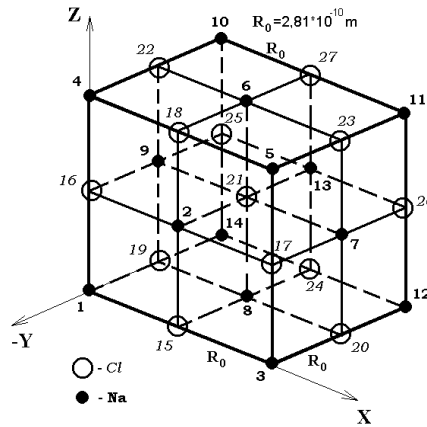
BEVEZETÉS

Az automatizálás, a számítástechnika, a mechatronika, a lézeripar és egyéb korszerű iparágak egyre több különleges anyagot (pl. tiszta fém kristályok, ion-kristályok (pl. NaCl, KCl), nem fémes anyagok), igen szigorú makro- és mikrogeometriával rendelkező alkatrész, illetve gyártmány gazdaságos előállítását igénylik. Az ún. szubmikronos pontosságú technológiák (pl. ultraprecíz pontosságú forgácsolás vagy nanotechnológiák) nélkülözhetlenné váltak.

A félvezetőipar, optikai eszközök és lézertechnikai berendezések egyre több különféle, nagytisztaságú ion-egykristályt alkalmaznak. Viszonylag olcsó és könnyen beszerezhető NaCl kristály, ezért ez jó „modell-anyag”, illetve ultrapontos esztergán meg tudtuk munkálni.

1. ELMÉLETI ALAPOK: POTENCIÁLIS ENERGIA SZÁMÍTÁSA

A korábbi publikációinkban, illetve ezen az FMTÜ-n (másik publikációnk) bemutattuk az egykristályok mikroforgácsolásához kidolgozott molekuláris dinamikai szimuláció (MDS) programunkat [3, 4, 5, 6], ami a korábbi munkánk továbbfejlesztésének az eredménye. A NaCl-ionkristály felépítését az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: Az NaCl kristály egyszerű, köbös rácsszerkezete

A [7] publikációkban foglalkoztunk NaCl ion-egy kristály potenciális energiájának számításával, így erre itt részletesen nem térünk ki. Elméleti alapok a következők: Az első közelítésben az ionokat pontszerű töltéseknek képzeljük el [1, 2]. Két pontszerű Q_i és Q_j nagyságú töltés között fellépő Coulomb-féle vonzóerőt (taszítóerőt) figyelembe véve a kölcsönhatás potenciális energiája:

$$E_{potij}^* = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q_i \cdot Q_j}{r_{ij}} = \frac{1}{k} \cdot \frac{Q_i \cdot Q_j}{r_{ij}} \quad (1) \text{ és } (2)$$

ahol: ϵ_0 - permittivitás, abszolút dielektromos állandó (pld. NCl ionkristálynál: $8,85416 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$);

ϵ_r - relatív dielektromos állandó (esetünkben: 1);

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

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

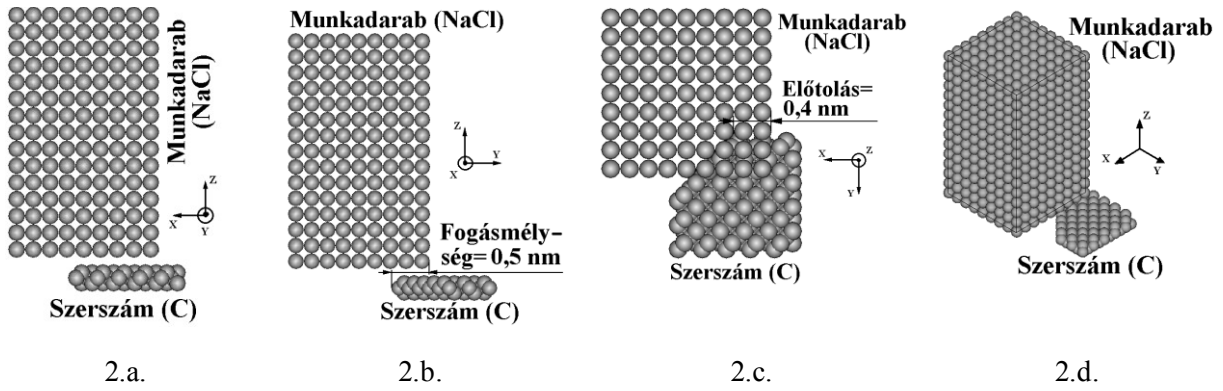
r_{ij} - az i -edik és j -edik ponttöltések (ionok) közötti távolság (pld.: $2,81 \cdot 10^{-10} \text{ m}$);

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

A levezetés további lépéseit a [6] közleményünk tartalmazza. Energia és forgácsolósebesség ismeretében a forgácsolóerők és a deformációk számolhatók [7].

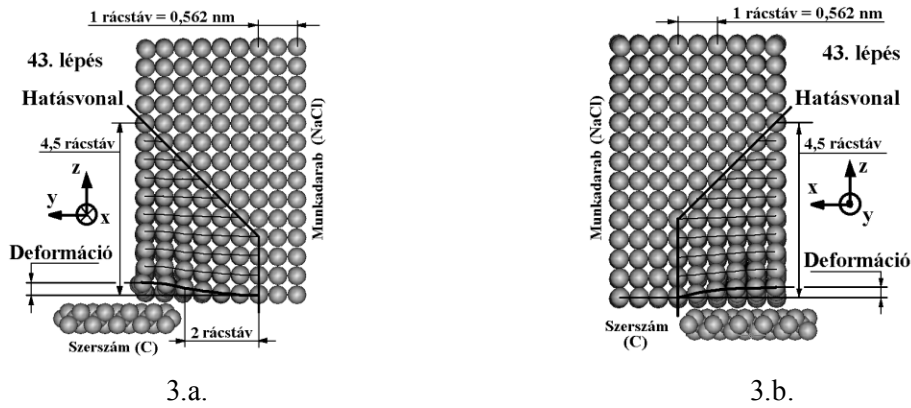
2. NaCl-EGYKRISTÁLY DEFORMÁCIÓI

A vizsgálataink eredményét példán keresztül mutatjuk be. A szerszámot tökéletesen merevnek tételezzük fel. A szimulációt egy 1215 iont tartalmazó munkadarab (NaCl) és egy 124 atomot tartalmazó szerszám (gyémánt (C)), tehát összesen 1339 ion és atom segítségével végeztük el. Az alapszimuláció bemeneti paramétereit és a számított forgácsoló erők (eredő- és összetevők) alakulását – melyhez a további különböző kristálytani irányokból végzett forgácsolás eredményeit fogjuk viszonyítani – a másik FMTÜ előadásunk 1. táblázata tartalmazza [8]. A kiinduló állapotban (0. kezdőlépés) a szerszám és munkadarab kristályszerkezetét a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A szerszám és munkadarab kristály szerkezete

A 2. ábra a 43. iterációs lépéshez tartozik. Ez az a pillanat, amikor a szerszám belép az anyagba. A „hatásvonal” végigkövetésekor látható, hogy a szerszám homlokfelülete előtt kb. 4,5 rácstávolságnyra már érződik a forgácsolás hatása. Ugyancsak látható, hogy bár a fogásmélység csak kb. 1 rácstávolság, addig a megzavart kristályréteg vastagsága kb. 2 rácstávolságra tehető.

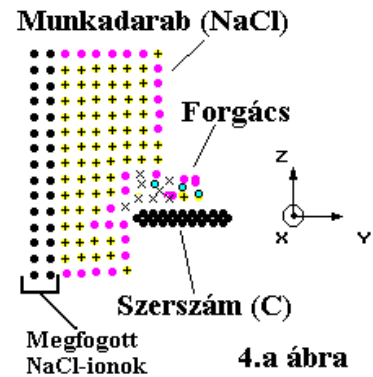


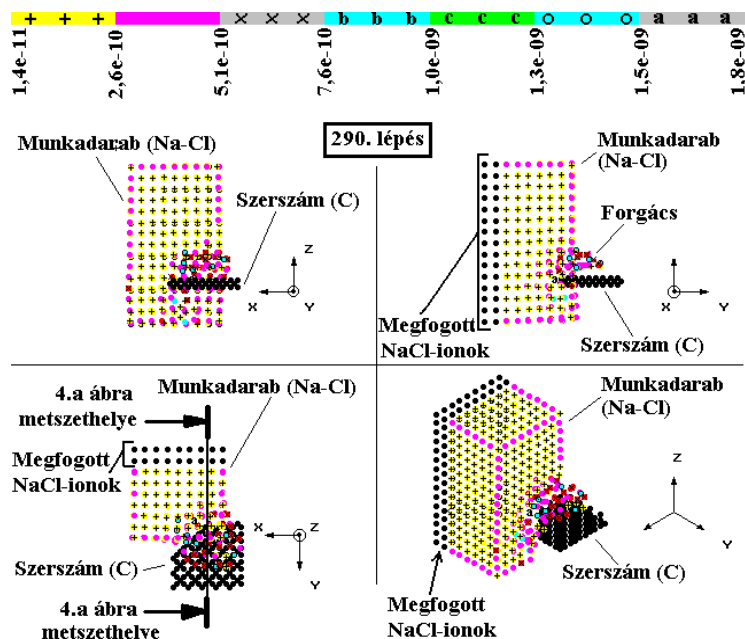
3. ábra: A kristályszerkezet alakváltozása (43. lépés)

A 4. ábrán a további kristály alakváltozások és forgácsoló erők láthatók (290. iterációs lépés). A 4.a ábra a 4.b ábrán bejelölt helyről vett metszetet mutatja [8].

A 4.a ábrából látható, hogy a:

- forgácsstőben
- a szerszám homlokfelülete és a forgács között hogyan változnak az erők, illetve
- a kristály alakváltozások folyamata.





4.b ábra: A kristályszerkezet változásai (230. lépés)

3. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eddigiekből is látható, hogy sikerült az ionkristályok forgácsolásához megfelelően módosítani a korábbi szimulációs programot. Ezek az adatok kísérleti eredményeket jól közelítik. A kutatás következő szakaszában folytatjuk a különböző kristálytani irányokból, különböző szerszámgeometriával, különböző technológiai paraméterekkel végzett forgácsoló erő-, forgácsolási hő és kristály-deformációk szimulációját.

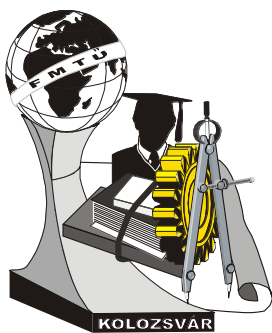
A kutatást az T030668 és a F019105 számú OTKA támogatásával végeztük.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] CHARLES, K.: **Introduction to Solid States Physics**, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc. New York – London, 1963, 70 – 84. oldal.
- [2] BEREZ, E.: **Fizikai kémia**, Második kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988. 183 – 185. oldal.
- [3] SZABÓ, O. - GURZÓ, J.: **Variation of Temperatur Due to the Glinding of Atomic Planes**, Miskolc, IX. International Conference on Tools. 1996., 307 – 312. oldal.
- [4] SZABÓ, O. - Dudás, I. - GURZÓ, J.: **Weggleiten von Atomschichten infolge der Temperaturänderung während der Mikrozerspannung**, Gdansk, Technologia Obróbki Wykanczajacej, 1998. szeptember 25., 48 – 55. oldal.
- [5] GURZÓ, J. - SZABÓ, O.: **Mikroforgácsolás atomi modellezése és a forgácsoló erő számítása**, Kolozsvár, Fiatal Műszaki Tudományos Ülészaka, 2000. március 24-25., 141 – 144. oldal.
- [6] GURZÓ, J. - SZABÓ, O.: **Ion-egy kristályok megmunkálási folyamatának számítógépes szimulációja**, Miskolc-Egyetemváros, Doktoranduszok Fóruma, 2003. november 6., Kiadvány, 6 oldal.
- [7] SZABÓ, O. – GURZÓ, J.: **Ion-egy kristályok megmunkálási folyamatának molekuláris dinamikai szimulációjához az ionszám meghatározása**, Kolozsvár, Fiatal Műszaki Tudományos Ülészaka, 2004. március, Kiadvány, 4 oldal.
- [8] SZABÓ, O. – GURZÓ J.: **A forgácsolóerők szimulációja ion-egy kristály mikroforgácsolásánál**. FMTÜ-2005. Kiadvány, 4 oldal.

* Dr. Szabó Ottó, CSc, PhD, egyetemi docens, tudományos vezető, Miskolci Egyetem Gépágyártástechnológiai Tanszék, 3515. Miskolc-Egyetemváros. Tel.: (46) 565-111/15-21., e-mail: ggytso@gold.uni-miskolc.hu

** Gurzó József, okl. gépészmérn., doktorandusz, Sárospataki Precíziós-Szerszámgyártó Bt., 3950. Sárospatak.



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

TENGELYBEÁLLÍTÁSI HIBÁVAL TERHELT MOTOR –TENGELYKAPCSOLÓ - SZIVATTYÚ GÉPCSOPORT REZGÉSANALÍZISE

Bene László, Albert Miklós, Forgács Endre, Terpó György

Abstract

Proper shaft alignment of rotating machinery is very important part of safety operation. Shaft misalignment through couplings often leads to severe machinery problems, such as overload of bearings, high casing temperatures at or near the bearings, excessive amount of oil leakage, higher than normal energy consumption, excessive coupling abrasion. Experimental studies were performed on a test apparatus to determine the relationships between the types of couplings (rigid, flexible and Oldham) and the RMS of vibration velocity. The experiments were performed on a test apparatus which are firmly mounted on a steel base plate. During the experiments the pump remained fixed, while the electric motor was adjusted vertical and horizontal directions. The derived spectra show that unbalance and misalignment can be characterised primarily by one and two times shaft running speed, respectively. However, misalignment effects at times may not be apparent because the forcing frequency of misalignment (two times shaft running speed) is not close enough to one of the system natural frequencies to excite the system appreciably. On the other hand, if 2 x shaft running speed is at or close to one of the system natural frequencies, the misalignment effect can be amplified and a high frequency density level at 2 x shaft running speed is pronounced in the frequency spectrum.

Összefoglalás

Forgó gépi berendezések megfelelő tengelyhelyzete az üzembiztos működés elengedhetetlen feltétele. A tengely beállítási hibák komoly műszaki problémákat idéznek elő [1], mint csapágytúlterhelés, résgyűrű kopás, kenési zavarok, a tengelykapcsoló túlzott kopása stb. Kísérleteink során arra kerestük a választ, hogy milyen összefüggés van a tengelykapcsolók típusa (merev, rugalmas, radiális kiegyenlítő) és a rezgésebbesség effektív értéke között. Vizsgálatainkat kísérleti gépcsoporton végeztük, melyet merev gépalapra szereltünk. A szivattyú rögzített helyzetben maradt a vizsgálatok során, addig a villanymotor pozícióját állítottuk vízszintes és függőleges irányban. A kísérletek során kapott spektrumok egyértelműen mutatják, hogy 1x tengelyfordulatszám frekvencián kiegyensúlyozatlanság, 2x tengelyfordulatszám frekvencián tengely beállítási hiba ad jellegzetes rezgésképet. Azonban a tengely beállítási hibák abban az esetben nem adnak jellegzetes rezgésképet (rejtve maradnak), ha a rendszer saját frekvenciái távol esnek a kétszeres tengelyfordulatszám frekvenciától. Másrészt,

ha a kétszeres tengelyfordulatszám közel esik a rendszer valamelyik saját frekvenciájához, a tengely beállítási hibajel megerősödhet, és jelentősen megnövekedett rezgésspektrumot produkál.

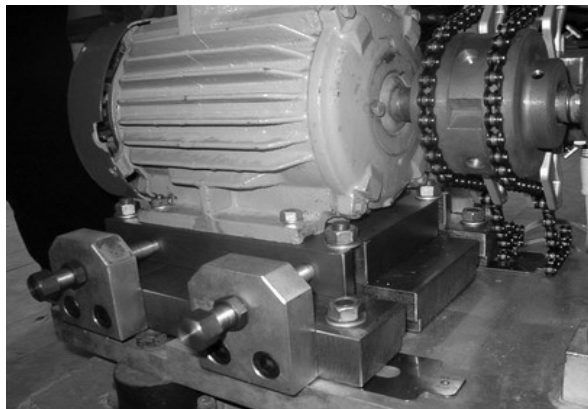
Bevezetés

Kísérletsorozatunk alapvető célja különböző nagyságú tengely beállítási hibával rendelkező gépegység (szivattyú – tengelykapcsoló - villanymotor) rezgésanalízise, melynek alapján meghatározzuk a tengelybeállítás milyenségét, összefüggést keresvén a rezgés spektruma és a beállítási hiba mértéke között.

Alapvetően a mozgást végző gépek mindegyike rezeg, rezgéseket kelt, melyek jellemzőek a gépegységekre gépalkatrészekre. Ezen rezgéseket megfelelő műszerekkel jól regisztrálhatjuk és elemezhetjük. Mivel az iparban használt gépek jelentős része forgómozgást végez, tengelyeik tökéletes helyzete illetve ezek beállítási hibája az üzembiztos működés kulcskérdése.

Anyagok és módszerek

Kutatásainkat az SZTE SZÉF diagnosztikai laboratóriumában végeztük. Merev gépalapra (36mm vastagságú kazánlemez) fixen rögzítettünk egy 12/36 jelű bakcsapágyas centrifugál szivattyút a csatlakozó csővezeték rendszerrel. A hajtó villanymotor állíthatóságát oldottuk meg vízszintes és függőleges irányban. Vízszintes irányban finommenetes csavarorsós állítást valósítottunk meg, függőleges irányban pedig hézagoló lemezeket használtunk (1. ábra).



1. ábra: A villanymotor pozicionálása

A két gépegységet különböző típusú tengelykapcsolókkal kapcsoltuk össze. Ezek: merev tárcsás, négyelemes gumidugós, hatelemes gumidugós és Oldham radiális kiegyenlítő tengelykapcsoló. Mivel tökéletes tengelyhelyzet és kiegyensúlyozottság a valóságban soha sem érhető el, ezért egy alaphelyzetet hoztunk létre bázisként viszonylag tökéletes beállítással, és itt láthatók a meglévő tengely beállítási, kiegyensúlyozatlansági hibák.

A tengelybeállítást FIXTURLASER SHAFT⁵⁰ lézeres tengelybeállító készlettel végeztük. Működésének elvi alapja a fordított mérőórás mérési elv [2]. Acélrudak és mérőórák helyett a rendszer két lézersugarat használ. A lézersugaraknál nem beszélhetünk lehajlásról szemben a mechanikus mérőeszközökkel, ami a rendszer nagy pontosságát biztosítja (10m távolságban 0,01mm). A két mérőfejes műszer érintő képernyője a gyors és pontos tengelybeállítást teszi lehetővé.



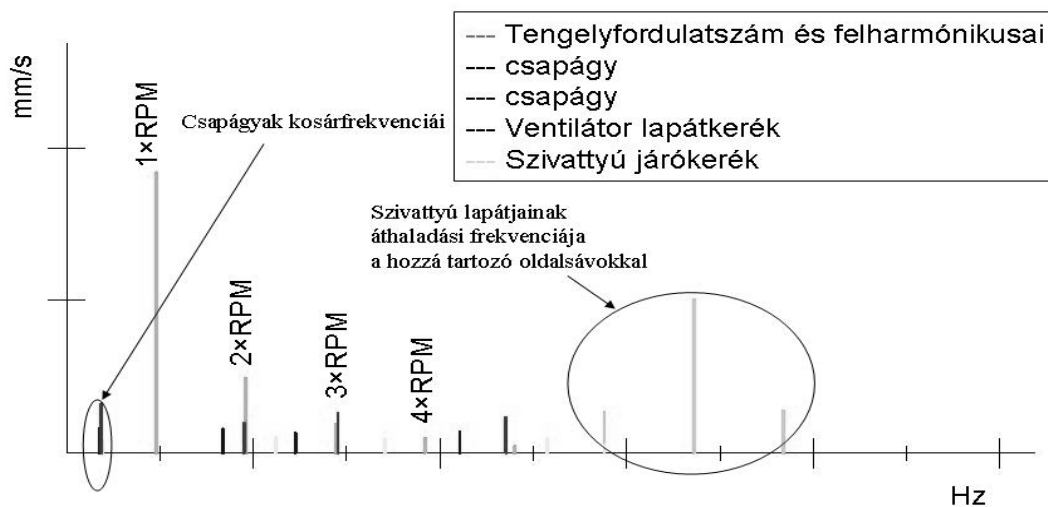
2. ábra: A tengelybeállítás folyamata

A rezgésspektrumok felvételéhez tíz mérési pontot alakítottunk ki. A négy helyen csapágyazott rendszer (két csapágy a szivattyútengelyen, két csapágy a villanymotor tengelyen) mindegyik csapágyánál függőleges és vízszintes irányban, valamint a motoron és a szivattyún vízszintes irányban egyet- egyet. Az így kapott tíz mérési ponton meghatározott sorrendben végeztük a méréseket. Az alkalmazott mérőműszer a MICROLOG CMVA 10 rezgésmérő, adatgyűjtő, analízáló készülék, amely PRISM 4 FOR WINDOWS programmal rendelkezik. Keskenysávú rezgéskép felvételt végeztünk, mivel a tengely és a hozzá kapcsolódó csapágy, járókerék ventilátor rezgéseit és ezek felharmonikusait kell analizálni. A műszer a Fourier – transzformáció elvét alkalmazza, és a rezgéssebesség effektív értékét méri (RMS).

$$v_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v(t)^2 dt}$$

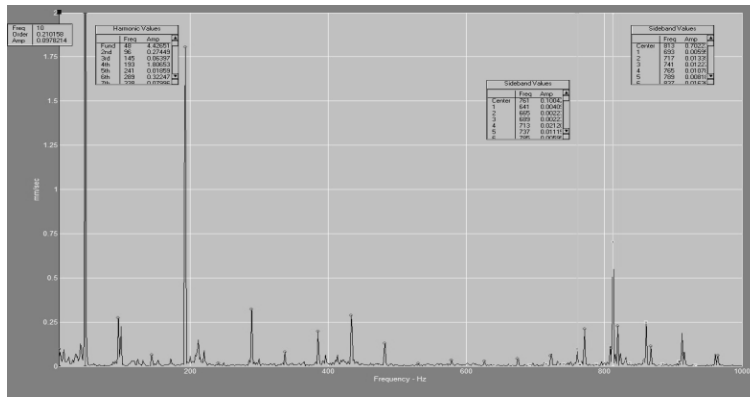
A négyzetre emelés megoldja a negatív területek problémáját, igaz torzítja magát a függvényt. Mivel ez az átlag fejezi ki legjobban a rezgés energiáját, így ezt használjuk leginkább. A kapott spektrumok elemzése a rezgésdiagnosztika leglényegesebb része. Ehhez nélkülözhetetlen a vizsgált berendezés tökéletes ismerete (csapágyak, tengelykapcsoló, járókerék-, ventilátor-lapátszám stb.). Meg kell határozni a tengelyfordulatszám frekvenciát és ennek felharmonikusait.

$$f_0 = n_0/60 [Hz]$$



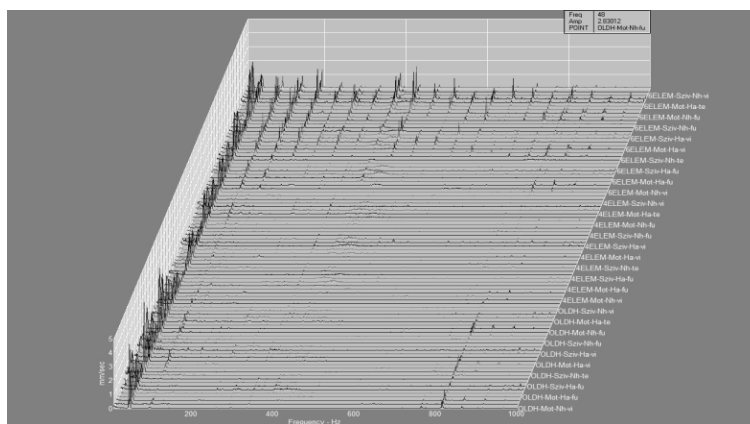
3. ábra: Elméleti spektrum ábrázolása

Az ábra jól szemlélteti, hogy a spektrumban megjelenő szignifikáns értékek az f_0 tengelyfordulatszám frekvencia többszörösei. Különösen lényeges a tengelyhelyzet szempontjából a 2xRPM frekvencia érték.



4. ábra: Valóságos frekvencia spektrum

A mérőműszerünk összetett rezgésképet rögzít, melyet jellegéről vízésés (waterfall) diagrammnak nevezünk.



5. ábra: Vízésés/waterfall diagramm

A diagrammban a frekvencia és a rezgéssebesség függvényében láthatjuk az egyes mérési pontok frekvencia spektrumait. Ezen diagrammok elemzése alapján jutottunk kutatási eredményeinkhez.

Eredmények, javaslatok

Vizsgálataink egyértelműen igazolták, hogy f_0 -nál kiegyensúlyozatlanság, $2xf_0$ -nál tengely beállítási hiba jelentkezik. Nagyobb beállítási hibához nem feltétlenül tartozik nagyobb sebesség amplitúdó jel növekedés [3]. Abban az esetben, ha a rendszer saját frekvenciái távol esnek a kétszeres tengely fordulatszám frekvenciától, a beállítási hibák rejtve maradnak (ami nem jelenti a tökéletes beállítást), illetve egybe- vagy közelesés esetén a jel jelentősen megnövekedhet a frekvencia spektrumban.

A beállítási hibák okozta rezgésspektrumokat jelentősen befolyásolja a gépalap merevsége. Rugalmas gépalapok esetén közel 1.5-szeres rezgésértékeket kaptunk. Esetenként nagyobb beállítási hibát akarunk megvalósítani, mint a tengelykapcsoló gyártási tűrése.

- [1] F. Dömötör A rezgésdiagnosztika elemei SKF Svéd Golyóscsapágy Rt. Budaörs, 1996
- [2] J. Piotrowszki Shaft Alignment Handbook. Marcel Dekker New York 1986, 44-45
- [3] G. Simon Prediction of vibration of large turbo-machinery on elastic foundation due to unbalance and coupling misalignment. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 1992, Vol.206, 29-39

Bene László főiskolai adjunktus
 SZTE SZÉF H-6725 Szeged, Mars tér:7
 Telefon: +36 62 546 000/6509 Fax 36 62 546 034 bene@szef.u-szeged.hu

D		H	
<i>Dr. Dévényi László</i>	271	<i>Horváth Z. E.</i>	89
<i>Dr. Dudás Illés</i>	279	<i>H. Horváth Zsuzsa</i>	161
<i>Dúl Róbert</i>	55	<i>Van Humbeeck Jan</i>	85
F		J	
<i>Farkas Gabriella</i>	251	<i>Dr. Jármai Károly</i>	55
<i>Fábián Enikő Réka</i>	241	<i>Dr. Judák Endre</i>	339
<i>Fábry Gergely</i>	59		
<i>Fegyverneki György</i>	117	K	
<i>Felhő Csaba</i>	279	<i>Karacs Gábor</i>	205
<i>Dr. Fenyvessy József</i>	XIX	<i>Keppler István</i>	15
<i>Fogarassy Árpád</i>	121	<i>Kertész K.</i>	89
<i>Forgács Endre</i>	317, 357	<i>Dr. Kismihály János</i>	231
G		<i>Kiss Péter</i>	19
<i>Gergely Zoltán</i>	339	<i>Kollár Mariann</i>	93
<i>Dr. Gömze A. László</i>	259	<i>Kolláth Ludovít</i>	23, 27
<i>Görög Levente-Károly</i>	197, 299	<i>Križan Peter</i>	23, 27
<i>Gurzó József</i>	349, 353	<i>Kádár György</i>	169
Gy		<i>Kovács Péter Tamás</i>	31
<i>Dr. Gyenge Csaba</i>	XVII, 287	<i>Kovács Tünde</i>	271, 343
<i>Gyimes Ernő</i>	181, 313	<i>Koós A. A.</i>	89
H		<i>Kósa János</i>	322, 327
<i>Halászné Fekete Mária</i>	161	<i>Kövér Zsuzsanna Ilona</i>	125
<i>Hoó Csaba</i>	201	<i>Kutrovác Lajos</i>	227
<i>Horvát Miroslav</i>	23, 27	<i>Kuzsella László</i>	343
<i>Dr. Horváth Sándor</i>	251	L	
		<i>László Sándor Elek</i>	193
		<i>Dr. Lengyel Antal</i>	291

L		Ö	
<i>Lipták Gábor</i>	255	<i>Dr. Örvös Mária</i>	304
<i>Lukács Sándor</i>	267		
M		P	
<i>Madár Viktor</i>	339	<i>Paróczai Csilla</i>	259
<i>Marossy Kálmán</i>	93	<i>Pintér Gergely</i>	137
<i>Mayer Melinda</i>	283	<i>Péter Szabó István</i>	97
<i>Máthé Zsolt</i>	197, 299	<i>Pfeiffer András</i>	335
<i>Meleg Anna</i>	129	<i>Pokriva Péter</i>	311
<i>Mende Tamás</i>	223	<i>Puská Nikoletta</i>	263
<i>Dr. Mertinger Valéria</i>	85	R	
<i>Mezei Sándor</i>	35	<i>Dr. Réger Mihály</i>	247
<i>Micskei Zoltán</i>	47	<i>Dr. Réti Tamás</i>	213
<i>Miklósi Péter</i>	133	<i>Dr. Roósz András</i>	125, 201, 205, 223
<i>Molnár Dániel</i>	165		
<i>Morovič Ladislav</i>	185		
N		S	
<i>Nagyné Gyüker Mónika</i>	70	<i>Sachinger Attila</i>	311
<i>Nagyné Pintér Zsuzsanna</i>	331	<i>Sárközi Zs .</i>	89
<i>Nagy Erzsébet</i>	85	<i>Schrempf Norbert</i>	189
<i>Nándoriné Tóth Mária</i>	309	<i>Simcsák Attila</i>	153, 157
<i>Nemes I. P.</i>	89	<i>Simon Erika</i>	304
O		<i>Simon Gábor</i>	7
<i>Oláh Béla</i>	65	<i>Sitkei Lili Eszter</i>	1
<i>Dr. Orbán Ferenc</i>	XXIX	<i>Šooš Eubomír</i>	23, 27
<i>Otrosinka Tibor</i>	7	Sz	
		<i>Dr. Szabó Ottó</i>	349, 353

Sz				T	
<i>Szabó Péter János</i>	105				
<i>Szabó Zsolt</i>	169			<i>Tokai Attila</i>	227
<i>Szabó P. Balázs</i>	181			<i>Tóth János</i>	43
<i>Szántai Mihály</i>	227			<i>Dr. Tóth Levente</i>	113, 267
<i>Székely Ádám</i>	39			<i>Tóth Sándor</i>	311
<i>Székely Ferenc</i>	173				
<i>Szilágyi Sándor Miklós</i>	193			V	
<i>Szipőcs Róbert</i>	169			<i>Dr. Varga Gyula</i>	279
<i>Dr. Szűcs István</i>	177			<i>Varga Róbert</i>	283
<i>Szűcs László</i>	227			<i>Dr. Végyári Ferenc</i>	322
				<i>Vértesy Z.</i>	89
				<i>Dr. Verő Balázs</i>	247
T				<i>Véha Antal</i>	161, 181, 317
<i>Tapasztó L.</i>	89				
<i>Tarnay Botond</i>	153, 157			Zs	
<i>Terpó György</i>	357			<i>Zsoldos Gabriella</i>	209

Támogatók

Dr. Báródy Imre – Anglia

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