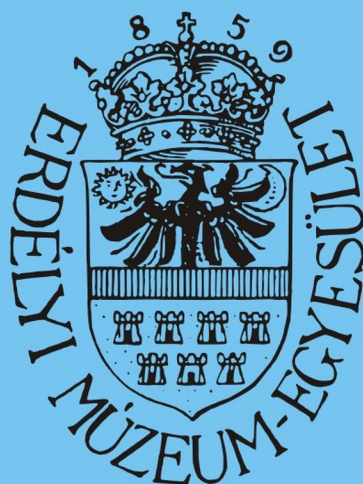


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK



*FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA*

XI.



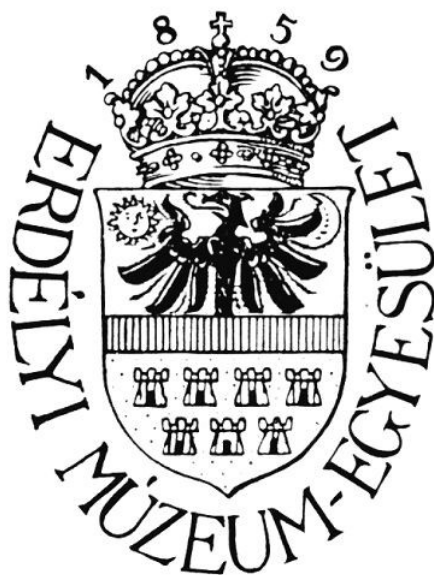
Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa

Kolozsvár, 2006

XI. FMTÜ

NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



*Kolozsvár
2006. március 24–25.*

Tudományos bizottság*Elnök:**Dr. Gyenge Csaba**Titkár:**Dr. Bitay Enikő**Dr. Alpek Ferenc**Dr. Anna Béla**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. Pinke Péter**Dr. Réger Mihály**Dr. Réti Tamás**Dr. Roósz András**Dr. Selinger Sándor**Dr. Tisza Miklós**Dr. Turchany Guy***ISBN 973 – 8231 – 50 – 7**

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, 2006. március 23-án.

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Dr. Gyenge Csaba, Dr. Branko Katalinic</i> ELŐSZÓ.....	XIX
1. Dr. Dudás Illés CSÚCSTECHNOLÓGIÁK A GÉPGYÁRTÁSBAN.....	XXI
2. Suplicz Sándor PSZICHOLÓGIAI SZEMPONTOK AZ ELEKTRONIKUS TANULÁSBAN.....	XXXI
3. Szász Zoltán Elemér, Szilágyi Sándor Miklós (FMTÜ-2005) GENETIKUS ALGORITMUSOK ALKALMAZÁSA AZ ORVOSI KÉPFELDOLGOZÁS TERÉN	1
4. Árendás Csaba, Pethő László KVANTUMMECHANIKAI EFFEKTUSOK ALKALMAZÁSA AZ INFORMATIKAI BIZTONSÁGTECHNIKÁBAN	5
5. Bagyinszki Gyula Dr., Bitay Enikő Dr., Kovács Tünde ALAKÍTÓ SZERSZÁMACÉLOK KÁROSODÁS-ÁLLÓSÁGÁNAK JAVÍTÁSA FELÜLETKEZELÉSSSEL	9
6. Bátkai Tamás A NEM-MEGFIGYELHETŐ-ÁLLAPOTTÉR TULAJDONSÁGAINAK FELTÁRÁSA A MEGFIGYELHETŐ-ÁLLAPOTTÉR VISELKEDÉSE LAPJÁN A TANULÓ RENDSZEREKBEIN	15
7. Baki-Hari Zoltán-Gábor GYORS PROTOTÍPUSMODELLEK MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSA.....	19
8. Dr. Balajti Zsuzsanna, Dr. Dudás Illés ÚJ MATEMATIKAI MODELL CSAVARFELÜLETEK ELEMZÉSÉRE	23

9. Bálint Péter	
MINIATŰR AUTÓLÁMPÁK ÉLETTARTAM NÖVELÉSI LEHETŐSÉGE, ÉS AZ ANYAGKÖLTSÉG CSÖKKENTÉSE A FÉM-ÜVEG KÖTÉS JAVÍTÁSÁVAL.....	27
10. Barta István, Borossay Béla	
ALUMÍNIUM ÖTVÖZET HŐKEZELÉSE	31
11. Bauer Péter	
A LAGRANGE-FÉLE MOZGÁSEGYLETEK AUTOMATIKUS GENERÁLÁSA ÉS EGY ALKALMAZÁSI PÉLDA	35
12. Beleznai Róbert, Boros András, Szávai Szabolcs	
SODRATSZERKEZET VIZSGÁLATA VÉGESELEMES MÓDSZERREL.....	39
13. Bíró Szabolcs, Dr. Sipos Sándor	
ÚJ, NAGYTELJESÍTMÉNYŰ ESZTERGASZERSZÁMOK VIZSGÁLATA.....	43
14. Dr. Bitay Enikő, Dr. Réti Tamás.	
APERIODIKUS SEJTRENDSZEREK TOPOLOGIAI JELLEMZÉSE.....	47
15. Bodnár Imre, Ladányi József	
RÉZ VAGY ACÉL? ACÉL ÉS RÉZ FÖLDELŐ HÁLÓ POTENCIÁL-ELOSZLÁS VIZSGÁLATA.....	57
16. Cserta Erzsébet, Dr. Szűcs István	
TAKARMÁNYNÖVÉNYEK AZ ENERGETIKÁBAN.....	60
17. Csikja Rudolf	
FELROBBANÁS DINAMIKAI RENDSZEREKBEN.....	65
18. Dr. Dán András, Kiss Péter	
A NAGYVASÚTI VILLAMOS VONTATÁS HÁLÓZATI VISSZAHATÁSA.....	69
19. Darabont Horváth István	
NEMLINEÁRIS MODELL PREDIKCIÓS VEZÉRLÉS EGY PÉLDÁN KERESZTÜL.....	73
20. Decsi Tamás	
HATÁRKERESZTEZŐ TÁVVEZETÉKEK TELJESÍTMÉNYÁRAMLÁSAINAK RÖVIDTÁVÚ ELŐRE BECSLÉSE.....	77
21. Dr. Dudás Illés, Felhő Csaba	
GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁS ALKALMAZÁSA A PROTÉZISGYÁRTÁSBAN.....	81

22. Dúl Róbert	
IRODAI ASZTAL ALUMÍNIUM ÖNTVÉNYÉNEK TERVEZÉSE ÉS VÉGESELEMES ANALÍZISE.....	85
23. Fábián Enikő Réka	
SAROKPONTOK KIS KARBONTARTALMÚ, ÖTVÖZETLEN LÁGYACÉLOK HIDEGALAKÍTÁSA SORÁN A TH ÉRTÉK SZEMPONTJÁBÓL.....	89
24. Faurné Csukat Gabriella	
MŰANYAG KOMPOZIT SZERKEZETEK LÖVEDÉKÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA	93
25. Németh Balázs Ákos	
A VELENCEI-TÓ TÉRBENI VIZMINŐSÉG-VÁLTOZÁSA.....	98
26. Fazekas Gábor	
HULLADÉKCSÖKKENTÉS RUGALMAS KÖZEGGEL VALÓ KIVÁGÁSNÁL.....	103
27. Fegyverneki György	
MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK ELŐREJELZÉSI LEHETŐSÉGEI AZ AL- HENGERFEJ ÖNTÉSZETBEN, A HŐKEZELÉS SZEREPE.....	107
28. Fehér Tamás	
A PREDIKTÍV HATÉKONYSÁG NÖVELÉSE REGRESSZIÓS FA ALGORITMUSSAL.....	111
29. Ferenci Dénes Zsolt, Gidró Levente	
HOBBI KOORDINÁTA FÚRÓGÉP.....	115
30. Dr. Fogarasi Lajos, Dr. Judák Endre, Petróczki Dr. Károl, Korzenszky Péter	
KALAPÁCSOS APRÍTÓGÉPEK VEZÉRLÉSÉNEK FEJLESZTÉSE	119
31. Fülöp Tamás, Dr. Kapros Tibor, Dr. Szűcs István, Aranyos József	
VEGYES TŰZELÉSŰ ERŐMŰVI GŐZKAZÁN SUGÁRZÁSOS ÉS KONVEKTÍV HŐÁTADÁSÁNAK SZÁMÍTÁSA.....	123
32. Fűzi Beatrix	
A TANÁRI PÁLYA ÉLMÉNYVILÁGA	127
33. Gergely Attila-Levente	
A PÉTERVÁR-I CSAVAR TAGJAI POZÍCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA KÉNYSZEREGYENLETEK SEGÍTSÉGÉVEL.....	131
34. Gidró Levente	
AUTOMATA NÖVÉNYÖNTÖZŐ BERENDEZÉS.....	137

35. Hamerszki Zsolt, Dr. Réger Mihály, Dr. Bagyinszki Gyula SZAKÉRTŐI RENDSZER SZERSZÁMANYAGOK BEVONATOLÁSI TECHNOLÓGIÁJÁNAK KIVÁLASZTÁSÁHOZ.....	141
36. Hárfás Zsolt ATOMERŐMŰ HERMETIKUS TÉRI ZSOMPÖSSZEFOLYÓK KONSTRUKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA ÜZEMZAVARI SZITUÁCIÓKRA.....	145
37. Horváth Ákos MODELLTRANSZFOMRÁCIÓK IMPLEMENTÁCIÓJAINAK AUTOMATIKUS, TRANSZFORMÁCIÓ ALAPÚ GENERÁLÁSA.....	149
38. Horváth Krisztián, Polányi Zoltán, Szűcs István KOKSZOLÓ KEMENCÉK TÜZELÉSTECHNIKAI VIZSGÁLATA.....	153
39. Horváth Zoltán SZÉLESSÁVÚ VEZETÉK NÉLKÜLI ADATÁTVITELI TECHNOLÓGIÁK TESZTELÉSI METODIKÁJA.....	157
40. Iclánzan David GÉNSEBÉSZET MINT OPTIMALIZÁLÁSI PARADIGMA.....	161
41. Johanyák Zsolt Csaba, Dr. Kovács Szilveszter KÖVETKEZTETÉS FUZZY SZABÁLYMÓDOSÍTÁSSAL.....	165
42. Johanyák Zsolt Csaba, Dr. Kovács Szilveszter POLÁR-VÁGAT ALAPÚ FUZZY HALMAZ-INTERPOLÁCIÓ.....	169
43. Kassai Zsolt A SZÓRÁSEGYENLETESSÉG JAVÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI SZERVESTRÁGYA-KIJUTTATÓ GÉPEKNÉL.....	173
44. Keppler István SZEMCSÉS HALMAZOK MOHR-COULOMB FÉLE NYÍRÁSI TÖNKREMENTELÉNEK ELEMZÉSE.....	177
45. Kertész Gábor-Gyula, Molnár József Attila METSZETI MINTAPREPARÁLÁS IONVÉKONYÍTÁSSAL ELEKTRONMIKROSKÓPOS VIZSGÁLAT CÉLJÁBÓL.....	181
46. Király Róbert, Ujhelyi Gábor HŐÁLLÓ LEMEZEK TULAJDONSÁGAI ÉS MÉLYHÚZZHATÓSÁGA.....	185
47. Dr. Kovács Imre OPERATÍV KÖZPONTOK KIALAKÍTÁSA A FRISS ZÖLDSÉGVERTIKUMBAN.....	189
48. KOVÁCS MÁTÉ A BME OKTATÓREAKTORÁNAK SOLID EDGE GÉPÉSZETI TERVEZŐRENDSZER SEGÍTSÉGÉVEL KÉSZÜLT MODELLJE.....	193

49. Kovács Máté	
MUNKAFOLYAMATOK SZIMULÁCIÓJA ÉS FORMÁLIS ANALÍZISE.....	197
50. Kovács Mihály, Magyar István	
ELMÉLETI ISMERETEK ÉS MÉRÉSEK ELEKTROAKTÍV POLIMEREK ELEKTROMECHANIKUS VISELKEDÉSÉRŐL.....	201
51. Kovács Tünde, Barányi István, Dr. Dévényi László	
GOLYÓ/SÍK ELRENDEZÉSŰ KOPTATÓBERENDEZÉS ELEMZÉSE.....	205
52. Köves Tibor, Dr. Dusza Ján	
RÉTEGELT KERÁMIÁK VIZSGÁLATA VÉGESELEMES MÓDSZERREL.....	211
53. Krajnyik Károly, Dr. Nagy Sándor, Dr. Péter László	
CSAVARFEJ SZILÁRDSÁGTANI VIZSGÁLATA.....	215
54. Kriston Ildikó	
STABILIZÁTOROK REAKCIÓMECHANIZMUSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA PHILLIPS TÍPUSÚ POLIETILÉNENBEN.....	219
55. Kulcsár Gyula	
KITERJESZTETT RUGALMAS FLOW SHOP ÜTEMEZÉSI FELADAT MODELLEZÉSE ÉS MEGOLDÁSA.....	223
56. Kuzsella László, Marossy Kálmán, Bárczy Pál, Nagy Gábor, Emmer János, Raisz Iván	
SZERVES PEROXIDOKKAL TÖRTÉNŐ DEGRADÁCIÓ HATÁSA A POLIPROPILÉN ILLÉKONYANYAG TARTALMÁRA.....	227
57. Kuzsella László, Dr. Szabó Imre.	
A FA TÖMÖRÍTÉSÉNEK HATÁSA A KIALAKULÓ MECHANIKAI TULAJDONSÁGOKRA.....	233
58. László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós	
MRI KÉPEK FELDOLGOZÁSA	237
59. Dr. Lengyel Antal, Peidl László	
DIESEL MOTOROK KÜLSŐ PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA ETANOL-GÁZOLAJ KEVERÉKŰ HAJTÓANYAG ALKALMAZÁSÁVAL.....	243
60. Dr. Lévai Imre, Dr. Nándoriné Tóth Mária	
TÁJÉKOZTATÁS A GOLDFARB - FÉLE HENGERES CSIGAHAJTÁS FEJLESZTÉSÉRŐL.....	247
61. Mende Tamás, Dr. Roósz András	
A MGO-Al ₂ O ₃ -CaO FÁZISDIAGRAM CaO-BAN DÚS SARKÁNAK SZÁMÍTÁSA ESTPHAD MÓDSZERREL	251

62. Mészáros Ferenc, Dr. Cselényi József, Dr. Tóth Tibor, Dr. Kovács György., Bálint Richárd	
AUTÓIPARI KLASZTER BEMUTATÁSA A KÁRPÁTOK BESZÁLLÍTÓI KLASZTER PÉLDÁJÁN KERESZTÜL.....	255
63. Mezei Sándor	
FORGÁSTESTEK RUGALMAS GYÁRTÁSA FÉLAUTOMATA ESZTERGAPADOKON CSOPORTTECHNOLÓGIA SEGÍTSÉGÉVEL	259
64. Miklósi Péter	
ELHASZNÁLT KISMÉRETŰ ELEKTROMOS HÁZTARTÁSI ESZKÖZÖK JELLEMZŐI.....	263
65. Mileff Péter, Nehéz Károly	
BESZÁLLÍTÓI LÁNCOK ELEMZÉSE ANALITIKUS, JÁTÉKELMÉLETI ÉS KORLÁTOZÁS PROGRAMOZÁS MÓDSZERÉVEL.....	267
66. Molnár Gyula, Kovács Tünde, Nagyné Halász Erzsébet	
ACÉL PRÓBATESTEK KOPÁSVIZSGÁLATA	271
67. Nagyné Gyüker Mónika, Dr. Bányainé Tóth Ágota, Dr. Cselényi József	
BESZÁLLÍTÓI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSA KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A BESZÁLLÍTÓK KAPACITÁSKORLÁTAIRA.....	275
68. Nemes Zoltán, Zsakó Zoltán, Dr. Filep Emőd, Dr. Kenéz Lajos	
A LINEÁRIS NONIZOTERM PLAZMAREAKTOR FIZIKAI FOLYAMATAI.....	281
69. Oláh Béla, Dr. Bányai Tamás, Dr. Cselényi József	
HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ EGY ELOSZTÓRAKTÁRRAL RENDELKEZŐ LOGISZTIKÁVAL INTEGRÁLT ÖSSZESZERELŐ RENDSZER VÁLTOZATAINAK ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA.....	287
70. Oláh Erzsébet	
DIASZTEREOMEREK ELVÁLASZTÁSA NORMÁL FÁZISÚ FOLYADÉKKROMATOGRÁFIÁVAL.....	293
71. Orbán György	
AZ ÉPÍTÉSZETI INFORMÁCIÓ ÉRTELMEZÉSE 4 DIMENZIÓS, PROJEKTÍV SZEMPONTBÓL	297
72. Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László	
A MÁGNESES TISZTÍTÁS HATÉKONYSÁGÁNAK ELEMZÉSE, NÉHÁNY ÜVEGIPARI ALAPANYAG ESETÉN	301
73. Petz Zsuzsanna, Dr. Török Ákos	
AZ ANDEZIT SZIKLAFALAK FELÜLETI TULAJDON-SÁGAINAK VÁLTOZÁSA MAGNÉZIA HATÁSÁRA	305

74. Dr. Pinke Péter, Dr. Réger Mihály, Marcinka Roderik Ti6Al4V JELÖLÉSŰ ÖNTÖTT TITÁNÖTVÖZET HŐKEZELÉS UTÁNI SZÖVETSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA	309
75. Pótári Tamás VIRTUÁLIS PROTOBOARD	315
76. Puskás Nikoletta KARCVIZSGÁLAT JELENTŐSÉGE, ALKALMAZÁSA KERÁMIA MÁZAK VIZSGÁLATÁNÁL	319
77. Róth Sándor AUSZTENITES HŐ- ÉS KORROZIOÁLLÓ LEMEZEK TULAJDONSÁGAI ÉS MÉLYHÚZHATÓSÁGA	323
78. Schrempf Norbert, Dr. Tóth László ENERGETIKAI CÉLÚ SZÉLMÉRÉSEK TERVEZÉSÉNEK ELVI KÉRDÉSEI	327
79. Spisák Ottó, Dr. Dezső Gergely BELSŐ BORDÁZOTT TENGELY GYÁRTÁSTERVEZÉSE ÉS VIZSGÁLATA VÉGESELEM-MÓDSZERREL	331
80. Dr. Szabó Ottó SZERSZÁMNYOMÁS OPTIMÁLÁSA DÖRZSKÖSZÖRÜLÉSÉNél	335
81. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József ION-EGYKRISTÁLYOK FORGÁCSOLÁSÁNAK SZIMULÁCIÓJA	339
82. Szabó P. Balázs KÍSÉRLETEK VISZKOELASZTIKUS BIOLÓGIAI ANYAG FIZIKO-MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATÁRA	343
83. Szilágyi Sándor Miklós, Görög Levente Károly, László Sándor Elek TÉRBELI SZÍVMODELL ALKALMAZÁSA A DIAGNOSZTIKÁBAN	347
84. Dr. Szlivka Ferenc, Molnár Ildikó AXIÁL VENTILÁTOR MÉRETEZÉSE A MÉRÉSI EREDMÉNYEK TÜKRÉBEN...	351
85. Szűcs András, Pósa Márk FRÖCCSÖNTÉSI PARAMÉTEREK HATÁSA AZ ÜREGNYOMÁSRA.....	355
86. Szűcs András, Szabó Ferenc, Pósa Márk MÉRŐRENDSZER ÜREGNYOMÁS-MÉRÉSHEZ.....	359
87. Tarczal Lajos A PMK-2 KÍSÉRLETI BERENDEZÉS MODELLEZÉSE AZ ASTEC KÓDDAL.....	363

88. Torkos Zoltán SZEMÉLYGÉPKOCSIK BELSŐ VILÁGÍTÁSÁNAK KÖRNYEZETHELYES TERVEZÉSE.....	367
89. Török Ádám A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS ÁLTAL OKOZOTT KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁS ÉS KLÍMAVÁLTOZÁS BECSLÉSE.....	371
90. Dr. Varga Gyula KÖRNYEZETBARÁT MEGMUNKÁLÁSOK TRIBOLÓGIAI KÉRDÉSEI	375
91. Varró Gergely GRÁFTARNSZFORMÁCIÓS BENCHMARKOK DEFINIÁLÁSA.....	379
92. Zádor István, Falvy Bence, Horváth Dániel, Dr. Vajda István ÁLLANDÓ MÁGNESES LENGÉS-CSILLAPÍTÓ TERVEZÉSI LÉPÉSEI	383
93. Zöldy Máté Zöldy Máté BIOETANOL-BIODÍZEL-GÁZOLAJ HAJTÓANYAG EMISSZIÓJÁNAK KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATA FÉKPADI MÉRÉSEK ALAPJÁN	387
94. Zörgő Zoltán XML-RELÁCIÓS MODELL	391
95. Dr. Lengyel Antal, Szegedi Attila Dr. Lengyel Antal, Szegedi Attila TRAKTOROK TELJESÍTMÉNYÁTVITELI BERENDEZÉSEINEK KIALAKÍTÁSI MÓDJAI ÉS A VONÓERŐ KIFEJTÉSRE GYAKOROLT HATÁSAI.....	395
96. Böjte György HENGERES FOGASKERÉK FOGASLÉC SEGÍTSÉGÉVEL VALÓ GENERÁLÁSÁNAK A SZEMLÉLTETÉSE.....	399
SZERZŐK JEGYZÉKE.....	403

CONTENTS

Dr. Gyenge Csaba, Dr. Branko Katalinic PREFACE	XIX
1. Dr. Dudás Illés HIGH TECHNOLOGIES IN PRODUCTION ENGINEERING.....	XXI
2. Suplicz Sándor PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF ELECTRONIC LEARNING.....	XXXI
3. Szász Zoltán Elemér, Szilágyi Sándor Miklós (FMTÜ-2005) APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS IN THE FIELD OF MEDICAL IMAGE PROCESSING.....	1
4. Árendás Csaba, Pethő László APPLICATION OF QUANTUMMECHANICAL EFFECTS IN IT SECURITY TECHNOLOGIES	5
5. Bagyinszki Gyula Dr., Bitay Enikő Dr., Kovács Tünde INCREASING THE DAMAGE RESISTANCE OF FORMING TOOLS BY USING SURFACE HEAT TREATMENTS	9
6. Bákai Tamás REVEALING THE PROPERTIES OF THE NONE-VISIBLE-STATE-SPACE ACCORDING TO THE BEHAVIOUR OF THE VISIBLE-STATE-SPACE IN THE LEARNING SYSTEMS.....	15
7. Baki-Hari Zoltán-Gábor QUALITY IMPROVEMENT OF RAPID PROTOTYPING MODELS.....	19
8. Dr. Balajti Zsuzsanna, Dr. Dudás Illés NEW MATHEMATICAL MODEL FOR ANALYSING OF HELICOID SURFACES.....	23

9. Bálint Péter	
INCREASE OF THE LIFETIME OF MINIATURE CAR-LAMPS (LOWERING THE MATERIAL COSTS, VIA MODIFICATION OF THE GLASS-METAL SEALS).....	27
10. Barta István, Borossay Béla	
HEAT TREATING OF ALUMINIUM ALLOYS.....	31
11. Bauer Péter	
AUTOMATIC GENERATION OF LAGRANGE MOTION EQUATIONS AND AN EXAMPLE FOR THEIR APPLICATION	35
12. Beleznai Róbert, Boros András, Szávai Szabolcs	
FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE STRAIGHT WIRE ROPE STRAND FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE STRAIGHT WIRE ROPE STRAND.....	39
13. Bíró Szabolcs, Dr. Sipos Sándor	
INVESTIGATIONS OF NEXT-GENERATION, HIGH-PERFORMING TURNING TOOLS.....	43
14. Dr. Bitay Enikő, Dr. Réti Tamás.	
TOPOLOGICAL CHARACTERIZATION OF APERIODIC CELLULAR STRUCTURES.....	47
15. Bodnár Imre, Ladányi József	
STEEL OR COPPER? COMPARISON OF STEEL AND COPPER EARTHING GRID.....	57
16. Cserta Erzsébet, Dr. Szűcs István	
CROP, BASIS OF ENERGY.....	60
17. Csikja Rudolf	
BLOW UP IN DINAMICAL SYSTEMS.....	65
18. Dr. Dán András, Kiss Péter	
EFFECT ON POWER QUALITY OF THE HIGH POWER ELECTRIC TRACTION	69
19. Darabont Horváth István	
NONLINEAR MODEL PREDECTIVE CONTROL USING AN EXAMPLE	73
20. Decsi Tamás	
SHORT-TERM ESTIMASTION OF THE INTERCONNECTED TIE-LINES' POWER-FLOW.....	77
21. Dr. Dudás Illés, Felhő Csaba	
APPLICATION OF RAPID PROTOTYPING AT PROSTHESIS MANUFACTURING.....	81

22. Dúl Róbert	
DESIGN AND FINITE ELEMENT ANALYSIS OF AN ALUMINIUM CASTING FOR OFFICE DESKS.....	85
23. Fábíán Enikő Réka	
IMPORTANT POINTS IN TIME OF COLD ROLLING AT LOW CARBON MILD STEEL FROM POINT OF VIEW OF TH VALUE.....	89
24. Faurné Csukat Gabriella	
STUDY OF BALLISTIC COMPOSITE STRUCTURES	93
25. Németh Balázs Ákos	
THE TERRITORIAL CHANGE OF WATER-QUALITY ON LAKE VELENCE.....	98
26. Fazekas Gábor	
WASTE MATERIAL REDUCING IN BLANKING PROCESSES WITH FLEXIBLE PAD WASTE MATERIAL REDUCING IN BLANKING PROCESSES WITH FLEXIBLE PAD.....	103
27. Fegyverneki György	
CHANCES OF THE FORECAST OF THE MECHANICAL PROPERTIES AT CYLINDERHEAD CASTING, THE ACT OF THE HEAT TREATMENT.....	107
28. Fehér Tamás	
INCREASING THE PREDICTIVE POWER WITH THE HELP OF REGRESSION TREES.....	111
29. Ferenci Dénes Zsolt, Gidró Levente	
HOBBY COORDINATE DRILL MACHINE.....	115
30. Dr. Fogarasi Lajos, Dr. Judák Endre, Petróczki Dr. Károl, Korzenszky Péter	
DEVELOPMENT OF CONTROL OF HAMMER MILLS	119
31. Fülöp Tamás, Dr. Kapros Tibor, Dr. Szűcs István, Aranyos József	
CALCULATION OF RADIATION AND CONVECTIVE HEAT TRANSFER OF MIXED HEATED POWER STEAM BOILER.....	123
32. Fűzi Beatrix	
EXPERIENCES OF TEACHER PROFESSION.....	127
33. Gergely Attila-Levente	
DETERMINING THE POSITION OF THE PARTS OF THE PETERVAR SCREW BY CONSTRAINED EQUATIONS.....	131
34. Gidró Levente	
AUTOMATIC WATERING DEVICE.....	137
35. Hamerszki Zsolt, Dr. Réger Mihály, Dr. Bagyinszki Gyula	
AN EXPERT SYSTEM FOR THE SELECTION OF WEAR-RESISTANT SURFACE COATINGS OF TOOL MATERIALS.....	141

36. Hárfás Zsolt	
ANALYSIS OF SUMP SLURRED CONSTRUCTION IN CASE OF ACCIDENT SITUATION IN NUCLEAR POWER PLANTS.....	145
37. Horváth Ákos	
AUTOMATIC TRANSFORMATION BASED GENERATION OF THE IMPLEMENTATION OF MODEL TRANSFORMATIONS.....	149
38. Horváth Krisztián, Polányi Zoltán, Szűcs István	
THE FIRING TECHNIQUE EXAMINATION OF A COAL FURNACES.....	153
39. Horváth Zoltán	
TESTING METHODOLOGY OF WIRELESS BROADBAND TECHNOLOGIES.....	157
40. Iclánzan David	
GENETIC ENGINEERING AS AN OPTIMIZATION PARADIGM.....	161
41. Johanyák Zsolt Csaba, Dr. Kovács Szilveszter	
INFERENCE BY FUZZY RULE REVISION.....	165
42. Johanyák Zsolt Csaba, Dr. Kovács Szilveszter	
FUZZY SET INTERPOLATION BASED ON POLAR CUT.....	169
43. Kassai Zsolt	
THE POSSIBILITIES OF CORRECTION FOR DISTRIBUTION UNIFORMITY AT MANURE SPREADERS.....	173
44. Keppler István	
ANALYSIS OF GRANULAR MATERIAL'S MOHR-COULOMB YIELD PROCESS.....	177
45. Kertész Gábor-Gyula, Molnár József Attila	
ION MILLING TECHNIQUE USED IN CROSS-SECTIONAL SAMPLE PREPARATION IN VIEW OF MICROSTRUCTURE INVESTIGATION BY TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPE (XTEM).....	181
46. Király Róbert, Ujhelyi Gábor	
MECHANICAL PROPERTIES AND DEEP-DRAWABILITY OF HEAT RESISTANT AUSTENITIC STEELS.....	185
47. Dr. Kovács Imre	
OPERATIVE CENTRES ON THE MARKET OF FRESH VEGETABLES.....	189
48. KOVÁCS MÁTÉ	
SOLID MODEL CREATED BY THE HELP OF SOLID EDGE 3D CAD SOFTWARE ABOUT THE NUCLEAR TRAINING REACTOR OF THE INSTITUTE OF NUCLEAR	193

49. Kovács Máté	
SIMULATION AND FORMAL ANALYSIS OF WORKFLOW MODELS.....	197
50. Kovács Mihály, Magyar István	
ABSTRACTS AND MEASURING OF THE ELECTROMECHANICAL BEHAVIOR OF ELECTRO-ACTIV POLYMER ACTUATORS.....	201
51. Kovács Tünde, Barányi István, Dr. Dévényi László	
THE STUDIE OF THE WEAR EXPERIMENTAL SETUP BASE OF THE BALL/PLANE IMPACT.....	205
52. Köves Tibor, Dr. Dusza Ján	
FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE LAYERED CERAMICS.....	211
53. Krajnyik Károly, Dr. Nagy Sándor, Dr. Péter László	
INVESTIGATION OF MECHANICAL STRENGTH OF SCREW HEAD.....	215
54. Kriston Ildikó	
STUDYING THE MECHANISM OF ANTIOXIDANTS IN PHILLIPS TYPE POLYETHYLENE.....	219
55. Kulcsár Gyula	
MODELING AND SOLVING OF THE EXTENDED FLEXIBLE FLOW SHOP SCHEDULING PROBLEM.....	223
56. Kuzsella László, Marossy Kálmán, Bárczy Pál, Nagy Gábor, Emmer János, Raisz Iván	
THE EFFECT OF ORGANIC PEROXIDE DEGRADATION ON THE VOLATILE CONTAIN OF POLYPROPYLENE.....	227
57. Kuzsella László, Dr. Szabó Imre	
THE EFFECTS OF THE COMPRESSION ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE WOOD MATERIALS.....	233
58. László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós	
MRI IMAGE PROCESSING	237
59. Dr. Lengyel Antal, Peidl László	
DETERMINING THE COMMON PARAMETERS OF THE DIESEL ENGINES USING ETHANOL-DIESEL OIL FUEL	243
60. Dr. Lévai Imre, Dr. Nándoriné Tóth Mária	
INFORMATIONS OF GEOMETRICAL ANALYSIS OF GOLDFARB- WORMGEAR.....	247
61. Mende Tamás, Dr. Roósz András	
THE CALCULATION OF THE CAO RICH CORNER OF THE MgO-Al ₂ O ₃ -CaO PHASE DIAGRAM BY ESTPHAD METHOD	251

62. Mészáros Ferenc, Dr. Cselényi József, Dr. Tóth Tibor, Dr. Kovács György., Bálint Richárd	
CLUSTER MODELL RELATED TO AUTOMATIVE INDUSTRY THROUGH THE EXAMPLE OF CARPATHIAN INCARRIER NETWORK.....	255
63. Mezei Sándor	
WORKING ON SEMIAUTOMATIC TURNING-LATHE OF ROTATION PARTS BY GROUP TECHNOLOGY	259
64. Miklósi Péter	
CHARACTERISTIC OF WASTE SMALL HOUSEHOLD APPLIANCES.....	263
65. Mileff Péter, Nehéz Károly	
ANALYSING OF SUPPLY CHAINS WITH ANALYTICAL, GAME THEORY AND CONSTRAINT PROGRAMMING METHODS.....	267
66. Molnár Gyula, Kovács Tünde, Nagyné Halász Erzsébet	
EXAMINATION OF WEAR PROPERTIES ON STEEL SPECIMENS	271
67. Nagyné Gyüker Mónika, Dr. Bányainé Tóth Ágota, Dr. Cselényi József	
OPTIMISATION OF PURCHASING SYSTEM IN REGARD TO CAPACITY LIMIT OF SUPPLIERS.....	275
68. Nemes Zoltán, Zsakó Zoltán, Dr. Filep Emőd, Dr. Kenéz Lajos	
THE PHYSICAL PROCESS OF THE LINEAR NON ISOTHERMAL PLASM REACTOR.....	281
69. Oláh Béla, Dr. Bányai Tamás, Dr. Cselényi József	
SENSITIVITY ANALYSIS OF VARIATIONS OF LOGISTICS INTEGRATED COOPERATIVE ASSEMBLY SYSTEM WITH ONE DISTRIBUTION WAREHOUSE	287
70. Oláh Erzsébet	
SEPARATION OF DIASTEREOMERS WITH NORMAL PHASE LIQUID CHROMATOGRAPHY	293
71. Orbán György	
THE INTERPRETATION OF ARCHITECTURAL INFORMATION FROM VIEWPOINT OF 4 DIMENSION AND PROJECTIVITY	297
72. Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László	
EXAMINATION OF THE EFFECTS OF MAGNETIC CLEANING PROCESSES OF THE MINERAL RAW MATERIALS FOR GLASSES	301
73. Petz Zsuzsanna, Dr. Török Ákos	
THE EFFECT OF MAGNESIA ON THE SURFACE PROPERTIES OF ANDESITE CLIFF FACES	305

74. Dr. Pinke Péter, Dr. Réger Mihály, Marcinka Roderik THE INVESTIGATION OF THE HEAT TREATED MICROSTRUCTURE OF THE CASTED Ti6Al4V TITANIUM ALLOY.....	309
75. Pótári Tamás VIRTUAL PROTOBOARD	315
76. Puskás Nikoletta IMPORTANCE AND APPLICATION OF SCRATCH TEST IN EXAMINATION OF CERAMIC GLAZES	319
77. Róth Sándor PROPERTIES AND DEEP-DRAWBILITY OF AUSTENITIC HEAT- AND CORROSION RESISTANT STEELS	323
78. Schrempf Norbert, Dr. Tóth László Schrempf Norbert, Dr. Tóth László MATTERS OF PLANNING THE ENERGETICALLY WIND MEASUREMENT	327
79. Spisák Ottó, Dr. Dezső Gergely EXAMINATION OF INNER RIBBED SHAFT BY FINITE ELEMENT METHOD AND ITS PRODUCTION PLANNING	331
80. Dr. Szabó Ottó OPTIMISATION OF THE TOOLPRESSURE ON HONING	335
81. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József SIMULATION OF CUTTING OF ION SINGLE CRYSTALS	339
82. Szabó P. Balázs ANALYSING OF VISCO-ELASTIC MATERIALS TO DETERMINE PHYSICAL- MECHANICAL PROPERTIES	343
83. Szilágyi Sándor Miklós, Görög Levente Károly, László Sándor Elek SPATIAL HEART MODEL IN DIAGNOSIS	347
84. Dr. Szlivka Ferenc, Molnár Ildikó DESIGN METHOD OF AXIAL FLOW FAN AND MEASURING RESULTS	351
85. Szűcs András, Pósa Márk EFFECT OF MACHINE CONTROLS ON CHARACTER OF CAVITY PRESSURE.....	355
86. Szűcs András, Szabó Ferenc, Pósa Márk SET UP AS A MEASURING SYSTEM FOR CAVITY PRESSURE.....	359
87. Tarczal Lajos ANALYSIS OF THE PMK-2 TEST FACILITY USING ASTEC CODE.....	363

88. Torkos Zoltán	
DESIGN FOR ENVIROMENT OF CAR INTERIOR LIGHTING.....	367
89. Török Ádám	
ESTIMATION METHOD OF POLLUTION AND CLIMATE CHANGE CAUSED BY ROAD TRANSPORTATION.....	371
90. Dr. Varga Gyula	
TRIBOLOGICAL QUESTIONS OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY MACHINING	375
91. Varró Gergely	
DEFINITION OF GRAPH TRANSFORMATION BENCHMARKS.....	379
92. Zádor István, Falvy Bence, Horváth Dániel, Dr. Vajda István	
DESIGN STEPS OF A PERMANENT MAGNETIC SHOCK_ABSORBER	383
93. Zöldy Máté	
ENVIRONMENTAL ANALISYS OF THE BIOETHANOL-BIODIESEL-DIESEL OIL FUEL'SEMISSION BASED ON ENGINE TEST BENCH INVESTIGATIONS	387
94. Zörgő Zoltán	
XML-RELATIONAL MODEL	391
95. Dr. Lengyel Antal, Szegedi Attila	
DEVELOPMENT METHODES OF TRACTOR TRANSMISSIONS, AND ITS EFFECT FOR THE TRACTION POWER	395
96. Böjte György	
CAD SOLID MODEL SIMULATION OF GENERATING CYLINDRICAL GEAR WITH FOOTH RACK.....	399
LIST OF AUTHORS.....	403

ELŐSZÓ

A 11. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszakának szervező és tudományos bizottságai nevében örömmel és szakmai elégtétellel nyugtázom, hogy ebben az – egyetemkérdés szempontjából – eléggé viharos hangulatban is sikerült megrendeznünk ezt a konferenciát és megjelentetnünk a 95 tudományos dolgozatot összefoglaló kiadványt.

A kötetben szereplő tudományos dolgozatokat olvasva megállapíthatjuk, hogy mind a gépészet széles területén, mind az alkalmazott informatika, anyagtudományok, logisztika, agrártudomány és élelmiszeripar szakterületén értékes és korszerű kutatások eredményeit ismertetik. Áttanulmányozva ennek a nagy számú fiatal kutatónak (doktoranduszok, diploma tervezők, egyetemi hallgatók és ipari kutatók) a dolgozatait és meghallgatva ezek előadását valamint kiértékelését, megfelelő betekintést nyerhetünk a partner egyetemek és ezek tanszékeinek kutatási irányzataiba és eredményeibe. Ugyanakkor bízom abban, hogy a konferencia megfelelő keretet tud biztosítani a tudományos együttműködések kialakításához is.

Igen örömdetes, hogy az idei konferenciára több mint 10 dolgozat érkezett a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem marosvásárhelyi Műszaki Tudományok Karáról. Így most már nyugodtan mondhatjuk, hogy sikerült integrálni az erdélyi magyar fiatal műszakiak zömét.

A beérkezett dolgozatok között szép számban szerepelnek a különböző határokat átívelő kutatások (CEEPUS, NATO, SOCRATES programok, illetve intézmények közti együttműködések EME-Kutatóintézet és Budapesti Műszaki Főiskola, Nagyszombati Egyetem – BMF) eredményei.

Az idejében beérkezett dolgozatokat idén is a tudományos bizottság tagjai értékelték ki, néhány esetben az észrevételeiket ismertették a szerzőkkel.

A konferencia és a kiadvány nemzetközi elismeréséhez az is hozzájárul, hogy immár negyedik éve a neves DAAAM közép-európai tudományos társaság védnökségét élvezzi, ennek köszönhetően szerepel az FMTÜ a DAAAM egyesület évi közlönyeiben. A kapcsolat más területen is gyümölcsözőnek bizonyult, sok értékes szervezési és tudományos információval gazdagodtunk, átadták konferencia-szervezési tapasztalataikat, és azzal is büszkélkedhetünk, hogy az FMTÜ kiadványai már ötödik éve szerepelnek a Bécsi Műszaki Egyetem könyvtárában a DAAAM egyesület kiadvány-sorozatai mellett.

Szeretném megköszönni valamennyi szerző hozzájárulását a kiadvány létrejöttéhez, valamint a lelkes és kitartó szerkesztőbizottságnak az értékes munkáját.

Az FMTÜ Tudományos Bizottságának
elnöke



Dr. Gyenge Csaba
Az MTA külső tagja

Congratulations for the 11. FMTÜ
conference!

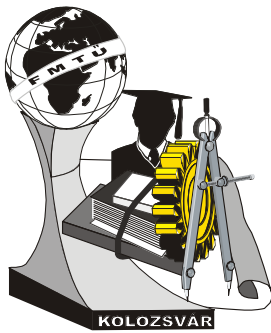
I wish a lot of successes for you.

Prof.Dr.hc.multi Branko Katalinic



President of DAAAM International
Vienna 2006.

Kolozsvár, 2006. március 5.



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

CSÚCSTECHNOLÓGIÁK A GÉPGYÁRTÁSBAN

Prof. Dr. Dr. h.c. Dudás Illés D.Sc

Introduction

Greater and greater connection of science of metal cutting and economics can be noticed in the last years. Present reports [1] conclude, that necessary to integrate strongly technology and informatics (IT).

We can mentioned as examples the simulation of process planning and production planning, modelling of efficiency of production plans including operational persons, functional product analysis, virtual production and verification of algorithms.

In case of metal cutting the key is: reduction of dimensions of parts, high quality surface roughness, strict tolerances and production accuracy, reduced costs, reduced weight of parts and smaller batch quantity.

These changes have direct effects on inputs of cutting processes, namely on cutting tools and cutting tool materials, quality of workpieces and coolants and lubricants. We describe the details in this paper.

1. Bevezetés

A forgácsolástechnológia tudomány és a gazdaságtudomány egyre növekvő kapcsolódása mutatkozik az utóbbi időben. Jelenlegi tanulmányok [1] arra a következtetésre jutottak, hogy a technológiát és az információtechnológiát (IT) használó menedzsmentet erősen kell integrálni, például a folyamattervezés és gyártástervezés, gyártási rendszerek szimulációja, a hatékony, gyors gyártás, új termékek gyors újratervezése, gyártóeszköz hatékonyságának modellezése beleértve a kezelő személyzetet, funkcionális termékelemzés, algoritmusok virtuális gyártása és ellenőrzése. **A forgácsolás technológia esetében a kulcs: az alkatrészek méretének csökkentése, kiemelt felületminőség, szoros tűrések és gyártási pontosság, csökkentett költségek, az alkatrészek súlyának csökkentése és kisebb sorozat nagyság.**

Ezen változásoknak közvetlen hatásai vannak a forgácsolási folyamat elsődleges inputjára nevezetesen a forgácsoló szerszámra és szerszámanyagra, a munkadarab anyagminőségre és a hűtő-kenő folyadéokra. Mindezen inputokról a terjedelem keretein belül szólnunk ebben a dolgozatban

2. Általános fejlesztési tendenciák

A gépgyártástechnológia fejlesztésének általános tendenciáiból az alábbi pontokba foglaltak tartoznak a korszerű gyártási eljárások közé [7]:

- 1.) **A termékstruktúrák miniatürizálása** felé vezető úton fejlődött ki gyors tempóban a **mikrorendszertechnika**. (Pl.: egy komplett bolygó hajtómű átmérője 2,8 mm, érvizsgálatokhoz). A mikrorendszertechnika bonyolult, miniatűr, mikromechanikus alkatrészelemek gyártására szolgál többnyire nem mechanikus (pl.: litográfiai) gyártási eljárás alapján [5].
- 2.) A **Rapid-prototyping** eljárás komplex geometriai szerkezetű prototípusok közvetlen előállítására és termékfejlesztési idők rövidítésére szolgál. A folyamatidők rövidülése a termék struktúrától függően 30-70 % is lehet.
- 3.) **Near-net-shape technológia**. A racionalizálás és teljesítmény növelés egyik új útja rajzolódik ki ezen technológia alkalmazásával. A Near-net-shape technológián olyan munkadarabok készremunkálását értik, amelyek elsődleges és képlékeny alakítás után már csak kissé különböznek a kész kontúrtól, azaz kis ráhagyásokat kell eltávolítani lehetőleg egy befogásban és egy fogással. Ehhez döntően hozzájárult az eróziós technika fejlődése.
- 4.) Műszaki fejlődés „új” **konstrukciós anyagokkal** és „nagy” pontossággal.

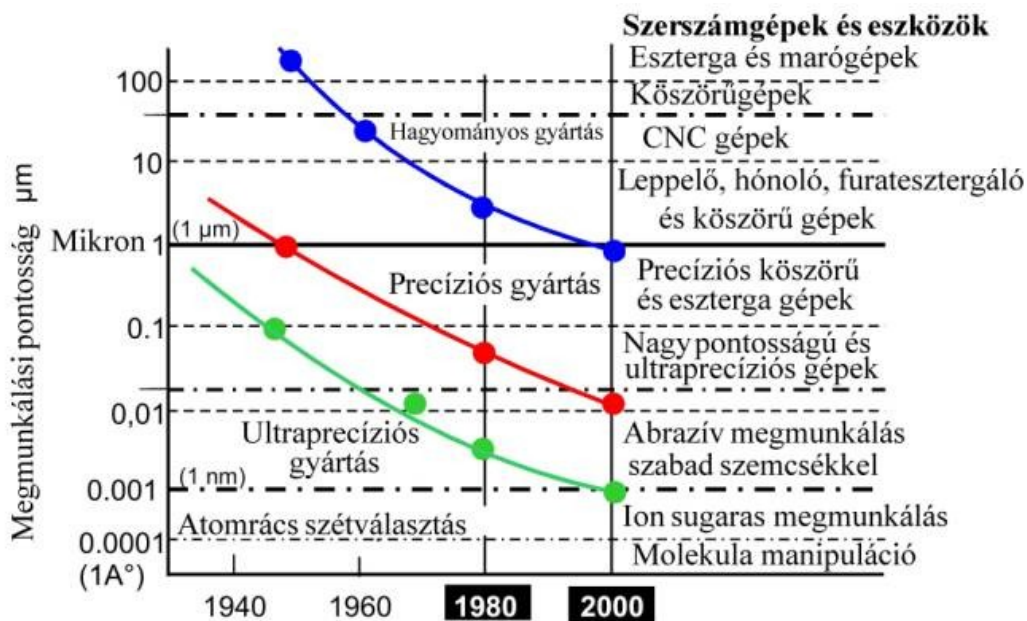
A cikk készült az MTA-ME Gépgyártástechnológia Kutatócsoport keretén belül.

Paper was made in the frame of research work of Production Engineering research group of HAS.

- a) **Nagyszilárdságú kerámia.** (Jelentős alkalmazási terület pl.: kerámia golyócsapágy, kerámia belsőégésű motor csúszógyűrűs tömitései) szálerősítésű műanyagok (pl.: járműgyártásban, stb.).
- b) Az **ultraprecíziós technikák** az új anyagokkal együtt fejlődnek a tűrés és felületi követelmények, az extrém tartományok felé. A gyártás és mérés technikában növekvő lézer alkalmazás nagy számú visszaverő optikát és tükröt igényel a lézersugár vezetéséhez és formálásához. Ezeket a felületeket a hagyományos köszörüléssel, leppeléssel, polírozással csak hosszú idő alatt, gazdaságtalanul lehet megmunkálni. Ahhoz hogy a pontossági követelmények szubmikrométer (nanométer) tartományáig érjünk el, amelyek már közelítik az anyagok atomsugarát, különleges követelményeket kell támasztani.
 - **Duktilis anyagok ultraprecíziós megmunkálása.** Ezen anyagok ultraprecíziós megmunkálása egykristályos természetes gyémántszerszámokkal esztergálás, marás révén oldható meg. Ezen szerszámoknál 0,01 μm lekerekítési sugarakat is elérhetünk. Természetesen csak olyan fémek és metaloidok megmunkálását teszi lehetővé, amelynek kicsi az affinitása a karbonhoz. Ezen kívül néhány műanyagot is csak így tudunk forgácsolni.
 - **Rideg anyagok ultraprecíziós megmunkálása.** Rideg és kemény anyagok ultraprecíziós köszörülésével sikerül elérni azt, hogy a munkadarab érdessége nanométer tartományba jusson a megfelelő technológiákkal pl.: nagysebességű köszörűkorong és köszörűgép megoldásokkal.
- 5.) Optikai-, lézertechnológia (pl. Rapid-Prototyping)
- 6.) Környezetbarát technológia”

3. Nanotechnológia

Az 1. ábra bemutatja a gyártási képességben 1940 óta bekövetkezett változások függvényében az elérhető gyártási pontosságot.

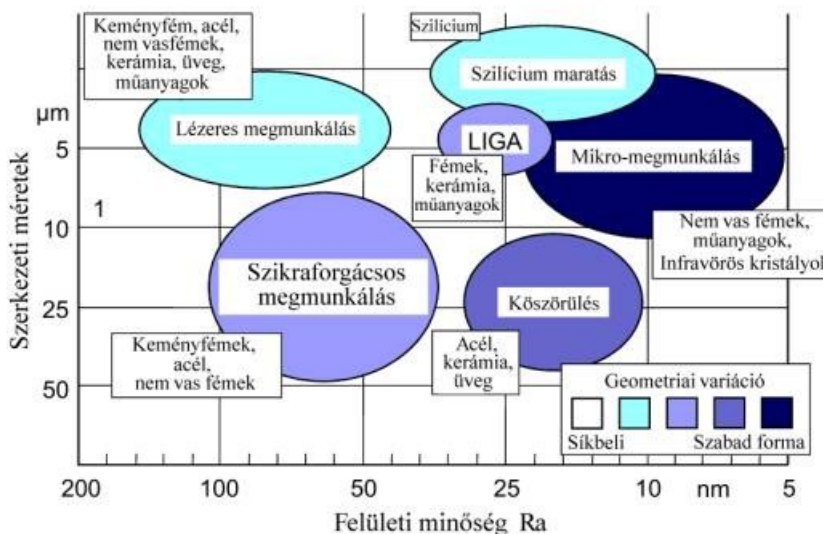


Forrás: McKeown Taniguchi után

1. ábra A forgácsolási folyamatok pontossága az időfolyamán [2]

Ma a számítógéppel vezérelt ultraprecíziós szerszámgépek a szerszámot a munkadarabhoz viszonyítva 1 nm alatti felbontással és pontossággal tudják pozicionálni. Az 1. ábra bemutatja, hogy az elérhető

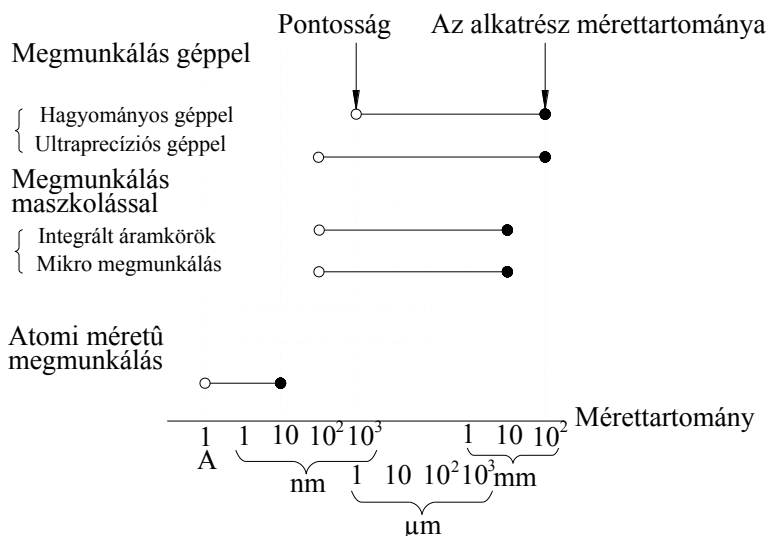
gyártási pontosság nem csak a határozott élű forgácsolószerszámot és az abrazív megmunkálásokat foglalja magába, de olyan energiasűrűségű technikákat is, mint az ion sugaras és elektron sugaras megmunkálás, továbbá a felület mérésére és molekuláris manipulációjára [3] szolgáló „scanning probe” technikát. A „hagyományos megmunkálás” esetén, pl. CNC eszterga és maró gépek, 10÷100 μm értékű pontosság érhető el (1. ábra).



2. ábra A mikrogyártás összehasonlítása más megmunkáló folyamattal [IPT-Aachen]

Az utóbbi évtizedek fejlődése a gyártástechnológiai eljárások pontosságának növekedésében az 3. ábra alapján jól mutatja be. [4]

A maximális pontosság, amely már az átlagos megmunkálási folyamattal elérhető pontosság kb. 1 μm, ez a félvezetőgyártásnál kb. 0.1 μm, az atomi méretű megmunkálásnál néhány Angström. A mérnöki és a fizikai módszerekkel előállított pontosság között van egy 10² ~10³ nm nagyságú rés. Ez a pontossági rés ami számos lehetőséget nyújt a jövőbeli fejlesztésekhez. A szerzők a rés mérettartományán belüli területet „nanométer terület”-nek nevezik. [4]

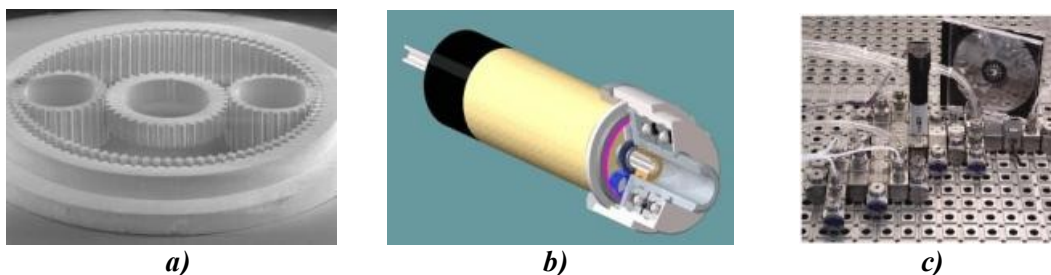


1μm = 10⁻⁶m szubmikronos gyártás, 1nm = 10⁻⁹m nanotechnológiás gyártás

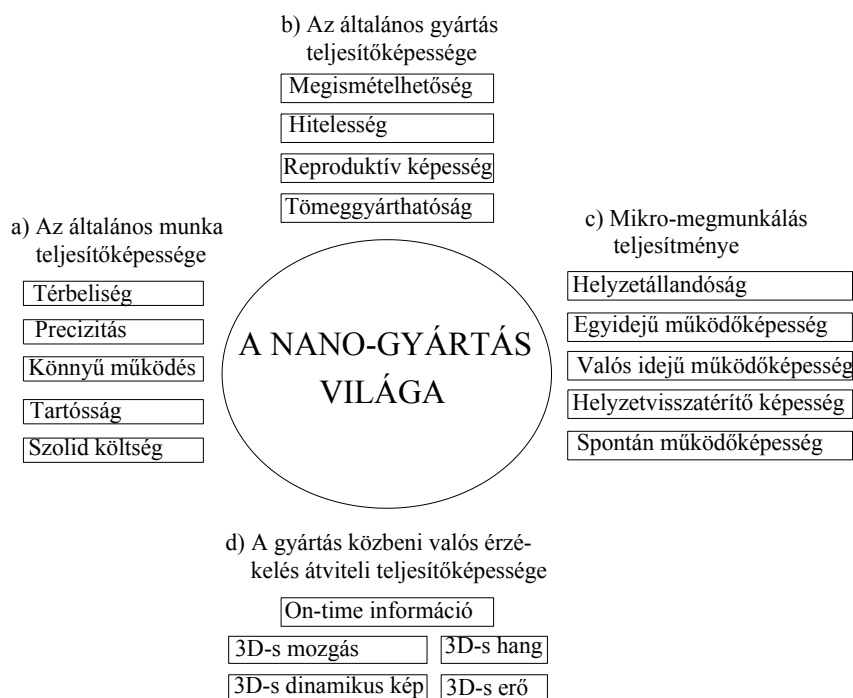
3. ábra Tárgyak pontossága és mérettartománya különböző mikro-megmunkálási folyamatokban

A 3. ábrán bemutatott pontossági fejlődés indokolja az új technikai megoldások könyvben rendszerezett formáját [7].

A **nano-gyártás** néhány termékét a 4. ábra szemlélteti. A nano-megmunkálás megszorításainak feloldásához szükséges teljesítmény jellemzőit az 5. ábrában mutattuk be. Az ábra egyik fele a normál mérettartományú gyártás (az ábra (a) és (b) része) általános jellemzőit látjuk, míg a másik fél pedig a speciális jellemzőket a nanométeres tartományt ((c) és (d) tartalmazza.



4. ábra Mikrotermékek a) mikobolygómű, b) mikromotor c) mikroreaktor [6]



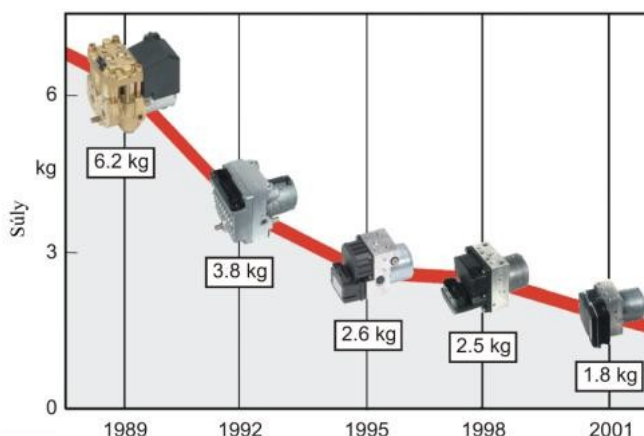
5. ábra A nano gyártás világának teljesítmény jellemzői

A speciális jellemzők közül különösen a helyzetállandóság, a szimultán működőképesség és a visszatérő-képesség a három legfontosabb jellemző.

Ezek értelmezése a következő:

- **Helyzetállandóság**
Az egész gyártást és a hozzá tartozó mérést a munkadarab ugyanazon pontján kell elvégezni. Ha nem ugyanazon ponton végezzük, a kapcsolat a gyártás, az anyagtulajdonságok és a mért értékek között nem lesz pontosan érthető.
- **Egyidejű működőképesség**
A megfigyelő mérést és a gyártási mérést ugyanabban az időben végezzük. A jelenséghez kapcsolódó rendszertelen sorrend nem határozható meg a különböző időkben történt mérésekből.
- **Helyzetvisszatérő képesség**
Néhány műveletet a munkadarab ugyanazon pontján, de különböző időkben kell elvégezni, mivel a műveletek sorrendje azonnali lépéseket kíván egy másik helyen. Ez a jellemző alapvető a rendszer számára, amikor az egyidejű működőképesség nem biztosítható.

Párhuzamosan az elért megnövekedett gyártási pontossággal jelentős fejlesztéseket végeztek az alkatrészek **méretének csökkentésében** is. A 6. ábra bemutatja a súlycsökkenés történelmi fejlődését az ABS rendszer autóiipari alkalmazására. 1989 és 2001 közötti időszakban a súly 6,2 kg-ról 1,8 kg-ra csökkent. Az alkatrészek miniatürizálásával kapcsolatban egy nagyon fontos dolog társítható, nevezetesen a felület térfogat arány megnő. Ebben az esetben a felületnek és annak integritása megnövekedett jelentőséggel bír [1].

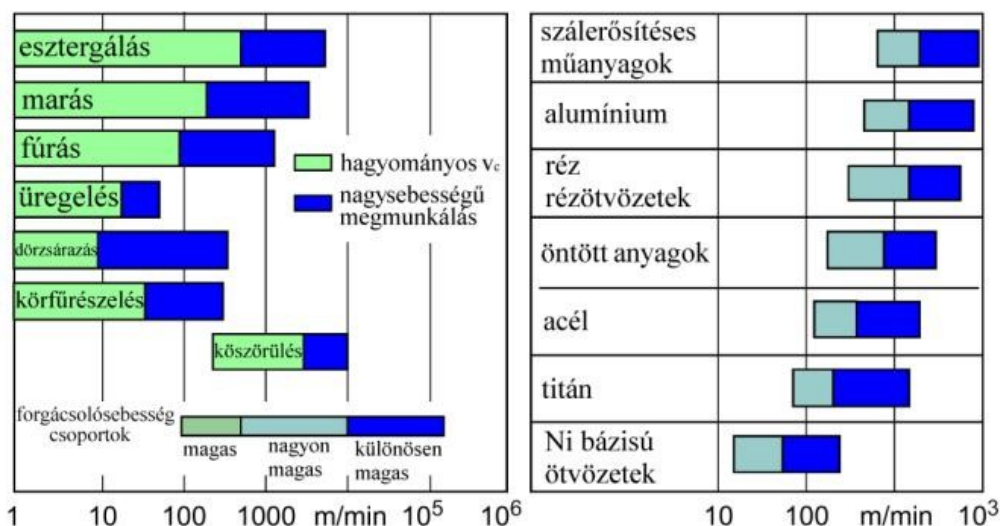


6. ábra Az ABS rendszer súlycsökkenése [Forrás: Bosch]

A forgácsolás: folyamat egyik kulcskérdése /inputja a forgácsolószerszám. 50 évvel ezelőtt a **forgácsolószerszám anyagok** választéka meglehetősen csekély volt, elsődlegesen a következőkre volt korlátozva: **szerszámacélok, gyorsacélok, sztellit és wolframkarbid a kerámiai**. A gazdaságos gyártás érdekében a ciklusidő egy kritikus kérdés és a forgácsolóanyag fejlesztés jelentős növekedést eredményezett nem csak a forgácsolósebességben, de az előtolás mértékében is.

Az anyagválasztási arányok növekedése mind a forgácsolástechnológia fajlagos jellemzői, mind a munkadarab anyagtulajdonságok függvényei. A 5. ábra az elérhető forgácsolási sebességeket mutatja be.

Manapság a nagy sebességű folyamatokat főleg az alumínium és a mangán megmunkálásánál valósítják meg. Ezen munkadarab anyagok viszonylagosan kis mechanikai és hőterhelést jelentenek a forgácsolószerszámnak. Például, mangán homlokmarását szárazon maximum $v_c=4000$ m/min forgácsolósebességgel és $v_f=60$ m/min előtolással végzik. További szerszámfejlesztés lehetővé tette a forgácsolósebesség és az előtolás megnövelését fűraskor és dörzsárazási műveleteknél egészen $v_c=500$ m/min (fűrásra), $v_c=1500$ m/min (dörzsárazásra) és az előtolás $f=0,9$ mm.



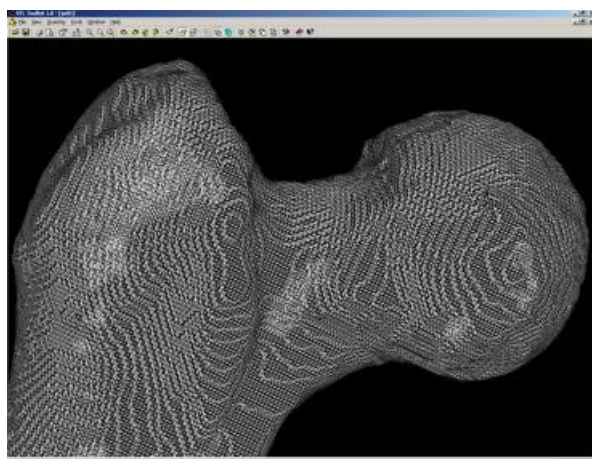
7. ábra Elérhető forgácsolási sebességek [1]

3. Rapid prototyping

A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén egy Z400 3D Printer működik nagy hatékonysággal. A 8. ábrán látható fénykép a berendezés átadásakor készült. Megvalósítható rajta pl. orvosi implantátumok. A 9. ábrán a rapid prototypinggel készített emberi combcsont látható, míg a 10. ábra egy koponyát mutat be.



8. ábra A Z400 3D Printer átadási pillanata a Miskolci Egyetem Gépgyártási Tanszékén



9. ábra Combsont 3D-s képe



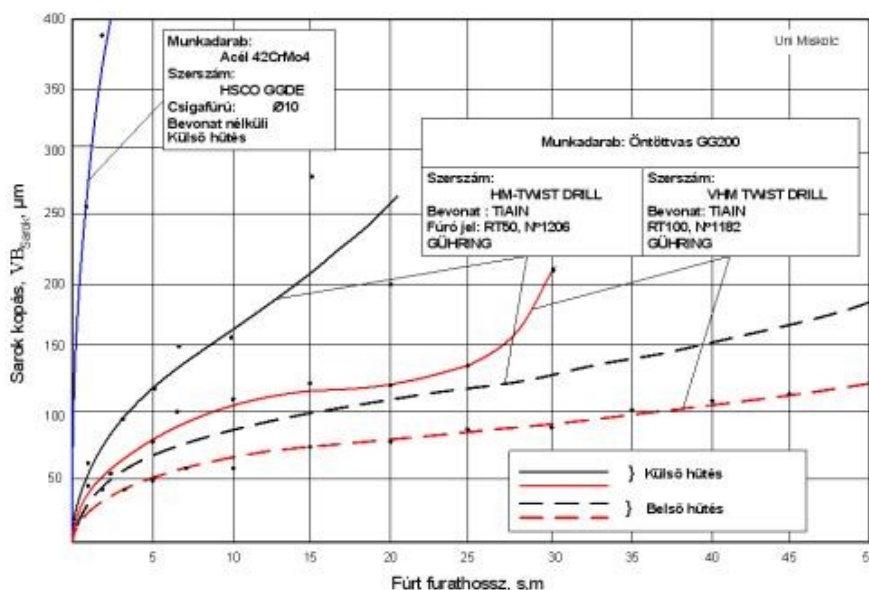
10. ábra Emberi koponya 3D-s képe

4. Környezetbarát megmunkálások

A **káros környezeti hatások** egyik előidézője lehet maga a **gépipari termelés**. Mivel a gépipar meghatározó szerepet tölt be a gazdaságban, kötelességünk foglalkozni annak környezetkárosító hatásaival, a megelőzések lehetőségeivel. Egy fejlődő gazdaságban a növekvő termelés következménye lehet az egyre súlyosabb környezetkárosítás. Cél, hogy a nagyobb volumenű termelést környezetbarát termékek, technológiák és megfelelő hulladékkezelés mellett érjük el.

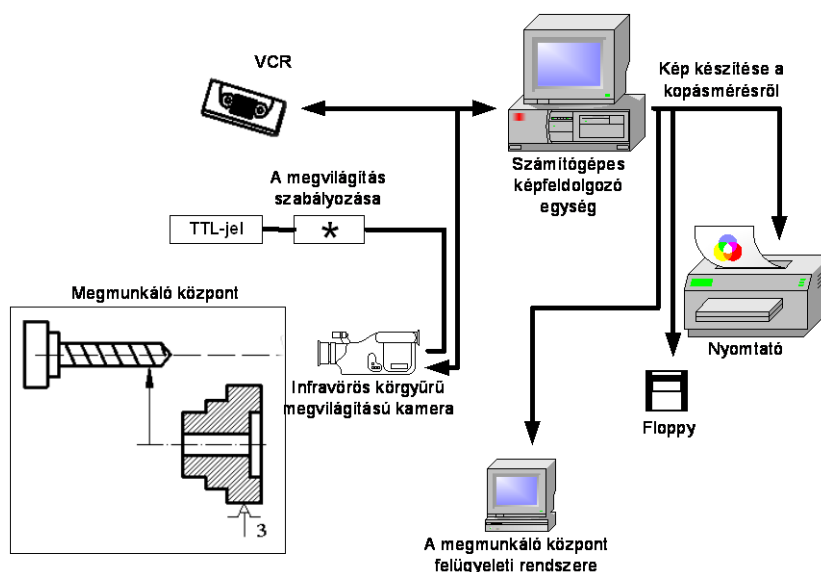
A **környezetvédelem alapvető célja**, hogy a környezet minősége révén biztosítsa az egészséges emberi élet, a biológiai sokféleség és a gazdasági-társadalmi fejlődés feltételeit. Ezen belül alapvető követelmény a gazdasági fejlődés és a környezet harmonikus – a természeti erőforrásokkal észszerűen

és takarékosan gazdálkodó – kapcsolatrendszerének megvalósítása. Ma a legnagyobb problémát a városi közlekedés, az ipari és lakossági energiatermelés által okozott **légszennyezés** jelenti. A **zajterhelés** a környezeti hatások legvárosiasabb formája. Nagyon speciális környezeti probléma – elsősorban a nagy népsűrűségű városi térségben – a **hulladékok képződése, kezelése**. A fent leírt környezetkárosító módozatok – légszennyezés, zajterhelés, hulladékképződés – a gépipar területein is sorra fellelhetők.

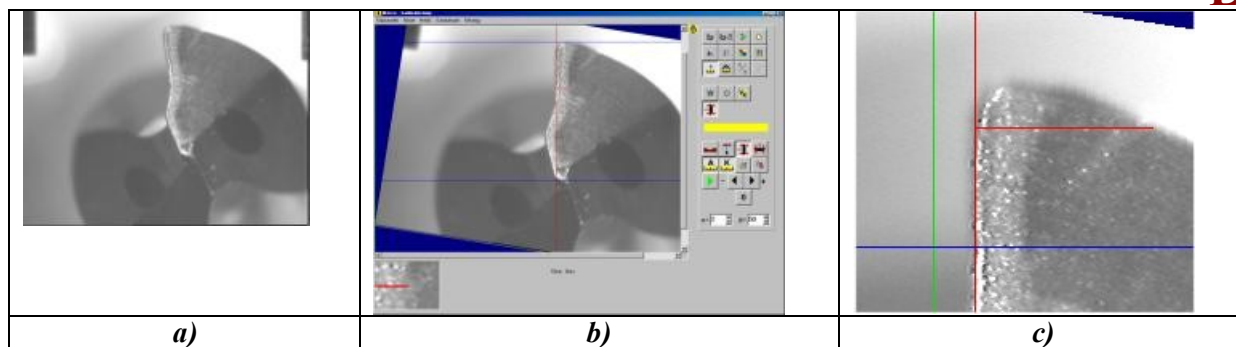


11. ábra Fúró sarokkopás értékek (Alkalmazott fúróátmérő: Ø10 mm) [9]

A továbbiakban a egy konkrét gépipari megmunkálás, a fúrás különböző (környezetbarát és nem környezetbarát) tribológiai viszonyoknak megfelelően a különböző anyagminőségek és különböző hűtési viszonyok esetén eltérő fúrószerszám kopásgörbéket kapunk [13]. Az ilyen megmunkálásokhoz tartozó kopásértékeket mutatjuk be a 11. ábrán, míg a 12. ábra a kopásmérés elvi vázlatát, a 13. ábra a CCD kamerás kopásmérés folyamatát szemlélteti.



12. ábra A CCD kamerát felhasználó fúrókopás mérésének elvi vázlatja [9]



13. ábra Hátkopás szemléltetése kopott csigafúróon. (A mérés CCD kamera alkalmazásával készült)
a) Kopott csigafúró, b), c) a kopásmérés számítógépesített folyamata

5. A gépgyártástechnológiai Tanszéken megjelent tankönyvek

A Tartalmi kivonatban megfogalmazott célok megvalósítását, a gépészmérnök képzés gépgyártástechnológiai ismereteit a Gépgyártástechnológia I-IV. kötetben foglaltuk össze a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén:

- Gépgyártástechnológia I. A gépgyártástechnológia alapjai; megjelent 2000-ben. A munka alapvetően a szakirányválasztás előtt a III. éves gépészmérnök hallgatóknak készült, és cél a minden gépészmérnök számára alapvető, általános technológiai ismeretekkel való megismertetés, ezért a könyv terjedelme bővebb mint a vonatkozó tantárgy anyaga [7].
- Gépgyártástechnológia II. a forgácsoláselmélet és technológiai tervezés alapjaival foglalkozik a IV. éves gépészmérnök hallgatóknak szükséges mélységben. E kötet célja, hogy megismertesse a gépészmérnök hallgatókat a legszükségesebb forgácsolástechnológiai, forgácsoláselméleti alapismeretekkel, képet adjon. Érintjük a technológiai tervezés alapjait is [8].
- A Gépgyártástechnológia III. című könyv 2 részből áll. Az „A rész” a megmunkáló eljárások és szerszámaik, a „B rész” a fogazó technológiák és szerszámaik tématerülettel foglalkozik [9].
- Gépgyártástechnológia IV. („Gyártás- és gyártórendszerek tervezése”, a technológiai tervezés lényegét és a gyártórendszerek alapvető összefüggéseit tárgyalja) V. éves gépészmérnök hallgatóknak szánva [10].

A könyvek a fenti fejlesztések fő irányait részletesen bemutatják.

6. Összefoglalás

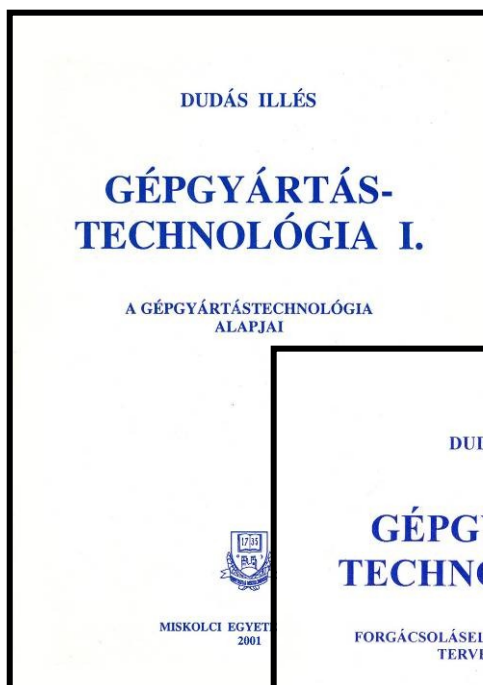
Megállapítható, hogy a dolgozat a gépgyártástechnológia fő fejlesztési irányait mutatta be a nano megmunkálásra, a környezetbarát megmunkálásra és a Rapid prototyping-ra koncentrálna.

Az anyagleválasztási folyamatok meglehetősen nagy anyagleválasztási teljesítményeken valósulnak meg, mely elérheti a $Q_w=150-1500 \text{ cm}^3/\text{min-t}$ a legtöbb munkadarab anyagminőség esetén, ahol a forgácsolósebesség a $v_c=8000 \text{ m/min-t}$ is elérheti a korábbi $v_c=150 - 200 \text{ m/min}$ értékhez viszonyítva.

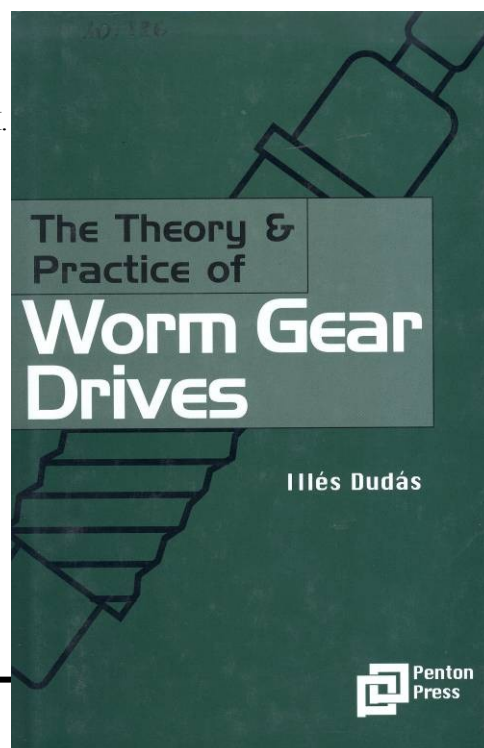
A megmunkálási pontosság $10 \mu\text{m}$ érték alatt elérhető a hagyományos forgácsolási folyamatok esetén, melyeket CNC szerszámgépeken végeznek, amíg ultraprecíziós forgácsolás esetén a $0,1 \mu\text{m}$ érték alatti a pontosság. A fő technológiai fejlesztéseket összekapcsolják a forgácsolószerszámokkal és szerszám anyagokkal, a munkadarab anyagokkal, a szerszámgépekkel, a megmunkálási folyamat feltételeivel és a gyártási környezettel. Amelyek elvezettek a fejlődés mai szintjéhez, a dolgozatban később részletezzük. A forgácsolástechnológia jövőbeli fejlesztési irányait szintén szolgáltatjuk.

A száraz és a közel száraz forgácsolásnak egyre jobban terjed az alkalmazása. A szuperkemény szerszámanyagok a 3000-9000 HV keménységtartományból választhatók, miközben a szívósságuk meghaladja az 1000 MPa-t. A bevonatolt szerszámanyagok megteremtik a lehetőségét a megmunkáló szerszám anyag és a megmunkálandó munkadarab anyagminőség finom összehangolásának.

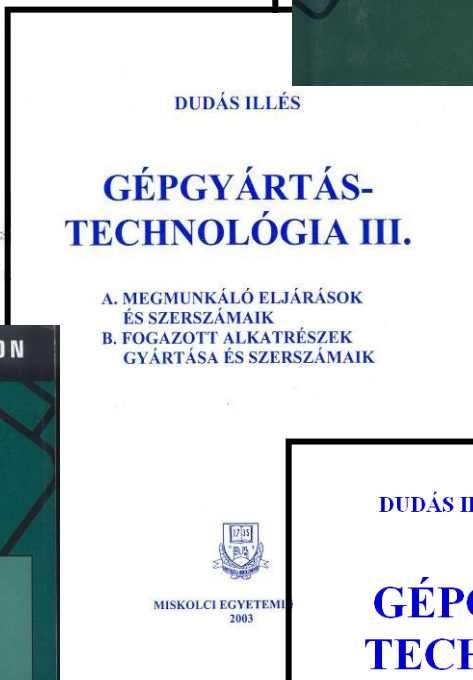
A Rapid-prototyping eljárás komplex geometriai szerkezetű prototípusok közvetlen előállítására és termékfejlesztési idők rövidítésére szolgál. A folyamatidők rövidülése a termék struktúrától függően 30-70 % is lehet.



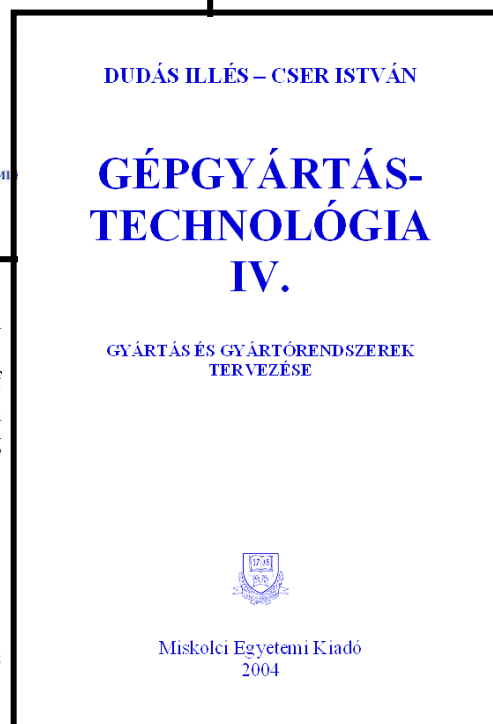
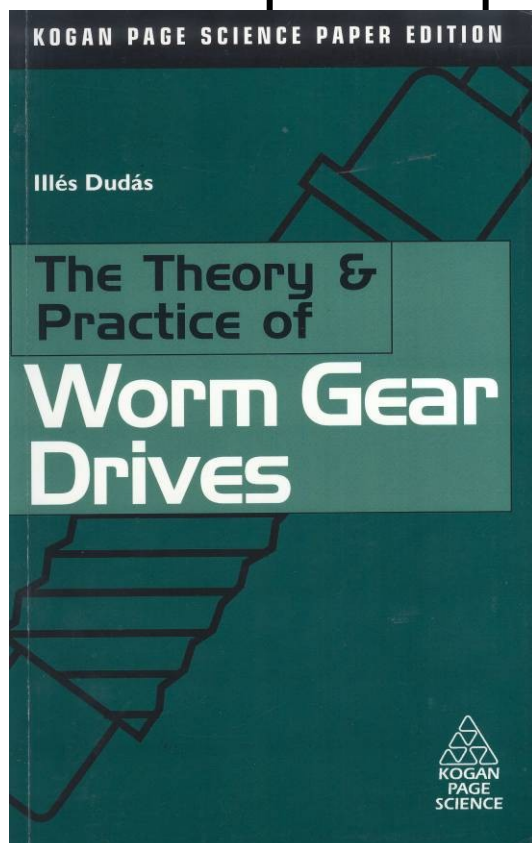
Production Engineering I.
Fundamentals of
production Engineering



Production
Engineering II.
Theory of Cutting,
Basis of Technology
Planning



Production Engineering III.
A. Manufacturing
Procedures and their
Tools
B. Production of Toothed
Components and their
Tools



Production
Engineering IV.
Planning of
Production and
Manufacturing
Centres

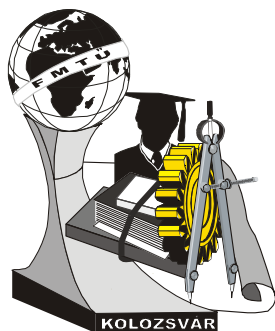
Miskolc
University Press

Miskolci Egyetemi Kiadó
2004

Felhasznált irodalom

- [1] *Fifty Years of CIRP: "Its Origins, Its Objectives, Its Achievements"*, 51st CIRP General Assembly, Nancy, France, August 2001
- [2] G. Byrne, D. Dornfeld, B. Denkena: *Advancing Cutting Technology*, Keynote Paper, Annals of the CIRP, 52/2, 2003, pp.:
- [3] Corbett, J., McKeown, P.A., Peggs, G.N., Whatmore, R.: *Nanotechnology*. International Developments and Emerging Products, Annals of the CIRP, 49/2, 2000, pp.: 523-545
- [4] Hatamura, Y.: *Construction of Nano Manufacturing World – The Contents of the Lectures in Chinese Universities -*, Proceedings of the Japan-China Bilateral Symposium on Advanced Manufacturing Engineering, Hayana, Kanagawa, Japan, 1996. october 04. pp.:111-116
- [5] Lierath F.: *Ausgewählte Trends der Entwicklung der Fertigungstechnik, im besonderen der Zerspan- und Abtragtechnik*, TU Miskolc, Lehrstuhl für Maschinentechnologie, April/Mai 1994. (Gastprofessur)
- [6] Lierath F.: *Basis-Technik Revolutioniert Fertigungs- (und Produktions) Technologien (und Umgekehrt)*, Proceedings of the 11th International Conference on Tools, ICT-2004, University of Miskolc, Miskolc, September, 9-11, 2004, pp.: 9-22
- [7] Dudás I.: *Gépgyártástechnológia I., A gépgyártástechnológia alapjai*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2000. p.583. ISBN 963 661 342 7
- [8] Dudás I.: *Gépgyártástechnológia II., Forgácsolásmélet, technológiai tervezés alapjai*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2001. p.:314. ISBN 963 661 478 4
- [9] Dudás I.: *Gépgyártástechnológia III., A Megmunkáló eljárások és szerszámaik*, B. Fogazott alkatrészek gyártása és szerszámaik, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2003. p.:539. ISBN 963 661 572 1
- [10] Dudás I. – Cser I.: *Gépgyártástechnológia IV., Gyártás és gyártórendszerek tervezése*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2004. p.: 337.
- [11] Dudas I.: *Theory and Practice of Worm Gear Drives*, 2000., London, Penton Press, p. 314. ISBN 1 8571 8027 5
- [12] Dudas I.: *Theory and Practice of Worm Gear Drives*, 2004., London and Sterling, VA, Kogan Page Science, p. 314. ISBN 1 909 9661 9
- [13] Varga Gy.: *Mechanical Modelling of Dry Machining Processes*, Proceedings of the 11th International Conference on Tools, ICT-2004, University of Miskolc, Miskolc, September, 9-11, 2004, pp.: 247-254

Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés D.Sc., egyetemi tanár
 Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék
 3515 Miskolc-Egyetemváros
 Tel.: +36-46-565-160
 E-mail: ggytdi@gold.uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

PSZICHOLÓGIAI SZEMPONTOK AZ ELEKTRONIKUS TANULÁSBAN

Suplicz Sándor

Abstract

Electronic learning has been determined by three factors: the demand appearing in adult teaching; the development of computerized teaching materials; as well as the widespread usage and reliability of the Internet. The attempts of reform are present from almost the very beginning of the Hungarian public education, which can be seen in different forms of education. The revival of lifelong learning in Hungary has brought nearly immediately electronic learning, too. How can this very special and very new learning method use the older and newer achievements of psychology? We all know that the holistic approach (emotional and cognitive together) has made a breakthrough in healing, psychology, and other areas of life, but it is still not present in general thinking.

Az elektronikus tanulás létrejöttében három tényező játszott meghatározó szerepet. A felnőttoktatásban megjelenő igény, a számítógépes oktatási anyagok fejlődése, valamint a világháló elterjedése és megbízható üzeme.

Dewey és társai (1916) újraértelmezték a felnőttek tanításának tartalmát, és idősíkját kiterjesztették az alapoktatás utáni időre (lifelong education, ma lifelong learning). Az élethosszig tartó tanulást A. L. Smith híres felsőoktatási jelentésében nem a kivételezettek luxusának, hanem permanens nemzeti szükségletnek nevezi, amely az állampolgári léttől elválaszthatatlan tényező.

Yaexlee (1929) kijelenti, hogy az élethosszig tartó tanulás igénye az ember természetéből fakad.

Magyarországon az oktatásüggyel egyidősek a reformkísérletek. Az élethosszig tartó tanulás magyarországi újjáéledésével szinte egyidős az elektronikus tanulás. [3.] Milyen módon tudja felhasználni ez a speciális és nagyon új tanulási mód a pszichológia régebbi és újabb eredményeit?

Behaviorista szemlélet: (Thorndike, Pavlov, Watson, Hull, Tolman, Skinner) tanuláseméleti módszerek eredményeképpen az ismételt környezeti ingerek, tananyagok hatására reméltük a tanulás eredményét, mint viselkedésváltozást. Mesterséges környezetben, kieroszakolt válaszokkal. Erre az elméleti bázisra épült oktató gépeket már a hetvenes években használtunk a Bánki Főiskolán. Ezek a kísérletek csekély eredményt hoztak. A nehézkes berendezéseket a nyolcvanas évektől számítógépes rendszerek váltották fel. Intelligens elektronikus tananyagok készítésére csak az utóbbi évtizedben kifejlesztett számítógépek adtak lehetőséget. Ebben az időben terjedt el Magyarországon szélesebb körben az Internet is. Ismeretszerzésre és az ismeretek egyszerű ellenőrzésére alkalmas eljárás.

A kognitív szemlélet: (Koffka, Kohler, Lewin, Piaget, Bruner, G.Kelly) A belső mentális folyamatokat, a belátás, az információfeldolgozás, törvényeit figyelembevevő elmélet.

Az e-learningben a tananyag logikus felosztására, az egyes tanult elemek közötti kapcsolatok tisztázásának fontosságára hívja fel a figyelmet. A mai számítógépek kapacitása lehetőséget ad a tananyagot érdekesebbé tevő vizuális támogatásra is. A mérnöki/tanári gondolkodás fejlesztésének egyik lehetséges módszere. A már képzett (diplomás) emberek fejlesztésére különösen alkalmas szemlélet.

Humanisztikus szemlélet: (Maslow, Rogers, Angyal) A személy teljes elfogadásából indul ki, ezért különösen alkalmas a tanárképzés első fázisában. Pszichológia és személyiségfejlesztés tárgyak keretében ezt a megközelítésmódot preferáljuk. A még szerepzavarral, és önértékelési zavarral, kisebbségi érzésekkel küzdő hallgató a kevés kontaktóra alkalmával így kap támogatást a szerep kipróbálásához, saját fejlődési útjának megtalálásához. Csak a jó közérzetű tanár tud pozitív és kreatív erőket mozgósítani a diákokban. Önálló utakat csak a félelmeitől megszabadított ember választ.

A pozitív pszichológiai szemlélet: (V. Frankl, M. Csíkszentmihályi) A magyar oktatási gyakorlatban alig ismert és alig használt elmélet. Jövő és értékorientált. A rövid távú célokat nem tartja elégségesnek a személyiség fejlődésének biztosítására. Az élet nehéz helyzeteiből csak a saját létemen is túlmutató hit, és értékrend segíthet ki. Fontos az értékorientált szemlélet, a pozitív beállítódás, mert az ember a világban azt találja, amit keres. Ha a diákok hiányosságait keressük, akkor azokat fogjuk megtalálni és a konfliktusoknak nem lesz vége. Ha az erényeiket, akkor azokat fogjuk megtalálni. Ennek a pozitívabb elvárásnak akarnak megfelelni. A hálózati tananyag kevés emberi/érzelmi támpontot ad. A kevés kontaktórában kell megoldanunk az érzelmi támogatást, de csak akkor sikerülhet, ha mi őszintén átéljük szerepünket, és megfelelünk a hivatás elvárásainak. Ebből a nézőpontból a tanár nem csak egy szakember, hanem értékrendje által vezérelt együttműködő munkatárs. Frankl szerint csak akkor lehet egy élet teljes, ha megtalálta értelmét, küldetését a személy. Ez ad lehetőséget a kiteljesedésre. [2.] A humanisztikus pszichológia embereszményének az önmegvalósításából hiányzik az értékrend.

Freud még tagadta az élet értelmére vonatkozó kérdést, mert úgy gondolta sem az élet értelme, sem az értékek nem léteznek objektíven. A neurózis egyik megjelenési formájának tartotta, ha valakit ezek a kérdéseket felvetette. Jung pedig több évtizedes analitikusi gyakorlat alapján állítja: a negyven évesnél idősebb paciensei mind attól szenvedtek, hogy elvesztették vallásos beállítottságukat, harmonizáló értékrendjüket. Senki sem gyógyult meg igazán, aki ezt nem nyerte vissza. Függetlenül attól milyen felekezethez tartozott. A tanárnak nem csak a tananyag kifejtése a feladata, hanem egzisztenciális igazságok, értékek képviselője is. [6.]

Végeztünk egy vizsgálatot, azért, hogy a még csekély magyar tapasztalatról hírt adjunk. Egy csoport feltűnően jó eredményt ért el. Kerestük az okát. A **tanulási módszerekben** és az **emocionális beállítódásban**.

Intézetünk távoktatás és nappali tagozat keretében képez mérnöktanárokat és levelező tagozaton műszaki szakoktatókat. A levelező és távoktatási tagozaton tanuló hallgatóink csekély kontaktóraszám és a hagyományos ismeretforrások mellett, az e-learning néhány eszközével szerezhetik meg

a szükséges ismereteket. Az utóbbi év távoktatási tagozatán tanuló csoport meglepetést okozott, mert tanulmányi eredményeik meghaladták mind a levelező, mind a nappali tagozaton tanulókéét. Vizsgálatunkban arra kerestünk választ, hogy a nagyon csekély óraszám mellett, a tanári magyarázatok jelentős részének hiányában, hogyan sikerült kiemelkedő teljesítményt nyújtaniuk?

Arra gondoltunk, hogy eltérő, hatékonyabb tanulási stílus és stratégia állhat a háttérben, ezért elvégeztünk egy tanulási stílus vizsgálatot. A vizsgálatban 39 végzős hallgató vett részt. 8 távoktatásos, 18 levelező tagozatos és 13 nappali tagozatos hallgató. A távoktatásos hallgatók diplomával és munkatapasztalatokkal rendelkeznek. A levelező tagozatosok munkatapasztalatok után, első diplomájukat szerzik. A vizsgált csoportok tanulási stílusa között nem találtuk kimutatható különbséget. Mivel a tanulási stílus kérdőív nem világított rá a csoportok teljesítménykülönbségének okaira, ezért elvégeztünk egy kvalitatív vizsgálatot is. Ennek keretében a hallgatók feladata az volt, hogy a tanulás, a céljaik, a problémamegoldás fogalmát egy metaforával fejezzék ki. Azt feltételeztük, hogy ez a vizsgálat az előbb említett fogalmakkal kapcsolatos érzelmi, motivációs háttérre világít majd rá. [4.] Mindezt a vizsgálat alátámasztotta. Az eredmények összesítése nyomán kialakított metaforák a hallgatók érzelmi viszonyulását nagyszerűen szemléltetik.

	Tanulás	Céljaim	Problémamegoldás
Távoktatási tagozat	kertészkedés	zarándok út	gátfutás
Levelező tagozat	partot érni	Don Quiote	tájfutás
Nappali tagozat	megtakarítás	vitórlázás	tájfutás sötétben

Összegzésként megállapítható, hogy az érzelmileg meghatározott megküzdési stratégiákban jelentős különbségeket találtunk a három csoport között.

- A tanulmányi eredményeiben legsikeresebb a távoktatás. (4,2) Döntő többségükben pozitív jelzőkkel és fogalmakkal társítják a tanulást. Jövőképük vonzó, céljaik jól definiáltak.
- A levelező tagozatos hallgatók készek a küzdelemre (tanulásra) (3,3), de kockázatosnak, veszélyesnek tartják a jövőt. Céljaik rövid távúak, változékonyak, nehezebben definiálhatók.
- A nappali tagozatos hallgatók (3,2) befektetésnek tekintik a tanulást, céljaik meghatározatlanok, minimális energia-befektetésre törekednek, problémahelyzetekben bizonytalanság jellemzi őket.

A fejlődés egyik fontos elemét a behaviorista és kognitív alapokon kimunkált elektronikus tananyagokban, a másik elemét többlet pszichés energiát (motivációt) az **érzelmi azonosulásban, értékekben, magasabb rendű célokban, az ihletett tevékenységben (flow)** találhatjuk meg. Különösen a tanárképzés területén. Adler szerint az igazi teszt a munka és közösséghez való pozitív érzelmi viszonyunk. Az e-learning ebből eddig többnyire a munkát biztosította. Pozitív érzelmi kötődés kialakítására, közösségi életre a tanároknak nem marad energiája. A hallgatók differenciáltan élnek meg a távoktatást, és a levelező oktatást. Sokan szorongnak, mások egykedvű céltudatossággal dolgoznak, és egy kisebb részük élvezni igazán a képzést. Logikus okos információs bázisok, könyvek végtelen számban találhatóak. A racionális agyunk mindent megkaphat, sőt, többet is, mint amennyit

kíván. [5.] Agyunk jobb féltekéje nem csak csacsi érzelmeink lakhelye, hanem az ezzel járó, bármire bevethető energiáinké is. Itt lakik a transzfer képessége, amely nélkül jó intellektusú, kreatív gondolkodás, problémamegoldás nem lehetséges. Platón óta - aki az érzelmeket irracionális dolognak tekintette - az európai gondolkozás száműzte az érzelmeket. A tudományos gondolkodás ellenpontjaként, és nem lehetséges társaként definiálta. Descartes azt írja: „Ha gondolkozni akarok, akkor előbb lerombolom az érzéseimet.” Kant egyenesen az elme betegségének nevezte az érzelmeket. Ilyen előzmények után nem csoda, hogy nehezen fogadjuk el agyunk jobbik felének kincseit. [3.] Ma már tudjuk, a holisztikus szemlélet áttört a gyógyászatban, a pszichológiában az élet más területein, de a közgondolkodásban még mindig nem szalonképes.

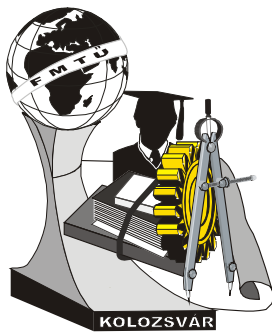
Egy jó képességű ember információs kapacitása 126 bit/s. 16 órás mindennapi aktivitást feltételezve 70 év alatt 185 milliárd gondolati elemet (bitet) dolgozhat fel maximum. Ez látszólag sok, de valójában nem az. Egy könyvtár ennek a sokszorosát, az Internet nagyságrendekkel több információt hordoz. [1.] Mit válasszunk ki, milyen szűrőt használjunk? Ez a legfontosabb kérdés. Agyunk még szabad bitjeire vadásznak a médiumok, a reklámok, a hatalom, hogy megtartsa befolyását. A gondolat kincs. Érdeklődésünk, **értékrendünk**, hozza meg a döntést, és a **figyelmünk** hajtja végre a szelekciót. Nagy munkát végezni, úgy, hogy ne unjuk meg, ne utáljuk meg, ne betegedjünk bele, csak a feladattal való pozitív érzelmi beállítódás mellett lehet. Ezt az állapotot Csíkszentmihályi a **FLOW** állapotának nevezte. Ezt az állapotot megmutatni diákjainknak az egyik feladatunk. Ezt csak kontaktórán lehetséges. A munka vagy a tanulás létrehozhat ilyen állapotot segítség nélkül is, de csak kevesekben.

- [1.] Csíkszentmihályi M: Flow, A tökéletes élmény pszichológiája, Akadémiai K, Budapest, 2001
 [2.] Frankl, Viktor: Az ember az értelemre irányuló kérdéssel szemben, Jel Kiadó, Budapest, 2005
 [3.] O'Regan, Kerry: Emotion and e-learning, Journal of Asynchronous Learning Networks, Learning and Teaching Development Unit The University of Adelaide, 2005
 [4.] Reeve, Johnmarshall: Understanding Motivation and Emotion, Harcourt College Publishers, Orlando 2001
 [5.] Smith, M. K.: 'Learning theory', the encyclopedia of informal education, 1999
www.infed.org/biblio/b-learn.htm
 [6.] Zsók O. Az orvosfilozófus V. E. Frankl, Tarsoly Kiadó, Budapest, 2005

Suplicz Sándor, főiskolai docens

BMF BGK Mérnökpedagógiai Intézet 1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.

+36 1 219-63-72 suplicz.sandor@bkg.bmf.hu



X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

GENETIKUS ALGORITMUSOK ALKALMAZÁSA AZ ORVOSI KÉPFELDOLGOZÁS TERÉN

SZÁSZ Zoltán Elemér, SZILÁGYI Sándor Miklós

Abstract

Nowadays the biomedical engineering is one of the most evolving research fields. Due to the complexity of the biological processes the various signal processing directions tends toward stochastic analysis. This fact increases the importance of genetic algorithms. This paper presents the processing of MRI images using complex structures developed by genetic algorithm.

Összefoglalás

Napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő irányzata az orvosbiológiai mérnöki kutatás. Tekintettel az élettani folyamatok összetettségére, a különféle jelfeldolgozási irányzatok egyre inkább a sztochasztikus feldolgozás irányába terelődnek. Ez maga után vonja a genetikus algoritmusok egyre szélesebb körben való alkalmazását. Jelen dolgozatban az MRI felvételek feldolgozását mutatjuk be összetett genetikus szerkezetekkel.

Kulcsszavak

Genetikus algoritmusok, MRI képfeldolgozás, sztochasztikus módszerek, evolúciós modellek, automatikus fejlődés

1. Bevezetés

Az általunk fejlesztett program célkitűzése, hogy olyan általánosan megfogalmazott algoritmust fejlesszünk ki, amelyet a hatékonyság, létjogosultság, egyszerűség és mérhetőség jellemezzon. Természetesen léteznek ezen az elven alapuló megvalósítások, viszont a felületes megfigyelőnek nem látható ezeknek a programoknak a szerkezeti felépítésük. A kitűzött probléma megoldását olyan szemszögből kívánjuk tárgyalni, ahol a hagyományos módszerek nem hatékonyak. Abban az esetben, ha a kitűzött probléma megoldási halmazáról keveset tudunk, vagy a rendelkezésre álló információ bizonytalansági tényezőket tartalmaz, az alkalmazott módszernek sok szemszögből kell tanulmányoznia a lehetséges megoldásokat.

Konkrét alkalmazásként MRI képek (mágneses rezonancia elvén készített orvosi képek) alapján

meghatározzuk a páciens agyának térbeli modelljét. Ahhoz, hogy ezt a térbeli rekonstrukciót megoldhassuk, szükséges a különböző képkockákon meghatározni a síkbeli struktúra-hálózatot. Jelen dolgozatban a képkockákon értelmezett szerkezet meghatározását ismertetjük.

2. Módszerek

2.1 Általános leírás

Az értelmező és feldolgozó algoritmustól azt várjuk el, hogy az iterációk során olyan generációkat fejlesszen ki, amelynek tagjai egyre hatékonyabbak a kritériumunk értelmében. Az algoritmus szempontjából ez azt jelenti, hogy kiértékeli a populáció összes tagját, majd az új iterációban csak az életképesebb egyedek vesznek részt. Az program futását vagy egy előre meghatározott iteráció-szám elérése, vagy a legalacsonyabb számított kritériumfüggvény érték egy előre definiált küszöbszám alá csökkenése szakítja meg.

A kitűzött célunk az volt, hogy egy előre kiértékelt képsorozat alapján genetikussal [1]-[4] kifejlesztett progamegyed (több elemi műveletből álló kis programmodul) képes legyen az előre nem ismert szituációkban is boldogulni.

A képek feldolgozására alkalmazott programmodul (genetikussal kifejlesztett) olyan elemi operátorokat tartalmaz (ezek lehetnek szűrők, különféle transzformációs műveletek, összegzők, interpolátorok, stb...), amelyek segítségével a bemeneti kép a referencia képhez közel álló szerkezetet fog mutatni. Ez nagymértékben megkönnyíti a további feldolgozó modulok (például objektum vagy régióazonosító modulok, vektorizáló algoritmusok) feladatát.

2.2. Szűrőtechnika

Az általunk alkalmazott elemi szűrőkre jellemző, hogy nem egy adott szabály szerint hozzuk őket létre, mint például a Laplace vagy Sobel szűrőket, amelyekre jellemző, hogy lehetnek 3x3 vagy 5x5, hanem lehetővé tettük egy ésszerű tartományon belül a méret kikísérletezését (genetikussal automatikusan határozza meg) és valós időben való változathatóságát. Ez a lehetőség annak ellenére fontos, hogy a legtöbb nagyméretű szűrő kialakítható kisebb szűrők lineáris kombinációjaként. A legnagyobb probléma ott merül fel, hogy ez a leképezés a kis szűrők sorozata és a nagyobb méretű szűrők között nem bijektív.

2.3. Az egyedek belső felépítése

Az egyed belső architektúráját meghatározó operátorok lehetnek szűrők, különféle transzformációs műveletek, összegzők, interpolátorok.

Az általunk alkalmazott szűrők mérete 3x3-tól 11x11-ig terjedhet. Kísérleti számításaink azt mutatták, hogy az ennél nagyobb szűrőméret alkalmazása nem járult hozzá szignifikánsan értelmezhető előnyhöz. Tekintettel arra, hogy az interneten szabadon elérhető függvénykönyvtárak

egész- vagy lebegőpontos- értékekkel dolgoznak, szükségessé vált a saját szűrőmechanizmus kialakítása. Az egész értékeken alapuló módszer túlságosan célorientált, míg a lebegőpontos ábrázoláson alapuló megoldás sebessége miatt nem elfogadható. Ezért az általunk kifejlesztett modul tört értékekkel dolgozik. Természetesen a legkisebb egység mértéke szabadon beállítható (nem lehet kisebb, mint 2^{-24}).

A transzformátorok tulajdonképpen egy sáv-áteresztő szűrőként viselkednek azzal a megszorítással, hogy a kiszűrt értéktartományt egy paraméterben megadott értékkel helyettesíti. Ennek a műveletnek a segítségével ki tudjuk küszöbölni a kép szélén található nem releváns információt (ezt a lehetőséget a számítógép teljesen automatikusan képes megoldani).

Az összegzők, interpolátorok és extrapolátorok két szűrővégeredmény lineáris kombinációjaként értelmezhetőek. A nem-lineáris összefüggések természetesen több lehetőséget teremtenek, viszont jelen pillanatban még nincsenek implementálva.

Minden egyed a külső szemlélő számára fekete dobozként viselkedik. Természetesen lehetőségünk van a tervező és megfigyelő modul segítségével az egyed belső struktúrájának megfigyelésére és változtatására. Amennyiben egy ilyen szabadon kialakított szerkezetet tanulmányozunk, akkor megfigyelhető a fent említett komponensek hálózata (ez a hálózat automatikusan alakul ki a szimulációs program futása közben).

3. Feldolgozási módszerek

A kísérletet három lépésre lehet felosztani:

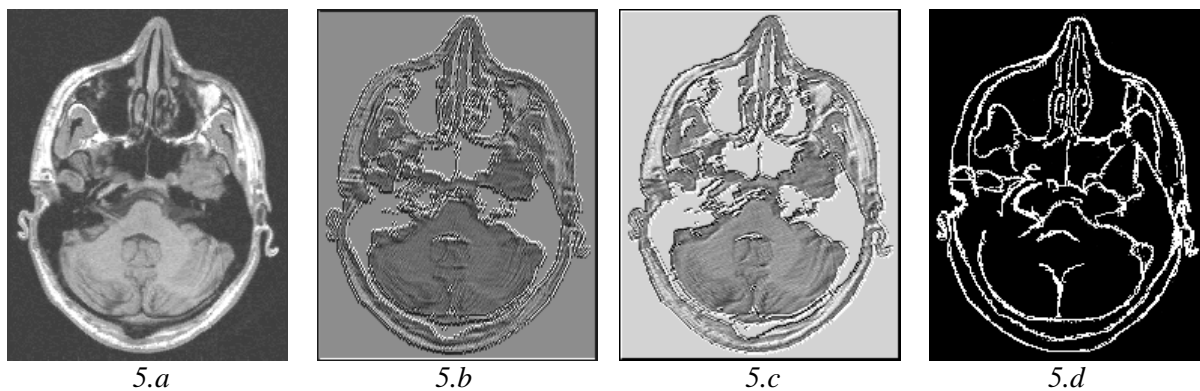
- az első részben a probléma tanulmányozása a klasszikus szélsőérték módszerével vagy gradiens módszerrel történik
- második részben a genetikus algoritmus segítségével tanulmányozzuk az objektumok felismerését a képből
- grafikus szerkesztő segítségével tetszőleges feldolgozó programstruktúrát szerkeszthetünk, amelyet azután letesztelünk és kiértékelünk.

4. Eredmények, elemzések és következtetések

Az 5. ábrán egy MRI síkmetszet feldolgozását szemléltetjük. Az 5.a kép a bemeneti adatot (eredeti MRI felvétel) vizualizálja. Az 5.b kép egy 20 egyedből álló populáció legjobb egyedének paraméterei alapján transzformált képet mutatja be. Az 5.c ábra ugyanazt a feldolgozást szemlélteti egy 100 fős populáció esetén. Az 5.d ábra az elméletileg optimálisnak tartott referencia képet ábrázolja. Mivel a jelen kísérleti eredményeit csupán két alkomponensből álló egyedekkel értük el, ezért jelentős javulás érhető el összetettebb egyedek alkalmazása esetén.

A jobb átláthatóság érdekében táblázatos formába is összegeztük az eddigi szimulációs eredményeket. Kiinduló referencia értéként a gradiens módszer által kapott *fitness* összeget vettük,

amelyet 1000 alapegységként reprezentáltunk (a felbontás 4 bit). Az 1. táblázatban található értékek ehhez a számhoz voltak viszonyítva (amennyiben a feldolgozás során a *fitness* érték a gradiens módszerrel elért érték fele, akkor azt 500-as értékkel jelenítettük meg a táblázatban). A sorok az egyedben található komponensek számát jelölik. Az oszlopok két paramétert – a populáció méretét és az operátor paramétereinek felbontását – reprezentálják.



5. ábra: Egy MRI síkmetszet feldolgozásának fázisai.

Komponensek Száma/ Populáció mérete - felbontás	20 / 4 bit	50 / 4 bit	100 / 4 bit	200 / 4 bit	1000 / 4 bit	20 / 8 bit	50 / 8 bit	100 / 8 bit	200 / 8 bit	1000 / 8 bit
1	832	823	811	799	767	829	819	806	793	761
2	447	435	429	423	410	444	432	426	420	407
3	298	290	285	281	274	296	288	283	279	272
4	199	194	191	188	183	197	193	189	186	181
5	152	150	147	145	141	150	149	146	143	140

1. Táblázat: A különböző beállítási paraméterek hatása a *fitness* függvény értékére.

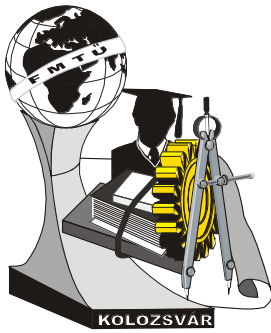
A táblázatban található értékek elemzése során az alábbi következtetéseket vontuk le:

- A legfontosabb paraméter az egyedek architektúrális felépítése
- A populáció nagyobb mérete elősegíti a lokális minimumpontokon való áthaladást. Ez sokkal fontosabb, mint a paraméterek felbontása.

Könyvészet

- [1] J. Holland: Evolúcióra képes számítógép-algoritmusok, Tudomány 1992. szeptember
 [2] (Darwin 1859) C. R. Darwin. *The Origin of Species*. Dent, London, 1859.
 [3] Thomas Bäck. *Evolutionary algorithms in theory and practice*. Oxford University Press, New York, 1996.
 [4] R. K. Belew and M. D. Vose: *Foundations of Genetic Algorithms IV*. Morgan Kaufmann, 1997.

Szász Zoltán Elemér – Hallgató
 EMTE Sapientia – Marosvásárhely, Piata Trandafirilor 61
 Tel.: 0740-532912 E-mail: szasz_zoltan@yahoo.com
 Szilágyi Sándor Miklós – Egyetemi Adjunktus
 EMTE Sapientia – Marosvásárhely, Piata Trandafirilor 61
 Tel.: 0265-264490 E-mail: szsandor@hotmail.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KVANTUMMECHANIKAI EFFEKTUSOK ALKALMAZÁSA AZ INFORMATIKAI BIZTONSÁGTECHNIKÁBAN

Árendás Csaba, Pethő László

Abstract

The importance of dependable security in up-to-date IT solutions is gaining more critical importance each day. A strict policy accompanied by continuously monitored traffic is required to avoid threats by the use of the latest technology. With increasing significance the protection of knowledge and expertise needs to be accomplished by well-planned theoretical basics implemented. IT security is a field where total safety cannot even be guaranteed, although the difficulty of intrusion and the amount of obstacles can be extremely increased. The realisation of the device is a hardware accessory which can produce a true random resource, accessible by any kind of operating system on kernel-level. Specific driver software will be created keeping in mind the ease of use. The physical generation is maintained by a specific circuit, to manage the work of the detector by only using the computer as an energy resource. The management of the connectivity, buffering, storing and the processing of the random data stream is controlled by an integrated microchip. All electronic and programmed material will be open source and available without restraints to reach the highest level of user trust.

Absztrakt

Napjaink informatikai rendszereivel kapcsolatban egyre nagyobb hangsúly helyeződik a biztonság kérdésére. Az információlopások, visszaélések ellen csak nagyon éber biztonságpolitikával és jól megalapozott technológiával léphetünk fel. Egyre fontosabb, hogy anyagi és szellemi értékeinket ne csak egy könnyen kikerülhető védelemre bizzuk, hanem a védelem lényege komoly elméleti alapokon nyugaladjon, így megakadályozhassuk, hogy a leleményes hackerek ügyes trükkökkel kijátszhassák azt. Az informatikai biztonság tipikusan az a terület, ahol 100%-os sebezhetetlenséget garantálni nem lehet, de megfelelő matematikai és fizikai apparátussal nagymértékben megnehezíthető a támadó dolga. A tervezett berendezés USB porton csatlakoztatható a számítógéphez, vagy

tetszőleges hordozható eszközhöz, például PDA-hoz. Ehhez megfelelő illesztőprogramokat készítünk több operációs rendszerhez is. Ha az átlagos felhasználóban nem is, de a szakképzett profiban biztosan felmerül, hogy a megvásárolt eszköz tényleg a specifikációnak megfelelően működik-e, nem ál-véletlenszámokat generál-e, így kompromittálva rendszere biztonságát. Hogy meggyőzzük a hozzáértő réteget, *teljesen nyílttá* és bárki számára elérhetővé tesszük a rendszer specifikációját az Interneten és mellékeljük minden egyes eladott termék mellé. Annak ellenére, hogy a vásárló nem tud meggyőződni a hardver eszköz belső működéséről, a nyílt szoftveres illesztő modulhoz vagy driverhez hozzáférhet.

A kutatás háttere

A fizika jelenlegi állása szerint a világunk alapjaiban véve nem írható fel egy egységes egyenlettel, mert a legegyszerűbb kölcsönhatások véletlenszerűen történnek (például egy elektron pontos helye és sebessége igazi véletlen, elvileg is kiszámíthatatlan). Ezt a fizikai, *legegyszerűbb* véletlent szeretnénk a kvantummechanikai világból felhasználni. Biztonságtechnikai felhasználásnál fontos követelmény, hogy más ne tudja lemérni az általunk detektált véletlent és ne is tudja azt módosítani. Számos hardver véletlenszám-generátor az éterből meríti a véletleneket; a termikus, vagy nagyfrekvenciás zaj ugyan jó forrás, de könnyen befolyásolható és lehallgatható.

Egy tökéletes véletlenszám-generátort számítógéppel megvalósítani nem lehetséges, hiszen a generált bitek nem lehetnek tökéletesen függetlenek, mert azok egy algoritmus egymást követő kimenetei, mely mindenképpen determinisztikus. Számítógéppel tehát nem állíthatóak elő valódi véletlen bitek, ezért a gépek által generált kvázi-véletlen számokat elnevezték álvéletlen (pseudo-random) számoknak. Az on-line titkosított adatcserék egyik sarkalatos pontja azonban a véletlenszám-generálás kérdése. Egy titkosított adatkapcsolat folyamán nagyon sok véletlenszámra van szükség, ami időlegesen a jelszavunkat helyettesítheti. Ha ezek nem eléggé véletlenek (megjósolhatóak, nem egyenletes az eloszlásuk), használhatunk bármilyen erős titkosítást, a szűk keresztmetszet ez lesz, így könnyen feltörhetővé válik. Mivel a számítógépet ösödök óta arra tervezték, hogy determinisztikusan, szabályszerűen működjön, ezért nagy probléma, hogy honnan veszünk igazi véletlent egy ilyen matematikai elvek szerint működő rendszerben. Ha „rosszul választunk”, vagyis nem igazi véletlenekkel dolgozunk, nagy az esélye annak, hogy a támadó megtippeli, kikövetkezteti a választásunkat. Ez olyan, mintha a jelszavunkat fejtené meg és így hozzáférhet, vagy akár módosíthatja féltve őrzött adatainkat.

Megvalósítás

A céltermék kisméretű eszköz, amely a számítógép USB portjára csatlakoztatható. A kvantummechanikai effektus megvalósításához magfizikai folyamatokat kívánunk felhasználni, valamint azok mérését implementálni. A kutatás alapját képezi a megfelelő folyamat kiválasztása, a méréshez szükséges eszközök és források megfelelő megválasztása, valamint azok számítógépes környezetbe való integrálása.

A technikai tervezés folyamán igyekeztünk elkerülni a biztonságtechnikai rendszereknél gyakran tapasztalt hibás, „*security by obscurity*” elvet [1]. A gyakori hiba, hogy a gyártó, illetve tervező titokban tartja rendszere forráskódját, nem enged bepillantást harmadik fél számára. Ezzel nagyon megnehezíti az esetleges hibák felszínre kerülésének lehetőségét, valamint bizalmatlanságot kelt a felhasználókban. Manapság alapelveként fogalmazható meg, hogy csak nyíltan, publikusan elérhető forráskódú titkosító, pszeudovéletlen-generáló algoritmust ajánlatos használni. Az algoritmus biztonságának, jóságának, vagyis nehezen feltörhetőségének nem szabad függenie az algoritmus titkosságától, hanem csak a tényleges titoktól, a kulcstól. Még ha a támadó hozzá is fér az eszköz teljes technikai és tervezői dokumentációjához, nem szabad, hogy ezzel bármiféle előnyhöz jusson és könnyebben kijátszhassa a védelmet. A hardveres véletlenszám-generálás is felveti ezt a problémát, hiszen a legtöbb felhasználó nem tud meggyőződni a fekete doboz tartalmáról; joggal félhet attól, hogy egy álvéletlenszám-generátort vásárolt.

Hasonló megoldások

Az optikai elven működő véletlenszám-generátorok [2] az egyes fotonok kvantummechanikai tulajdonságait használják fel. A fénysebességgel haladó fotonok esetén nem beszélhetünk helyről, csupán adott térrészben való megtalálási valószínűségről. Ez a tulajdonság használható ki, féligáteresztő tükrön való szóródással és irány szerinti detektálással. A terület aktív kutatási fázisban van. A legkomolyabb kihívást egy darab foton precíz detektálása jelenti; a jelenlegi megvalósítások egy közelítő beütésszám által keltett hatás után átlagolnak, emiatt a kész eszközök működési elve még megkérdőjelezhető, bár a teszteken már szép eredményeket mutatnak. Előnyük a fény tulajdonságaiból eredő nagy sebesség és a befolyásolhatatlanság. Jelenlegi hátrány a precíz berendezések hiánya, vagy azok hatalmas mérete és energiaigényes felépítése. Ezekben a generátorokban a kvantummechanika egy másik elve van implementálva. Kihhasználják a fény sebességéből eredő teljes lokális meghatározhatatlanságot egy féligáteresztő tükör segítségével. Mivel a foton fénysebességgel halad, így a határozatlansági relációkból következik, hogy a pontos hely nem definiálható. A tükrön 50% valószínűséggel visszaverődik egy foton; vagy térítetlenül továbbhalad. A tükör két oldalára detektort helyezve és a fotonokat detektálva kaphatunk véletlen adatsort. Megjegyzendő, hogy ebben az esetben is axiomatikus megfontolásokról van szó. Az egyik detektort 1-el, a másikat 0-val jelölve minden egyes eseményhez rendelhetünk egy darab bitet, amely már nyers adatfolyamként is használható.

Számos elektronikai alkatrészben figyelhetők meg termikus effektusok, vagyis hőmérsékleti hatásra bekövetkező szerkezeti változások által a kimeneten okozott, a jelben mérhető változások. Ilyen például az egyszerű termikus zaj, vagy tranzisztorok esetében a munkapont-ingadozás; számtalan példát fel lehet sorolni. Ilyen áramkörök megépítése kis gyakorlattal gyors és egyszerű. Legfőbb hátrányuk az érzékenységük és befolyásolhatóságuk. A legtöbb ilyen eszköz a hőmérséklet kis emelésére vagy csökkentésére már a generált adatsor számottevő, vagy esetenkénti teljes romlásával reagál. Más

eszközökkel, például a mobiltelefonok által generált elektromágneses térrel is könnyedén megzavarhatóak. Mindezek ellenére számos eszköz kihasználja a termikus effektust véletlenek generálására [3,4,5].

Következmények

Rendkívüli veszteséget okozhat egy cég életében, ha a hálózat bármely pontján megsérül a biztonság. Ezt elkerülendő a vállalatok az üzletmenet megszakadásának elkerülésére, a fenyegető kockázatok tudatos felismerésére és a változásokhoz való gyorsabb alkalmazkodásra töreksenek. A biztonságos gazdasági környezet mérhető üzleti előnyei mindenekelőtt a költségcsökkentés, a védettség és a hatékonyság. A direkten erre a területre irányuló, ezzel közvetlen kapcsolatos bűncselekmények és azok lehetőségének csökkenése is az eszköz folyamatos használatának alapvető és természetes következménye. A szakirodalomban jónéhány véletlenszám-generálásra alapozó sikeres és sikertelen betörési kísérlet ismert (pl. a Netscape böngésző titkosítási hibája).

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a BME Általános és Analitikai Tanszéknek a kutatás lehetőségének biztosításáért és a szükséges eszközök rendelkezésre bocsátásáért; valamint az oktatóknak a személyes segítség nyújtásáért és támogatásáért.

Referenciák

[1] Bruce Schneier: Applied Cryptography, John Wiley & Sons, 1995 december

[2] ID Quantique: Optical Quantum Random Number Generator

<http://www.idquantique.com/products/quantis.htm>

[3] HG400 Random Number Generator

<http://www.random.com.hr/products/hg400/>

[4] Protego R200-USB TRNG

http://www.protego.se/sg200_d.htm

[5] ComScire J1000KU RNG

<http://comscire.com/Products/J1000KU/>

Árendás Csaba / tanszéki demonstrátor

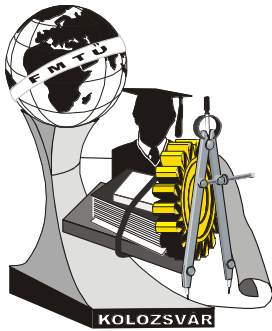
BME Általános és Analitikai Kémia Tanszék

+3670-242-7069; arendas@sch.bme.hu

Pethő László / hallgató

BME Természettudományi Kar, Mérnök-fizikus szak

+3670-204-4739; pl308@hszk.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ALAKÍTÓ SZERSZÁMACÉLOK KÁROSODÁS- ÁLLÓSÁGÁNAK JAVÍTÁSA FELÜLETKEZELÉSSSEL

Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő, Kovács Tünde

Abstract

In service, most forming tools (dies and punches) are subjected to extremely high loads, that are applied rapidly. The forming tools must withstand these loads a great number of times without breaking and without undergoing excessive wear or deformation. To increase the performance of a tool in service (surface hardness, wear resistance, toughness) and achieve the optimum combination of materials properties, various types of surface heat treatments can be used. In order to select the proper surface treating method for a given forming tool, it is necessary to establish a database including detailed information on the tool materials and the process parameters of possible surface treating techniques.

Összefoglalás

A képlékenyalakítás területén alkalmazott szerszámok ill. anyagaik igen nagy igénybevételeknek vannak kitéve. Ezeknek az igénybevételeknek jelentős része a munkafelületre koncentrálódik, ezért a szerszámok működő felületének mechanikai és termikus ellenálló-képességét, anyagának károsodásállóságát kell javítani. A megfelelő szilárdság - szívósság arány hőkezeléssel történő beállítását követően a felületi keménység ill. az azzal összefüggő kopásállóság növelése, valamint az adhéziós ill. a súrlódási tényező kedvezőbbé tétele együttesen felületkezeléssel érhető el. Ezen felületkezelések kiválasztásához és tervezéséhez sokféle adatot kell összegyűjteni ill. feldolgozni.

1. Bevezetés

A szerszámélettartam növelésének, a karbantartási igény csökkentésének ill. a szerszámmal gyártott termékek megfelelő minőségének, vagyis a műszaki és gazdasági szempontokat egyaránt kielégítő eredményesség elérésének lényeges feltételei:

- az alakító szerszámacélok jellemzőinek, tulajdonságainak ismerete ill. az azok alapján történő helyes anyagkiválasztás, figyelembe véve a szerszámmal alakítandó anyagok sajátosságait is;
- a szerszámacéloknál alkalmazható hőkezelési és felületkezelési eljárások technológiai jellemzőinek ismerete, beleértve a geometriai tőrészekre (alak- és méretpontosságra) gyakorolt hatásokat is;
- a felületkezeléssel összefüggő előkészítés, bevonatolás ill. kérgesítés, valamint az utókezelés helyessége, továbbá a kialakítandó felületi bevonat/kéreg alkalmazási jellemzőinek ismerete.

2. Alakító szerszámacélok anyagkiválasztáskor mérlegelendő jellemzői, tulajdonságai:

- azonosító jelölés: anyagminőség jele, anyagszám (Werkstoffnummer); szabványszám, ország, márkanev (gyártó szerinti); összetétel (karbon- és ötvözőtartalom); ekvivalensek (helyettesítő acélminőségek).
- *fizikai tulajdonságok* (igénybevehetőség):

- sűrűség (ρ);
- mechanikai tulajdonságok: folyáshatár (R_p): hajlító, nyomó; szilárdság (R_m): hajlító, nyomó; keménység (HV, HRC); rugalmassági modulus (E, G); Poisson-tényező (ν);
- termikus tulajdonságok: olvadási hőmérséklet (T_{olv}); alkalmazási hőmérséklet-tartomány ($T_{min} - T_{max}$); hőtágulási együttható és annak hőmérsékletfüggése ($\alpha[T]$); hővezetési tényező és annak hőmérsékletfüggése ($\lambda[T]$); fajlagos hőkapacitás és annak hőmérsékletfüggése ($c[T]$);
- mágneses tulajdonságok: mágneses permeabilitás (μ); koercitív erő vagy mágneses keménység (H_c); telítési indukció (B_t); remanens indukció (B_r);
- optikai tulajdonságok: abszorpciós tényező és annak hullámhosszfüggése ($\alpha[\lambda]$); reflexiós tényező és annak hullámhosszfüggése ($\rho[\lambda]$).
- **technológiai tulajdonságok** (megmunkálhatóság):
 - melegalakíthatóság (hőmérséklet-intervallum);
 - forgácsolhatóság (szerszáméltartam); köszörülhetőség (leköszörült anyagmennyiség/lekopott korongmennyiség); elektroeróziós vágthatóság (huzalelektrodás szikraforgácsolhatóság): méretváltozás, keménységeloszlás, maradó feszültségek;
 - (javító) hegeszthetőség (keménységeloszlás a hegesztési zónában): előmelegítés, hegesztőanyag, hegesztési munkarend (fajlagos hőbevitel);
 - hőkezelhetőség:
 - lágypítés: hőmérséklet, keménység (HB);
 - edzhetőség, átédzhetőség, folyamatos hűtésre vonatkozó ausztenit átalakulási diagram, ajánlott hőkezelési paraméterek az alkalmazás függvényében (edzés és megeresztés hőmérséklete, hevítési lépcsők, hűtőközegek, elérhető keménység: HV, HRC);
 - keménység az ausztenitesítési hőmérséklet függvényében (hossz-, kereszt- és vastagságirányban);
 - méretstabilitás (maradék ausztenit), százalékos méretváltozás a megeresztési hőmérséklet függvényében; szekunder keményíthetőség (500 °C felett), megeresztési diagram;
 - szövetszerkezetek az egyes hőkezelési szakaszok után;
 - felületkezelhetőség: felületedzés, keménykrómozás, PVD, CVD, nitridálás (felületelőkészítés, felületi érdesség, felületi hibamentesség, súrlódási tényező).
- **üzemeltetési tulajdonságok** (károsodásállóság):
 - megeresztésállóság: HV(T_{meg}), HV(KV); fáradásállóság; szívósság: KV(T_{meg}), KV(HRC), repedésterjedéssel szembeni ellenállás; kopásállóság (fajlagos abrazív kopási veszteség); korrózióállóság.;
 - alkalmazási területek, alkalmazási javaslatok.

3. Alkalmazható felületkezelési eljárások technológiai jellemzői:

A szimplex (1. ábra) és a duplex (2. ábra) felületkezelési eljárások [1,2] közül - példaképpen - a CVD és a PVD technológiai sajátosságai az alábbiakban foglalhatók össze:

kezelés során az alapanyag felületén várhatóan fellépő maximális hőmérséklet az alapanyag olvadáspontjánál			
Kezelés előtt vagy közben az alapanyag felületére kerülő idegen anyag	kisebb → felületolvadás nélküli kezelés		nagyobb → felületolvadásos kezelés
	alakitási keményedésen és/vagy maradó nyomófeszültség kialakulásán alapuló eljárások		gyors dermedésen és/vagy kristályosodási mikroszerkezet finomodásán alapuló eljárások
	felületszilárdítás		felületedzés
	felületszórás felületgörgözés felületkalapálás felülethengerítés felületvasalás robbantásos felületszil. lézermimpulzusos fel.szil.		felületi átolvasztás felolvasztó hegesztés lézerrel elektronsugárral plazmával volfrámel.ívhegesztéssel gázhegesztéssel
fizikai hatásokon és/vagy adhéziós kapcsolódáson alapuló eljárások		kémiai átalakulásokon és/vagy diffúziós folyamaton alapuló eljárások	
védőbevonatolás ragasztás festés zománcozás kémiai fémlévesztés galvanizálás lángszórás ivszórás plazmaszórás lézerszórás robbantásos szórás húzóas platírozás folyatás platírozás hengerféses platírozás robbantásos platírozás dörzspatírozás vákuumgőzölés katódpórtasztás ionsugaras bevonatolás ionsugaras leválasztás		kémiai gőzfázisú bevonás hagyományos CVD kombinált CVD kémiai szórás reaktív kémiai szórás ionimplantáció kémiai oxidálás anódos oxidálás vegyületreteg kialakítás fémszinezés porközegben sóolvadékban gázközegben bemártással hőkezeléssel lánggal plazmával elektronsugárral lézerrel	
van → összetételváltozásos kezelés		metallurgiai reakciókon és/vagy kohéziós kötésen alapuló eljárások	
felület-ötöztetés elektronsugárral plazmával volfrámel.ívhegesztéssel		felrakó hegesztés fogyóel.ívhegesztéssel salakhegesztéssel szikrahegesztéssel gázhegesztéssel	

1. ábra. Szimplex felületkezelések

CVD (Chemical Vapour Deposition = Kémiai Gőzfázisú Bevonatolás):

- 2 mm-nél vastagabb és akár 400 MPa szilárdságú lemezek kivágó-, alakító-, mélyhúzó-szerszámaihoz; korrózióálló és bevonatos lemezek kivágásához és alakításához; kenéshiányos, felülethevüléssel járó alakításokhoz; továbbá szerszámfelújításra is, alapos felület-előkészítés és szükség szerinti javító hegesztés után;
- általában Ti komponensű bevonatok - pl. TiC, TiCN, TiN - előállítására, mono- vagy multiréteg formájában, általában 8...10 µm bevonatvastagság elérésével;
- „nagy hőmérsékletű” eljárás, esetenként 1000 °C-os ill. annál nagyobb hőmérséklettel, a jó adhéziós tapadás és a kölcsönös diffúzió érdekében, de geometriai torzulások veszélyével;
- inert (Ar) vagy redukáló (H₂) gázatmoszférában történő felhevítéssel, majd reaktív gázok - CH₄ karbidokhoz, N₂ nitridekhez - és 550 °C-on elgázosított folyékony TiCl₄ fémes prekursor (elővegyület) hozzávezetésével;
- kezelés után 150 °C-ra történő lehűtéssel, felületi oxidáció elleni védelemmel;

		2. kezelés		összetétel-hagyó		összetétel-változtató																	
		fel.olv nélküli	fel.olv	fel.olv nélküli	fel.olv	felületolvasztás nélküli											fel.olv						
1. kezelés				felület- szilárdítás	felület- edzés	felületi átolvasztás	felolvasztó hegesztés	védőbevonatolás	termikus szórás	plattírozás	PVD	CVD	ionimplantáció	passzíválás	cementálás	nitrocementálás	nitridálás	felületi ráolvasztás	felület- tötvözés	felrakó hegesztés			
		összetétel-hagyó	felület- olvastó	felületolvasztás nélküli		felület- szilárdítás (ütőtestekkel, számszámmal, lökéshullámokkal)	X	X	X	X	?	X	X	?	X		?	X	X	X	X	X	X
	felület- olvastó		felület- edzés (indukciósan, elektronsugárral, lézerrel)	X	X	X	X	?	X	X	X	X		?	X	X		X	X	X			
összetétel-változtató	felület- olvastó	felületolvasztás nélküli		felületi átolvasztás (elektronsugárral, lézerrel)	X	?	X	X	?	?	X	?	?	?	?	?	?		X	X	X		
		felületolvasztás nélküli		átolvasztó hegesztés (gáz-, AWI-, vagy plazmahegesztéssel)	X	?	X	X	?	?	X	?	?	?	?	?	?	?	X	X	X		
összetétel-változtató	felület- olvastó	felületolvasztás nélküli		fémleválasztás (külső áramforrás nélkül, galvanizálással)	X	X	?	X		X	X	X	X		?	X	X	X	X	X	X		
		felületolvasztás nélküli		termikus szórás (lánggal, ívvel, plazmával, lézerrel, robbantással)	X	X		?	X		X	X	X	X		X	X	X		X	X		
		felületolvasztás nélküli		plattírozás (alakítószerszámmal, dörzshatással, robbantással)	?	?	X	X	?	X	?	X	X	?	?	?	X	?	?		X	X	
		felületolvasztás nélküli		PVD (hagyományosan, plazma- vagy lézerezősítéssel)	X	X	X	X	X	X	X	?	?	?	?	X	X	X	X	X	X	X	
		felületolvasztás nélküli		CVD (hagyományosan, plazma- vagy lézerezősítéssel)	X	X	X	X	X	X	X		?	?	?	X	X	X	X	X	X	X	
		felületolvasztás nélküli		ionimplantáció (fémes és nemfémes ionokkal)	?	?	X	X	?	X	X	X	X	?	?	?	?	?	?	X	X	X	
		felületolvasztás nélküli		passzíválás (kémiai vagy anódos oxidálás, vegyültreteg-képzés)	X	X	X	X		?	X				?	?	X	X	X	X	X	X	
		felületolvasztás nélküli		<i>termokémiai kezelés:</i> cementálás	X		X	X	?	X	X				?	?	X	X		X	X	X	
		felületolvasztás nélküli		<i>termokémiai kezelés:</i> nitrocementálás	X		X	X	?	X	X					?	X	X	X	X	X	X	
		felületolvasztás nélküli		<i>termokémiai kezelés:</i> nitridálás	X		X	X	?	?	X					?	X	X	X	X	X	X	
		összetétel-változtató	felület- olvastó	felületolvasztás nélküli		felületi ráolvasztás (lánggal, plazmával, lézerrel)	X	X	?	X	X	X	X	X	X		?	X	X	?	X	X	X
				felületolvasztás nélküli		felület- tötvözés (elektronsugárral, lézerrel)			X	X	?	X	X		X		?	?	?	?		X	X
összetétel-változtató		felület- olvastó	felületolvasztás nélküli		felrakó hegesztés (gáz- vagy ívhegesztéssel)			X	X	?	X	X	X		?	?	?	?	?	X	X	X	

2. ábra
Duplex felületkezelések

- a bekövetkező kilágyulás miatti utólagos hőkezeléssel - edzéssel és megeresztéssel - minimalizálva a bekövetkező geometriai torzulásokat.

PVD (Physical Vapour Deposition = Fizikai Gőzfázisú Bevonatolás):

- vékonyabb és kisebb szilárdságú lemezek alakító szerszámaihoz; vékony bevonatos lemezek alakításához; kedvezőtlen kenési viszonyokhoz, felülethevéveléssel járó alakításokhoz; továbbá szerszámfelújításra is alapos felület-előkészítés és szükség szerinti javító hegesztés után;
- kemény, kopásálló, kedvező súrlódási tényezőjű vékony filmszerű bevonatok előállítására, általában 1...6 µm bevonatvastagság elérésével;
- „kis hőmérsékletű” eljárás, rendszerint 500 °C-os ill. annál kisebb hőmérséklettel, a geometriai torzulások minimalizálása érdekében, de limitált adhéziós tapadással, diffúziós hatás nélkül;
- nagyvákuumos (10^{-5} mbar) környezetben, a reaktív fém vagy vegyülete elgőzölögtetésével és ionizálásával, az ionok hozzávetetett gázzal való reakciójával, majd a reakciótermék - munkadarab és kamrafal között alkalmazott feszültség-különbség hatására - felületre történő lecsapódásával;
- kezelés után 150 °C-ra történő lehűtéssel, felületi oxidáció elleni védelemmel;
- a bekövetkező kilágyulás miatti utólagos hőkezeléssel - edzéssel és megeresztéssel - minimalizálva a bekövetkező geometriai torzulásokat;

Új CVD vagy PVD bevonatos hidegalakító szerszámok gyártásának vázlatos műveleti sorrendje [3]:

1. kiválasztott anyag beszerzése rúd, tömb vagy lap formájában;
2. nagyoló megmunkálás;
3. feszültségcsökkentő hőkezelés 600 °C-on;
4. simító megmunkálás;
5. vákuumedzés;
6. megeresztés kb. 500 °C-on, min. 2-szer 58...60 HRC-re;
7. szerszám-blokk összeszerelése és beállítása;
8. 5000...10000 darabos előszéria alakítása a megfelelés ellenőrzésére;
9. felületelőkészítés: homokfűvás, polírozás, tisztítás a felületi érdesség beállítása ill. a kis súrlódási tényező (kedvező siklási jellemzők) biztosítása érdekében ($R_a < 1\mu\text{m}$ tükörfényes állapot beállítása);
10. CVD vagy PVD bevonatolás;
11. CVD esetén második edzés és megeresztés vákuumkörnyezetben;
12. szerszám-blokk összeállítás;
13. szerszám-blokk beállítás;
14. terheléspróbák.

Használt hidegalakító szerszámok felújításakor felmerülő javító hegesztés műveleti sorrendje:

1. szerszám anyaghoz, hegesztési eljárásához és a geometriai torzulások minimalizálásához igazodó hegesztőanyag kiválasztása és beszerzése;
2. előmelegítés 400 °C-ra;
3. hegesztés;
4. hevítés 450 °C-ra, 2...3 órás hőntartással;
5. lassú hűtés.

4. CVD és PVD bevonatok alkalmazási jellemzői:

- összetétel (pl. TiN), típus (pl. kemény, kopásálló), azonosító szín (pl. aranyárga);
- bevonatoló eljárás (pl. PVD), bevonatolás hőmérséklete (pl. 350...500 °C);
- rétegszerkezet (mono-, multi-, gradiens-, nano-), rétegvastagság (pl. 1...5 µm);
- mikro- vagy nanokeménység (pl. 2200...3000 HV_{0,05});
- súrlódási tényező (száraz acélon) (pl. 0,40...0,65);
- hővezetési tényező (pl. 70 W/mK), termikus stabilitás határhőmérséklete (oxidációs hőmérséklet) - maximális alkalmazási hőmérséklet (pl. 500...600 °C);
- bevonat belső (nyomó) feszültsége (-1,5...-2,5 GPa);
- megmunkálható anyagok (pl. acélok);
- kulcsfontosságú jellemzők ill. előnyök (pl. széleskörű alkalmazhatóság, költséghatékonyság);
- korrózióállóság (pl. jó), vízzoldhatóság (pl. nem oldható);
- újrabevonathatóság (pl. lehetséges);
- alkalmazási adatok [4] - elsődleges alkalmazási javaslatok (pl. forgácsolás, alakítás, fröccsöntés).

ALKALMAZÁS	JÓ	JOBB	LEGJOBB
Lyukasztás (Piercing)	TiN	TiCN CVD TiC/TiN	MoST™
/Lemez/kivágás (Blanking)	TiN	CVD TiC/TiN	TiCN
Finomkivágás (Fine Blanking)	TiN	TiCN	MoST™
/Mély/húzás (Drawing), Peremezés (Flanging), Profilalakítás (Forming), Folyatás (Extrusion)	CrN	CVD TiC/TiN vagy TiCN	CVD TiC vagy MoST™
Hidegfejezés (Cold Heading) / Útvesajtolás (Impact Extrusion)	TiN	CVD TiC/TiN	MoST™

Irodalom

- [1] Bagyinszki Gyula: *Gyártásismeret és technológia* (240 oldal), Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2004
- [2] Bagyinszki Gyula – Kovács Tünde – Kálazi Zoltán – Tom Bell: *Acélok duplex felületedzése*; Gép LII. évfolyam, 2001/9. szám, 16-22. oldal
- [3] L. Carreras - S. Bueno – F. Montalà: *Advanced Coatings for Automotive Industry Forming Dies*, 7th International Research/Expert Conference „Trends in the Development of Machinery and Associated Technology” TMT 2003, Lloret de Mar, Barcelona, Spain, 15-16 September, 2003
- [4] Bernard Janoss: *PVD/CVD Tool Coatings Enhance Stamping & Forming of Stainless Steels*, MetalForming Magazine (Metalforming Online), 1999/03

Dr. Bagyinszki Gyula főiskolai docens

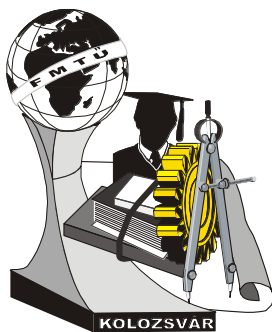
Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar,
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet, Anyag- és Alakítástechnológiai Tanszék
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.
Tel: (+36-1) 219 6304, Fax: (+36-1) 219-6494, E-mail: bagyinszki.gyula@bgk.bmf.hu

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

Kovács Tünde főiskolai adjunktus

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 6327, Fax: (+36-1) 219-6494, E-mail: kovacs.tunde@bgk.bmf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A NEM-MEGFIGYELHETŐ-ÁLLAPOTTÉR TULAJDONSÁGAINAK FELTÁRÁSA A MEGFIGYELHETŐ- ÁLLAPOTTÉR VISELKEDÉSE ALAPJÁN A TANULÓ RENDSZEREKBE

Bákai Tamás

Abstract:

Nowadays the growing demands are the dominant concept of most parts of life. To satisfy these demands the planning of more complex and flexible problem-solving systems are required. In the last decades many new technology and technique were developed to handle the growing demands. Apparently the object-oriented modelling methodology was the most efficient between these. However nowadays the growing demands of the market gradually outgrow the abilities of the pure object-oriented concepts. One of the main reasons of this is that the decomposition techniques can not handle efficiently the numerous sub-systems with varying characteristics and connections. The common problems appear in the untreatable complexity and the missed deadlines. The use of artificial intelligence means new concepts in the developing processes. The agent based programming gives the possibility to describe the functionality of the required system not only by using actions-reactions but by defining the goals and constraints in the system. The machine-learning helps to reveal the connections, relations and logical behaviour in the dynamism of the modelled system and helps to reveal the effects of the none modelled systems in the modelled system. This paper shows shortly our results in this field.

Összefoglaló:

Napjainkban az élet szinte minden területét a megnövekedett és egyre szerteágazóbb igények jellemzik. Ezeknek az igényeknek a kielégítése egyre komplexebb és rugalmasabb probléma-megoldó rendszerek tervezését teszi szükségessé. Az utóbbi évtizedekben a megnövekedett elvárások kézben tartására számtalan új technológia és technika jelent meg, melyek között az egyik legjelentősebb paradigmát az objektum orientált modellezés jelentette. Napjainkban a piac igényeinek folyamatos növekedése azonban már egyre inkább túlnő a pusztán objektum orientált eszközökkel kezelhető szinten. Ennek egyik fő oka, hogy a számtalan és folyamatosan változó jellegű részrendszerek és kapcsolataik kezelésében már a különböző dekompozíciós módszerek sem nyújtanak elegendő segítséget. Ennek következményei elsősorban a modellezett rendszer komplexitásának kezelhetetlenségében és a határidők túllépésében jelentkeznek. A mesterséges intelligencia alkalmazása új lehetőségeket nyújt a fejlesztési folyamatokban. Az ágens orientált modellezés lehetővé teszi modellezett rendszer dinamikus viselkedésének akciók-reakciók megadása helyett célok és korlátozások definiálásával végzett leírását. A gépi tanulás alkalmazásával pedig a megfigyelt rendszer dinamikus jellegében rejlő kapcsolatok, relációk, logikai összefüggések feltárásának feladata vehető le a fejlesztő mérnök válláról. A gépi tanulás alkalmazása ezen túlmenően lehetőséget nyújt a nem modellezett rendszerek modellezett rendszerre gyakorolt hatásainak a felismerésében és feltárásában is. Az ezen a területen elért eredményeink rövid bemutatásával foglalkozik ez a cikk.

1. A megfigyelhető rendszer modellezése

A gépi-tanulás alapgondolata, hogy egy működő és részben vagy egészben megfigyelhető rendszer (megfigyelt rendszer) viselkedésének feltárását végzi egy mesterséges intelligenciás eszközzel modellezett megfigyelő rendszer [1]. Az általunk megvalósított szoftverben a megfigyelt rendszer objektum, attribútum, érték, aktivitás négyessel lett modellezve. Minden objektumhoz egy vagy több attribútum és nulla vagy több aktivitás valamint minden attribútumhoz kettő vagy több érték rendelhető [2]. Mivel az aktivitásokhoz és az értékekhez nem kapcsolódnak további alelemek így ezek jelentik a modell levél-csomópontjait. Minden levél-csomópontnak van egy szülő-csomópontja: ez érték típusú levél-csomópont esetén az az attribútum, míg aktivitás típusú levél-csomópont esetén az az objektum amelyikhez az adott levél-csomópont hozzá van rendelve. Minden levél-csomópontnak van továbbá egy szuper-szülő csomópontja amely azt a csomópontot határozza meg, melynek az adott levél-csomópont egy lehetséges értékét reprezentálja. Minden érték típusú levél-csomópont a hozzá tartozó attribútumnak egy lehetséges értékét reprezentálja, így minden érték típusú levél-csomópont szuper-szülője azonos az adott levél-csomópont szülő csomópontjával. Minden aktivitás típusú levél-csomópont a megfigyelt rendszer eseményeinek egy lehetséges értékét reprezentálja, így minden aktivitás típusú levél-csomópont szuper-szülője azonos a megfigyelt rendszerrel. Minden szuper-szülő csomópontnak a megfigyelt rendszer minden állapotváltozási lépésében van egy kitüntetett levél-csomópontja a lehetséges levél-csomópontjai között (aktív levél-csomópont), amelyik az adott szuper-szülő csomópont állapotát reprezentálja az adott állapotváltozási lépésben. Ennek megfelelően a megfigyelt rendszer n . állapota az n . állapotban aktív, érték típusú levél-csomópontok halmazával míg az n . állapotban bekövetkező esemény az n . állapotváltozási lépésben aktív, aktivitás típusú levél-csomóponttal írható le.

A megfigyelő rendszerben a megfigyelt rendszer dinamikus viselkedése állapotokkal és állapotváltozásokat előidéző eseményekkel kerül modellezésre. A modellezési koncepció alapelve, hogy a megfigyelt rendszer az n . állapotából az n . állapotban bekövetkező esemény hatására az $n+1$. állapotába kerül. A megfigyelt rendszer n . állapotváltozási lépése az n . eseménynek és az $n+1$. állapotnak a megjelenéséből áll. A megfigyelő rendszer a megfigyelt rendszer dinamikus viselkedésének leírását a History adatbázisban tárolja. A History-ban időrendi sorrendben szerepelnek a megfigyelt rendszer eddig megfigyelt állapotai és az állapotváltozásokat előidéző események. Az n . History bejegyzés a megfigyelt rendszer n . állapotát és az n . állapotban bekövetkezett eseményt tárolja. Az események az állapotváltozások vezérlő jeleit reprezentálják. Az n . állapotváltozási lépésben aktív események az $n+1$. állapotba jutást generáló tranzienst jellegetű információkat reprezentálják és az $n+1$. állapot bekövetkezével inaktívvá válnak. A megfigyelt rendszer eseményei a megfigyelt rendszer objektumaihoz rendelt aktivitásokkal lettek modellezve. Az azonos leírással rendelkező állapotokat, eseményeket és History bejegyzéseket egymással ekvivalenseknek nevezzük. Mivel a megfigyelő rendszer megfigyelési sebessége jóval gyorsabb a megfigyelt rendszer

állapotváltózási sebességétől, ezért a megfigyelt rendszerben aktívvá váló események között egyértelmű sorrendiség határozható meg. Ez a megfigyelt rendszer dinamikus jellegének modellezése szempontjából azt eredményezi, hogy a megfigyelt rendszer összes aktivitása közül minden állapotváltózási lépésben csak egy válik aktívvá.

2. Az állapotváltózáások inkonzisztenciájának értelmezése

A History bejegyzések egyszerűbb reprezentálhatósága érdekében a továbbiakban jelöljön minden History bejegyzést az abc egy-egy betűje. Jelölje azonos betű az ekvivalens History bejegyzéseket és különböző a nem ekvivalenseket. Ezek alapján a History egy lehetséges tartalma lehet következő:

idő	VSS
0	A
1	B
2	C
3	A
4	B

A History bejegyzések ekvivalenciája szempontjából az állapotváltózáásoknak négy típusa különböztethető meg:

1. A -> C A -> C	2. A -> C A -> D
3. A -> C B -> C	4. A -> C B -> D

Az 1., 3., illetve 4. típusú állapotváltózáásokban a kiinduló állapot és az aktivitás egyértelműen meghatározzák a célállapotot. Az ilyen tulajdonsággal rendelkező állapotváltózáásokat konzisztenseknek nevezzük. A 2. típusú állapotváltózásban a kiinduló állapot és az aktivitás nem határozza meg egyértelműen a célállapotot. Az ilyen tulajdonsággal rendelkező állapotváltózáásokat inkonzisztenseknek nevezzük. Ha egy rendszer állapotváltózási folyamatában inkonzisztens állapotváltózás található, akkor egy ilyen rendszerben nem lehetséges az állapotváltózáások ok-okozati összefüggéseinek a feltárása, mivel egymással ekvivalens állapotok és aktivitások egymással nem ekvivalens állapotokat eredményezhetnek.

3. Az inkonzisztens állapotváltózáások tulajdonságai és megszüntetésük módszerei

Ha a modellezett rendszer működése során inkonzisztens állapotváltózás lép fel, akkor ez egy eddig figyelmen kívül hagyott, plusz információ létezését bizonyítja. Ez a plusz információ biztosítja, hogy a

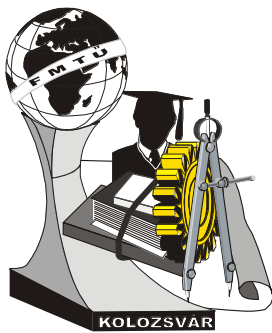
2. típusú állapotváltozásokban a kiinduló állapotok vagy aktivitások ekvivalenciája megszűnjön. Ezáltal a 2. típusú állapotváltozások 4. típusúvá alakíthatóak át, mellyel megszüntető az állapotváltozások inkonzisztenciája. A plusz információ származása szerint megkülönböztetünk nem megfigyelhető állapottér (NVSS) alapú és szekvenciális jelleg alapú inkonzisztens állapotváltozásokat. Az előzőre példa egy engedélyező bemenete nélkül modellezett logikai ÉS kapuáramkör, míg az utóbbira egy tartály feltöltő-leeresztő rendszer, melyben a félig töltött állapotból nem derül ki a rendszer következő állapota (tartály: teli / üres) [3]. Mind a két típus más-más módszert igényel az állapotváltozásokban rejlő inkonzisztenciák megszüntetéséhez. Az első eset egy nem megfigyelhető állapottér indirekt ismeretekre épülő modellezését igényli, ahol a megfigyelhető állapottér állapotváltozásaiból kell következtetni a nem megfigyelhető állapottérnek az adott állapotokban várhatóan bekövetkezett állapotára. Ezzel szemben a második esetre a History-ban történő n lépéses visszatekintés jelent hatékony megoldási módszert. Az előző – tartályt feltöltő, leeresztő rendszer - példa mutatja, hogy a tartály félig töltött állapotából még nem derül ki egyértelműen annak következő állapota, viszont a History-ban egy szintet visszalépve (*üres* -> *félig*) -> *telj* illetve (*telj* -> *félig*) -> *üres* már egyértelművé tehető a következő állapot.

Annak eldöntése, hogy mikor melyik módszert érdemes alkalmazni a megjelenő inkonzisztens állapotváltozás konzisztenssé alakítására, a modellezett rendszer jellegének részletes elemzését igényli. Az ilyen irányú kutatások a tanuló rendszer továbbfejlesztési lehetőségeit adják. Jelenlegi megállapítások szerint mind a két módszer a rá jellemző feladatok megoldásában adja az inkonzisztencia megszüntetésének legkevesebb többletinformációt igénylő leírását. Az n lépéses visszatekintés többletinformáció árán korlátozott mértékben képes az NVSS alapú inkonzisztens állapotváltozások megszüntetésére is, míg az NVSS alapú módszer szintén többletinformáció árán képes bármilyen szekvenciális jelleg alapú inkonzisztens állapotváltozás megszüntetésére. A módszerek helyes megválasztásához szükséges rendszerjellemzők feltárásáig a következő megoldási módszer lett beépítve a tanuló rendszerbe: Inkonzisztens állapotváltozás megjelenésekor először az n lépéses visszatekintés módszere kerül alkalmazásra azzal a kiegészítéssel, hogy az n értéke nem lehet nagyobb egy előre megadott számnál (korlátos n lépéses visszatekintés). Ha ezzel a módszerrel nem sikerül az inkonzisztenciát megszüntetni, akkor az NVSS alapú módszerrel kell a feladatot megoldani.

Irodalomjegyzék:

- [1] *Stuart J. Russell, Peter Norvig: Mesterséges intelligencia modern megközelítésben*, Panem Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- [2] *Kondorosi Károly, László Zoltán, Szirmay-Kalos László: Objektum orientált szoftverfejlesztés*, ComputerBooks, Budapest, 1999.
- [3] *Bánhidi László, Oláh Miklós: Automatika mérnököknek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.

Név: **Bákai Tamás**
 Munkahely: 3515, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Miskolci Egyetem
 Telefon: 06-20-582-0583



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

GYORS PROTOTÍPUSMODELLEK MINŐSÉGÉNEK JAVÍTÁSA

BAKI-HARI Zoltán-Gábor

Abstract

This work deals with the possibilities to improve the quality of Rapid Prototyping (RP) models. Firstly, the RP applications and the quality parameters of the RP models have been concisely presented. At the end, some practical advises for the quality improvement of the RP models, regarding their dimensional and form accuracy, respectively the quality of their surfaces, have been given.

Összefoglalás

Ezen dolgozat a gyors prototípusmodellek minőségének javíthatóságával foglalkozik. Ezért először a gyors prototípusgyártás alkalmazásai illetve a gyors prototípusmodellek minőségi mutatói kerülnek rövid bemutatásra. Végül pedig ezen modellek minőségének a javítására ad néhány hasznos tanácsot, amelyek a méret- és alakpontosságot, illetve a felületminőséget érintik.

Bevezetés

Mint ismeretes, a villámgyors termékfejlesztés a nagyon rövid idejű termékfejlesztés mellett a maximális minőséget kell hogy biztosítsa az új terméknek. Ezért már a fejlesztés során olyan eljárásokkal kell dolgozni, amelyek ezt biztosítják.

S mivel a villámgyors termékfejlesztésnek az egyik, talán legfontosabb, eszköze a gyors prototípusgyártás (egyések szerint gyors prototípusgyártás) ennek is alkalmazkodnia kell ehhez az igényhez, habár ezen nagyon is új technológiák még hagynak kívánnivalót ami a termékek méretpontosságát s felületi minőségét illeti. De ezek egy optimalizált felhasználással majdnem teljesen kiküszöbölhetők. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy az újabb gyors prototípusgyártási eljárások illetve berendezések mind jobb és jobb pontosságot biztosítanak, ezáltal növelve a gyors prototípusgyártási modellek minőségét.

Ezen dolgozat az előbb jelzett kívánnivalók kiküszöbölésére ad néhány optimalizálási tanácsot, de nem a gyors prototípusgyártás alkalmazásainak, illetve az így kapott termékek, amelyek tulajdonkép-

pen a gyors prototípusmodellek, minőségének bemutatása előtt.

A gyors prototípusgyártás alkalmazásai

A gyors prototípusgyártás terén az utóbbi időben elért eredményeknek köszönhetően, ma már ezen eljárások nagyon széles felhasználásnak örvendenek. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy ezen felhasználások nagyon érdekesek s látványosak, több helyen is forradalmasítva a különböző eljárásokat. Így ezen eljárások, a velük készített modelleken keresztül, az elgondolás bemutatása s a különböző tesztelesek mellett jelentős szerepet töltenek be a különböző szerszámok, úgy, mint a *merev* – hagyományos szerszámok (öntőminták s formák, illetve magok, matricák, elektroeróziós elektródák), valamint a *flexibilis* szerszámok (matricák) kivitelezésében, illetve az orvostudományban s gyógyászatban is.

Ez mindannak köszönhető, hogy az utóbbi idők fejlesztései következményeként gyors prototípusgyártással már nem csak a kimondott modell készíthető el, hanem már funkcionális alkatrészek is, valamint kisseriás gyártás végezhető. Ezen utóbbi alkalmazásnak nagy szerepe van abban az esetben, amikor még készül a végleges szerszám, viszont a termék első darabjai már a piacon vannak.

A gyors prototípusmodellek minősége

A gyors prototípusmodellek esetében a következő minőségekről beszélhetünk:

- Anyagminőség;
- Méret- és alakpontosság;
- Felületminőség.

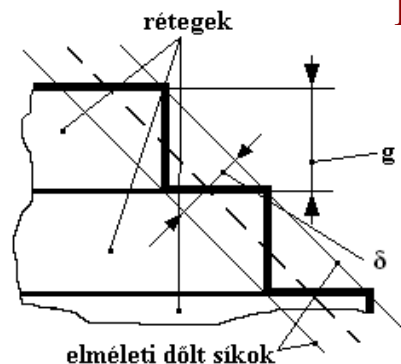
Az anyagminőségről elmondható, hogy majdnem teljesen független az eljárástól, s a felhasznált nyersanyag minősége, illetve a beállított gépparaméterek határozzák meg. Ugyanakkor azt is meg kell jegyezni, hogy az idők folyamán egyre javultak, tökéletesedtek a gyors prototípusgyártásban használatos anyagok, egészen addig, hogy ma már funkcionális darabok állíthatók elő.

A gyors prototípusmodellek méret- és alakpontossága általában $\pm 0,075$ mm körül mozog. Ez jelentősen függ magától az eljárástól, a használt berendezéstől, valamint a felhasznált anyagtól. Maximális befolyással van a kivitelezés alatti elhelyezési mód, mivel a vízszintes síkban elért pontosság az esetek döntő többségében jobb mint a függőleges síkban.

Jelenleg világszerte komoly kutatások folynak a gyors prototípusgyártó gépek pontosságának javítására.

A gyors prototípusmodell felületi minőségét döntően a most használatos berendezések határozzák meg, mivel mint ismeretes, a modellek kivitelezését egymás utáni rétegadagolással valósítják meg. Ezen munkastílus elkerülhetetlen következménye a lépcsőhatás megjelenése (lásd az 1. ábrát). Ez sza-

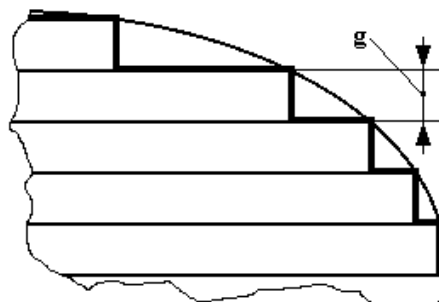
bad szemmel is látható minden ilyen módon gyártott fizikai modell felszínén, főleg a ferde (dőlt) s a görbe felületeken. Mint a 2. ábrán is látható ez nagyon változó a görbe felületek esetén. Természetesen ez az elégtelenség csökkenthető, például a rétegek g vastagságának csökkentésével, viszont ezzel nő a kivitelezési idő.



1. ábra

A gyors prototípusmodellek minőségének javítására több módszer is létezik. Ezen dolgozat keretében csak a méret- és alakpontosság valamint a felületminőség javíthatóságával foglalkozunk.

A méret- és alakpontosság nagy mértékben befolyásolható a helyesen megválasztott anyaggal, illetve az ennek megfelelő gépi beállításokkal. Így jelentősen javítható a rétegek közti ragadás illetve a porozitás, de ugyanakkor kis mértékben a réteglakás iránybeli pontosság is. Ugyanakkor optimalizálni kell a munkafej haladási sebességét is (ha lehet), mivel ezzel kiküszöbölhetőek a tehetetlenségnek tulajdonítható hibák.



2. ábra

A kivitelezendő modellt úgy kell már virtuálisan elhelyezni a használt berendezés munkaterében, hogy a fontos, vagyis azok a méretek, amelyek nagy pontosságok követelnek, a vízszintes XOY munkasíkban legyenek kialakítva, mivel mint ismeretes itt biztosítanak maximális pontosságot a mai gyors prototípusgyártási berendezések.

A gyors prototípusmodellek esetétem felületminőségi problémákat általában a ferde (dőlt) illetve görbe felületek esetében kell kiküszöbölni. Éspedig a lépcsőhatást kell kiküszöbölni, vagy legalábbis csökkenteni. Ez a csökkentés általában egy megengedett szint alá kell hogy történjen.

Tulajdonképpen az 1. ábrán látható külső és belső élek közötti δ távolságot kell egy megengedett δ_a alá csökkenteni a

$$\delta \leq \delta_a \quad (1)$$

összefüggés szerint. Amint az 1. ábrán észrevehető ez a dőlt síkfelületek esetében egyszerűen megoldható lenne a rétegek g vastagságának a csökkentésével. De ez nem lehetséges, mivel ezzel növekedne a kivitelezési idő, valamint a rétegeknek is kell legyen egy minimális vékonysága, amelyet a felhasznált nyersanyag illetve a használt berendezés határoz meg. A helyzet még bonyolultabb a görbe felületeknél, ahol a lépcsőhatás a görbületi sugár illetve a normálvektor függvényében változik.

Figyelembe véve az előbb elmondottakat, a felületminőség javítására ezen felületek esetében két út kínálkozik, éspedig:

1. a modell munkatérbeli elhelyezésének optimalizálása, úgy hogy a dőlt felületek vízszintes vagy függőleges felületekké váljanak, mivel így a kapott felületi minőség összehasonlíthatatlanul jobb; a görbe felületek pedig úgy legyenek elhelyezve, hogy minél jobban közelítsenek vízszintes vagy függőleges felületekhez.

2. a gyors prototípusmodellt utólagos megmunkálásnak kell alávetni, amely lehet anyageltávolító vagy anyagfelvivő. Anyageltávolító megmunkálás esetén az 1. ábrán látható belső éleken áthaladó elméleti dőlt sík mentén kell kivitelezni a darabot, hogy legyen honnan anyagot eltávolítani. Anyagfelvivő megmunkálás esetében pedig az ugyanazon az ábrán látható külső éleken áthaladó elméleti dőlt sík mentén kell kivitelezni a darabot, hogy legyen hová még anyagot tenni. Viszont a legnagyobb pontosságot s a legjobb felületi minőséget a vegyes megmunkálás biztosítja, vagyis amikor anyagfelvitel, de eltávolítás is történik. Ebben az esetben a modellt az 1. ábra szerinti szaggatott vonallal jelölt középső elméleti dőlt sík mentén kell kivitelezni, hogy legyen hová is tenni és honnan el is venni anyagot. Így a felület méretpontossága is jelentősen fokozható.

Következtetések

Mint a dolgozatban bemutatottakból is kitűnik, a gyors prototípusmodellek minőségét több tényező is befolyásolja, így több megoldás is kínálkozik ezen minőség javítására. Viszont már a felhasználóra hárul a feladat, hogy ezek közül kiválassza az optimálist. Az erre való készség pedig a gyakorlattól és tapasztalattól függ.

Irodalom

- [4] BÂLC, N., *Tehnologii neconvenționale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001, ISBN 973-35-1130-7
[5] BERCE, P., és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, București, 2000, ISBN 973-31-1503-7

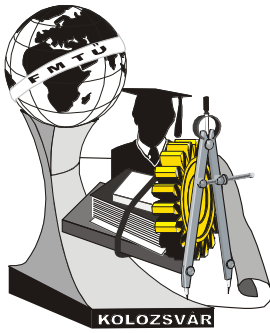
BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandus

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

Tel: +40-264-434 706

Mobil: +40-723-206 415

E-mail: bakihari@eme.ro



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ÚJ MATEMATIKAI MODELL CSAVARFELÜLETEK ELEMZÉSÉRE

Dr. Balajti Zsuzsanna, Prof. Dr. Dr.h.c. Dudás Illés D.Sc

Abstract

The aim of the paper and the PhD dissertation (Zsuzsanna Balajti Óvári: Productional examination of kinematic driving pairs) to show a new model which is suitable for neglecting the errors of the other.

Összefoglalás

A cikk, illetve készülő PhD dolgozat célja (Óváriné Balajti Zsuzsanna: Kinematikai hajtópárok gyártásgeometriájának fejlesztése) ez esetben az eddig megjelent matematikai modellek [6] problémáinak kiküszöbölésére alkalmas új modell kifejlesztését mutatja be.

1. Általános matematikai modell a hengeres, kúpos csavarfelületek és csigakerék lefejtőmarók, illetve tányérkerék lefejtőmarók vizsgálatára

A hengeres csavarfelületek és szerszámaik, valamint kúpos csavarfelületek és szerszámaik kapcsolódásának vizsgálatára egy összevont általános kinematikai modellt (1. ábra) fejlesztünk ki, amely alkalmas az említettek egy matematikai modellben való kezelésére. Ezen modell felfogás egy új CNC gép létezését feltételezi (szabadalom), amellyel változó tengelytávolság esetén a geometriailag helyes gyártás lehetséges.

Az általános modell tartalmazza az a technológiai tengelytávolság változása melletti megmunkálást, amelyhez új NC gép tervezése szükségeltetik. Jelenlegi menetkőszörűgépeken (pl. KM-250 Csepel) 5° -os asztal elfordulás van biztosítva. Ezen érték a kúpos csigák gyártásához nem kielégítő.

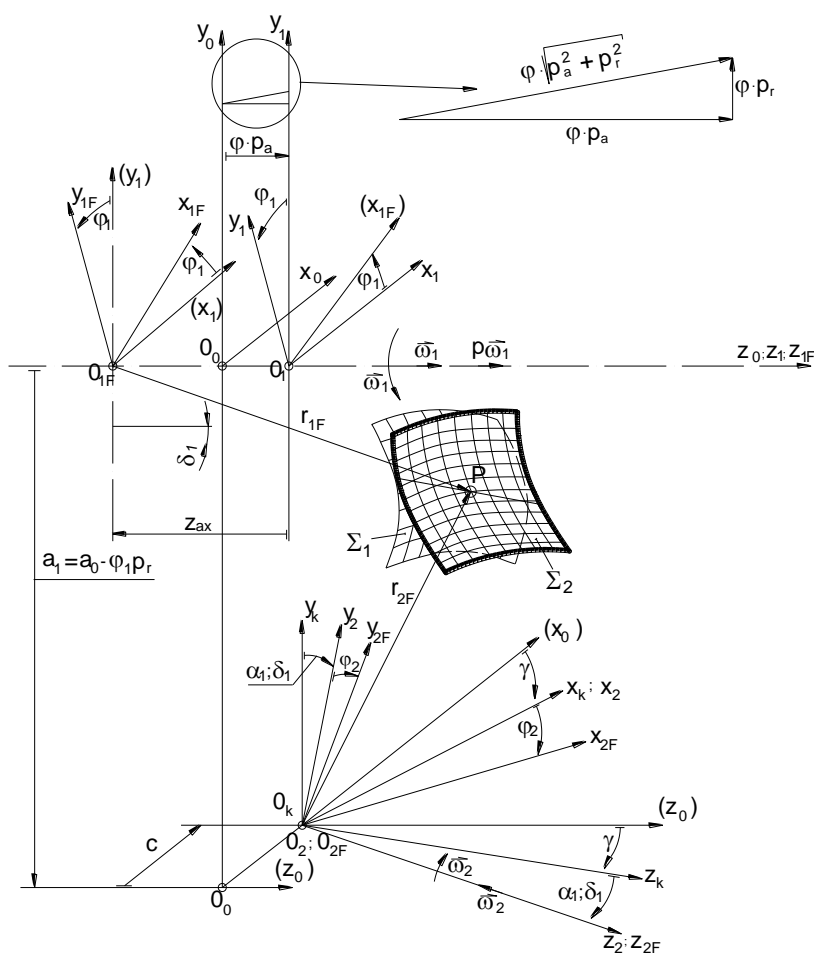
A modell alkalmassá tehető a globoid csigák befejező megmunkálására is.

Korábbi matematikai modelleknél felmerülő problémák:

- a) A gépasztal korlátozott szögelfordulása ($\delta_1 \max 5^\circ$).
- b) Az gépasztal keresztirányú vezérlésének hiánya.
- c) A kúpos csavarfelület menetének emelkedési problémái a csúcs, illetve középpont eltolásos megoldással $\delta_1 > 5^\circ$ esetén.
- d) Az a), b) c) együttes kiküszöbölése az új menetkőszörűgéppel és az azt leíró új általános matematikai modellel.

A cikk készült az MTA-ME Gépgyártástechnológia Kutatócsoport keretén belül.

Paper was made in the frame of research work of Production Engineering research group of HAS.



1. ábra Koordináta-rendszerek kapcsolata térbeli hajtások csavarfelületek és szerszámaik gyártásméletének általános vizsgálatánál

Az alkalmazott koordináta-rendszerek és jelölések: p_a az axiális, p_r radiális irányú csavarparaméter, c pedig a szerszám kiemelés távolsága (pl. konvolut vagy evolvens csiga esetén).

Ahol:

- a, c a szerszám koordináta - rendszere kezdőpontjának (O_2) koordinátái a K_0 koordináta-rendszerben
- φ_1 a csavarfelület elfordulásának szöge, (szögelfordulási, burkolási, ill. mozgás paraméter)
- φ_2 a szerszám elfordulásának szöge (maró v. köszörűkorong)
- i_{21} $i_{21} = \varphi_2 / \varphi_1$ áttétel
- γ a szerszámnak a - csavarfelület osztóhengeri menetemelkedési szögével való - bedöntése
- α a szerszámnak a csavarfelület profiljára való döntésének a szöge, a jellegzetes metszetben (pl: evolvens csavarfelület köszörülése sík homlokfelületű köszörűkoronggal)
- p a menetemelkedés paramétere

A koordináta-rendszerek az alábbiak szerint értelmezhetők:

$K_0(x_0, y_0, z_0)$	álló koordináta-rendszer, a megmunkáló szerszám gép koordináta-rendszere
$K_I(x_I, y_I, z_I)$	a lineáris mozgást végző gépszalhoz kötött koordináta-rendszer
$K_{IF}(x_{IF}, y_{IF}, z_{IF})$	csavarmozgást végző koordináta-rendszer, a csavarfelület koordináta-rendszere, ebben határozzuk meg a csavarfelület η és ϑ paraméteres egyenletét.
$K_2(x_2, y_2, z_2)$	álló koordináta-rendszer, a szerszám koordináta-rendszere, melynek z_2 tengelye egybeesik a korong z_{2F} tengelyével.
$K_{2F}(x_{2F}, y_{2F}, z_{2F})$	a szerszámhoz kötött forgó koordináta-rendszer, melynek z_{2F} tengelye γ_0 szöveget zár be a csigatest z_{1F} tengelyével
$K_k(x_k, y_k, z_k)$	segéd koordináta-rendszer
$K_S(\xi, \eta, \zeta)$	generálógörbe koordináta-rendszere

Vizsgálataink során - az egységes tárgyalás kedvéért úgy fogjuk fel a kinematikai leképezést, hogy a **csavarmozgást végző felület a csavarfelület, a szerszámfelület pedig csak forgó mozgást végez** (illetve esztergálásnál állva marad). A mozgásviszonyokat a jobb emelkedésű csavarfelületekre, azok jobboldali menetprofiljára értelmezzük, természetesen értelemszerűen érvényesek az eredmények a bal emelkedésű csavarfelületekre és a baloldali menetprofilokra is (a menetemelkedés és a generálógörbe előjeleinek figyelembevételével).

A gyártásgeometria általános tárgyalásához [3,4] mindenekelőtt a hengeres csavarfelületek származtatásának egységes meghatározása szükséges, amelyet a következők szerint értelmezzünk.

Adott az \vec{r}_g generálógörbe a $K_S(\xi, \eta, \zeta)$ koordináta-rendszerben. Ez a generálógörbe lehet szerszámél (pl.: esztergálásnál) vagy érintkezési görbe (pl.: köszörülésnél). A generálógörbe egyenletének felírásánál az η paramétert válasszuk - célszerűségi okokból - független változónak.

Igy a vezérgörbe paraméteres vektor függvénye:

$$\vec{r}_g = \xi(\eta) \vec{i} + \eta \vec{j} + \zeta(\eta) \vec{k} \quad (1)$$

Az r_g generálógörbét hordozó $K_S(\xi, \eta, \zeta)$ koordináta - rendszerrel a ζ tengely mentén p paraméterű csavarmozgást közölve a generálógörbe egy csavarfelületet sűrol a $K_{IF}(x_{IF}, y_{IF}, z_{IF})$ koordináta - rendszerben, amely e mozgás közlése előtt egybeesik a K_S koordináta - rendszerrel (1. ábra).

2. A modell alkalmazhatósága

A modell a gyakorlatban előforduló állandó emelkedésű kúpos- és hengeres csavarfelületek forgástest alakú szerszámmal való kapcsolódásának [1, 2, 5] vizsgálatára alkalmas.

Segítségével módunkban áll meghatározni az érintkezési vonalat mind megadott \vec{r}_{1F} (1. munkadarab) felületből kiindulva (**direkt feladat**), mind megadott \vec{r}_{2F} (2. szerszám) felület ismeretében (**inverz feladat**). A meghatározott érintkezési vonalat pedig vezérgörbéként felhasználva határozhatjuk meg az általa leírt 2. szerszámfelületet, valamint az 1. munkadarab felületet.

Az 1. munkadarab felület hengeres vagy kúpos csavarvonal hordozójú tetszőleges generáló görbéjű (menetszelvényű) felület lehet.

A 2. szerszámfelület céljára elsősorban forgásfelületet előnyös megadni, de elképzelhető más, pl. φ_2 =állandó értékkel megadott határozott élgeometriájú egyélű szerszám is [1]. A gyakrabban alkalmazott munkadarab- és szerszámfelület típusokat rendszerezett táblázatban adjuk meg [6], jelezve az egyes esetekben 0 értéket felvevő kinematikai paramétereket is.

Természetesen a kezelhető variációk sokaságát e cikk keretében nem áll módunkban teljes terjedelemben ismertetni, de az előzőek alapján elvégezhető és a készülő disszertáció tartalmazni fogja.

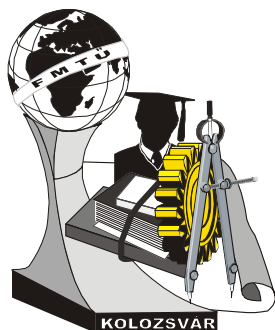
3. Összefoglaló

Megállapítható, hogy a modell mind a hengeres, kúpos, de a globoid hajtások vizsgálatára egyaránt alkalmas. Alkalmazhatósági területe a kapcsolódáselmélet [1, 2], gyártásgeometria és szerszámozás kérdései. A készülő disszertáció részletesen tartalmazni fogja a felvetett tématerületeket és analitikus megoldásokat is.

Irodalom

- [1] Balajti Zs.: *Térbeli hajtások hordképének elemzése, meghatározása*. GÉP című folyóirat 2005/5., LVI. Évfolyam, pp.: 57-67.
- [2] Zs. Balajti, K. Bányai: *A possibility method for the solve of 3d evaluation with 3 ccd cameras. Production Process and Systems*. A Publication of the University of Miskolc, Miskolc University Press 2004, pp.: 237-242., HU ISSN 1215-0851
- [3] Dudás I.: *The Theory and Practice of Worm Gear Drives*. Prenton Press, London, 2000.
- [4] Dudás I.: *Csavarfelületek gyártásának elmélete*. Akadémiai doktori disszertáció, Miskolc, 1991.
- [5] Dudás I., Balajti Zs.: *Szingulitírás és alámetszés elemzése helikoid hajtópárok felületein*. Gépgyártástechnológia című folyóirat.
- [6] Balajti Zs.: *Kinematikai hajtópárok gyártásgeometriájának fejlesztése*. Készülő PhD dolgozat. 2006.

Prof. Dr. Dr.hc. Dudás Illés D.Sc¹, Dr. Balajti Zsuzsanna², egyetemi tanár¹, egyetemi adjunktus²
 Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék¹, Ábrázoló Geometriai Tanszék²
 3515 Miskolc-Egyetemváros
 Tel.: +36-46-565-160
 E-mail: ggytdi@gold.uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MINIATŰR AUTÓLÁMPÁK ÉLETTARTAM NÖVELÉSI LEHETŐSÉGE, ÉS AZ ANYAGKÖLTSÉG CSÖKKENTÉSE A FÉM-ÜVEG KÖTÉS JAVÍTÁSÁVAL

Bálint Péter

Konzulensek: **Dr. Lovas Antal, BME Járműgyártás és -javítás Tanszék**
 Dr. Bakó Zoltán, GE Hungary Rt. Tungfram Lighting

Abstract

The point of new production technology of miniature car-lamps is to change the glass of the stand from EMGO unleaded glass to magnesia glass. The dumet coated with 10 – 100 microns unleaded glass and this coated dumet block the electrolysis between two electrodes. In my second TDK work the details of this new design was described. [1] The coated dumet has of a crucial role in the production technology. The production is improved in several steps. The essence of actual technology: the wire form dumet is coated with unleaded glass and the electrode is made from this coated wire in production line.

Összefoglalás

A TDK munka a G. E. Aschner Lipót ösztöndíj-pályázat azonos című témájának második részeként íródott. A pályázati munkához az első TDK-ban a miniatűr autólámpákban (index- és stoplámpa) lejátszódó elektrolitikus folyamatokat vizsgáltam. [1] A lámpában lévő elektróda és az állványüveg illesztett kötést ad (hőtágulási együtthatójuk megegyezik), mely biztosítja a vákuumzárást a lámpa élettartama alatt. [2] Az elektrolitikus folyamatok egyenfeszültség hatására a lámpaállványban lévő bevezető elektródák között zajlanak le, és végeredményben tönkreteszik a kötést. A feladatomban volt egy olyan konstrukció megvalósítása, mely megvédi a kötést a lámpa élettartama alatt.

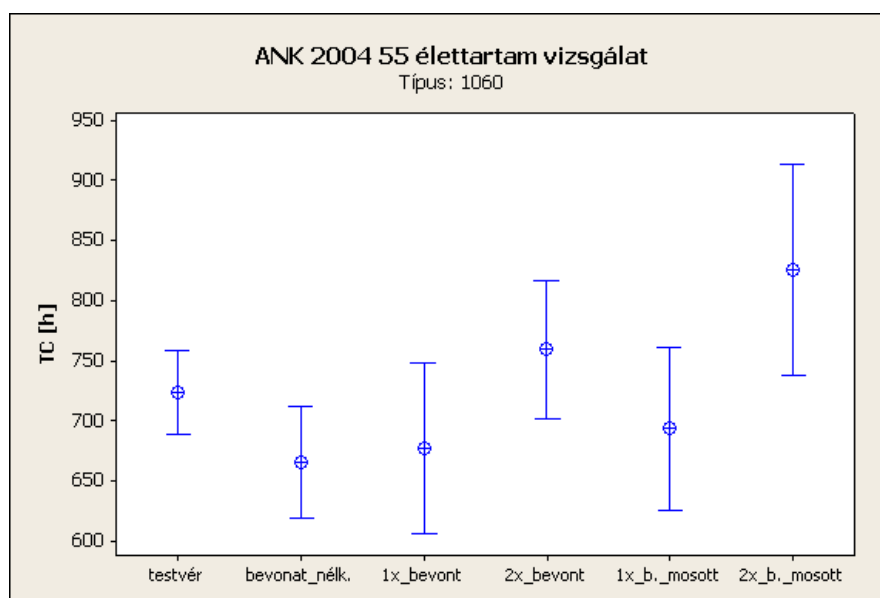
A jelenlegi technológiát drágítja, hogy az alkalmazott ólommentes üveg ára körülbelül háromszorosa a búraüvegeként alkalmazott magnézia (mész-nátron) üveg árának. A lámpaállvány teljes egészében ebből készül, ezért nagy előrelépést jelentene költségcsökkentés terén, ha sikerülne az ionvándorlást más módon megakadályozni, és az állvány is készülhetne a búraüvegből. Az új konstrukció lényege: **ólommentes üveggel bevont dumet**. A dumet felületén lévő 10-100 mikronos üvegréteg gátolja az elektrolízist, az állvány anyaga pedig magnézia üveg.

Az üvegbevonat legfontosabb tulajdonságai:

- egyenletes rétegvastagság
- folyamatos, egybefüggő bevonat
- homogén üvegállapot a bevonat teljes hosszában

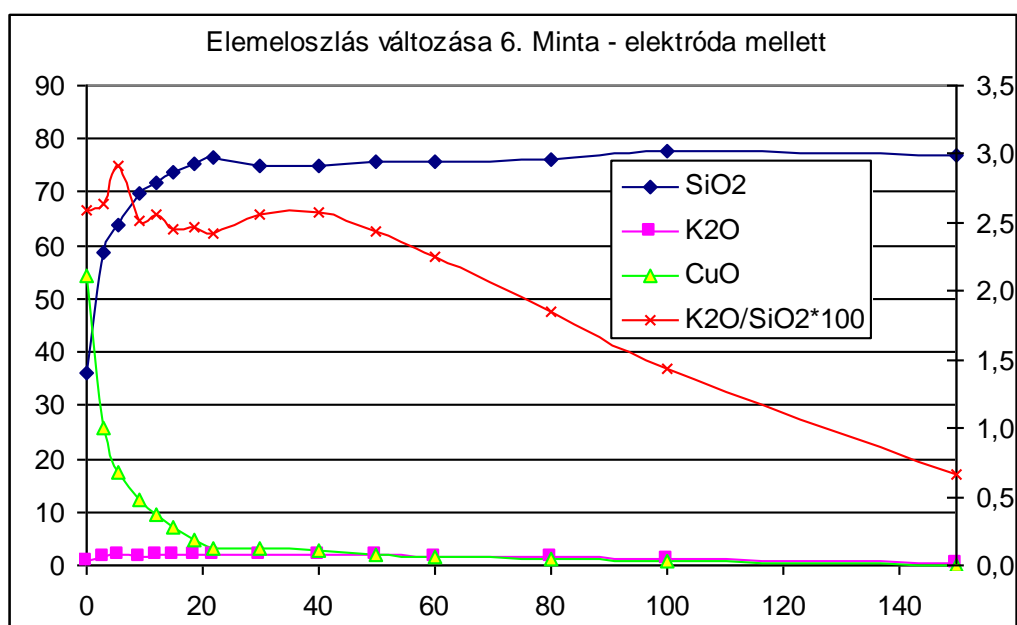
Az üvegbevonat előállítására több különböző technológiájú eljárást vizsgáltam. Megvalósításra alkalmas technológia a dumet üvegporos szuszpenzióba mártása. Ezzel a technológiával, és az anyagok előkészítésével részletesen foglalkozom a dolgozatban. Ehhez a technológiához készítettem kísérleti berendezést. Külön fejezetben vizsgálom az elektródagyártás folyamatát és az új technológia gyártósori illeszthetőségét.

A kísérletek során előállított üveggel bevont dumetekből elektródák készültek, amelyekből lámpákat gyártottunk, és ezeken a bevonásokkal párhuzamosan élettartam vizsgálatokat végeztem. Az élettartam vizsgálatok igazolják a konstrukció jóságát.



Az élettartam vizsgálat statisztikai értékelése igazolja a konstrukció jóságát

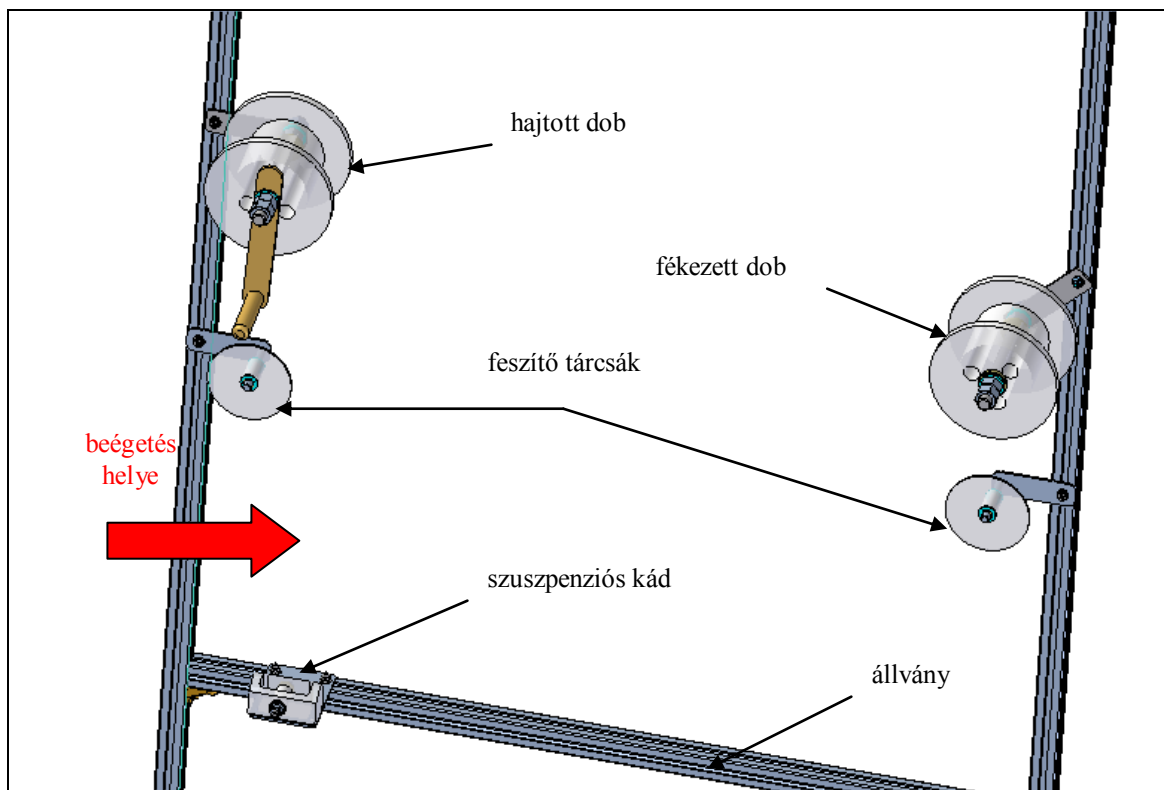
Az 1. élettartam vizsgálat során kiégett lámpák minden mintatípusából egyről elektronmikroszkópos vizsgálat készült. Az elektronmikroszkópos vizsgálat célja volt az elektrolízis hatására létrejövő diffúziós zóna, és a dumeten lévő üvegbevonat belapítás utáni elhelyezkedésének meghatározása. A vizsgálatához síkmetszetet készítettem a lámpaállványokról. A síkmetszeteken a dumet szélénél készült vonalmenti elemanalízis, illetve a dumet szélétől közel azonos távolságokra lévő pontok spektrumanalízise. A vonalanalízisnél a pásztázó sugár vonala mentén az egyes elemek beütésszámának mértékét ábrázoltam a távolság függvényében.



A dumet szélétől közel azonos távolságokra lévő pontok spektrumanalízise

A grafikonon egy kétszeresen bevont dumet analízise látható. A K_2O/SiO_2 arány mutatja a bevonati üvegréteget az alapüvegben, ugyanis a K ionok aránya eltér a két üvegtípus esetében. Ez alapján látható, hogy az eredetileg 30-40 mikron vastagságú bevonat 100 mikron feletti távolságra is elterül az alapüvegben.

A bevonatkészítő bench gép első verzióját megterveztem és a kész szerkezettel több tíz méteres dumetet vontam be üveggel. A gép modellje az alábbi ábrán látható. További tervekben szerepel a hajtás motorizálása, illetve egy szárítókályha beiktatása a beégetés elé. A fejlesztéssel még tovább növelhető a bevont hossz és javítható a bevonat egyenletessége.



Bevonatkészítő gép

A dolgozatban egy új konstrukció gyártásának bevezetését készítettem elő elméleti és gyakorlati szinten egyaránt.

Az új konstrukcióval szemben felmerülő feladatok, amelyekkel a TDK munkában foglalkoztam:

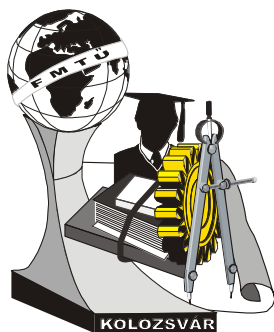
1. a bevonat elkészítése laboratóriumi szinten
2. konstrukció működőképességének igazolása élettartam kísérletekkel
3. az új kötésben használat közben fellépő változások elemzése
4. gyártási technológia kidolgozása
5. az új gyártási technológia beillesztése a jelenlegi gyártási folyamatba

Irodalom

1. Bálint Péter: Gyorsított eljárás kidolgozása a miniatűr autólámpák fém-üveg kötésének élettartamvizsgálatára, TDK dolgozat, 2004
2. J. H. Partridge: Fém-üveg kötések, fordította: Garay László, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1963

Bálint Péter, hallgató, IV. évf.

BME Közlekedésmérnöki kar, E-mail: balint.peti@gmail.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ALUMÍNIUM ÖTVÖZET HŐKEZELÉSE

Barta István - Borossay Béla

Heat treatment of aluminium alloys

The paper deals with aluminium alloys. It gives a summary of the usual heat treatments by literature review in addition to the survey of the special experiment series results of AlMgSi1 grade. The strength of the alloy depends on the heat treating parameters. The main aim was to determine the length of time at which the highest hardness is produced by elevated-temperature ageing. It was approved by the tests performed that the evolving final strength of heat treatment depends to a great extent on the starting hardness preceded by the solution heat treatment. Since the alloy can be aged not only artificially but naturally as well, the final hardness can be increased by aging in an artificial way previously. It follows from this statement that the strength can be increased up to a particular limit by several, deliberately accomplished elevated-temperature aging. Theoretically, this is determined by the optimal grain size, the ideal dissolved alloying content of the solid solution phase in addition to the optimal form and distribution of the segregations.

Alumínium ötvözet hőkezelése

A dolgozat ismerteti az alumínium ötvözeit. Irodalmi adatok alapján összefoglalja a szokásos hőkezeléseket, és ismerteti egy AlMgSi1 jelű anyaggal végzett konkrét kísérletsorozat eredményeit. Az anyag szilárdságváltozása a hőkezelési paraméterek függvényében alakul. A mesterséges öregítés különböző hőmérsékletein a legnagyobb keménységet eredményező idő meghatározása volt a cél. Az elvégzett kísérletek alapján bebizonyosodott, hogy a hőkezelési folyamat végén kialakuló szilárdságot nagymértékben befolyásolja a kiinduló - az oldó hőkezelés utáni - szilárdság. Mivel az anyag nem csak mesterségesen, hanem természetesen is öregszik, a végső elérhető szilárdság növelhető, ha az anyag előzőleg mesterségesen öregedett. Ebből az is következik, hogy többszöri tudatosan elvégzett mesterséges öregítéssel a szilárdság bizonyos határig tovább növelhető. Ez elvileg az a határ lenne, ami az anyag optimális szemcseméretéből, a szilárd oldat fázis optimális oldott ötvöző tartalmából, valamint a kiválások méretének és eloszlásának legkedvezőbb formájából elméletileg is következne.

Célkitűzés

Az alumíniumötvözeteket leggyakrabban valamilyen hidegalakító művelet után lágyítják, illetve amennyiben összetételük ezt lehetővé teszi, szegregációs nemesítik. A dolgozatban ez utóbbi hőkezelés elvét ismertetjük, és egy konkrét anyagminőségen végzett kísérletsorozat eredményét közöljük.

A szegregációs nemesítés fémtani alapja

Szegregációs nemesítésre azok az ötvözetek alkalmasak, melyek olyan ötvözőt tartalmaznak, amelyik az alapfémekben korlátozottan oldódik, és vele vegyületet képez. A hőkezelés elve az, hogy a primer kristályosodás során kialakuló közel egyensúlyi szerkezetet, mely a vegyületfázist durva eloszlásban tartalmazza, olyan szerkezetté alakítjuk, melyben a vegyületfázis diszperz eloszlású. Ezt két lépésben tehetjük meg. Először olyan hőmérsékleten tartjuk hűn az ötvözetet, melyen egyensúlyi körülmények között az alapfém az összes ötvözőt feloldja. Ezután gyors hűtést alkalmazva létrehozunk egy túltelített szilárd oldatot. Második lépésben ezt a nem egyensúlyi szerkezetet alacsony hőmérsékletre hevítve, a rendszert az egyensúly felé mozdítjuk el. Ekkor a túltelített szilárd oldatból újra kiválik a vegyületfázis, eloszlása azonban ekkor már rendkívül finom, diszperz lesz.

A kialakuló szerkezet nagy szilárdságot, és jó villamos vezetőképességet eredményez. Ennek az a magyarázata, hogy a keletkező rendkívül finom eloszlású vegyület illetve átmeneti fázisok méretüknél fogva képesek a diszlokációk blokkolására, aminek következtében a szilárdság nagymértékben megnő, ugyanakkor a mátrix ötvöző tartalma lecsökken, ami a vezetőképesség javulását eredményezi. Mind az oldó hőkezelés folyamatát, mind a kiválási folyamatot több, egymással ellentétes hatású részfolyamat irányítja. Ebből az következik, hogy gyakorlatban a hőkezelés paramétereit szinte minden esetben egyedileg, a konkrét anyagminőség, a kiinduló szerkezet, és a megkívánt felhasználási tulajdonságok figyelembe vételével lehet meghatározni.

Az AlMgSi1 jelű alumíniumötvözet hőkezelése

Az AlMgSi1 ötvözet nemesíthető ötvözet kb. 1% szilíciumot, és valamivel kevesebb magnéziumot tartalmaz. A hőkezelés 535–545 °C-on végzett „edzésből” és 150–190 °C-on végzett mesterséges öregítésből áll. Az öregítés során a túltelített szilárdoldat bomlása a GP zónákon (Ginier – Preston növekvő képes csírák fázisa), tús fázisokon, rúd alakú átmeneti fázisokon keresztül megy végbe. A szilárdságsúcs akkor érhető el, amikor a tús fázis megkezdheti átfordulását az átmeneti fázisba. Az AlMgSi1 ötvözetekben a csíráképződés a befagyasztott vakanciákból (üres hely a rácsban) kialakult

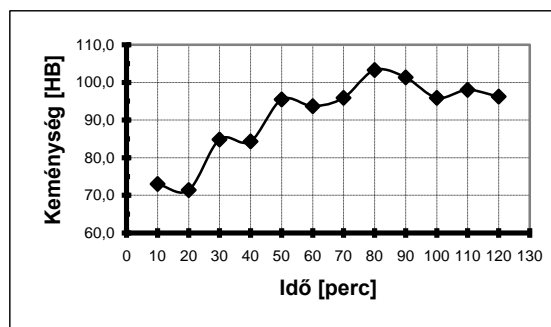
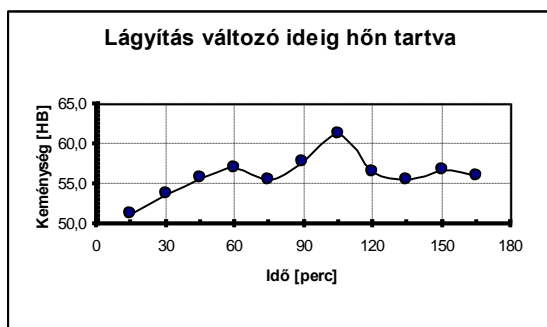
gyűrűkön a Si beépülésével kezdődik, tehát a Si-felesleg javítja a diszperzitást és ez által a szilárdságot. Az átmeneti fémek, de a vas is, további kristálycsírákat képezhetnek az Mg_2Si számára. [6] A vonatkozó szabványok csak a hőkezelések hőmérsékleteit írják elő, de sem az oldó, sem az öregítő hőkezelés időtartamára nem tesznek javaslatot.

A kísérleti program

Négy kísérletsorozatot végeztünk. Az oldó izzításokat laborméretű kamrás kemencében, az öregítő hőkezeléseket olajfürdőben hajtottuk végre. Az egyes hőkezelések után a darabok HB keménységét mértük.

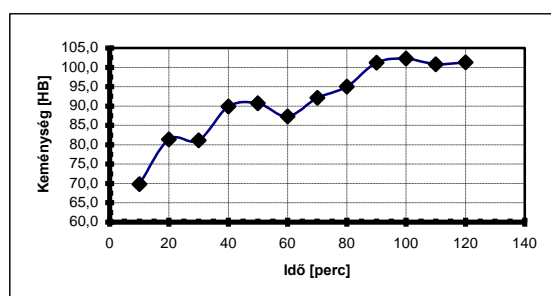
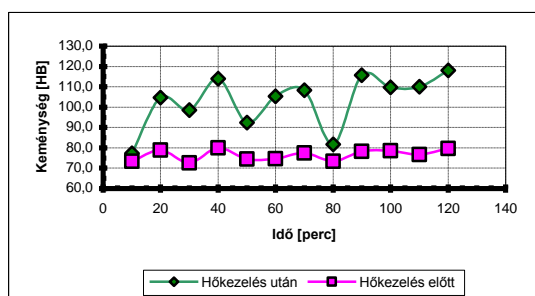
1. Homogenizáló izzítás 550 °C-on 15...165 percig 15 perces lépésekben.
2. Homogenizálás 550 °C-on 20 percig, öregítés 160 °C-on 10...120 percig 10 perces lépésekben.
3. Homogenizálás 550 °C-on 20 percig, öregítés 170 °C-on 10...120 percig 10 perces lépésekben.
4. Homogenizálás 550 °C-on 240 percig, öregítés 175 °C-on 10...120 percig 10 perces lépésekben.

A kísérleti eredmények



1. ábra: A hõntartási idõ hatása a homogenizáló izzítás után kialakuló keménységre

2. ábra: A keménység változása az idõfüggvényében 160 °C-on történõ öregítés során, 20 percig végzett oldó hõkezelés után



3. ábra: A keménység változása az idõ függvényében 170 °C-on történõ öregítés során, 20 percig végzett oldó hõkezelés után

4. ábra: A keménység változása az idõ függvényében 175 °C-on történõ öregítés során, 240 percig végzett oldó hõkezelés után

Az eredmények értékelése

A különböző ideig végzett oldó hőkezelés után a legnagyobb keménységet valamivel rövidebb, mint 2 órás hőntartás után mértük. Az öregítési hőmérsékletek közül a 170 °C-on végzett eredményezte a legnagyobb keménységet. Az öregítő hőkezelés időszükséglete is ezen a hőmérsékleten bizonyult a legrövidebbnek. A harmadik kísérletsorozatból az is látható, hogy az öregítési folyamat után kialakuló, valamint a homogenizáló izzítás után mérhető keménység között korreláció van.

Összefoglalás

AlMgSi1 jelű ötvözetten különböző paraméterekkel szegregációs nemesítést végeztünk. A kísérletek alapján bebizonyosodott, hogy a hőkezelési folyamat végén kialakuló szilárdságot nagymértékben befolyásolja az oldó hőkezelés utáni szilárdság. Ebből következik, hogy üzemszerűen megbízható eredményekhez csak úgy juthatunk, ha az öregítő hőkezelés előtt biztosítani tudjuk a hőkezelendő darabok azonos kiindulási tulajdonságait. A végső elérhető szilárdság növelhető, ha az anyag előzőleg mesterségesen öregedett. Ebből következik, hogy a hőkezelési folyamat többszöri megismétlésével a szilárdság bizonyos határig tovább növelhető. Ez elvileg az a határ lenne, ami az anyag optimális szemcseméretéből, a szilárd oldat fázis optimális oldott ötvöző tartalmából, valamint a kiválások méretének és eloszlásának legkedvezőbb formájából elméletileg is következne.

Irodalom:

- [1] Alumínium kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977. 71-76. o.
- [2] Dr. Zorkóczy Béla: Metallográfia és anyagvizsgálat. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996. 175-181. o.
- [3] Verő József - Káldor Mihály: Fémtan. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996. 433-438. o.
- [4] Dr. Gillemot László: Anyagszerkezettan és anyagvizsgálat. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1996. 167-176. o.
- [5] Dr. Kisfaludy Antal - Réger Mihály - Tóth László - Szerkezeti anyagok II., BMF jegyzet, 1995.
- [6] Dr. Lendvai János: Metastabil ötvözetek. http://www.unimiskolc.hu/home/web/wwwkoh/materialworld/tartalom/2000/okt/aktualis/lendvai_janos.htm

Barta István
főiskolai hallgató

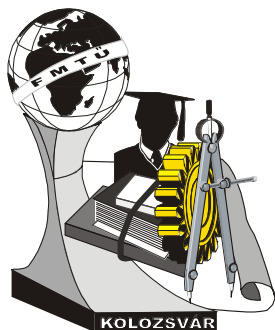
BMF Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar H-1082 Budapest, Népszínház u. 2-8.
Telefon: +36204759875

barta_i@freemail.hu

Borossay Béla
okl. kohómérnök, mérnök-közgazdász

Telefon: +36702948744

borossay.bela@bgk.bmf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A LAGRANGE – FÉLE MOZGÁSEGYENLETEK AUTOMATIKUS GENERÁLÁSA ÉS EGY ALKALMAZÁSI PÉLDA

Bauer Péter

Summary

In the engineering practice, a wide range of applications contain systems constructed from mass points, springs and dampers. Oscillations in vehicle suspension systems, aircraft wings and vehicle drivetrains can be analyzed using these model types. The model equations can be generated in two different ways. The first is the *synthetic method*, which generates the equations according to the force equilibrium between model components, with the use of Newton's second law. The drawback of this method is the need for considering the forces with their correct signs. Sign mistakes results in incorrect equations. The second, *analytic method* uses the Lagrange motion equations. In this case, we consider the energy content of system components, and generate the equations with their differentiation. Because the energy terms contain the squares of displacements, sign mistakes are almost impossible. So we can easily generate the equations, even for complicated systems. On the other hand, we can automatically generate the equations, for a suitably structured system. The first part of this article describes a computer program written in MATLAB, which can be used for this purposes. Then the equations of a quarter-car model, with active suspension are generated. Control engineers can spare time with the faster model generation provided by this MATLAB program. Finally, the design of an active suspension system is introduced using the generated quarter-car model.

Összefoglalás

A mérnöki gyakorlatban számtalan helyen használnak tömegpontokból, rugókból és csillapítókból álló mechanikai rendszermodelleket. Ilyen modellek alkalmazásával többek között vizsgálhatók jármű kerékfelfüggesztések, repülőgép szárnyak, és hajtásrendszerek lengései is. A modelleket leíró egyenletek generálása kétféle módon is megoldható [1]. Egyik a *szintetikus módszer*, mely Newton második axiómája alapján, a modell elemei közti erőegyensúly figyelembe vételével állítja elő az egyenleteket. Ennek hátránya, hogy az erőket előjelhelyesen kell figyelembe venni, és az előjelhibák hibás egyenleteket eredményeznek. A másik az *analitikus módszer*, mely a Lagrange – féle másodfajú egyenletek alkalmazását jelenti. Ekkor a rendszerelemek energia tartalmából kiindulva, differenciálással jutunk el ez erőegyensúlyt kifejező egyenletekig. Mivel az elemek energia tartalmát leíró tagokban az elmozdulások négyzete szerepel, ezzel a módszerrel jóval nehezebb előjel hibát vétetni. Így összetettebb rendszerekre is viszonylag egyszerű az egyenletek generálása. Ráadásul - megfelelően struktúrált rendszer esetében - lehetséges az egyenletrendszer számítógépes előállítás. A dolgozat első része egy erre készült MATLAB programot, és felhasználását negyed járműmodell mozgásegyenleteinek generálására mutatja be. Az egyenletek automatikus előállítás a szabályozástechnikában dolgozó mérnökök munkáját is megkönnyíti, mert így kevesebb időt vesz igénybe a modellalkotás, és több idő jut a rendszer szabályozásának tervezésére. A dolgozat második része, a negyed járműmodell alapján aktív kerékfelfüggesztés tervezését ismerteti.

A Lagrange – féle másodfajú egyenletek felhasznált alakja

Tömegpontokat, rugókat és csillapítókat tartalmazó rendszerek mozgásegyenleteinek analitikus előállítására alkalmasak a Lagrange – féle másodfajú egyenletek. Ezekkel a rendszer elemek energia tartalma alapján, differenciálással állíthatók elő a dinamikus rendszer viselkedését leíró differenciálegyenletek. A Lagrange egyenletek általános alakja:

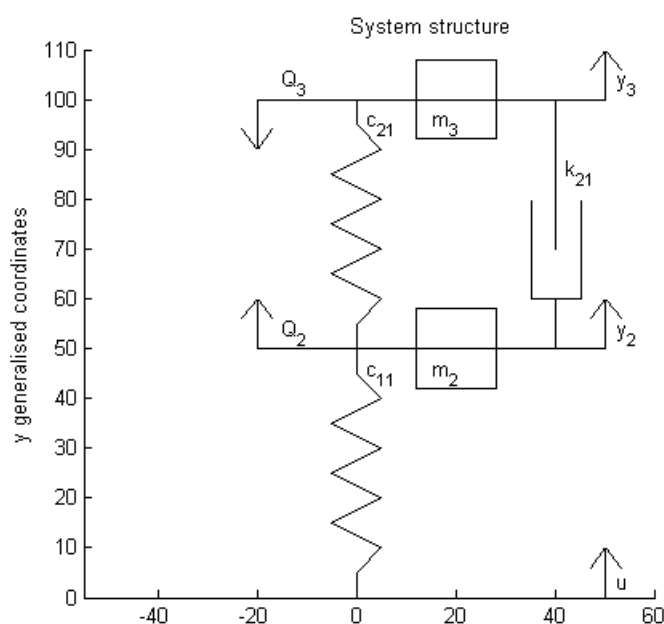
$$\frac{d}{dt} \frac{\partial E}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial E}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i} + \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_i} \equiv Q_i \quad \forall t \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Az egyenletekben szereplő tagok:

1. \dot{q}_i, q_i : általánosított sebességek és koordináták, melyekkel a rendszer mozgása leírható. Egy n szabadságfokú rendszer mozgása n darab általánosított koordinátával (és sebességgel) jellemezhető.
2. E : a rendszer tagjainak összes mozgási energiája.
3. U : a rendszer tagjainak összes potenciális energiája, beleértve a rugók által tárolt energiát is.
4. D : disszipációs potenciál, mely a csillapítók által tárolt sebességtől függő energiátartalmat szimbolizálja.
5. Q_i : adott általánosított koordináta helyén ható, általánosított erő.

Így az (1) egyenlet felhasználásával, egy n szabadságfokú rendszerre, n darab másodrendű lineáris differenciálegyenlet állítható elő. Az egyenletek felhasználásával a rendszer vizsgálata (szimulációja) már elvégezhető.

A Lagrange – féle mozgásegyenletek automatikus generálása



Ha a rendszer felépítése megfelelően strukturált, akkor lehetséges az (1) egyenlet alapján, a differenciálegyenletek automatikus (szisztematikus) generálása. Erre készült egy MATLAB program. A program működésének rövid ismertetését az ábra alapján tehetjük meg. Elsőként szükséges az általános koordináták számának (a programban y_i) megadása. Ezek után lehetőség van két koordinátának speciális értelmet adni. Az egyik lehet a föld pont, amelyben az elmozdulás zérus, a másik a bemenet (u),

amit mi adunk a rendszerre. Az általános koordináták kitűzik a rendszer struktúráját (szintjeit), melyre építve a többi rendszerkomponens megadható. Egy adott általános koordináta szintjén eldönthető, hogy legyen-e tömegpont, vagy sem, valamint, hogy legyen-e felfelé, vagy lefelé ható általánosított erő. Ezután már csak az általánosított koordináták között, párhuzamosan elhelyezkedő rugók és csillapítók számát kell megadni (a program lehetőséget ad több rugó és csillapító párhuzamos kapcsolására). Láthatóan a negyed járműmodell esetében, három általános koordináta írja le a rendszer viselkedését, melyek közül az első választandó bemenetnek (ez az útgerjesztés). Az irodalom szerint [2], a gumiabroncsnak elég csak a rugalmasságát (c_{11}) figyelembe venni. A kerék (m_2) és a negyed kocsiszekrény (m_3) között azonban, már a rugó és lengéscsillapító hatása is lényeges. A Q_2 és Q_3 általánosított erőket a felfüggesztés aktív eleme generálja, és $|Q_2|=|Q_3|$. A program által a fenti rendszerre generált egyenletek kétféle alakja:

LHS form equations:

$$\text{eq}_1: m_2 \cdot d^2 y_2 + (c_{11}) \cdot (y_2 - u) + (k_{21}) \cdot (dy_2 - dy_3) + (c_{21}) \cdot (y_2 - y_3) = Q_2$$

$$\text{eq}_2: m_3 \cdot d^2 y_3 + (k_{21}) \cdot (dy_3 - dy_2) + (c_{21}) \cdot (y_3 - y_2) = -Q_3$$

Decomposed equations:

$$\text{eq}_1: m_2 \cdot d^2 y_2 + (c_{11}) \cdot y_2 + (k_{21}) \cdot dy_2 + (c_{21}) \cdot y_2 = (c_{11}) \cdot u + (k_{21}) \cdot dy_3 + (c_{21}) \cdot y_3 + Q_2$$

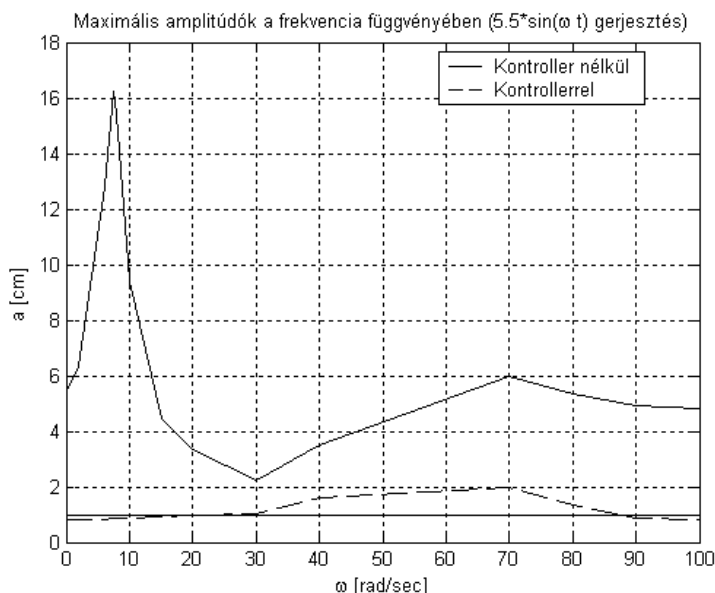
$$\text{eq}_2: m_3 \cdot d^2 y_3 + (k_{21}) \cdot dy_3 + (c_{21}) \cdot y_3 = (k_{21}) \cdot dy_2 + (c_{21}) \cdot y_2 - Q_3$$

Itt érdemes megjegyezni, hogy a program nyelve angol, a szélesebb körű felhasználhatóság érdekében.

Aktív felfüggesztés tervezése a generált egyenletek felhasználásával

Az előállított egyenletekkel, a negyed járműmodell szimulációja, és az aktív felfüggesztés tervezése elvégezhető. A szimulációban érdemes figyelembe venni, a kerékelpattanás hatását is. Ez akkor lép fel, ha a kerék és az út között a normálerő értéke zérussá válik [3]. Ha ezen a ponton túl, a kerék még mindig távolodik az úttól, akkor történik meg az elpattanás, ugyanis negatív normálerő nem léphet fel (a gumiabroncs nincs az úthoz „ragasztva”).

A negyed járműmodell szimulációját érdemes többféle útgerjesztéssel is elvégezni. Első esetben egy 3 méter hosszúságú, szinuszos félhullám jelalakú, 5,5 cm magas buckán való áthaladást vizsgálhatunk, második esetben pedig adott frekvenciájú 5,5 cm amplitúdójú szinuszos gerjesztést. Controller nélkül első esetben, 20,45 m/sec sebesség felett pattant el a kerék a buckán, második esetben 30 rad/sec frekvencia felett jelent meg az elpattanás. A szabályozó tervezés célja, a kocsiszekrény elmozdulásának +/- 1cm – es határokon belül tartása volt, multiplikatív rendszer bizonytalanságok és szenzor zaj figyelembe vétele mellett. A tervezés μ szintézis alkalmazásával elvégezhető [4].



A kapott eredmények azt mutatják, hogy a kitérés csökkentése sikeres volt, az üzemi tartomány nagy részén 1 cm alatt marad (lásd ábra (szinuszos gerjesztés)). A kerékelpattanás fellépését az aktív felfüggesztés jelentősen nem befolyásolja, viszont a nagyságát növeli.

Az ábrával kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a kontroller nélküli esetben, a jelentős kiemelés a járműszekrény sajátlengési frekvenciáján lép fel (7.379 rad/sec),

a második kiemelés pedig a kerék sajátfrekvenciájának (69.92 rad/sec) hatása. Láthatóan az alacsonyabb frekvencia tartományra tervezett szabályozó, képes tökéletesen elnyomni az első kiemelést, a másodiknak azonban már „csak” a jelentős csökkentésére alkalmas.

Összegzésképpen elmondható, hogy a Lagrange – féle másodfajú egyenletek felhasználásával, több szabadságfokú lengőrendszerek mozgásegyenletei akár automatikusan is generálhatók és a kapott egyenletek jól használhatók például szabályozók tervezésére.

Irodalomjegyzék

- [1] Győri Albert: A mozgásegyenletek generálása, G2.Segédlet a Járműdinamika tárgyhoz, Budapest, 1998.
- [2] Gáspár P., Szászi I., Bokor J.: Design of LPV Controllers for Active Vehicle Suspensions, Periodica Polytechnica, Budapest, 2004. Vol. 32(1/2), pp. 113-122.
- [3] Császár László: Diagnosztikai célú járműdinamikai szimuláció, TDK dolgozat, Budapest, 2003. október 27.
- [4] Gary J. Balas, Doyle John C., Glover Keith, Packard Andy, Smith Roy: Mu Analysis and Synthesis Toolbox for Use with MATLAB, User's Guide, Version 3, The Math Works, June, 2001.
- [5] Bokor József, Szászi István: Optimal H_{∞} Control Design, Lecture notes to Modern Control Theory II. Department of Control and Transport Automation, Budapest, May 27, 2003.

Név: **Bauer Péter**

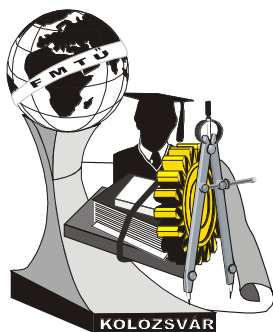
Tudományos fokozat: doktorandusz

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésautomatikai Tanszék

Cím: 1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 2. Z ép. V. em. 515

E – mail: bauer.peter@mail.bme.hu

A szerző köszönetet mond az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok támogatásáért (OTKA N:T043111). A munka egyes részeit a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal „Elektronikus Jármű és Járműirányítási Tudásközpont” programja finanszírozta (OMFB – 01418/2004)



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SODRATSZERKEZET VIZSGÁLATA VÉGESELEMES MÓDSZERREL

Beleznai Róbert, Boros András, Szávai Szabolcs

Abstract

Some finite element models of the simple 7-wire rope strand are presented in this work. We examined, how to use the symmetry property for the model simplification, and the length of the clamping effect. The models were created in MSC. MARC software package. Three-dimensional solid elements were used for the model generation. We examined the wire rope strand under axial load (only tensile) and the contact, friction and plastic yielding were taken into account.

Összefoglaló

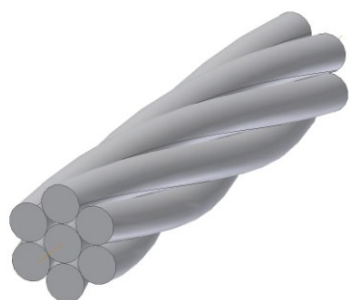
A dolgozatban bemutatásra kerül egy hét szálás sodrat néhány végeelem modellje, melyekkel azt vizsgáltuk, hogy milyen szimmetria tulajdonságok használhatóak fel a modell egyszerűsítés során, illetve a befogás hatása mekkora távolságon érvényesül. A modelleket MSC.MARC szoftverrendszerben készítettük. Az igénybevétel típusa tiszta axiális húzás volt. A huzalok közötti súrlódási viszonyokat is figyelembe vettük.

1. Bevezetés, célkitűzés

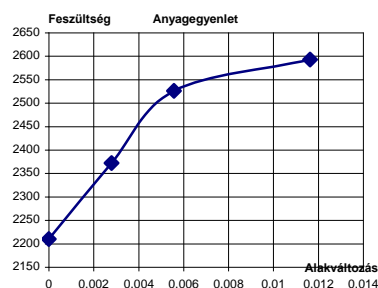
Már i.e. 700-ban, Babilonban is használtak az emberek rézből készült kötelet egyfajta szerkezeti elemként [1]. Azonban ténylegesen először 1836-ban Németországban, a Harz-hegységben található bányákban alkalmaztak acélból készült kábeleket [2]. Azóta felhasználási körük jelentősen kibővült, megtaláljuk őket a mindennapi használatban éppúgy, mint például a hidak szerkezeti elemeként vagy olajipari tömlők erősítő anyagaként. A sodratszerkezetek vizsgálatával már sokan foglalkoztak korábban is, azonban a rendelkezésre álló számítási erőforrások nem tették lehetővé az igen részletes modellek felépítését. Végeelemes módszerrel lehetőség nyílik arra, hogy a sodrat viselkedésére befolyással levő minden tényezőt figyelembe vegyünk, és megfelelően finom háló kialakításával igen precíz modellt készítsünk. A nagy elemszám viszont nagy számítógépi erőforrást igényel, ezért azt a célt tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a sodrat szimmetria tulajdonságait, hogyan lehet felhasználni őket a modell egyszerűsítésére, és meghatározzuk a szükséges modellezési hosszúságot, amelyen már a befogás hatása nem érvényesül.

2. A sodratszerkezet vizsgálata

A drótkötelek közös tulajdonsága, hogy nagy axiális irányú terhelésnek képesek ellenállni, azonban a hajlítási és csavarási merevségük nem túl nagy. Többféle kivitelben készülhetnek, most a legegyszerűbb 7 szálás geometriájú sodrat került vizsgálatra. A sodrat képe az 1. ábrán látható.



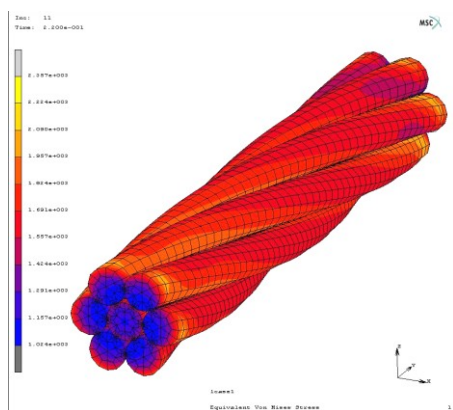
1. ábra: 6+1 szerkezetű sodrat geometriája



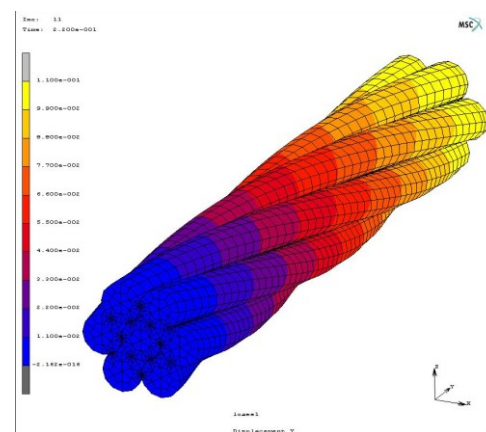
2. ábra: Egy huzal anyagegyenlete

A modell egy maghuzalból, és 6 spirális huzalból áll. A huzalok azonos átmérőjűek ($d=0,71$ mm), és közöttük Coulomb-féle súrlódás van ($\mu=0,115$ súrlódási tényezővel) [4]. A rugalmassági modulusz értéke: $E=185$ GPa. Az alkalmazott anyag húzó diagramja a 2. ábrán látható. Az igénybevétel axiális húzás. Feltételezésünk értelmében az alkalmazott terhelés rugalmas-képlékeny alakváltozásokat okoz.

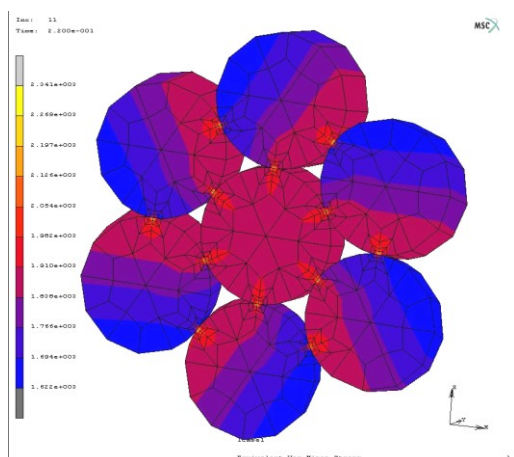
3. Teljes 3D-s sodratszerkezet modellezése



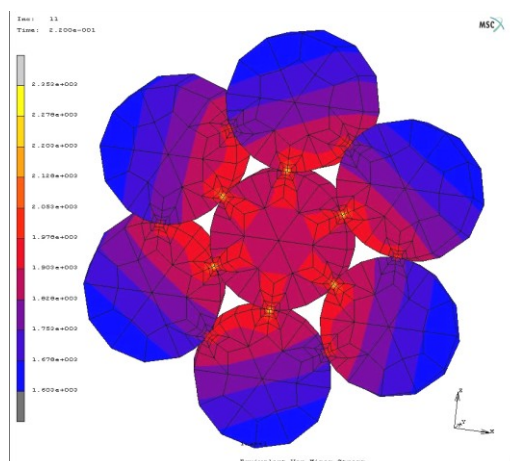
Mises-féle redukált feszültség a teljes modellen



Tengelyirányú elmozdulás a teljes modellen



Mises-féle redukált feszültség a modell $\frac{1}{4}$ L-hez tartozó keresztmetszetében



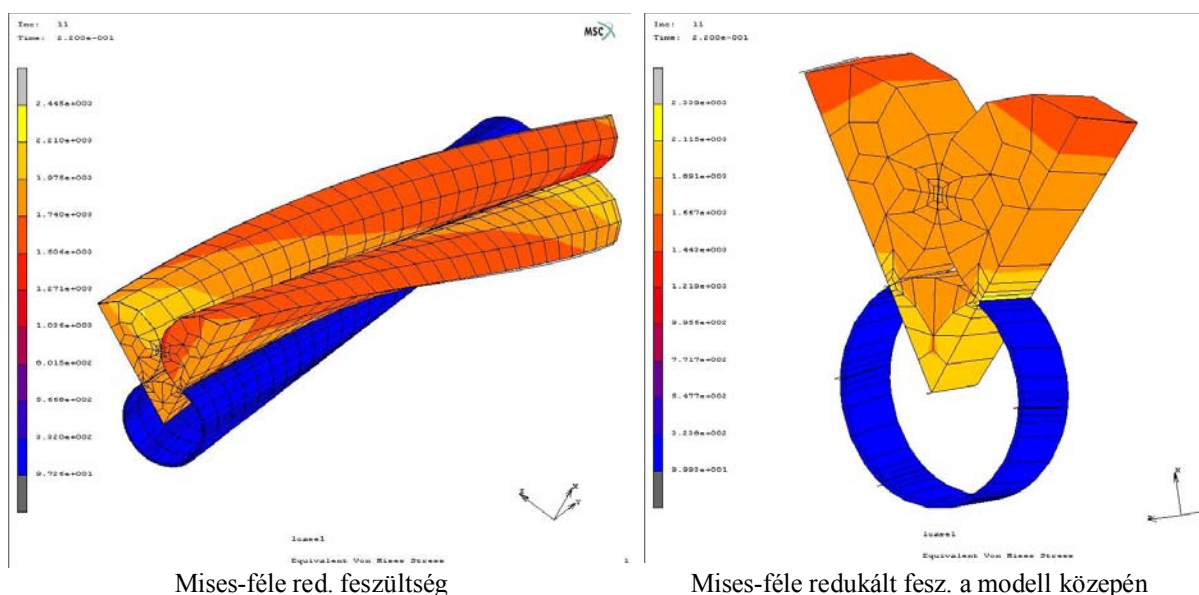
Mises-féle redukált feszültség a modell $\frac{1}{2}$ L-hez tartozó keresztmetszetében

3. ábra: A teljes modell eredményei

Első lépésben egy félmenetemelkedésnek ($p/2=11$ mm, ahol p a menetemelkedés) megfelelő hosszúságú sodratot vizsgáltunk. Nem használtuk ki a szimmetria tulajdonságok adta egyszerűsítési lehetőségeket. A modell (3. ábra), 20700 db nyolc csomópontú 3D-s elemet tartalmazott. A modell egyik végén megakadályoztuk a hossz tengelyirányú elmozdulást, viszont megengedtük a keresztmetszetbeli elmozdulásokat. A másik végére 1% hossz tengelyirányú alakváltozásnak megfelelő elmozdulást adtunk 11 lépésben, ugyanúgy megengedve a keresztmetszetbeli mozgásokat, mint a rögzített végén. Ennek a modellnek nagy a kapacitásigénye, továbbá látható, hogy a redukált feszültség eloszlás nem egyenletes a keresztmetszetek mentén. Ezután elkezdtek vizsgálni ugyanazon menetemelkedéssel rendelkező, különböző hosszúságú modelleket.

4. A modellezési hossz vizsgálata

A modellek felépítésénél törekedtünk kihasználni a szimmetria adta egyszerűsítési lehetőségeket, ezzel csökkentve a számítási időt és kapacitásigényt. Elegendő volt a sodrat 1/6-át modellezni, hiszen a geometria középpontosan szimmetrikus. A modell két oldalán található csomópontok szabadságfokait a szimmetria tulajdonságoknak (periodicitásnak) megfelelően kapcsoltuk össze. Négy különböző hosszúságú modellt készítettünk, az elhalási hossz vizsgálatára: 90° , 180° , 360° és 720° -os elfordulási szöghöz tartozó sodratszakaszt. A 4. ábrán láthatjuk a Mises-féle redukált feszültség eloszlását. A véglap elmozdulásának a nagysága az 1%-os alakváltozásnak megfelelő nagyságú volt minden esetben.



4. ábra: 90° -os szakasz modellje

5. Következtetések

A modellek hosszának felénél kivett keresztmetszetekben az 1%-os alakváltozás hatására ébredő maximális Mises-féle redukált feszültségeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A feszültségeloszlásban van némi eltérés a befogás hatása miatt, azonban ez nem jelentős. A kapott eredmények jó egyezést mutatnak, ezért elegendő a 90°-os elfordulási szöghöz tartozó modell vizsgálata.

Modell	Mises-féle redukált feszültség, [MPa]
90°-os szakasz	2339
180°-os szakasz	2339
360°-os szakasz	2339
720°-os szakasz	2339

1. táblázat

6. További lehetőségek, összefoglalás

A kapott eredményeket a továbbiakban össze kívánjuk hasonlítani analitikus módon számított eredményekkel és laboratóriumi mérések alapján kapott értékekkel.

A vizsgálatok során olyan modellt állítottunk elő, amely figyelembe veszi a huzalok közötti súrlódási viszonyokat, kihasználja a szimmetria viszonyokból adódó egyszerűsítési lehetőségeket, és megfelelően hosszú a befogás hatásának elhanyagolására. Következő lépés lehet, más geometriai felépítésű sodratszerkezetek vizsgálata, azonban minden egyes szerkezet, különböző szimmetria tulajdonságokkal viselkedik, ezért minden geometria esetén külön modell felépítése szükséges.

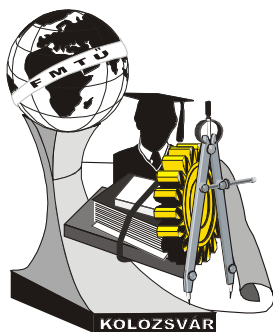
Irodalomjegyzék

- [1] George A. Costello: Theory of Wire Rope, 2nd edition, Springer, New York, 1997
- [2] Anne Nawrocki, Michel Labrosse: A finite element model for simple straight wire rope strands, Pergamon, Computers & Structures 77, 345.-359. oldal, 2000
- [3] Dr. Bárkóczy István: Sodronykötél, FUX Kft, Miskolc, 1996
- [4] W. G. Jiang, J. L. Henshall: The analysis of termination effects in wire strand using the finite element method, Journal of Strain Analysis VOL 34 NO 1, 31.-38. oldal, Uxbridge, 1998

Név.: **Beleznai Róbert**
 Munkahely/cím: Bay Zoltán
 Közalapítvány/ 3519
 Miskolctapolca, Iglói út 2.
 E-mail: beleznai@bzlogi.hu

Név.: **Boros András**
 Munkahely/cím: FlexIB Kft./ 1111
 Budapest, Karinthy Frigyes út 24.
 E-mail: flexib@chello.hu

Név.: **Szávai Szabolcs**
 Munkahely/cím: Bay Zoltán
 Közalapítvány/ 3519
 Miskolctapolca, Iglói út 2.
 E-mail: szavai@bzlogi.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ÚJ, NAGYTELJESÍTMÉNYŰ ESZTERGASZERSZÁMOK VIZSGÁLATA

Biró Szabolcs, Dr. Sipos Sándor

Összefoglaló

A SANDVIK Coromant magyarországi képviselője – a piaci megjelenés előtt – szeretne volna kipróbálni és ellenőrzött körülmények között tesztelni a legújabb fejlesztésű esztergalapkáit. Arra kerestük a választ, hogy van-e mérhető változás a korábbi és az új fejlesztésű GC 4225 jelű, mérsékelt hőmérsékleten felvitt CVD-bevonatú szerszámok között. A vizsgálatokat három, jól elkülöníthető részletben hajtottuk végre: forgácstörés és erővizsgálat, a vizsgált lapkák érdesség előállító képessége, a lapkák kopás- és éltartamvizsgálata. Az előadás ezen szerszámok vizsgálatának eredményeivel foglalkozik.

Abstract

The Hungarian agency of SANDVIK Coromant wished to try out and to test under controlled circumstances his recently developed turning inserts before introducing them on the market. We are looking for an answer whether the development can be measured between the previous and the newly developed tools, type 4225, coated with CVD at moderate temperature. The tests were carried out in 3 different phases: chip breaking & force measurements, ability of surface roughness hold keeping during the whole cutting process, flank wear land propagation and tool life of inserts. The present lecture is going to summarise the results of research of these new tools.

Bevezetés

A BGK /AGI/ GyártásTanszékén közel két évtizede folyó szerszámvizsgálatok során alkalmunk volt több olyan eszközt tesztelni, amelyek piaci megjelenését a gyártó későbbre tervezte. Más cégek arra voltak kíváncsiak, hogy új fejlesztésű szerszámaik piacképessége hogyan alakul. Korábban teszteltük a Sandvik cég ISO és wiper geometriájú lapkáit [1,2], amelyeknek továbbfejlesztett anyagú változata jelen előadás témája.

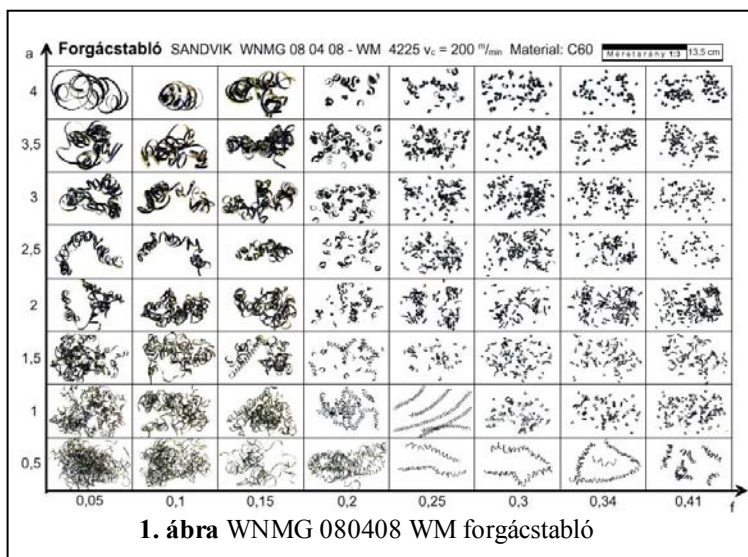
1. A kísérlet célja és körülményei

A kísérletek célja az új fejlesztésű 4225 lapkaanyag tesztelése volt. A vizsgálatokat etalon minőségű, normalizált állapotú, C60 acél próbadarabokon végeztük. A WNMG080408 alakú lapkákat MWLNR2525M08 szárba, ezt pedig KISTLER erőmérőt tartalmazó késtartóba rögzítettük, és fokozatnélküli hajtással rendelkező esztergapadra fogtunk fel. A kísérletet megelőzően a lapkákat mikroszkópos vizsgálatnak vetettük alá, hogy kiszűrjük azok kedvezőtlen éleit.

2. A kísérletek eredményei

2.1. A forgácstörés és erővizsgálat kísérleti eredményei

A vizsgálatokat ép éllel végeztük $v_c = 200$ m/min rögzített forgácsolósebességen, 8 különböző előtolás és 8 fogásmélység kombinációjával. A méréseket kis forgácsolási hosszokon végeztük, és a fellépő erőhatások három komponensét állapítottuk meg.



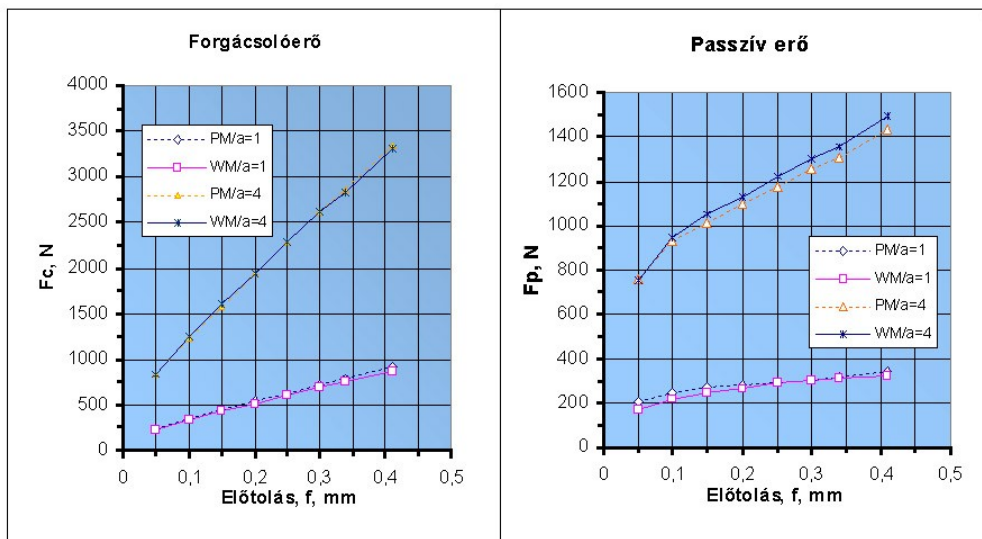
A keletkező forgácsokból mintákat gyűjtöttünk be és azokat táblázatszerűen rendeztük (**1. ábra**), hogy megállapíthassuk, milyen beállításoknál következik be a forgács törése. Tapasztalatunk szerint az ISO lapkák forgácstörése nem egyezik meg a wiper lapka hasonló képességével, valamint a 4225 bevonatú lapka ún. forgácstörési határa a/f : 1,5/0,2 és 2/0,15 adatoknál

A forgácsolóerő komponenseket befolyásoló tényezők (fogásmélység és előtolás) kombinálása 64 mérést tett lehetővé. A régi (4025) és az új fejlesztésű (4225) bevonatos lapka összehasonlításából az derült ki, hogy az új bevonatrendszer nem gyakorol egyértelmű, pozitív hatást a forgácsleválasztási folyamatra. Az erőmérési kísérletek eredményeiből kiderült, hogy a wiper lapkák használatánál a viszonylag kis ($0,1 < f$, mm < 0,25) előtolások tartományát érdemes kerülni. Ennek elsősorban nem kizárólag termelékenységi oka (a csökkenő gépi főidő) van, de fokozható a megmunkálás pontossága is (**2. ábra**).

2.2. A vizsgált lapkák érdességelállító képessége

A tesztek - azonos feltételek mellett - négyféle forgácsolósebességgel és négyféle előtolással esztergált felületeken hajtottuk végre. Az elvégzett mérések tapasztalataiból az alábbi következtetéseket lehet levonni:

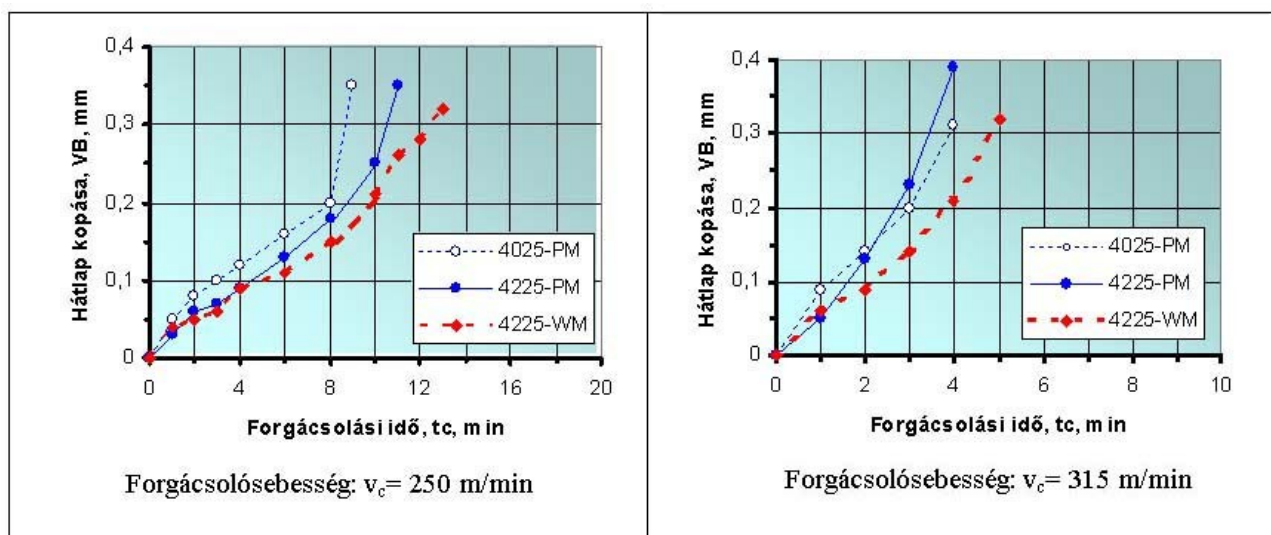
- a 4025 bevonatú lapkával 10-20 %-kal rosszabb (nagyobb) érdességű felület esztergálható, mint az új generációs 4225 bevonatúval,
- a wiper élgeometriájú lapka sokkal kisebb érdességek elérését teszi lehetővé, mint az ISO szerint kialakított bármelyik változat: a kis előtolások tartományában ($0,05 \leq f$, mm $\leq 0,2$) a wiper éllel elért érdességjavulás kb. 50 – 100%-os. Vizsgálataink szerint $f = 0,3$ mm értékű előtolásnál az átlagos érdességnek lokális optimuma van.



2. ábra. ISO és wiper élgeometriájú lapkák forgácsolóképességének összehasonlítása

2.3. A lapkák kopás- és éltartamvizsgálata

A forgácsolási idő függvényében nemcsak a hátkopás – és szűrőpróbaszerűen a kráterképződés – adatait rögzítettük, hanem a forgácsolóerő két komponensének változását, valamint a felületi érdesség egyes (kitüntetett) paramétereinek alakulását is. Az idő – hátlapkopás függvényének alakulásán kívül nagy jelentőséget tulajdonítottunk a kopásintenzitás kiszámítására és modellezésére. A C60 etalon anyagot kétféle sebességgel ($v_c=250$ és 315 m/min) esztergáltunk. A kopáskritériumot (a jól bevált gyakorlat szerint) $VB_{krit}=0,3$ mm értékben állapítottuk meg. A kapott kopásgörbékből (3. ábra) az alábbi következtetések adódtak:



3. ábra. A lapkák kopásgörbéinek alakulása (konstans fogásvételnél és előtolásnál)

- az általunk alkalmazott jelentős nagyságú forgácsolósebességeken az újabb fejlesztésű keményfém és a kétféle bevonat (4225) jobban teljesített, mint a korábbi vizsgálatok során tesztelt 4025-PF és 4025-WF típusú lapkák [2],
- különösen figyelemre méltó az, hogy $a=2$ mm fogásmélységnél a 4225 anyagú, wiper élgeometriájú lapka jobban teljesített, mint az ISO kialakítású, bármelyik bevonatú változat.

A kísérletek tanúsága szerint a forgácsolóerő (F_c , N) növekedésére mérsékelt hatást gyakorol a szerszám pillanatnyi kopásállapota. Ugyanez nem mondható el a passzív erőről: egyértelmű, szoros és direkt kapcsolat mutatható ki az elhasználódás mértéke és F_p erőkomponens növekedése között.

3. Összefoglalás, következtetések

Az új fejlesztésű 4225 bevonatnak a forgácsolási folyamatra gyakorolt hatása ellentmondásosan ítélni lehet:

- A korábbi 4025 változathoz képest a forgács törése némiképp hamarabb, kisebb fogásvételi és előtolás adatok beállításakor indul meg,
- a forgácsolóerő komponensek vizsgálatokor nem lehet kimutatni különbséget a régi és az új bevonat között.
- a 4025 bevonatú lapkával 10-20 %-kal rosszabb (nagyobb) érdességű felület esztergálható, mint az új generációs 4225 bevonatúval.
- összességében elmondható, hogy az ISO és wiper geometriájú lapkák élettartamainak összehasonlításakor kedvező változásokat tapasztaltunk: kisebb sebességen kb. 50%-os, egyértelműen nagy v_c beállításakor pedig mintegy 25%-os élettartamnövekedés volt mérhető a wiper lapkák javára

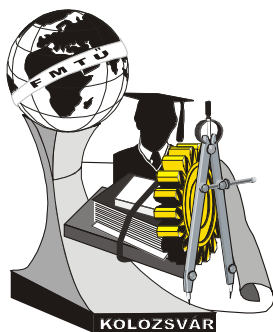
Irodalomjegyzék

- [1] Bíró János: A termelékenységek és a minőség egyidejű növelése (díjnyertes TDK dolgozat)
Budapest, GyártásTanszék, 2004. pp. 44.
- [2] Bíró, J. – Bíró, Sz. – dr. Sipos, S.: Increasing of the cutting performance and the quality of machined surface at the same time
5th Int. Scie. Conf. DEVELOPMENT of metal cutting – DMC 2005., Kosice, pp. 8.

Bíró Szabolcs, tanszéki mérnök, biro.szabolcs@bgk.bf.hu

dr. Sipos Sándor, főiskolai docens, sipos.sandor@bgk.bmf.hu

BMF / BGK / AGI / Gyártás Tanszék, Budapest, 1081. Népszínház u. 8.



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

APERIODIKUS SEJTRENDSZEREK TOPOLOGIAI JELLEMZÉSE

Bitay Enikő, Réti Tamás

Abstract

Based on the concept of the combinatorial curvature of infinite plan graphs, the topological properties of planar aperiodic cellular systems are investigated. As a result of our investigations the following conjecture is formulated: Let G be an infinite graph obtained by a plan tessellation. Let us assume that the combinatorial curvature $\Phi(X)$ is a non-negative number for each vertex X of G , and the graph G contains vertices of positive combinatorial curvature, as well. Then for the sum of $\Phi(X)$, the inequality $1/6 \leq \sum \Phi(X) < 2$ holds.

Összefoglaló

A kombinatorikus görbület fogalmára alapozott vizsgálati módszereket kiterjesztettük síkbeli aperiodikus celluláris rendszerek topológiai szerkezetének elemzésére. A vizsgálatok eredményeként a következő sejtést fogalmaztuk meg: Legyen G a sík tesszelációjával előállított végtelen gráf. Tételezzük fel továbbá, hogy a G valamennyi X csúcsában a $\Phi(X)$ kombinatorikus görbület nem-negatív szám, és a G gráfnak léteznek olyan csúcsai is, amelyeknek kombinatorikus görbülete pozitív. Ekkor a kombinatorikus görbületek összegére érvényes az $1/6 \leq \sum \Phi(X) < 2$ egyenlőtlenség.

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedben az anyagtudomány számos területén előtérbe került az ún. aperiodikus sejtrendszerek vizsgálata, különös tekintettel a kvázikristályok és nanocsövek mikroszerkezeti modellezésére és szimulációjára. Az esetek többségében a 2-és 3-dimenziós végtelen kiterjedésű sejtrendszereket konvex sokszögek illetve konvex poliéderek (ún. sejtek vagy csempék) egy véges vagy végtelen halmazából konstruálják oly módon, hogy a sejtekkel (csempékkel) a 2- illetve 3-dimenziós teret hézagmentesen és egyrétűen fedik le. A következőkben 2-D, azaz síkbeli végtelen sejtrendszerek topológiai szerkezetének jellemzésére irányuló vizsgálataink néhány eredményét ismertetjük. A vizsgálatokban központi jelentőségű a beágyazott gráfok lokális topológiai jellemzőjeként számon tartott ún. kombinatorikus görbület.

Mint ismeretes, egy tesszelációval generált síkbeli végtelen sejtrendszernek egyértelműen megfeleltethető egy G végtelen síkbeli gráf, az ún. tesszelációs gráf, amellyel kapcsolatban a következő feltételek teljesülését követeljük meg [1-7]:

- (i) A G gráf csúcsai megszámlálható végtelen számosságú halmazt alkotnak;
- (ii) A kombinatorikus poligonokkal reprezentált sejtek (lapok) mindegyike a körlemezzel homeomorf (azaz a körlemezzel topológiailag ekvivalens);
- (iii) A kombinatorikus poligonok (lapok) oldalszáma véges, azaz teljesül a $2 \leq n(f) < \infty$ összefüggés, ahol $n(f)$ egy tetszőleges f lap oldalszáma;
- (iv) Minden él pontosan két sejt (lap) közös éle;
- (v) Minden X csúcs fokszáma véges, vagyis fenn áll a $3 \leq r(X) < \infty$ egyenlőtlenség, ahol az $r(X)$ fokszám az X csúcsra illeszkedő élek számát jelenti.

A síkbeli sejtrendszerek alapvetően két fő csoportba sorolhatók: periodikus sejtrendszerek és aperiodikus sejtrendszerek. Ez utóbbiak további két alcsoportra bonthatók, megkülönböztetve kvázi-periodikus és szabálytalan aperiodikus sejtrendszereket (tesszelációs gráfokat). Mivel a periodikus és kvázi-periodikus sejtrendszerek egyértelműen definiáltak, ebből adódóan egy aperiodikus sejtrendszert szabálytalanak akkor nevezünk, ha az nem periodikus és nem kvázi-periodikus. A további elemzések középpontjában az aperiodikus szabálytalan sejtrendszerek topológiai jellemzése áll, különös tekintettel az ún. kombinatorikus görbületnek, mint lokális topológiai invariánsnak a vizsgálatára.

A következőkben megmutatjuk, hogy az aperiodikus sejtrendszerek számszerű topológiai jellemzésére és kvantitatív kritériumok szerinti minősítésére előnyösen használható a kombinatorikus görbület, illetve ezek függvényeként származtatott mennyiségek.

2. A kombinatorikus görbület értelmezése

Jelölje f a G tesszelációs gráf egy lapját (sejttjét), X egy tetszőleges csúcsát, $r(X)$ pedig az X csúcs fokszámát. Szokásos módon az X csúcs $\Phi(X,G)$ kombinatorikus görbületét

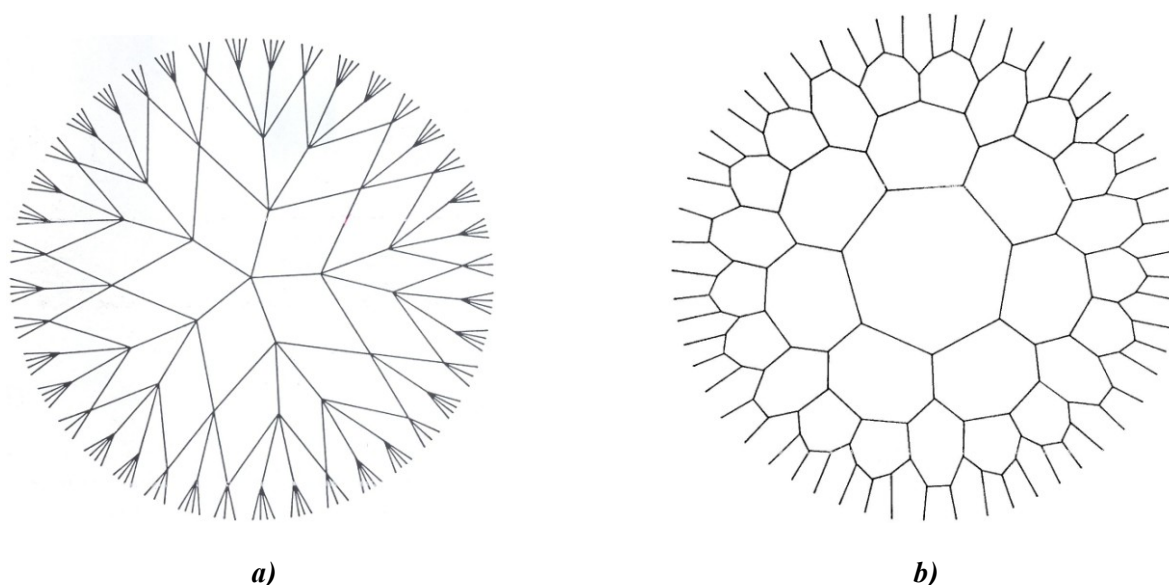
$$\Phi(X,G) = 1 - \frac{r(X)}{2} + \sum_{f \in F(X)} \frac{1}{n(f)}$$

képlettel definiáljuk, ahol $F(X)$ az X csúcsra illeszkedő lapok (sejtek) véges halmaza [1-7]. Tetszőleges G gráfra értelmezhető az $S(G)$ ún. kumulatív görbület

$$S(G) = \sum_{X \in V(G)} \Phi(X,G)$$

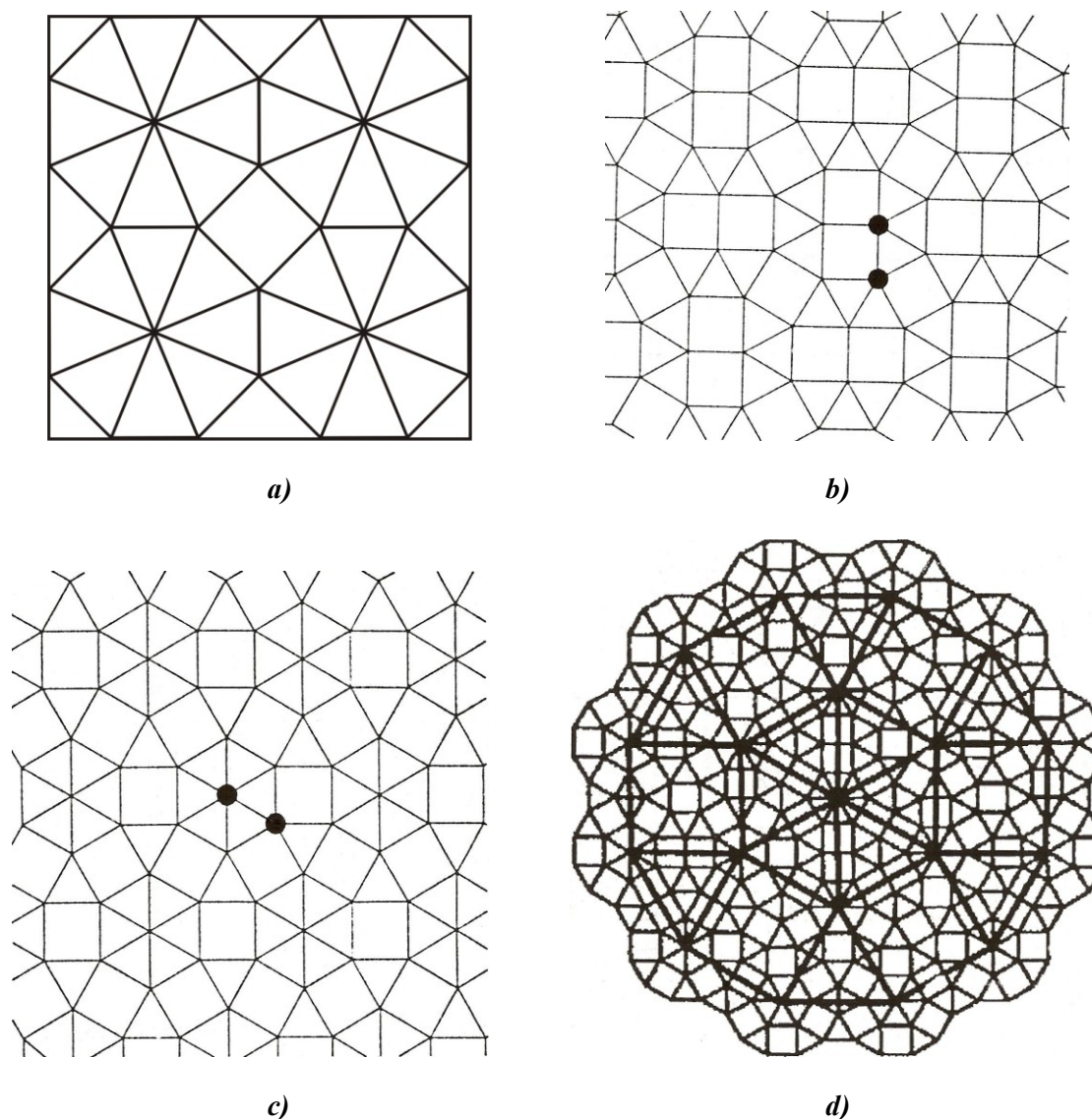
ahol $V(G)$ a G gráf csúcsainak halmaza. Az $S(G)$ mennyiség elvileg egy végtelen tagú összeg, értéke lehet véges vagy végtelen. Mint ismeretes, ha a sejtrendszer periodikus, akkor a hozzátartozó síkbeli gráfra (az egységcellára vonatkoztatva) érvényes a $\chi(G) = S(G) = 0$ összefüggés, ahol $\chi(G)$ az Euler-karakterisztika, amely síkbeli periodikus sejtrendszerekre zérus [8].

A kombinatorikus görbület értéke lehet pozitív, negatív szám vagy zérus. Korábban bizonyították, hogy nem létezik olyan végtelen tesszelációs gráf, amelynek minden csúcsában pozitív a görbület [1,5]. Ezzel szemben léteznek olyan tesszelációs gráfok (sejtrendszerek), amelyekben minden csúcs negatív görbületű. Példák erre az 1. ábrán látható végtelen síkbeli gráfok [8].



1. ábra. Negatív görbületű tesszelációs gráfokkal reprezentált szabálytalan aperiodikus sejtrendszerek

Az 1.a ábrán feltüntetett gráf minden lapja négyszög, minden csúcsa ötödfokú, következésképpen valamennyi csúcsban a görbület értéke $1 - 5/2 + 5/4 = -1/4$. Az 1.b ábrán bemutatott gráf lapjai hétszögek, minden csúcsa harmadfokú (trivalens), a görbület minden csúcsban azonos értékű, nevezetesen $1 - 3/2 + 3/7 = -1/14$. Megjegyezzük, hogy az 1. ábrán látható gráfok olyan „elfajult” sejtrendszerekre példák, amelyeknek szingularitása van a végtelenben [8]. Könnyen belátható, hogy végtelen sok olyan periodikus sejtrendszer létezik, amelyeknél valamennyi csúcs görbülete zérus. Az 2. ábrán négy sejtrendszer látható, ezek lapjai 3- és 4-oldalú sokszögek.



2. ábra. Háromszögek és négyszögek alkotta négy különböző típusú sejtrendszer

Közülük az 1.a, 1.b és 1.c ábra periodikus sejtrendszereket reprezentál. Az 1. ábrán látható 1.b és 1.c sejtrendszerek közös jellemzője, hogy minden csúcspan a görbület zérus. Az 1.a ábrán bemutatott sejtrendszernek pozitív és negatív görbületű, ötöd- és nyolcad-fokú csúcsai vannak, és nincs zérus-görbületű csúcsa. Az 1.d ábrán látható sejtrendszer kvázi-periodikus [9]. Ebben a háromszögek előfordulási gyakorisága $p_3 = 4/(4+\sqrt{3})=0.6978$, a négyszögeké pedig $p_4 = \sqrt{3}/(4+\sqrt{3})=0.3022$. Könnyen igazolható, hogy e kvázi-periodikus sejtrendszerben minden csúcs görbülete zérus.

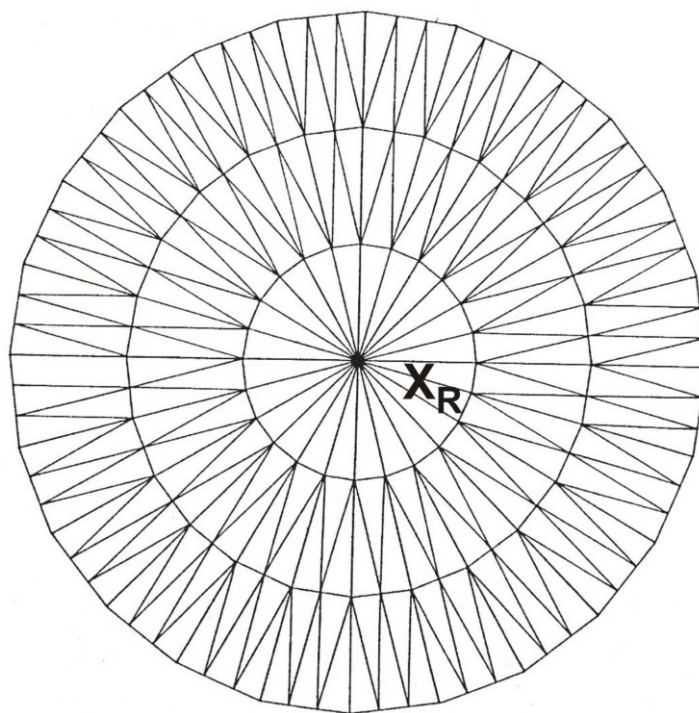
A kombinatorikus görbület definíciójából következik, hogy ha egy csúcs fokszáma 6-nál nagyobb, akkor e csúcs görbülete negatív. Másrészt, amint azt példán is illusztráljuk, léteznek olyan tesszelációs gráfok, amelyeknek pozitív görbületű csúcsaiban a görbület értéke tetszőlegesen kicsiny pozitív szám

lehet. A következőkben aperiodikus szabálytalan sejtrendszereket reprezentáló tesszelációs gráfok egyes speciális tulajdonságú osztályait (részalmazait) vizsgáljuk konkrét példák bemutatásával.

3. Aperiodikus szabálytalan síkbeli sejtrendszerek

3.1. G_R végtelen gráfok osztálya

A G_R gráfok sorozatát, ahol $R \geq 2$ pozitív egész szám, a 3. ábra útmutatása szerint a következő módon generálhatjuk. Kiindulásul tekintsünk az X_R csúcspontot, amelyet a G_R gráf centrum-csúcsának nevezünk. Tegyük fel, hogy a centrumcsúcs éppen R számú egyenlőszárú háromszög közös csúcsa, tehát X_R fokszáma R . Amint a 3. ábrából kitűnik, háromszögeket „gyűrűszerűen” egymás mellé helyezve egy végtelen G_R gráf konstruálható, amelyben minden egyes csúcs az X_R centrum kivételével pontosan 6 háromszög közös csúcsa.



3. ábra. Háromszögek alkotta G_R gráf konstrukciójának elve

Zérus mindazon csúcsok görbülete, amelyben 6 háromszög találkozik. Kivételt képez az X_R centrum, amelynek kombinatorikus görbülete

$$\Phi(X_R, G_R) = 1 - R/6$$

Ebből következik, hogy

$$S(G_R) = \sum_{X \in V(G_R)} \Phi(X, G_R) = \Phi(X_R, G_R) = 1 - R/6$$

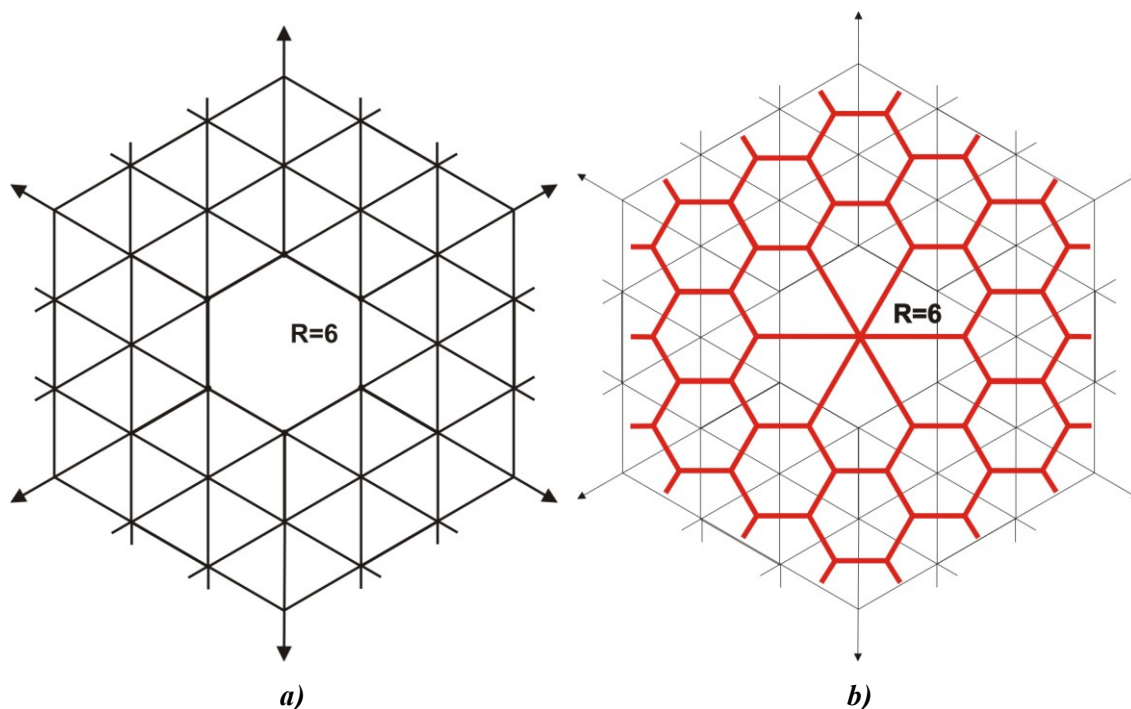
Az R értékétől függően a G_R gráfok három osztályba sorolhatók:

- (i) Ha $R= 2,3,4$ vagy 5 , akkor $\Phi(X|G_R, R = 2,3,4,5) \geq 0$, azaz a görbületek értéke nem-negatív szám minden csúcsban. Pozitív görbület kizárólag a centrumcsúcsban, vagyis az $X_{R=2}$, $X_{R=3}$, $X_{R=4}$, illetve az $X_{R=5}$ csúcsokban található. Például a G_5 gráfra vonatkozóan a kumulatív görbültre $S(G_5) = \sum \Phi(X, G_5) = \Phi(X_{R=5}) = 1/6$ adódik eredményül.
- (ii) Ha $R=6$, akkor $\Phi(X|G_6) = \sum \Phi(X, G_6) = 0$, azaz a G_6 gráf minden csúcsának görbülete zérus.
- (iii) Ha $R > 6$ akkor $\Phi(X|G_R, R > 6) \leq 0$, azaz a görbületek értéke nem-pozitív szám minden csúcsban. Negatív görbület kizárólag a centrumcsúcsban van.

Érdekes következményként adódik, hogy ha $R \rightarrow \infty$, akkor $\lim \Phi(X_R | G_R) = -\infty$, ami azt jelenti, hogy a G_R gráfoknak mindig létezik egyetlen olyan csúcsa (az X_R centrum), amelyben a görbület tetszőlegesen kicsiny negatív szám lehet. (Minden más csúcsban a görbület zérus).

3.2. H_R végtelen gráfok osztálya

A H_R gráfok sorozatát, ahol $R \geq 2$ pozitív egész szám, a 4. ábra útmutatása szerint a következő módon konstruáljuk. Kiindulásul tekintsünk egy R -oldalszámú szabályos sokszöget. A 4. ábrán feltüntetett módon helyezzünk a szabályos R -szög köré háromszögeket „gyűrűszerű” elrendezésben. A háromszögekből álló gyűrűk számát fokozatosan növelve egy végtelen H_R gráf adódik eredményül, ez egyetlen R -szögből valamint végtelen sok háromszögből áll.



4. ábra. A H_R végtelen gráf konstrukciójának elve (a) és duális gráfja (b)

A H_R gráf mindazon csúcsaiban, ahol 6 háromszög találkozik, a görbület zérus. Az R -számú többi X_j ($j=1,2,\dots,R$) csúcsban, amelyekben 4 háromszög és egy R -szög találkozik a görbület értéke

$$\Phi(X_j, H_R) = 1/R - 1/6$$

Ebből adódik, hogy a kumulatív görbület

$$S(H_R) = \sum_{X \in V(H_R)} \Phi(X, H_R) = \Phi(X_R, H_R) = 1 - R/6$$

Az R értékétől függően a H_R gráfok három osztályba sorolhatók:

- (i) Ha $R=2,3,4$ vagy 5 , akkor $\Phi(X|H_R, R=2,3,4,5) \geq 0$, azaz a görbületek értéke nem-negatív szám az összes csúcsban. Pozitív görbület kizárólag az R számú X_j ($j=1,2,\dots,R$) csúcsban van.
- (ii) Ha $R=6$ akkor a görbület minden csúcsban zérus, következésképpen $S(H_6) = 0$.
- (iii) Ha $R > 6$ akkor $\Phi(X|H_R, R > 6) \leq 0$, azaz a görbületek értéke nem-pozitív szám minden csúcsban. Negatív értékű görbület csak az R -számú X_j ($j=1,2,\dots,R$) csúcsban van.

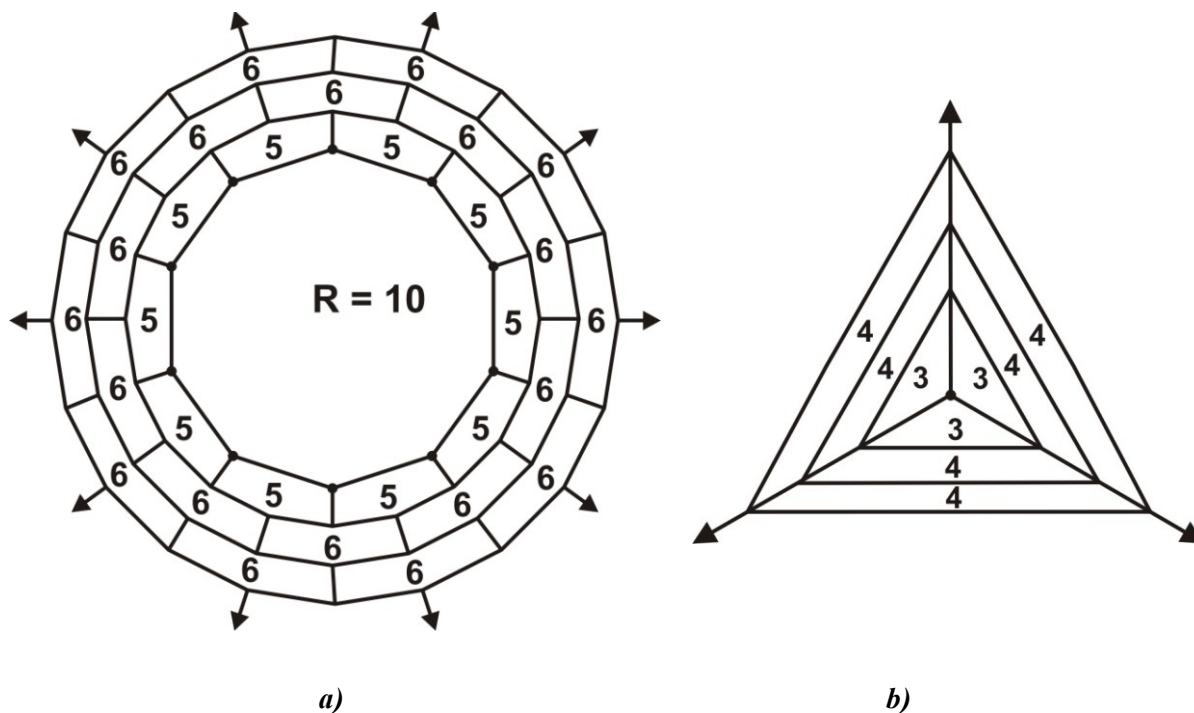
Megjegyezzük, hogy speciális esetként a H_5 gráf kumulatív görbületére $S(H_5) = \sum \Phi(X, H_5) = 1/6$ adódik eredményül. A 4.b ábra a H_6 gráf duális gráfját ábrázolja. Ez utóbbi hat ötszögből és végtelen sok hatszögből áll, és egyaránt vannak pozitív, negatív és zérus-görbületű csúcsai. Könnyen belátható, hogy H_6 duális gráfjának kumulatív görbülete ugyancsak zérus.

3.3. T_R végtelen gráfok osztálya

A végtelen tesszelációs gráfok egy különleges osztályát képezik azok a végtelen síkbeli gráfok, amelyekre az $S(G)=1$ azonosság teljesül. Az ilyen tulajdonságú gráfokat „egység-gráfoknak” nevezzük. A következőkben megmutatjuk, hogy végtelen sok egység-gráf létezik, többek között az ún. T_R gráfok mindegyike egység-gráf. A T_R gráfok sorozatát, ahol $R \geq 2$ pozitív egész szám, az 5. ábra útmutatása szerint a következő módon konstruáljuk. Kiindulásul tekintsünk egy R oldalszámú szabályos sokszöget.

Az 5. ábrán feltüntetett módon a szabályos R -szög köré helyezzünk pontosan R számú ötszöget „gyűrűszerű” elrendezésben. Az ötszögekből képzett gyűrűt a továbbiakban újabb zárt gyűrűk sorozatával vesszük körbe, de ezek a gyűrűk már 6-szögekből állnak. A hatszögek alkotta gyűrűk számát fokozatosan növelve a T_R gráfot kapjuk eredményül. Mint megállapítható, a T_R gráfok egyetlen R -oldalú szabályos sokszögből, valamint R -számú ötszögből és végtelen sok hatszögekből állnak. Valamennyi csúcs harmadfokú, a csúcsokra illeszkedő lapok oldalszámát tekintve a csúcsoknak négy alaptípusa különböztethető meg, ezek a következők: $(5,5,R)$, $(5,5,6)$, $(5,6,6)$ és $(6,6,6)$. A megfelelő

kumulatív görbületeket kiszámítva közvetlenül adódik az $S(T_R)=1$ azonosság. Az R értékétől függően a T_R gráfok az alábbi osztályokba sorolhatók:



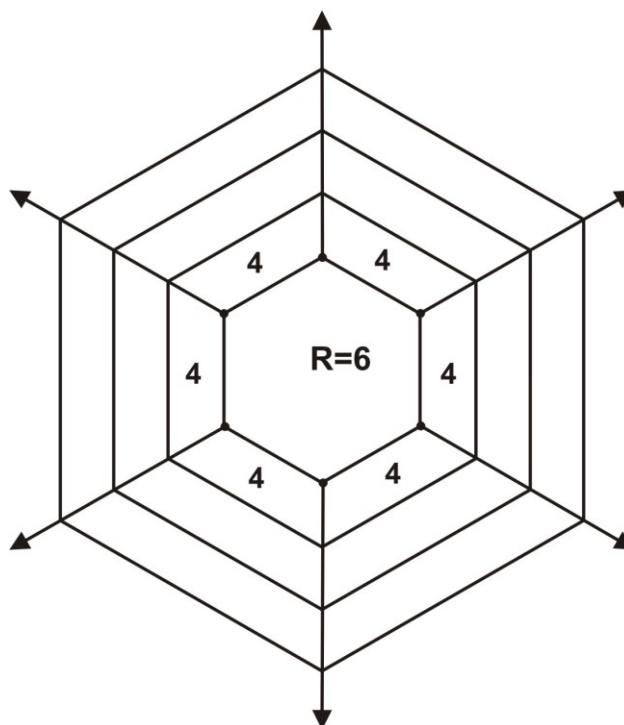
5. ábra A T_R végtelen gráf konstrukciójának elve (a), egy speciális egység gráf (b)

- (i) Ha $R= 2,3,\dots,9$, akkor $\Phi(X|T_R, R = 2,3,\dots,9) \geq 0$, tehát a görbületek értéke nem-negatív szám minden csúcsban. Pozitív görbület van pontosan $3R$ számú csúcsban. Például $R=9$ esetében, pontosan 27 olyan csúcsa van a T_9 gráfnak, amelyben a görbület pozitív.
- (ii) Ha $R=10$, akkor $\Phi(X|T_{10}, R = 10) \geq 0$, a görbületek értéke nem-negatív szám minden csúcsban. Pozitív görbület pontosan 20 csúcsban van.
- (iii) Ha $R>10$, akkor pozitív, negatív és zérus-értékű görbületek egyaránt előfordulnak. Negatív értékű görbület pontosan az R -számú $(5,5,R)$ típusú csúcsban van, pozitív görbület pedig pontosan $2R$ számú, (az $(5,5,6)$ illetve $(5,6,6)$ típusú) csúcsban van, és minden más csúcsban a görbület zérus.

Az 5.b ábrán egy speciális típusú egység gráf látható, ennek sajátossága, hogy négy pozitív görbületű csúcsa van. A középső csúcsban (ahol 3 háromszög találkozik) a görbület az elméletileg lehetséges maximális értékű, nevezetesen: $1-3/2+3/3 = 1/2$.

3.4. U_R végtelen gráfok osztálya

Az U_R gráfok sorozatát, ahol $R \geq 2$ pozitív egész szám, a 6. ábra útmutatása szerint a következő módon konstruáljuk. Kiindulásul tekintsünk egy R -oldalszámú szabályos sokszöget, amelyet négyszögekből álló gyűrűkkel veszünk körbe. A négyszögek alkotta gyűrűk számát fokozatosan növelve az U_R gráfot kapjuk eredményül. Mint megállapítható, az U_R gráfok egyetlen R -oldalú szabályos sokszögből, valamint végtelen sok négyszögből állnak.



6. ábra Az U_R végtelen gráf konstrukciójának elve

Minden U_R gráfban pontosan R -számú harmadfokú csúcs van, és ezekben egy R -szög és két négyszög található. Ebből adódik, hogy ezen R -számú csúcsban a görbület pozitív, értéke azonos, és $1/R$ –el egyenlő. Az összes többi csúcs negyedfokú, ezekben a görbület zérus, mivel minden ilyen csúcsban négy darab négyszög található. A fenti megfontolásokból közvetlenül adódik, hogy egy U_R gráf minden csúcsának görbülete nem-negatív szám, és minden U_R gráf egység-gráf, amelyre teljesül az $S(U_R)=1$ azonosság. Az U_R gráfok lényeges tulajdonsága: mivel a pozitív görbületű csúcsok R száma tetszőlegesen nagy véges szám lehet, következésképpen R növelésével elérhető, hogy a pozitív görbületű csúcsokban a görbület nagysága ($1/R$) tetszőlegesen kicsiny pozitív szám legyen.

4. Nem-negatív görbületű végtelen síkgráfok jellemzése

Azt a végtelen G tesszelációs gráfot (sejtrendszer), amelyben pozitív és zérus-görbületű csúcsok egyaránt előfordulnak, de negatív görbületű csúcsok nem (következésképpen $S(G) > 0$ teljesül), nem-negatív görbületű gráfnak (NNG-gráfnak) szokás nevezni. A különféle típusú NNG gráfokban

található pozitív görbületű csúcsok lehetséges M számára becslés nem ismert. Azt azonban sikerült igazolnunk az U_R gráfok vizsgálatakor, hogy ezen NNG típusú gráfosztály esetében M értéke tetszőlegesen nagy véges szám lehet. Az NNG gráfokra vonatkozó korábbi vizsgálatok egyik érdekes eredményét a következő sejtés reprezentálja:

1. Sejtés : Ha a G tesszelációs gráf NNG-gráf, akkor ezen G gráfban csak véges sok ($M \geq 1$ egész számú) olyan csúcs létezik, amelyben a kombinatorikus görbület pozitív szám [7].

Tisztázatlan kérdés, hogy milyen nagy lehet egy NNG gráf kumulatív görbületének értéke. Vizsgálataink alapján a következő új sejtést fogalmaztuk meg:

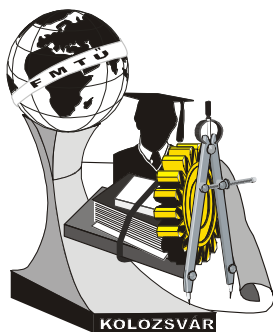
2. Sejtés: Ha egy G tesszelációs gráf NNG gráf, akkor ennek kumulatív görbületére fenn áll a következő egyenlőtlenség: $1/6 \leq \sum \Phi(X) < 2$. Egyelőre még nem sikerült olyan NNC gráfot konstruálni, amelyben kumulatív kombinatorikus görbület értéke 1-nél nagyobb lenne.

Irodalom

- [1] Y. Higuchi: Combinatorial Curvature for Planar Graphs, J. Graph Theory, Vol. 38 (2001) p. 220-229.
- [2] O. Baues and N. Peyerimhoff: Curvature and Geometry of Tesselating Plane Graphs, Discrete Comput. Geom., Vol. 25 (2001) p. 141-159.
- [3] K. Kawarabayashi, M. Plummer and A. Sato: On two equimatchable graph classes, Discrete Mathematics, Vol. 266 (2003) p. 263-274.
- [4] Liang Sun and Xingxing Yu: Positively curved cubic plane graphs are finite, J. Graph Theory, Vol. 47 (2004) p. 241-274.
- [5] M. DeVos and B. Mohar: An analogue of the Descartes-Euler formula for infinite graphs and Higuchi's conjecture, Trans. Amer. Math. Soc. to appear.
- [6] T. Reti, E. Bitay and Zs. Kosztolányi: On the Polyhedral Graphs with Positive Combinatorial Curvature, Acta Polytechnica Hungarica, Vol.2 (2005) p. 19-37.
- [7] B. Chen and G. Chen: Gauss-Bonnet formula, finiteness condition, and characterization for graphs embedded in surfaces, Preprint, submitted in 2005.
- [8] B. Grünbaum and G.C. Shephard: Tilings and Patterns, W.H. Freeman and Company, New York, 1987.
- [9] B. Rubinstein and S.I. Ben-Abraham: The random square-triangle tiling: simulation of growth, Materials Science and Engineering, Vol. 294-296, (2000) p. 418-420.

Dr. Bitay Enikő, tudományos főkutató
Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kutatóintézet
Ro-400009 Kolozsvár, Jókai / Napoca u. 2-4.
E-mail: bitay@eme.ro

Dr. Réti Tamás, egyetemi tanár
Budapest Polytechnic, Budapest
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary
E-mail: Reti.tamas@bgtk.bmf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

RÉZ VAGY ACÉL? ACÉL ÉS RÉZ FÖLDELŐHÁLÓ POTENCIÁL-ELOSZLÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Bodnár Imre, Ladányi József

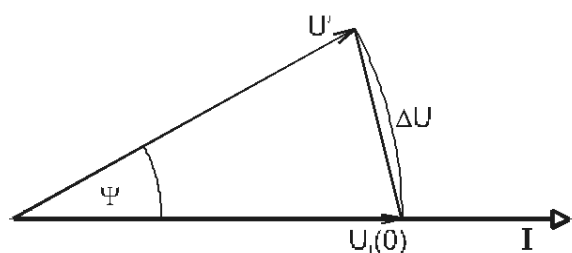
Up to now the earthing grid of the substations have been constructed exclusively only of cylindrical steel conductors according to the national practice in Hungary. However, the earthing grids of substations recently built in Hungary have also made of copper adopting the practice of West/European power utilities. Many arguments are in favour of the use of both materials. Considering electrical quantities, copper is better than steel, but from the point of view of economics the establishment cost of copper grid is higher than the cost the steel is more favourable than copper. The question: is it worth to change steel for copper else? For answer a question firstly, the equivalent internal impedance of the steel has been measured in laboratory. Characteristic of internal impedance of steel is non-linear vs. current. The authors on the bases of the measured internal impedance have done simulations for the comparison of steel and copper earthing grids. With the The CDEGS (Current Distribution, Electromagnetic Fields, Grounding and Soil Structure Analysis) software code has been used for the simulation study.

Magyarországon az alállomások földelőhálója - a hazai gyakorlat szerint - eddig kizárólag acélból készült, azonban a nyugati gyakorlatot egyre inkább átvéve az újonnan épülő alállomások már réz földelőhálóval épülnek. Számos érv szól mindkét anyag mellett. Villamos paramétereket tekintve a réz kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkezik, mint az acél, azonban gazdasági szempontból megvizsgálva a kérdést a réz földelőháló létesítési költsége jóval nagyobb, mint az acél esetében, köszönhető ez a fajlagos anyagárbeli különbségnek és a különleges szerelési technológiának. A kérdés tehát az, hogy megéri-e rézre cserélni az acélt vagy sem. A kérdés eldöntéséhez a szerzők először az acél nemlineáris belső impedanciáját vizsgálták meg laboratóriumi körülmények között. A mérések eredményeit felhasználva a réz és acél földelőháló összehasonlítására számítógépes szimulációt végeztek a szerzők a CDEGS kanadai szoftvercsomag segítségével.

Laboratóriumi mérések

Az alkalmazott 3x40 mm réz szalag hosszegységre eső egyenáramú ellenállása adott, $R' = 0,14 \text{ m}\Omega/\text{m}$. Az általunk vizsgált 2,5 m hosszú, 20 mm átmérőjű acél földelőháló elem hosszegységre eső egyenáramú ellenállása mérés alapján $R' = 0,45 \text{ m}\Omega/\text{m}$ értékre adódott. Az egyenáramú ellenállás értékek a további mérések összehasonlítási alapjául szolgálnak. A réz impedanciája az áram függvényében lineárisan változik, ezért a váltakozó áramú méréseket kizárólag az acél esetében végeztük el. A mérések célja az acél nemlineáris belső impedanciájának vizsgálata volt.

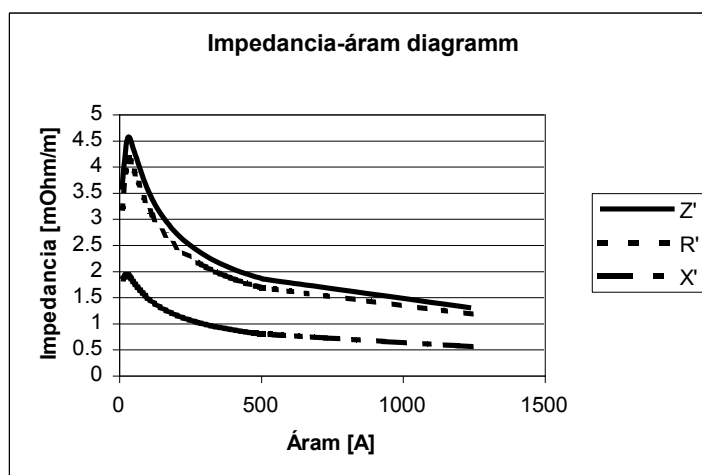
Ennek megfelelően a vizsgált acél földelőháló elemen átfolyó áramot változtattuk 0 - 1224 A közötti tartományban 50 Hz-es állandó vizsgálati frekvencia mellett. A valóságban azonban nem csak 50 Hz-es áramok okozhatnak nem kívánt potenciálemelkedést a földelőhálón, hiszen egy esetleges villámcsapás igen széles frekvenciaspektrumú áram-igénybevételt jelent. Ezért az átfolyó áramot 2 A állandó értéken tartva vizsgáltuk az acélrúd viselkedését 100-14000 Hz közötti frekvenciákon is. A mérés során koaxiális áram-visszavezetést valósítottunk meg, amely kiválóan képezi le a távoli földvisszavezetést. Az acélrúdban folyó áram hatására létrejövő mágneses tér gyakorlatilag az alumínium csövön belül marad. A szimmetrikus elrendezés miatt járulékos hatások, mint például árameloszlás torzulás az acélban, nem jönnek létre. A vizsgálat során mértük a köracélban folyó áramot (I), és az acél külső felülete mentén $L=2,5$ m hosszú szakaszon eső feszültséget (U). Az impedancia valós (R) és képzetes részeinek (X) kiszámításához ismerni kell az áram és a feszültség közötti fázisszöget (ψ) is. A mérés során gyakran torzultak a vizsgált jelek hullámalakjai, így a fázisszög pontos mérése – a feszültség- és az áram-időfüggvények nullátmenetei közötti távolság alapján mérő műszerrel – nem volt lehetséges.



1. ábra. A fázisszög meghatározása.

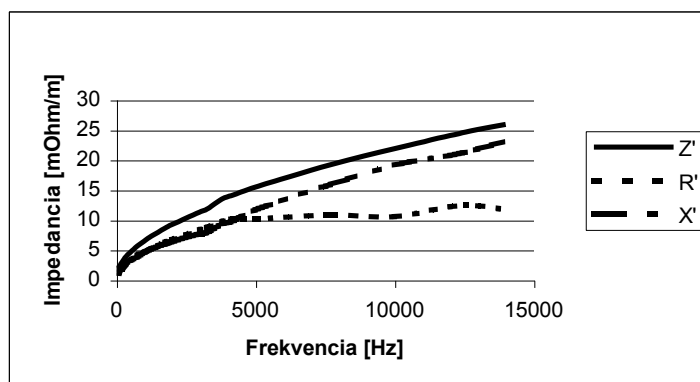
Ezért az 1. ábrán látható eljárást alkalmaztuk [1] a szög meghatározásához. Felvettünk három segédfeszültséget (U' , U_1 , ΔU). Az U' magának az U felületi feszültségnek az erősített értéke, az U_1 az árammal arányos és fázisban lévő feszültség, ΔU pedig az U' és az U_1 fázisos különbsége. A segédfeszültségek értékeiből koszinusz-tétellel egyszerűen adódott a fázisszög. A mérések tapasztalatai szerint (2. ábra) a belső impedancia maximális értékét a viszonylag kisebb áramok tartományában (20 – 40 A) éri el, majd a nagyobb áramok tartományában közel exponenciális csökkenés figyelhető meg.

Az eredményekből jól látszik, hogy a maximális impedancia $Z' = 4,5$ mΩ/m, ami az egyenáramú ellenállás tízszerese. A hálózati frekvenciás mérések után megvizsgáltuk az acél belső impedanciáját nagyobb frekvenciákon a korábban leírt 50 Hz-es méréssel, azzal a különbséggel, hogy itt az áramerősség



2. ábra. Az impedancia áram függése.

konstans és a frekvencia változik. A mérést először $I = 2$ A esetén végeztük el, majd $f = 500$ Hz frekvencián felvettünk egy mérési pontot $I = 5$ A-es áram mellett is az áramtól való függés megfigyelésére. A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy az áram növekedésével nagyobb impedancia adódik, tehát az áram nagyságától függő nemlinearitás itt is jól megfigyelhető. A 2 A-es áram mellett végzett mérés ese-



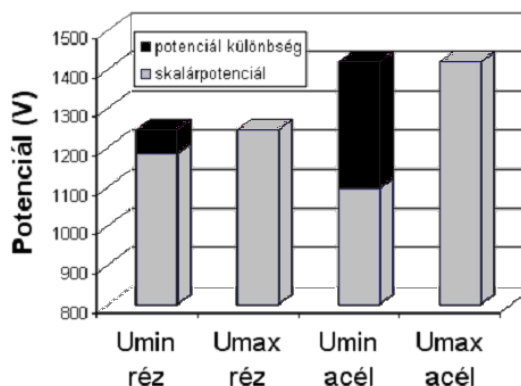
3. ábra. Az impedancia frekvencia függése.

tén az impedancia ellenállás és reaktancia komponensei közel egyenlők voltak $f = 500$ Hz-en, de az áram növekedésével ($I = 5$ A) jelentősebb mértékben nőtt a ellenállás összetevő, mint a reaktancia komponens. Megfigyelhető, hogy az ellenállás komponens a vizsgált frekvencia tartományban 4 kHz felett nem változik jelentősen, mert az áramkiszorítás elér egy olyan határt, ami után már nem nő tovább. Az induktív komponens a frekvencia növekedésével arányosan nő. A CDEGS szoftver a földelőháló vezetőinek belső induktivitását a μ_r relatív permeabilitásból számítja, ezért a szimulációt megelőzően a mérési eredményekből μ_r áram függését szükséges volt számítani.

Az alkalmazott szimulációs technika

A CDEGS szoftver elsősorban réz háló szimulációjára lett kifejlesztve. Ferromágneses anyagok esetén meg kell külön adni az adott anyag fajlagos ellenállását és relatív permeabilitását viszonylagos egységekben a rézre vonatkoztatva. Az acél esetében bonyolultabb a helyzet az impedancia nemlinearitása miatt. Az acél nemlineáris impedancia-áram jelleggörbáját három intervallumra osztottuk. Minden intervallumban képezve az impedancia valós részének középértékét, számítható a fajlagos ellenállás középértéke. A relatív permeabilitás középértékeit hasonló módon számítottuk. Az acél esetén minden egyes hálóelemnél külön-külön beállítottuk a fajlagos ellenállását és relatív permeabilitását a rajta átfolyó áramnak megfelelően. A réz földelőháló árameloszlását alapul véve iterálással meghatároztuk a végleges árameloszlást az acél hálón belül. A réz és az acél háló szétterjedési ellenállás szempontjából való összehasonlításhoz a földelőháló egy pontjában $I = 20$ kA áramot injektáltunk be. Ilyenkor a teljes áram a földbe folyik el. Ezt követően a háló egyik pontjába beinjektáltunk 20 kA áramot, míg egy másik pontjából 15 kA-t vettünk ki. Ez a módszer a háló egyes pontjai között létrejövő potenciálkülönbségek tanulmányozására alkalmas. A valóságban mindig több áram-injektálási pont van, mivel a rövidzárlati helyen kívül injektálási helyeket jelentenek a transzformátorok csillagpont csatlakozási helyei, a távvezetékek védővezetőinek és a kábelek köpenyeinek csatlakozási helyei is [2].

A földelőhálóba beinjektált és az abból kivett áramok különbsége a föld felé záródik és így a hálón potenciálemelkedést idéz elő, illetve az injektálási pontok között folyó áramok a háló pontjai között jelentős potenciálkülönbséget okoznak (4. ábra). Ez részben érintésvédelmi szempontból, részben pedig EMC szempontból aggályos. Látható, hogy acél esetén akár 5-szörös potenciálkülönbség is kialakulhat a rézhez képest, azonban ekkor is csak 21 V-al lépi túl a szabványos 300 V-ot. További munkánk során vizsgálni fogjuk, hogy milyen hatással van a háló potenciálviszonyaira egy esetleges villámcsapás. A munka ezen részét a már elvégzett nagyfrekvenciás mérésekre alapozzuk.



4. ábra. A hálók skalárpotenciálja és a hálón belüli potenciálkülönbségek.

A vizsgálatok eredményei jól mutatják, hogy a réz és acélháló között szétterjedési ellenállás szempontjából nincs jelentős különbség. Az acél háló belső pontjai között viszont akár 5-szörös potenciálkülönbség is kialakulhat, mint a réz esetében. Ez a különbség csökkenthető az acél földelőháló ablakméretének csökkentésével, illetve potenciálkiegyenlítő kábelekkel vagy megfelelő keresztmetszetű árnyékolással rendelkező szekunder kábelek alkalmazásával.

Irodalomjegyzék

1. Prof. György Varju: Laboratory measurements of the equivalent internal impedance of UIC type railway rail, Budapest 2001.
2. ETV-ERŐTERV Rt., Szombathely 400/120 kV-os transzformátorállomás Földelési terv, rajzsám: P224210/3092/A.

Bodnár Imre villamosmérnök hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék

H-1111 Budapest, Irinyi József utca 42.

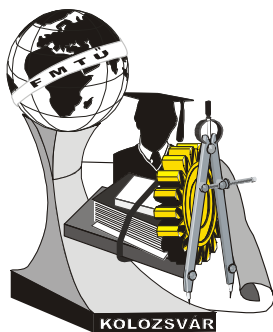
Telefon: (+36 30) 440 5629, e-mail: bodnar.imre@eszk.ktk.bme.hu

Ladányi József villamosmérnök hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék

H-1076 Budapest, Dózsa György út 6 III/9.

Telefon: (+36 70) 573 5027, e-mail: ladanyi.jozsef@eszk.ktk.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

TAKARMÁNYNÖVÉNYEK AZ ENERGETIKÁBAN

Cserta Erzsébet, Szűcs István Dr.

Abstract

Biomass, defined as all land and water based vegetation as well as all organic wastes, fulfilled almost all of humankind's energy needs prior to the industrial revolution. All biomass is produced by green plants converting sunlight into plant material through photosynthesis. Many different types of biomass can be grown for the express purpose of energy production. A high yield reduces land requirements and lowers the cost of producing energy from biomass. Similarly, the amount of energy which can be produced from a biomass crop must be less than the amount of energy required to grow the crop [1].

In the first part of my research work I examined corn and triticale, as possible biomass, and studied their combustion parameters. In the second part I compared the received dates and concluded which type of crop would have been better for energetic using.

Összefoglalás

A környezetvédelmi előírások alapján egyre inkább előtérbe kerültek a környezetbarát technológiák, köztük a biomassza tüzelés lehetőségei, hiszen a globális biomassza-képződés energiataralma közel háromszor annyi, mint a Föld összes energiafogyasztása. Mégis ez utóbbinak csupán 6%-t fedezik biomasszából.

Ezért egyre több kutató foglalkozik az energia biomasszából történő előállításának lehetséges módjaival, mint például energia növények termesztése. Elsősorban olyan növényekre kell gondolni, amelyek lehetőség szerint őshonosak az adott éghajlati viszonyok között, illetve termesztésük nem hat hátrányosan a termőtalaj minőségére és az élővilágra[1].

1. Bevezetés

A mező- és erdőgazdasági melléktermékek tüzelőanyagként több olyan sajátos tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek eltérőek a hagyományos szilárd tüzelőanyagoktól. Ezek a tulajdonságok, elsősorban külső tulajdonságok (térfogatsúly, szemcsenagyság, fajlagos felület stb.) őrléssel, szecskázással, tömörítéssel stb. megváltoztathatók, de más tulajdonságok - és ezek közé tartozik a legtöbb tüzeléstechnikai jellemző is - állandónak tekinthetők [2]. Dolgozatomban a kukorica és a triticale égetési paramétereit vizsgáltam azzal a szándékkal, hogy ezek ismeretében alkalmazni tudjam ezeket a takarmány-növényeket hőenergia előállítására.

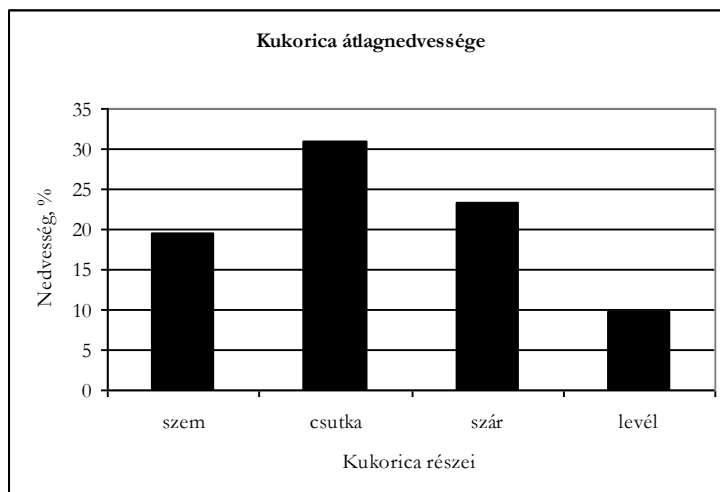
2. A Kukorica tüzeléstechnikai jellemzői, meghatározásuk laboratóriumi mérésekkel

2. 1. Nedvesség-vizsgálat

A vizsgált mintadarabokon először a nedvesség-vizsgálatot végeztem el, mivel ez alapvetően befolyásolja a tulajdonságokat, és a további mérésekhez szükségem volt a minták nedvességtartalmának ismeretére. 105 °C-on tömegállandóságig szárítottam a mintákat elektromos szárító-kemencében, amelyből kiszámítottam az eredeti minta nedvességtartalmát.

1. táblázat: Vizsgált kukorica nedvességtartalma

Kukorica része	mag	csutka	szár	levél
Átlagos nedvesség, %	19,62	31,05	23,29	9,7



1. ábra. A vizsgált kukorica egyes részeinek átlagos nedvesség-tartalma

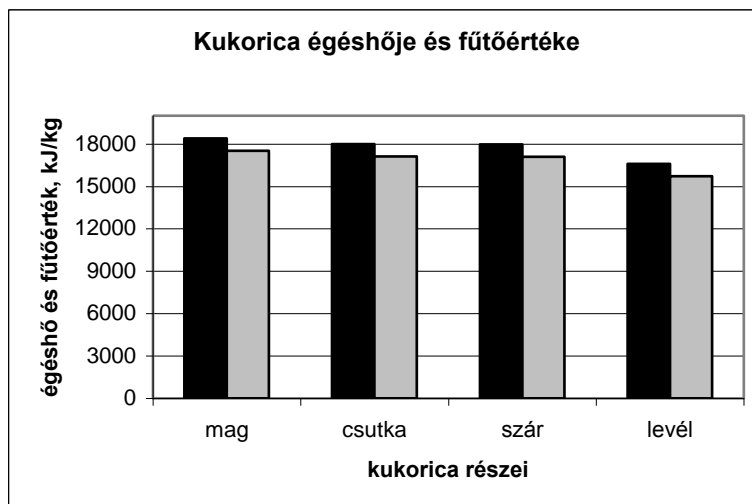
Kimagasló értéket a kukoricacsutka nedvesség-értékeiből kaptam, amiben feltételezésem szerint a csutka üreges szerkezete is közrejátszik. Hasonlóképpen a szár nedvesség-tartalma is elég nagy, amire a szár szerkezete alapján is lehet következtetni a belső üregét kitöltő pórusos anyag alapján.

2. 2. Égéshő és fűtőérték meghatározás

Az égéshőt és fűtőértéket kaloriméter segítségével határoztam meg. A vizsgálatot Berthelot-Mahler-Kroeker kaloriméter berendezéssel végeztem.

2. Táblázat: Kukorica égéshője és fűtőértéke

Kukorica részei	mag	csutka	szár	levél
Égéshő, kJ/kg:	18.403	17.998	17.967	16.598
Fűtőérték, kJ/kg:	17.521	17.117	17.086	15.716



2. ábra. Kukorica égéshője és fajhője

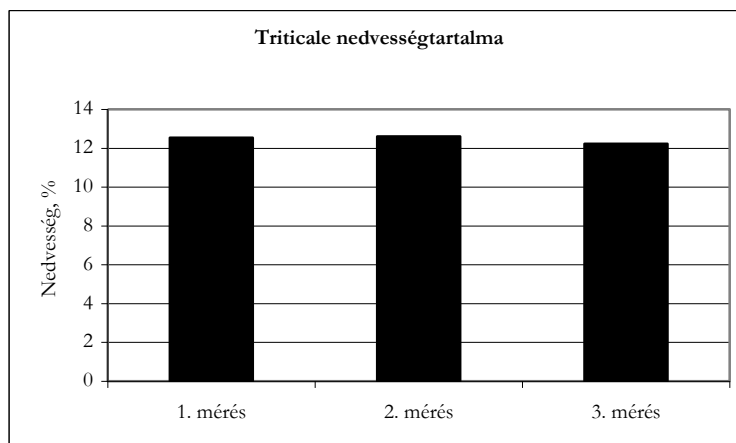
3. Triticale tüzeléstechnikai jellemzői, meghatározásuk laboratóriumi mérésekkel

3.1. Nedvességvizsgálat

A mezőgazdasági termékeken belül tüzelőanyagként is alkalmazható többek között a triticale, ami rozs és búza keresztezésével előállított gabonaféle, melyet elsősorban takarmánynövényként termesztnek.

3. táblázat: Vizsgált triticale nedvességtartalma

Mérések	1. mérés	2. mérés	3. mérés
Triticale nedvességtartalma, %	12,53	12,6	12,23
Átlagnedvesség, %	12,45		



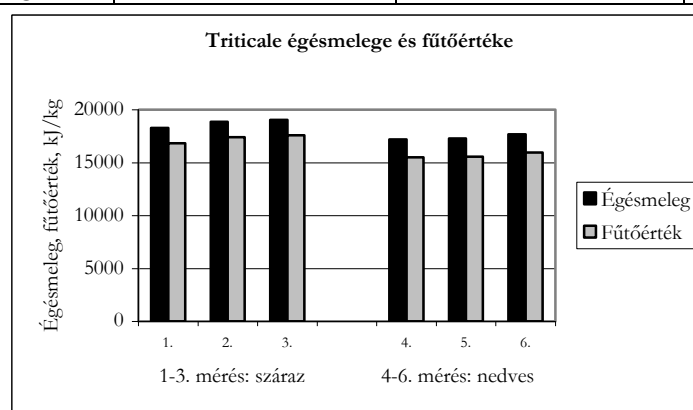
3. ábra. A vizsgált triticale nedvesség-tartalmának alakulása

Összehasonlítva a két vizsgált takarmánynövény átlagos nedvességtartalmának különbségét, a triticalenak közel 8 %-kal kisebb a nedvességtartalma, mint a kukoricának.

3. 2. Égéshő és fűtőérték meghatározás

4. Táblázat: Triticale égéshője és fűtőértéke

Triticale (száras)	1. mérés	2. mérés	3. mérés
Égéshő, kJ/kg:	18.269	18.855	19.025
Fűtőérték, kJ/kg:	16.823	17.408	17.579
Triticale (12% nedv-tart)	4. mérés	5. mérés	6. mérés
Égéshő, kJ/kg:	17.199	17.281	17.677
Fűtőérték, kJ/kg:	15.484	15.565	15.962



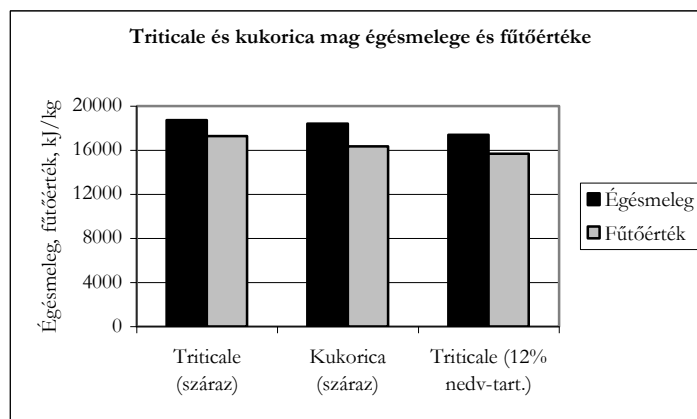
4. ábra: Triticale égéshője és fűtőértéke száraz és nedves (12 %) állapotban

4. A triticales és a kukorica mag égéshőjének és fűtőértékének összehasonlítása

A 5. ábrán látható, hogy a szárított triticales átlagos égéshője és fűtőértéke csak kevéssel nagyobb, mint a kukorica mag esetében, míg a 12 % nedvességtartalmú triticales mért értékei a legalacsonyabbak.

5. táblázat: Triticales és kukorica mag égésmelege és fűtőértéke

Vizsgált minta típusa	Triticales (szárász)	Kukorica (szárász)	Triticales (12% nedv-tart.)
Égésmeleg	18.716	18.403	17.386
Fűtőérték	17.270	16.345	15.670



5. ábra. Triticales és kukorica mag égésmelege és fűtőértéke

Összefoglalás

A triticales és a kukorica energetikai célú, közvetlen biomasszaként, tüzelésre való alkalmazása nagy lehetőségeket rejt magában. A triticales kukorica maggal történő összehasonlítása során arra a következtetésre jutottam, hogy mindkettő jó tüzelési tulajdonságokkal rendelkezik, bár a triticales termesztési és előkészítési szempontból előnyösebb lehet a kukoricánál.

Irodalom

- [1] Bai Attila: A biomassza energetikai hasznosításának jelene és tendenciái hazánkban. www.date.hu/rendez/ava/pdf/D195.pdf, 2003. április 1-2.
- [2] Energiagazdálkodási kézikönyv 9. szám, Energia Központ Kht. és a Gazdasági Minisztérium (1998)

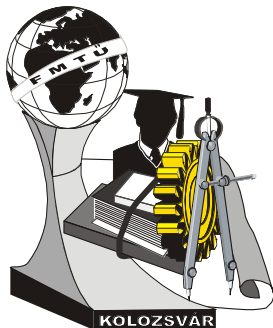
Cserta Erzsébet, doktorandus

Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Tüzeléstani és Hőenergetikai Tanszék

8600, Magyarország, Miskolc, Egyetemváros

Telefon / Fax: +36-565-104

E-mail: ecserta@yahoo.es



XI. FIATAL MŰSZAKIAK ^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

FELROBBANÁS DINAMIKAI RENDSZEREKBE

Csikja Rudolf

Abstract

A less known procedure is presented to investigate blow up in polynomial ordinary differential equations. First, solutions to linear and nonlinear — more precisely: polynomial — equations are compared with respect to their domain. This comparison gives us important practical implications. Then a simple example illustrates the notion of blow up, next a general formulation of the problem is given. The next section gives a theoretical result providing a necessary and sufficient condition of blow up. Our own results follow: a new proof of a known result based upon the methods presented, and the investigation of a concrete system using our *Mathematica* program.

Összefoglalás

Az alábbiakban egy kevésbé ismert eljárást ismertetünk a polinomiális közönséges differenciálegyenletek megoldásai felrobbanásának vizsgálatára. A bevezetésben összehasonlítjuk a lineáris és a nemlineáris — pontosabban polinomiális — differenciálegyenleteket, illetve azok megoldásait az értelmezési tartományuk szempontjából, amiből fontos gyakorlati következtetések vonhatóak le. Majd egy egyszerű bevezető példával illusztráljuk a felrobbanás fogalmát, és a következő fejezetben megadjuk az általános megfogalmazását ezen problémának. Az ezt követő fejezetben pedig egy olyan elméleti eredményt tárgyalunk, amely szükséges és elégséges feltételt ad egy polinomiális rendszer megoldásainak felrobbanásához. Eztán pedig a saját eredményeimet mutatom be, egy jól ismert tétel újabb bizonyítását, ami az előbbieken ismertetett módszeren alapul, és egy rendszer konkrét vizsgálatát, aminek számításait a sajátkezűleg *Mathematica*-ban írt programmal végeztem el.

1. Bevezetés

Jól ismert tény, hogy egy lineáris, autonóm közönséges differenciálegyenlet-rendszer teljes megoldása ugyanazon az intervallumon van értelmezve, mint maguk az egyenlet jobb oldalát definiáló együtthatófüggvények. Ha például adott az $\dot{x}(t) = Ax(t)$ rendszer az $x(0) = x_0$ kezdeti feltétellel, ahol $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $x_0 \in \mathbb{R}^n$ és $x: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^n$, $n \in \mathbb{N}$, akkor a jobb oldal értelmezési tartománya nyilván $t \in \mathbb{R}$; a gyakorlatban általában megfelel a $t \in \mathbb{R}_0^+$ feltétel is, és ilyenkor nagyon jól használható a Laplace-transzformáció (tranzien jelenségek). A megoldás az $x(t) = x_0 e^{At}$ alakban áll elő, aminek láthatóan szintén $t \in \mathbb{R}$ az értelmezési tartománya. Ez egy nagyon jól kidolgozott elmélet, a stabilitást és egyéb tulajdonságokat is belevéve igen sokat tudunk mondani általánosságban. Azonban, ha a jobb oldal egy

$$P(x) = \sum_{\alpha} a_{\alpha} x^{\alpha}, \quad \forall a_{\alpha} \in \mathbb{R}, \quad \alpha \in \mathbb{N}_0^n \quad (1)$$

polinom, ahol $P: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$, akkor konkrét esetekben nagyságrendekkel nehezebb a teljes megoldás értelmezési tartományát meghatározni, az általános esetre pedig ez hatványozottan igaz. Az pedig,

hogy egy szimbolikus általános megoldást meghatározzunk, az esetek többségében szinte reménytelen. Hogy hogyan is alakulhat egy ilyen polinomiális közönséges differenciálegyenlet megoldásának értelmezési tartománya, arra nézzünk egy egyszerű példát. Legyen

$$\dot{x}(t) = \frac{1}{2}x^3(t), \quad x(0) = x_0 \in \mathbb{R}^+ \quad (2)$$

akkor a jobb oldal egy alkalmas értelmezési tartománya $\Omega := \mathbb{R} \times \mathbb{R}^+$. Az nyilvánvaló, hogy az $t \mapsto x(t) := 0, t \in \mathbb{R}$ függvény a differenciálegyenletnek megoldása. A fenti kezdeti érték esetén viszont a megoldás a

$$t \in \left(-\infty, \frac{1}{x_0^2}\right), \quad x(t) = \sqrt{\frac{x_0^2}{1 - x_0^2 t}} \quad (3)$$

függvény, aminek az értelmezési tartománya nem egyezik meg az egész \mathbb{R} halmazzal, hanem felülről korlátos. Az nagyon jól látszik, hogy a kezdeti értéktől függ ez a korlát. Vagy egy gyakorlatibb nézőpontból szemlélve, azt is szokták mondani, hogy a megoldás **felrobban** — a jelenség neve az angol szakirodalomban **blow up**. A felrobbanás is teljesen jogos kifejezés, hiszen gondoljunk bele, hogy mi történik akkor, ha ez a megoldás például egy kémiai reakcióban résztvevő anyag koncentrációját írja le. Most fogalmazzuk meg a felrobbanás fogalmát általánosan.

2. Az általános feladat megfogalmazása

Tekintsük a következő rendszert: $\dot{x} = P \circ x$, ahol $x \subset \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n$ függvény, és $P: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ olyan polinom, amely valós együtthatókkal rendelkezik. Vagy lokális alakban: $\dot{x}(t) = P(x(t))$. Ennek a rendszernek az általános megoldása n számú tetszőleges konstans tartalmaz $t \mapsto x(t; C_1, C_2, \dots, C_n)$. Legyen a kezdeti feltétel $x(0) := x_0$, ekkor a megoldás felírható a $t \mapsto x(t; x_0)$ alakban. A megoldás véges időn belül felrobban, ha létezik olyan $t_e \in \mathbb{R}^+$ és $x_0 \in \mathbb{R}^n$, hogy bármilyen $M \in \mathbb{R}$ -re van olyan $\varepsilon > 0$, hogy: $|t_e - t| < \varepsilon \rightarrow \|x(t; x_0)\| > M$, ahol $\|\cdot\|$ tetszőleges norma.

3. A Ψ -sorba fejtés módszere

Ez a módszer szükséges és elégséges feltételt ad bármilyen polinomiális KDE megoldásának felrobbanására.

$$x(t) = \Psi(\alpha, p, t) = \tau^p \left(\alpha + \sum_{j=1}^{\infty} a_j \tau^q \right), \quad (7)$$

ahol $\tau = (t - t_e)$, $p \in \mathbb{Q}^n$, $q \in \mathbb{N}$ és a_j pedig $N_j (< j)$ fokú polinomja a $\log(t - t_e)$ kifejezésnek. Az $\alpha \tau^p$ kifejezés olyan vektort jelent, amelynek i -edik komponense $\alpha_i \tau^{p_i}$. Ezt a sort Ψ -sornak hívják.

Tétel: Vegyük az $\dot{x} = P \circ x$ polinomiális — nem lineáris — rendszert, ahol $P: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$, továbbá tegyük fel, hogy a rendszer általános megoldása konvergens Ψ -sorba fejthető. Ekkor a következő két állítás ekvivalens egymással:

- Létezik a kezdeti feltételeknek olyan $X_0 \subset \mathbb{R}^n$ nyílt halmaza, amelyre $\forall x_0 \in X_0$ esetén van olyan $t_e \in \mathbb{R}^+$, hogy $\lim_{t \rightarrow t_e} \|x(t, x_0)\| = +\infty$;
- Létezik egy $\Psi(\alpha, p, t; c)$ általános megoldás.

Most lássuk, hogy ezt a sorfejtést, hogyan is kell elvégezni, illetve milyen feltételek mellett fog felrobbani a differenciálegyenlet megoldása. Először is az P vektortér összes lehetséges felbontását vesszük úgy, hogy a domináns tag megoldása legyen az $\dot{x} = \hat{P} \circ x$ egyenletnek az $x = \alpha \tau^p$ helyettesítéssel. Továbbá definiáljuk az $R := -\hat{P}'(\alpha) - \text{Diag}(p)$ mátrixot, ahol $\hat{P}'(\alpha)$ a Jacobi-mátrix. Ennek a mátrixnak a sajátértékeit nevezzük rezonanciáknak ($\text{Spec}(R)$). Továbbá a vizsgáldás miatt definiáljunk egy G halmazt úgy, hogy $G := \{(\alpha, p) \mid \text{Spec}(R) \in (\mathbb{R}^+)^{n-1} \cup \{-1\}\}$, és (α, p) pár olyan, hogy kielégíti az $\dot{x} = \hat{P} \circ x$ egyenletet. A vizsgálatot a következő két állítás alapján lehet elvégezni:

- a felrobbanás nem következik be semmilyen kezdeti feltételre, ha $\alpha \notin \mathbb{R}^n$ $\forall (\alpha, p) \in G$;
- legfeljebb olyan kezdeti feltételek mellett következhet be robbanás, amely kezdeti feltételek a fázistérnek éppen abban az ortánsában vannak, amelyekben teljesül, hogy $\exists x_0 \in X_0 \subset \mathbb{R}^n$ $\text{sign}(x_0) = \text{sign}(\alpha)$, illetve amelyekre ez nem teljesül, azok szintén nem robbanak fel.

4. Alkalmazások

4.1. Lineáris rendszer

Jól ismert állítást mondunk most ki és bizonyítunk be az itteni módszerekkel. Tekintsük az $\dot{x} = Ax$ elsőrendű lineáris rendszert. Ez a rendszer semmilyen valós kezdeti értékre nem robban fel.

Bizonyítás: végezzük el az $x = \alpha \tau^p$ helyettesítést: $p * \alpha \tau^{p-1} = A \alpha \tau^p$, ahol a $*$ művelet a vektorok elemenkénti szorzását jelenti. Innen kapjuk a következő egyenleteket: $p_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$ és $p = p - 1$, amiből az utóbbi ellentmondás, így nincs megfelelő (α, p) pár, tehát a megoldások semmilyen kezdeti értékre nem robbanak fel. ■

4.2. Van der Pol-oszcillátor

Az oszcillátor egyenlete: $\ddot{x} - \mu(1 - x^2)\dot{x} + x = 0$, amit átírva egyenletrendszerre kiderül, hogy egyetlen egy (α, p) pár van, amelyik kielégíti a már említett egyenletet, viszont ezekhez a rezonanciák nem megfelelőek, így nincs olyan kezdeti érték, amelyre a megoldás felrobbana, ahogy azt eddig is tudtuk. Viszont, ha periodikusan perturbáljuk az egyenletünket, azaz $\ddot{x}(t) - \mu(1 - x^2(t))\dot{x}(t) + x(t) = a \cos(t)$, ez az egyenlet szemmel láthatóan nem autonóm és nem is polinomiális, ám ezen lehet „segíteni” az átviteli-elv alkalmazásával és a $\cos(t)$ sorbafejtésével,

akkor: $\dot{x} = y$, $\dot{y} = \mu(1 - x^2)y - x + a\left(1 - \frac{z^2}{2}\right)$, $\dot{z} = c$. Ehhez a rendszerhez két megfelelő (α, p)

pár van, amihez a rezonanciák is megfelelően alakulnak, így tovább vizsgálódhatunk. Úgy tűnik, hogy a perturbáció, megváltoztatta a rendszer felrobbanásra való hajlamát, nézzük hogyan. Ha $\mu \in \mathbb{R}^-$, akkor semmilyen kezdeti értékre nem robban fel a megoldás. Ha $\mu \in \mathbb{R}^+$, akkor viszont a felrobbanás olyan kezdeti értékekre bekövetkezhet, ahol a kezdeti értékek előjele sorra megegyezik az α vektor komponenseinek előjelével, ami a c előjelétől függően lehet $\{\pm, \pm, +\}$ vagy $\{\pm, \pm, -\}$.

6. Következtetések / Összefoglaló

A dolgozat legfőbb célja az volt, hogy bemutasson egy fontos módszert a polinomiális közönséges differenciálegyenletek megoldásai felrobbanásának vizsgálatára. Egyik jövőbeni feladat a *Mathematicában* írt program továbbfejlesztése, vagy akár egy külön csomag megírása erre a problémakörre. A dolgozatban nem tértünk ki a divergencia negativitására és alkalmas Ljapunov függvények létezéséből levonható következtetésekre.

Irodalom

- [1] Goriely, A., Hyde, C.: Necessary and sufficient conditions for finite time singularities in ordinary differential equations, *Journal of Differential Equations* **161**, 2000, 422—448.

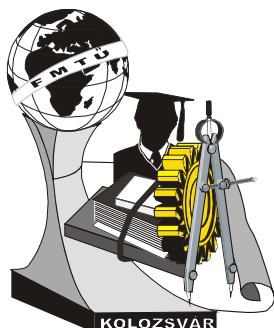
Csikja Rudolf, hallgató.

Munkahely: Budapesti Műszaki Egyetem, Természettudományi Kar, Analízis Tanszék

Cím: H-1117, Magyarország, Budapest, Irinyi J. u. 42.

Telefon: +36-70-5075772

E-mail: csikja@math.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A NAGYVASÚTI VILLAMOS VONTATÁS HÁLÓZATI VISSZAHATÁSA

Dr. Dán András, Kiss Péter

Regarding voltage and power quality strict requirements were introduced in the last decade. The Hungarian railways are supplied directly from the 120 kV distribution network. The authors are working on the modelling of the penetration of low frequency disturbance caused by the railways. In a former paper [1] a detailed model of the traction system is described in frequency domain. Our research and this paper combine that model with time dependent elements. To calculate the sophisticated model of the electric locomotive as a non-linear load a time dependent model must be used. The traction supply system together with the equivalent supply network impedance could be calculated in frequency domain. An iteration algorithm is developed to converting the variables in every step between the time and frequency domain. The simulation based on ATP-EMTP enables modelling of real traction supply systems in the developing stage as well.

A szolgáltatott villamos energia elvárt minőségét illetően az elmúlt években igen komoly követelményeket támasztottak. A vasút közvetlenül a 120 kV-os főelosztó hálózatra kapcsolódik, mint nemlineáris fogyasztó. A szerzők a vasút hálózati visszahatásának modellezésével foglalkoznak. A vasúti tápszakaszok leképezésére az [1.] irodalom szerzői által alkotott igen részletes modell használható fel a frekvencia tartományban. A kutatás során a meglévő modellt időtartományi elemekkel bővítve számítjuk, mert a mozdony által injektált felharmonikus áramspektrum pontos meghatározásához időtartományban futó modellre van szükség. A két modell egy iterációt alkalmazva szolgáltat megfelelő eredményt. Az ATP-EMTP programrendszerben megalkotott modell segítségével a későbbiekben lehetőség nyílhat konkrét szűrők vizsgálatára egy adott tápszakasz fizikai paramétereinek ismeretében tervezési állapotban

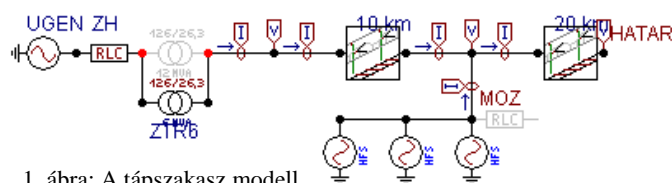
Bevezetés

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 nagyvasúti villamos vontatás táplálási jellemzői Magyarországon: 25kV egyfázis, 50Hz. Az alállomások közvetlenül a 120 kV-os főelosztó hálózatra kapcsolódnak. Az egyenirányítóval felszerelt járművek elterjedése óta igen nagy mértékű a vasúti hálózat torzítása, amelynek csökkentésére alkalmazható a felharmonikus szűrés.

Kutatásunk a kisfrekvenciás vezetett zavarok terjedését és aktív felharmonikus-szűrésének lehetőségét vizsgálja a vasúti hálózaton. Az MSZ EN 61000-es szabvány a kisfrekvenciás zavarok tanulmányozásához az első 50 harmonikus vizsgálatát írja elő. Elegendő a páratlan harmonikusokkal foglalkozni, mert a párosak csak a félvezetők vezérlésének változásakor jelentkeznek, akkor is csekély mennyiségben és rövid ideig. Az ATP-EMTP programcsomag világszerte ismert energetikai számítások, modellezések körében. Ebbe a környezetbe maga a tápszakaszk és a mozdonyok egyaránt leképezhetőek.

A vasúti hálózat áramköri modellje



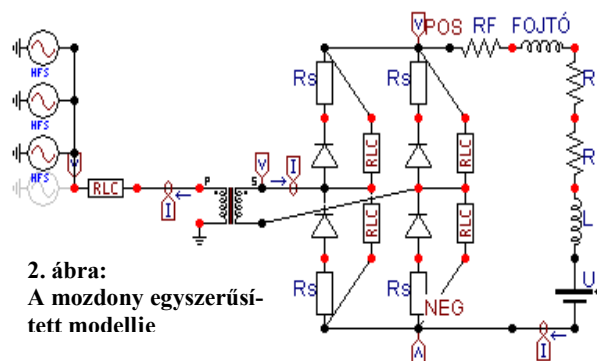
Egy tápszakaszk magába foglaló vasúti hálózat

1. ábra: A tápszakaszk modell

négy elemet tartalmaz: a mozdonyt, a munkavezeték-rendszert sín- és földvisszavezetéssel, az állomási transzformátort és a nagyfeszültségű táppontot. Ennek leképezése két részben végezhető el. Maga a tápszakaszk modellje (1. ábra) a frekvencia-tartományban számítható [1.], a rendszer paramétereinek megfelelően frekvencia-tartományban adottak. Az így előálló modellen számítható a feszültség- és árameloszlás a tápszakaszk mentén, és (egységnyi áraminjektálás mellett) már közvetlenül is lehet tanulmányozni a tápszakaszk áramkiemelését.

Mozdony modellek

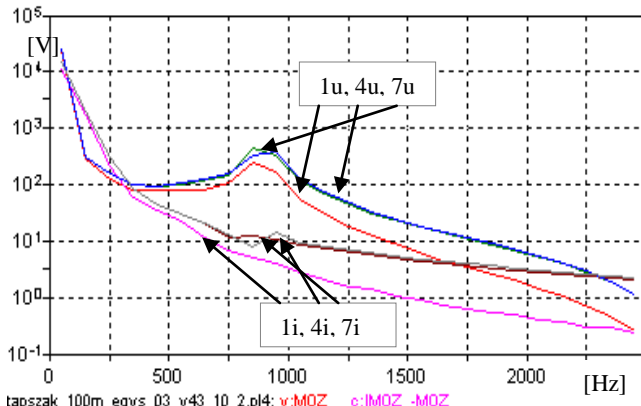
A mozdony alapharmonikus fogyasztása és felharmonikus injektálása az időtartományban számítható. A Magyarországon legnagyobb példányszámban megtalálható V43-as mozdonyban a vontatómotorok egy az egyenáram hullámosságát csökkentő simító tekercsen keresztül kapcsolódnak az egyenirányító hídhoz, az pedig a mozdony főtranszformátorához. Fentieket figyelembe véve a 2. ábrán



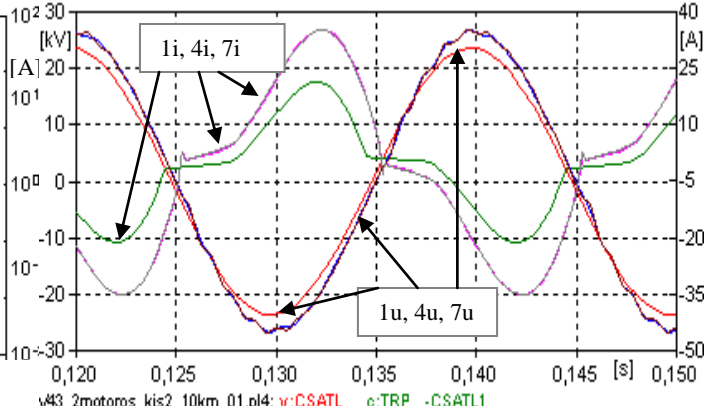
2. ábra: A mozdony egyszerűsített modellje

ismertetjük a mozdony egyszerűsített helyettesítő képét. A valóságban a V43-as mozdonyok esetében két [3.], a szintén nagy számban futó V63-asok esetében hat párhuzamosan kapcsolt motorral kell számolni [4.], és a teljes áramkörből nem hanyagolható el a segédüzem modellje sem. A V43-as mozdony egyenirányítója diódás Grätz kapcsolású, az egyenkori feszültség effektív értékét a változtatható áttételű transzformátor állítja be. Ezzel szemben a V63-as mozdonyba félig vezérelt tirisztoros híd került, a szabályozás itt a gyújtásszöggel történik [4.].

A motor egyenáramú volta miatt ahhoz, hogy meg tudjuk határozni egy adott feszültséghez tartozó áramot, elengedhetetlen egy időtartományban futó modellt készíteni, amely a felírható differenciálegyenletek felhasználásával számítja a hálózatot. A mozdony feszültség spektrumának számításához szükségünk van a mozdonyi áramok ismeretére, amelyek elsőre nem állnak rendelkezésre, mert azt a mozdony modell számítja éppen a feszültség ismeretében. Ezért a ciklikus számítás, amelyet addig kell folytatni, amíg két egymást követő lépés után két mozdonyi feszültség spektrum között a különbség egy előre meghatározott érték alá nem csökken.



3. ábra: Iterációs számítások; 1u, 4u, 7u: mozdonyi feszültségek, 1i, 4i, 7i: áramok az 1., 4. és 7. lépés után

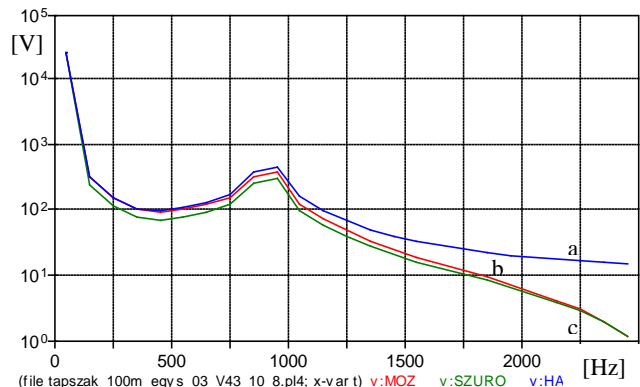


4. ábra: Iterációs időfüggvények; 1u, 4u, 7u: mozdonyi feszültségek, 1i, 4i, 7i: áramok az 1., 4. és 7. lépés után

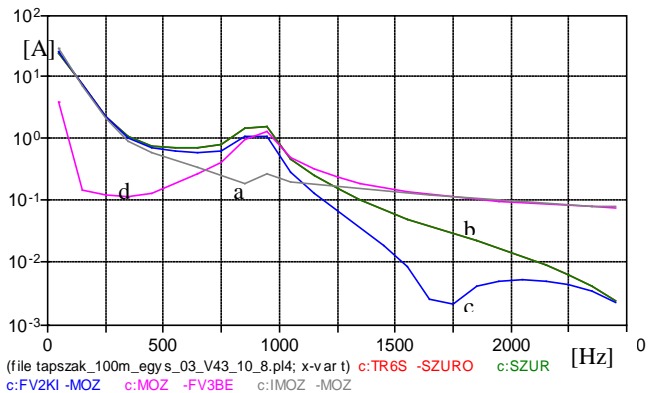
A minta hálózaton végzett iteráció néhány lépésének eredményét mutatja be a 3., a spektrumokhoz tartozó időfüggvényeket a 4. ábra. A számítások során hét lépés után csökkent a feszültség-spektrumok komponenseinek különbsége 1 % alá. Az első és negyedik lépések között még jelentős a változás, azt követően viszont már a legtöbb frekvencián 1 % alatti, vagy legalábbis 1 %-ot nem nagyon meghaladó a változás.

Számítási eredmények

A kísérletnél (V43-as mozdony 10 km-re az állomástól) hét lépésre volt szükség ahhoz, hogy két számítási lépés között a feszültségek közötti eltérés minden harmonikuson egy százaléknál kisebb legyen. A számított feszültség spektrumok az 5., az áram spektrumok a 6. ábrán láthatók. Az 6. ábra 'a' görbéje mutatja a mozdony által injektált áramokat. Látható, hogy minél nagyobb a frekvencia, annál inkább a fázishatár felé záródik a felharmonikus áramhurok. Ez az egyébként is időigényes kétmozdonyos kísérletekben igen kellemetlen, a távolabbi mozdony nagyobb frekvenciájú feszültség komponensei mindig nagyobb mértékben változtak az előző értékükhöz képest, mint az várható volt, így több lépésre volt szükség a számítás során.



5. ábra: A számított feszültségek; a: mozdonynál, b: állomásnál, c: fázishatárnál



6. ábra: A számított áramok; a: mozdony által injektált, b: állomásból kifolyó, c: munkavezetékéből mozdony felé folyó, d: mozdonytól a fázishatár felé folyó

Összefoglalás

Ez a dolgozat egy több féléves kutatómunka pillanatnyi állapotának eddigi eredményeit mutatja be. A vasút, mint nagyfogyasztó hálózati visszahatásának modellezésén dolgoznak a szerzők.

A BME Villamos Energetika Tanszékének Villamos Művek és Környezet Csoportjánál rendelkezésre áll az EMTP-ATP programcsomag környezetében megalkotott frekvenciatartományi tápszakasz és időtartományi mozdony modellek segítségével tetszőleges vontatási hálózat számítható, annak teljes hosszában tetszőleges helyen meghatározható az adott pont feszültség- vagy az adott keresztmetszet átfolyó áram-spektruma. A harmonikus szűrés nélküli számítások az [1.] irodalom helyszíni mérési eredményeivel jól egyező értékeket adnak, így a modell alkalmas a szűrés hatékonyságának vizsgálatára. A következő szemeszterben kezdődik a korszerű felharmonikus csökkentési módszerek tanulmányozása, modellezése, a napjainkban terjedőben lévő aktív felharmonikus szűrők számára egy, a mozdonyéhoz hasonló időtartományi modell fejlesztése.

A kutatás jelentőségét hazánk állami vasúttársasága, a MÁV Rt. is felismerte, hiszen a témában az utolsó magyar publikáció éppen az irodalomjegyzék [1.] hivatkozása 1988-ból. A munka ösztönzésére a MÁV Rt. ösztöndíjszerződést kötött a 2004/2005-ös tanévre és a PhD képzés időszakára a dolgozat szerzőjével.

Irodalomjegyzék

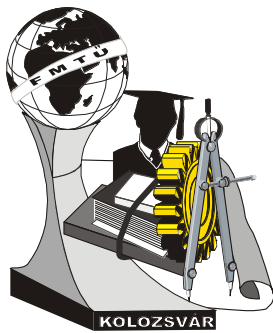
1. Dr. Dán András – Varjú György: Felharmonikus szűrés és alapharmonikus meddőteljesítmény kompenzáció. Alkalmazás a nagyvasúti villamos vontatási alállomásban; Elektrotechnika, 1988./10-11., 394-404. oldal
2. Dr. Dán András: A villamosenergia-minőség növelt rézkeresztmetszettel; Magyar Rézpiaci Központ, Budapest, 1999.
3. Villamos mozdonyok műszaki leírása és kezelési utasítása a mozdonyvezetők részére, I. és II. kötet (szerk.: Horváth Viktor, Zádori Zoltán); Közdok; Budapest, 1983.
4. A V63 sorozatú mozdony szerkezete, működése és kezelése (szerk. Mezei István); Magyar Államvasutak Rt.; Budapest, 1998.

Dr. Dán András egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék
H-1111 Budapest, Egry József utca 18. II. em.
Telefon: (+36 1) 463 3019, e-mail: dan.andras@vet.bme.hu

Kiss Péter Ph.D. hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék
H-1111 Budapest, Egry József utca 18. II. em.
Telefon: (+36 1) 463 3021, e-mail: kiss2.peter@phd.vet.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

NEMLINEÁRIS MODELL PREDIKCIÓS VEZÉRLÉS EGY PÉLDÁN KERESZTÜL

Darabont-Horváth István

Abstract

The thesis's objective is the construction, mathematical modeling, model simulation, regulation, and optimal control of a mini flying robot. The VTOL (Vertical Take Off Landing) apparatus has a symmetrical structure and is guided by four engines. Because the model of the dynamic system is nonlinear, the control cannot be solved with optimal linear quadratic (LQ) control – we do not use the linearized matrices of the system. The solution is given by the State Dependent Riccati Equation Control (SDRE). We used the limited, receding horizon version of the Nonlinear Model Predictive Control (NMPC).

Összefoglalás

A dolgozat egy mini-repülő szerkezet készítését, matematikai modellezését, modell-szimulációját, szabályozását és optimális vezérlését tűzi ki célul. A VTOL (Vertical Take Off Landing) szerkezet szimmetrikus kiépítésű, és négy hajtóművel rendelkezik. Mivel a dinamikus rendszernek a modellje nemlineáris, a szabályozás nem oldható meg optimális lineáris kvadratikus (LQ) vezérléssel – nem a linearizált rendszermátrixokat használjuk. A megoldást az állapotfüggő Riccati egyenlettel való nemlineáris vezérlés adja (SDREC). E modell predikciós vezérlésnek (NMPC) a véges, csuszott horizontú változatát használtuk.

1. Bevezetés

Egy repülő szerkezet levegőben tartása komoly kihívást jelent még egy tapasztalt pilóta számára is [3]. Hogy e vezérlés megfelelőképpen működjön, föl kell állítanunk a rendszer matematikai modelljét, mérési feladatok sorát kell elvégeznünk, szűrő-, becslési-, döntési- és vezérlő algoritmusokat kell írunk.

2. A rendszer dinamikus modelljének kiszámítása

A robotok kinematikájában használatos transzformációk [5] segítségével felírjuk a szerkezet helyzetét egy fix koordinátarendszerhez viszonyítva. [4]. Ezután az Euler-Lagrange módszer segítségével - mely a kinetikus és potenciális energiák kiszámításán alapszik – felírjuk az adott szögek szerinti erőket. Ezeket a vezérlőjelek függvényében is kiszámítjuk. Kifejezve a szöggyorsulásokat a következő képleteket kapjuk:

$$\ddot{\alpha} = \frac{Km(U^B - U^F) + 2mL^2\dot{\gamma} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} \quad (1)$$

$$\ddot{\beta} = \frac{Km(U^L - U^R) + 2mL^2\dot{\gamma} \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} \quad (2)$$

$$\ddot{\gamma} = \frac{Kf(U^B + U^F - U^L - U^R)}{2mL^2 \cos^2 \beta + 2mL^2 \cos^2 \alpha + \frac{4}{3}m_r \cdot r^2} \quad (3)$$

A rendszer modelljét a következő egyenletek írják le:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{aligned} \quad (4)$$

ahol:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{-2mL^2 x_6 \sin^2 x_1}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{2mL^2 \cdot \cos x_1 \sin x_1}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} \\ 0 & -\frac{2mL^2 x_6 \cdot \sin^2 x_2}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{2mL^2 \cdot \cos x_2 \sin x_2}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} \\ -\frac{(-2mL^2 \cdot 2 \cdot \cos x_2 \cdot \sin x_2 + 4mL^2 \cdot \cos x_1 \sin x_1)}{(2mL^2 \cos x_2 - 2mL^2 \cos^2 x_1 + \frac{4}{3}m_r \cdot r^2)^2} & -\frac{(-2mL^2 2 \cos x_2 + 4mL^2 \cos x_1 \sin x_1)}{(2mL^2 \cos^2 x_2 - 2mL^2 \cos^2 x_1 + \frac{4}{3}m_r \cdot r^2)^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -Km & Km & 0 & 0 \\ \frac{0}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} & \frac{0}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} & \frac{Km}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} & -\frac{Km}{2mL^2 + \frac{2}{3}m_r \cdot r^2} \\ \frac{Km}{\frac{4}{3}m_r \cdot r^2} & \frac{Km}{\frac{4}{3}m_r \cdot r^2} & -\frac{Km}{\frac{4}{3}m_r \cdot r^2} & -\frac{Km}{\frac{4}{3}m_r \cdot r^2} \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Látható, hogy, ha a rendszer mátrixait linearizálnánk a stabilitási pont környezetében, a mátrixok csak 0-ból és kevés számú 1-ből állnának, de ez csak a linearizált pont egy kis környezetében használható.

3. Optimális lineáris kvadratikus szabályozás [1]

Legyen $z(t)$ a kívánt kimenet, $e(t) = z(t) - y(t)$ a követési hiba és a költségfüggvény:

$$J(u) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{\infty} [\langle e(\tau), q(\tau)e(\tau) \rangle + \langle u(\tau), R \cdot u(\tau) \rangle] \cdot d\tau \quad (5)$$

ahol, $R(t)$ és $q(t)$ súlyozó mátrixok.

Köztudott tulajdonság, hogy ha a szabályozási horizont végtelen, akkor a Riccati $P(t)$ mátrix egy konstansokból álló mátrixhoz tart, mely az algebrai Riccati egyenlet megoldása:

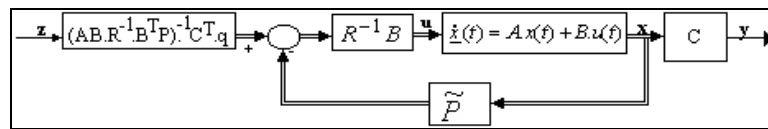
$$\tilde{P} \cdot A + A^T \cdot \tilde{P} + C^T \cdot q \cdot C - \tilde{P} \cdot B \cdot R^{-1} \cdot B^T \cdot \tilde{P} = 0 \quad (6)$$

Így a következő szabályozott rendszerhez jutunk:

$$\dot{\underline{x}}(t) = (A - BR^{-1}B^T \tilde{P}) \underline{x}(t) + BR^{-1}B^T \underline{g}(t), \text{ ahol:} \quad (7)$$

$$\dot{\underline{g}}(t) = -(A - BR^{-1}B^T \tilde{P})^T \underline{g}(t) - C^T \cdot q \cdot \tilde{z} \quad (8)$$

Egy időinvariáns LQ követő szabályozó rajza:



1. ábra. Lineáris kvadratikus szabályozó felépítése [1]

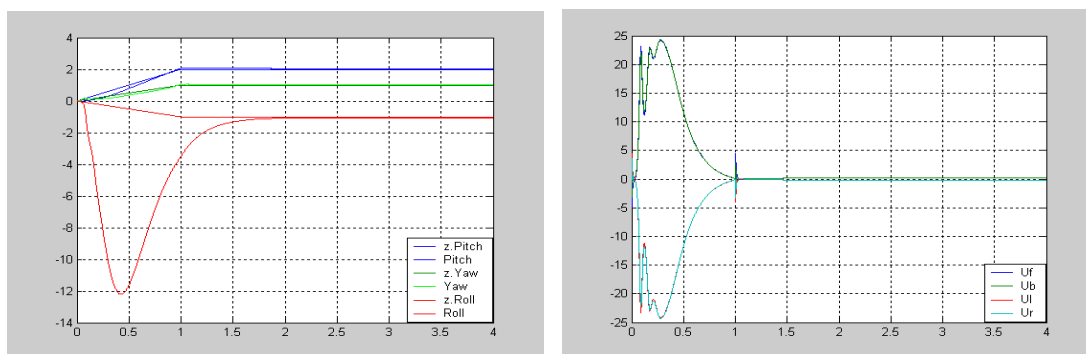
4. Nemlineáris vezérlés állapotfüggő Riccati egyenlettel (SDREC)

Mivel az invariáns állapotmátrix alkalmazása az LQ vezérlés esetében nem működik, az állapotfüggő Riccati egyenletet használjuk. Ez egy nemlineáris irányítási technika, melyhez minden lépésben ki kell számolnunk az állapot átviteli mátrixot (a mi esetünkben a B mátrix állapotfüggetlen). Így minden időpillanatban a vezérlőjel kiszámításához újraszámoljuk a diszkrét Riccati egyenletet az adott állapotnak megfelelő rendszermátrixokkal, végpontként (F) az ARE megoldást használva.

Nemlineáris Modell Predikciós Vezérlés esetén a rendszer figyelembe veszi a megadott pályát a referencia értékéig és előre megbecsüli a rendszer állapotait a pálya követése közben. Ha a rendszer előre „látja” a pálya minden pontját, **végtelen horizontú**, ha csak néhány lépést, **véges horizontú** a vezérlés. A rendszer állapotait Kalman szűrővel becsüljük meg, melynek segítségével a nem mérhető állapotokat is megkapjuk [6].

Noha az aktuális A mátrix csak az x_1, x_2, x_6 , állapotoktól függ, időigényes számítások szükségesek (Egy 0.5 amplitudójú fehérzajjal perturbált állapotok esetében a négy vezérlőjel kiszámítása húsz időegységre 8 percet vett igénybe egy Pentium négyesen).

A következőkben megtekinthetjük a teljes, Kalman szűrővel ellátott, 5 lépéses horizontú, nemlineáris, diszkrét, szabályozott rendszer választát a $z_{max} = [2 \ 1 \ -1 \ 0 \ 0 \ 0]$ referenciára:



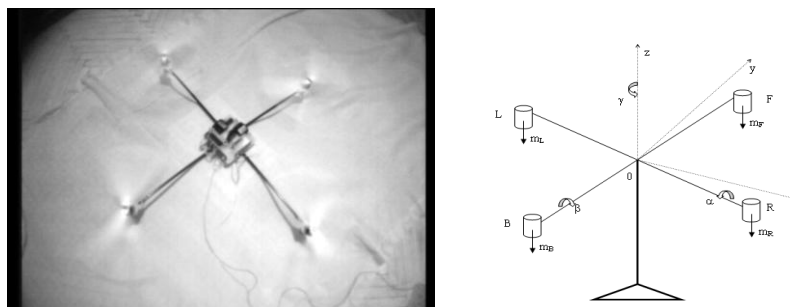
2. ábra. A Rendszer válasza és vezérlőjelei [2 1 -1 0 0 0] referencia esetén NMPC-nél ahol a szögeket radiánban mértük.

Látható, hogy az α és β szögek szabályozása gyorsan megtörténik, viszont a γ szög sokkal nehezebben és lassabban áll be. Ennek ellenére az állandósult hibák gyakorlatilag egyenlőek nullával (0.05 alattiak). Eddig az előre látott lépések nem voltak súlyozva, mindegyiknek egyforma fontosságot tulajdonított a szabályozó. A hirtelen változásokat tartalmazó pálya követésénél javíthatunk a szabályozáson, ha súlyozzuk a lépéseket. Az általunk kipróbált súlyozások: egyforma súlyozás, lineárisan csökkenő , illetve négyzetesen csökkenő súlyozás.

5. Összefoglalás

Az állapotfüggő Riccati egyenlettel történő szabályozás bízható eredményeket ad. Ellenben nagy hátránya a magas számítási igény. Ezek a számítások több tíz másodperc(esetleg percet) vesznek igénybe egy korszerű asztali számítógépen is, mikrovezérlőről nem is beszélve. Viszont ha előre kiszámoljuk a vezérlő jeleket elég nagyszámú esetre, ezek közül a megfelelőt Fuzzy-szabályok [2] szerint kiválasztjuk, egy hatékony szabályozási rendszerhez jutunk.

A következőkben a rendszer fényképe és a kísérleteknél használt alátámasztás vázlatrajza látható:



3. A Rendszer fényképe és vázlatrajza

Irodalom

- [1] Dr.Dávid L.- *Tehnici de optimizare* Editura Universităţii ”Petru Maior” Târgu-Mureş 1998. (75-100 old.)
- [2] Dr.Dávid L.–Márton L.: *Reţele neuronale şi logica fuzzy în automatizări* - Editura Universităţii ”Petru Maior” Târgu-Mureş 2000 (75-80 old.)
- [3] Gősi K. Széll A.: *Repülőgép-irányítás tervezése 3D grafikus támogatással* – TDK dolgozat, Budapest 2003. (20.old.) <http://simonyi.sch.bme.hu/files/tdk/anyagok/nyaff8.pdf>
- [4] Baciú Cristian: *Sistem didactic elicopter pentru studiul metodelor de reglare modernă* - lucrare de diplomă Univ. ”Petru Maior” Târgu-Mureş 2004 (13-40 old.)
- [5] Somló J.-Lantos B.-Cat P.T.: *Advanced Robot Control* Akadémiai Kiadó, Budapest 1997
- [6] R.E.Kalman: *A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems* Journal of Basic Engineering 1960 (1-2 old.)

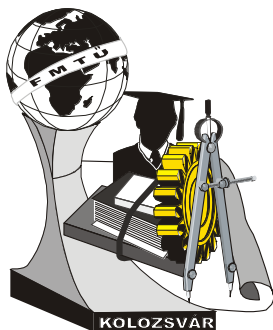
Darabont-Horváth István, egyetemi hallgató

Sapientia EMTE Marosvásárhely, Műszaki és Humántudományok Kar, Villamosmérnöki tanszék

Cím: 4300 Románia , Koronka

Telefon : 0265-217657

E-mail: darabont.istvan@freemail.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

HATÁRKERESZTEZŐ TÁVVEZETÉKEK TELJESÍTMÉNYÁRAMLÁSAINAK RÖVIDTÁVÚ ELŐRE BECSLÉSE

Decsi Tamás

1. Összefoglaló

Az európai villamosenergia-rendszerekben történt piacnyitás eredményeképpen, földrajzi elhelyezkedésünk következtében a magyar energiarendszert jelentős tranzitok terhelik. A határkeresztező áramlások valós idejű előre becslése fontos az üzemirányítás számára, mert a napon belüli tranzakciók elbírálásához ad hasznos információt. A teljesítményáramlás-becslés pontosságának nagy jelentősége van az üzemzavari kiségitések lehetséges mértékének adott napon belüli eldöntésénél. A jelenlegi becslések 1 munkanapra előre metszékre készülnek, nem adaptívak, így nem is követik az adott napon történt változásokat. A cikk a becslés napon belüli korrekciójára és vezeték áramlás becslésére mutat be eljárást a magyar energiarendszeren keresztül.

The Hungarian power network is loaded with significant transit due to the opening of the European electricity market and the geographical locality of the Hungarian power network. The border crossing flows' forecast is important for the system controlling, because usefull information are given for the intra-day transactions' judgement by the real-time forecast. The precision of the power-flow forecast has great importance in the intra-day decision of the possible amount of the emergency exchange. The present forecasts are made 1 workday in advance for intercepts, thus they are not adaptive, consequently the changings on the given day could not been folowed by the forecast. A procedure for the intra-day forecast correction and tie-line power-flow estimation will be presented in this article through the Hungarian power network.

2. A 24 órás előrejelzés határkeresztező metszékre

A cikk terjedelmi korlátai nem teszik lehetővé a jelenleg alkalmazott teljesítményáramlás előre becslés módszerének teljeskörű ismertetését, azonban az [1]-, [2]-, [3]-ban az eljárás leírása részletesen megtalálható. Az alábbiakban a napon belüli becsléskorrekciós eljárás megértéséhez legszükségesebb információkat emelem ki.

Az adott napokra a becslést 1 munkanappal korábban készítik, melynek során letöltik az ETSO VULCANUS szerverén publikált kereskedelmi menetrendeket 15 perces bontásban, illetve az európai hálózat topológia adatait. A becsléshez felhasználják a rendszerirányítónak a folyamatirányító számítógépéből származó valós idejű hálózatszámítás eredményeit is.

A határkeresztesző kapacitás adatokat az ETSO ajánlását követve határozzák meg. A lépésenkénti teljesítménycsere-érték változtatás során a terhelésváltozást teljesítőképességük arányában osztják szét a generátorokon. Az (n-1) elvet figyelembe véve határozzák meg a két szomszédos rendszer között a még szabadon felhasználható kereskedelmi teljesítménycsere lehetőség értékét (ATC), valamint a TTC és NTC értékeket.

A kapacitás értékek nem fizikai teljesítményáramlásokat jelentenek, ezért a teljesítményáramlásokat kapacitás értékekből a PTDF (teljesítmény szállítás metszékre vonatkozó eloszlási tényezője) segítségével kell meghatározni. Természetesen a PTDF tényezők a rendszer topológiájától függenek, de egyes ritkán előforduló hálózati állapotoktól eltekintve jó közelítéssel állandónak tekinthetők.

3. A napon belüli online módszer metszékre és vezetékre

A hálózatokon bekövetkező topológia-változások teljesítményáramlás átrendeződéseket okoznak. A magyar rendszerirányító által alkalmazott mérésadatgyűjtő rendszer 6 másodpercenként archiválja a határkeresztesző távvezetékek teljesítmény-méréseinek adatait. A 6 másodperces mérési gyakoriságot tekintve az átrendeződés pillanatszerűnek tekinthető idő alatt megy végbe. Feladatunk, hogy az energiarendszer teljesítményáramlás változását detektáljuk, és az átrendeződésnek megfelelően módosítsuk a becslést. A változások észlelésére több módszert is megvizsgáltam. Ezek a következők voltak: gradiens módszer, Fourier-módszer, integrál módszer, illetve ezek összetett alkalmazása.

A fenti módszerek közül az az összetett algoritmus adta a legjobb eredményt - egy folytonos gradiens figyelő és integráló módszer - melynek segítségével a nagy változásokra perces késéssel, míg a lassúbb vagy kisebb változásokra az integrálásból adódó késleltetéssel reagál. A folytonos gradiens módszert egy „fékező” algoritmus egészíti ki, amely a nemzetközi export-import menetrendek változását veszi figyelembe. A becslés korrekció működését az alábbiakban ismertetett egyenletek írják le.

Egy adott metszék becsült áramlásából a metszék alkotó egyik távvezeték becsült áramlása a következő képlettel számítható:

$$P_{vez.terv}(i) = P_{metsz.terv}(i) \cdot \frac{P_{vez.áramlás}(t_0)}{\sum_{metszék} P_{vez.áramlás}(t_0)}, \quad (1)$$

ahol $P_{vez.terv}$ az adott távvezeték becsült áramlása, $P_{metsz.terv}$ azon metszék becsült áramlása, melybe a vezeték tartozik, $P_{vez.áramlás}$ adott vezeték áramlása az előző korrekciós számítás időpontjában.

$$ABS\left(\sum_{i=0}^k [P_{vez.áramlás}(i) - P_{vez.terv}(i)]\right) \geq P_{vez.terv} \cdot \frac{C1}{100}, \quad (2)$$

ahol C1 az integrálási határt beállító tényező.

$$\Delta P_{ill.vez.men} = \frac{P_{vez.áramlás}(k-1)}{\sum_{metszék} P_{vez.áramlás}(k-1)} \bullet \Delta P_{ill.men} , \quad (3)$$

ahol $\Delta P_{ill.vez.men}$ adott vezeték menetrendjéből adódó fékezés, $\Delta P_{ill.men}$ a metszék menetrendjének gradiense. $P_{ill.men}$ napon belül módosítható, például operatív szállítási menetrend módosítása esetén.

$$P_{vez.áramlás} \bullet \frac{C2}{100} \leq \Delta P_{vez.áramlás} - \Delta P_{ill.vez.men} , \quad (4)$$

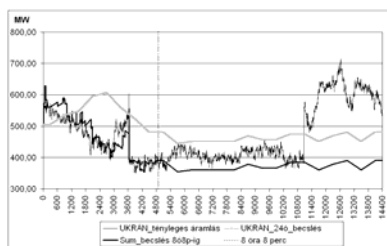
ahol C2 a korrigálás küszöbszintjét beállító paraméter.

$$\Delta P_{vez}(k+5) = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^5 [P_{vez.áramlás}(k+5-i) - P_{vez.terv}(k+5-i)] , \quad (5)$$

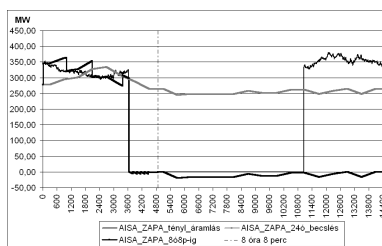
ahol $\Delta P_{vez}(k+5)$ a korrekciós kritérium elérése utáni 5. mintától a becslést módosító tényező. A C1 és C2 paramétereket a gradiensek eloszlásának segítségével lehet beállítani (a 6. ábrán figyelhető meg néhány ilyen eloszlás).

4. A módszer alkalmazása, eredmények

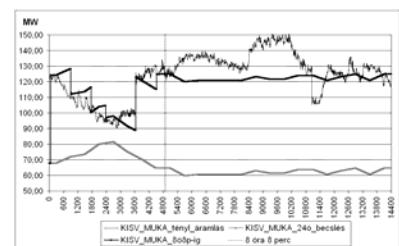
Az 1., 2., 3., 4., 5. ábrán látható a magyar-ukrán metszék előrebecslése 2005.09.11-ére 0:00-8:08 (óra:perc) időintervallum felhasználásával. Az ábrákon megfigyelhető, hogy az Albertirsa-Zapad távvezeték kikapcsolása (6:04) miatt fellépő teljesítményáramlás változást a becslés követi.



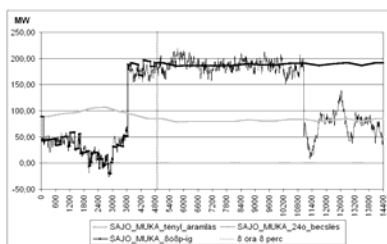
1. ábra – Metszék áramlások



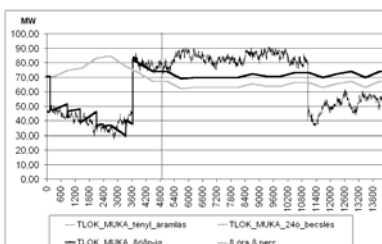
2. ábra – Alberirsa-Zapad



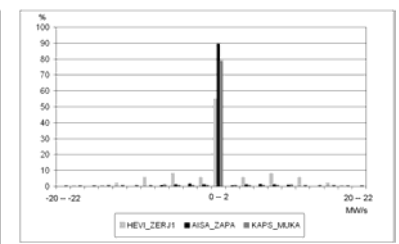
3. ábra – Kisvárdá – Munkács



4. ábra – Sajószöged-Munkács



5. Ábra – Tiszalök-Munkács



6. Ábra – Gradiens eloszlások

A nap elején jelentős eltérés van a becslt és tényleges áramlás között. Ennek hatására az integráló tag megszólal, és korrigálja az algoritmus a becslést. Hasonlóképpen láthatjuk az integrálás hatását több

alkalommal is, amikor a tényleges áramlás csökkenést, a becslés pedig ezzel egyidőben növekedést mutat (lásd 2. ábra). A 6:04-kor fellépő teljesítményáramlás csökkenés hatására azonban a gradiens tag jut érvényre. Jól látható, hogy ezután a becslést újra az integráló módszer közelíti a valós áramláshoz. A tényleges áramlástól való eltérés a 8:08 után abból következik, hogy az algoritmus nem rendelkezik topológiai adatokkal, így nem veszi közvetlenül figyelembe a távvezeték kikapcsolt állapotát, csak az áramlás mértékére következtet.

5. Összegzés

A bemutatott eljárás napon belüli változások hatására képes hatékonyan korrigálni a teljesítményáramlásokra vonatkozó előzetes becslést. A továbbfejlesztés főbb irányai, lehetőségei a következők: az algoritmus kvázi valós idejű topológia figyelő résszel történő kiegészítése, mely a megváltozott ATF, TTF értéket is becsülni tudja, valamint a paraméterek pontosabb beállítását segítő statisztikák készítése, mint például az egyes topológiai elemek elosztási tényezőjének számítása.

6. Irodalomjegyzék

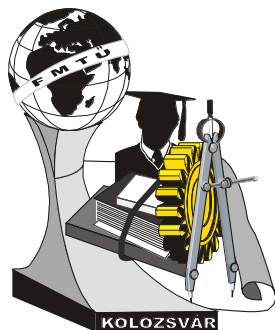
1. *Gölöncsér Péter – Sulyok Zoltán: A magyar villamosenergia-rendszer átviteli kapacitásának számítása. 1. rész, Elektrotechnika 2004. 97. évfolyam 3. szám, 66-69. old.*
2. *Gölöncsér Péter – Sulyok Zoltán: A magyar villamosenergia-rendszer átviteli kapacitásának számítása. 2. rész, Elektrotechnika 2004. 97. évfolyam 5. szám, 136-140. old.*
3. *Gölöncsér Péter – Sulyok Zoltán: A magyar villamosenergia-rendszer határmetszéki áramlásainak előrejelzése, Elektrotechnika 2004. 97. évfolyam 12. szám, 336-339. old.*
4. *Sulyok Zoltán: A villamosenergia határkeresztező forgalma, hozzáférés a határkeresztező kapacitásokhoz című előadásának anyaga, 2002.10.2*
5. UCTE Operational Handbook, http://www.ucte.org/ohb/cur_status.asp
6. *Decsi Tamás: Átviteli kapacitások rövidtávú (néhány órás) becslése, önálló laboratórium beszámoló, 2005. május*
7. *Decsi Tamás: Átviteli kapacitások rövidtávú becslése, önálló laboratórium beszámoló, 2005. december*

Név: Decsi Tamás

Munkahely: Hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

Cím: 1039 Budapest, Zrínyi u. 52.

Tel: +36/20-442-4834, e-mail: dtamas@interware.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁS ALKALMAZÁSA A PROTÉZISGYÁRTÁSBAN

Dr. Dudás Illés, Felhő Csaba

Abstract

Nowadays Rapid Prototyping technologies are extensively known and used at production design. As special manufacturing processes today these technologies got emphasis at production of functional parts. However the medical application field with especial regard to the fabrication of prostheses is still under development. In this paper we would like to introduce some of the current industrial applications of Rapid Manufacturing, and then we would present the problems and researches appear at medical application of these technologies.

Összefoglalás

Napjainkban a gyors prototípus gyártó technológiák a terméktervezésnél már igen széles körben ismertek és elterjedtek. Különleges gyártási eljárásokként manapság egyre nagyobb hangsúlyt kap ezen technológiák közvetlen felhasználása funkcionális alkatrészek létrehozására. Azonban az orvosi felhasználási területek, különös tekintettel az orvosi protézisgyártásra, még csak most vannak a kutatás kezdetleges fázisában. Cikkünkben először az ún. „gyors gyártás” (a közvetlenül felhasználható alkatrészek gyártása gyors prototípus-gyártó technológiákkal) jelenlegi ipari alkalmazásaiba kívánunk egy rövid betekintést adni, majd a már említett orvosi felhasználással kapcsolatos problémákat és kutatásokat szeretnénk bemutatni.

1. Bevezetés

A gyors prototípus gyártás, mint új termékfejlesztési terület a 80-as években jelent meg az Egyesült Államokban és az elmúlt több mint 20 évben óriási fejlődésen ment keresztül. A termék konstrukciók sokkal összetettebbé váltak mind alakjukban, mind funkcionalitásukban. Ezzel szemben a gyártási idők csökkentésének szükségessége növekedett (gazdasági és termelékenységi okokból), valamint a minőségi elvárások egy termékkel szemben fokozottabbá váltak. Ezen körülmények megváltozása indukálta, a számítástechnika és a tervező rendszerek nagyarányú fejlődése pedig lehetővé tette a terület jelentős fejlesztését. Az RP-n gyártott modellek messze túlmutatnak napjaink mérnöki alkalmazásain, a megfelelő és funkcionális modelleken.

Ma a modelleket használhatjuk:

- mintaként szerszámozási és gyártási folyamatokhoz (Rapid Tooling, Rapid Casting);
- eladáselemzéshez, mint csoportmodell;
- marketing modellként, brosúraként, prospektusokba és reklámkampányba;
- ármegállapító modellként, a gyártóhoz küldve azért, hogy a CAD adatoknál segítsen a költségek csökkentésében;

- közvetlenül felhasználható alkatrészként (Rapid Manufacturing, RM). A cikk további részében ezzel a területtel fogunk részletesebben foglalkozni.

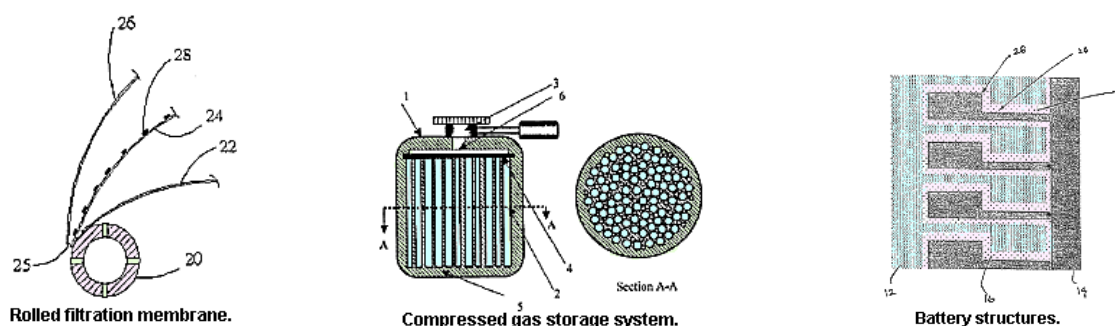
2. A gyors gyártás (Rapid Manufacturing, RM)

A „gyors gyártás” az anyaghozzáadás elvén működő eljárások alkalmazását jelenti közvetlenül felhasználható alkatrészek gyártásához. Ez a technológia tulajdonképpen a gyors prototípus gyártás három kiemelkedő fejlesztéseinek az egyike. A másik kettő a háromdimenziós nyomtatás (az RP egy olcsó változata) és a gyors szerszámgyártás, amely tulajdonképpen a gyors gyártás egyik speciális esetének is tekinthető. Amit ma látunk a gyors gyártás területén azonban még csak halvány körvonala a jövőben várható eredményeknek. Még csak most kezdenek elterjedni a kereskedelemben az olyan gyors gyártó eljárások, amelyek a közvetlenül felhasználható alkatrészek additív gyártását célozták meg. Az RM a gyakorlatban még nem terjedt el, és nem kap elég nyilvánosságot maga a technológia sem. Szerencsére egyre több szakcikk és tanulmány születik ezen a területen, amelyek végül majd biztosíthatják, hogy a technológia megtalálja a helyét a hagyományos gyártás mellett. A következőkben nézzünk meg néhány ipari példát napjainkból az RM alkalmazására.

3. A gyors gyártás alkalmazása napjainkban

3.1 Porózus darabok felhasználhatósága: filterek, gáztároló cellák, elemek, stb.

Az olyan por építőanyagot alkalmazó eljárásoknál, mint az SLS (Selective Laser Sintering) vagy a 3D nyomtatás kihasználhatjuk a legyártott alkatrészek porózus állagát. Az Entegris Inc. (korábban Extraction Systems) amerikában a közelmúltban szabadalmaztatott ilyen elven működő, bonyolult szerkezetű szűrőket, amelyeket félvezetőgyártásnál használnak a környezeti levegő tisztítására.

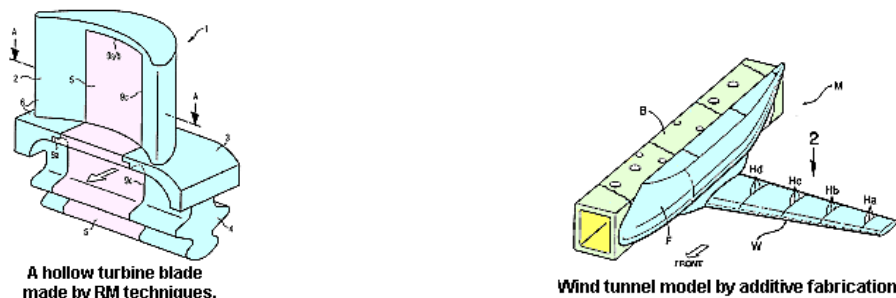


1. ábra: RP-vel gyártott porózus alkatrészek közvetlen felhasználásra

3.2 Repülőgép, hajó- és gépjárműgyártás

A repülőgépek egyedi elemeinek gyártásakor sokszor igen komplex és kis darabszámú elemekre van szükség. A Boeing külön részleget hozott létre a gyors gyártás alkalmazására. (Boeing On-Demand Manufacturing). A járműiparban is egyre gyakrabban alkalmazzák ezt a technológiát a kis darabszámú készülő egyedi autók (pl. Forma 1) bonyolult geometriájú alkatrészeinek a gyártására.

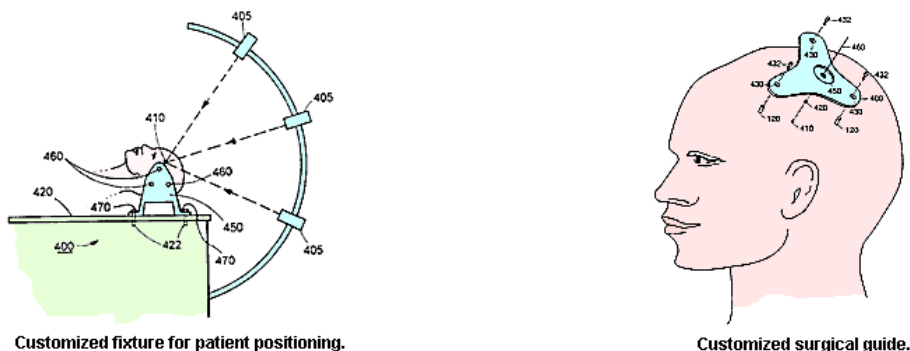
Ez mindkét területen lehetővé teszi a mérnököknek, hogy a konstrukciót rövid idő alatt az adott igényekre szabva tudják módosítani.



2. ábra: RP-vel gyártott alkatrészek alkalmazása a repülőgépgyártásban

3.3 Orvosi alkalmazások

Az egyik legkézenfekvőbb terület az RM alkalmazására az orvosi eszközök gyártása, hiszen ez a terület az, ahol a legbonyolultabb alkatrészek gyártására van szükség.



3. ábra: RP-vel gyártott betegrögzítő eszköz, illetve műtéti segédelem

4. A gyors gyártás alkalmazása az orvosi protézisgyártásban

Már korábban is használták az RP technológiákat a protézisgyártásban öntőminták készítésére. A közvetlenül felhasználható csontprotézisek gyors gyártása azonban még nem megoldott, de ígéretes fejlesztések vannak több eljárásra vonatkozóan is. Kutatásunk fő témája a tanszékünkön működő háromdimenziós nyomtatás elvén működő prototípusgyártó készülék felhasználásával olyan komplex gyártástechnológia kidolgozása, amelynek a segítségével orvosi CT/MRI adatbázisokból közvetlenül tudunk személyre szabott protéziseket előállítani. A CT/MRI felvételek feldolgozásához az angliai Simpleware Ltd. ScanRP nevű programját használjuk, amely képes 3D testmodelleket generálni ezen orvosi adatokból. Ezeket a testmodelleket ezután STL állománnyá konvertálva elvégezhetőek a szükséges korrekciók (a kopott részek virtuális „javítása”), valamint a különböző szimulációk, vizsgálatok. Ezután a protézisek gyártásához szükséges biológiailag kompatibilis és megfelelő

szilárdsági tulajdonságú alkatrészeket eredményező építőanyagok alkalmazásával legyárthatjuk a beépíthető protézist.



4. ábra: A Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén készült protézis mintadarabok

5. Összefoglaló

Napjainkban egyre több példát látunk a gyors prototípus gyártás felhasználására közvetlenül felhasználható alkatrészek létrehozásához. Az orvosi protézisek előállítását viszont olyan terület, ahol még jelentős fejlesztésekre van szükség ahhoz, hogy napi gyakorlat váljon a személyre szabott protézisek előállítása RP-vel. Tanszékünkön az MTA-ME Gépgyártástechnológiai Kutatócsoport keretein belül foglalkozunk ezen terület kutatásával és fejlesztésével, jelen cikkünk is a Kutatócsoport keretében íródott.

Irodalom

- [1] Dr. Illés Dudás, Dr. Nóra Dudás, Csaba Felhő, Dr. Gyula Varga: *Medical Applications of Rapid Prototyping*, MicroCAD 2005 International Scientific Conference, University of Miskolc, 10-11 March 2005
- [2] Felhő Csaba, Dr. Dudás Illés, Dr. Varga Gyula: *A Rapid-Prototyping eljárások orvosi alkalmazási lehetőségei*, X. Fiala Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2005. március 18-19., pp:279-282. ISBN 973 8231 44 2
- [3] Felhő Csaba, Szentesi Attila: *Modeling of RPT*, Proceeding of the 11th International Conference on Tools, ICT-2004, 2004. szeptember 9-11., Miskolc, Hungary, pp.: 297-302.

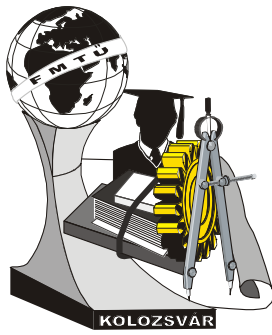
Prof. Dr. Dr. h.c. Dudás Illés, tanszékvezető, egyetemi tanár,

Felhő Csaba, egyetemi tanársegéd, Ph.D. hallgató

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: 3515, Magyarország, Miskolc, Egyetemváros

Telefon / Fax: +36-46-565-160; E-mail: ggytfc@uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

IRODAI ASZTAL ALUMÍNIUM ÖNTVÉNYÉNEK TERVEZÉSE ÉS VÉGESELEMES ANALÍZISE

Dúl Róbert

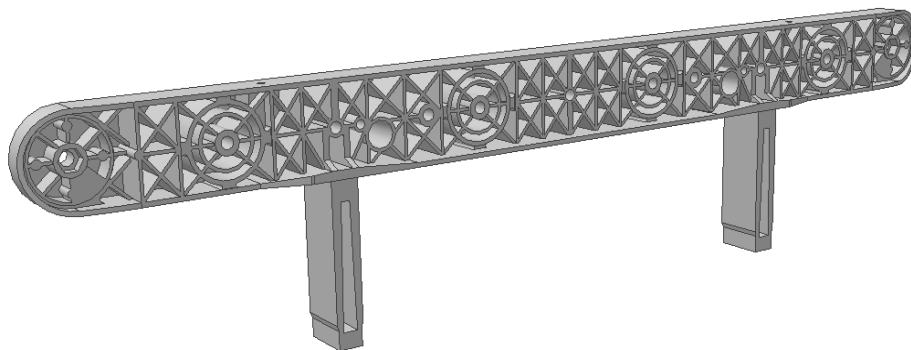
Összefoglalás

A linear static finite element analysis was carried out on a newly designed aluminium casting used for office desks. The honeycomb-shaped rib structure found not only to be better manufacturable but also had more uniformly distributed stresses and lighter in weight with 9.5%.

A vizsgálat során egy magyarországi öntőde által gyártott asztal alkatrészt lineáris statikai végelem analízisnek vetettük alá. Az eredmények ismeretében új borda geometriát terveztünk, melyet a régi alkatrész esetén használt terheléseknek tettünk ki. Az eredmények azt mutatták, hogy a feszültségek maximális értékei sehol sem érik el az alapanyag egyezményes folyáshatárát, ezen maximális feszültségek nyomófeszültségek. Továbbá az új geometria segítségével sikerült 9.5%-os tömegcsökkenést is elérnünk.

1. Bevezetés

A vizsgálat tárgya egy irodai összeszerelhető asztal lábát és az asztallapot tartó alumínium nyomásos öntvény, melyet a megrendelő magyarországi üzemében jelenleg az 1.ábrán látható geometriával gyártanak.

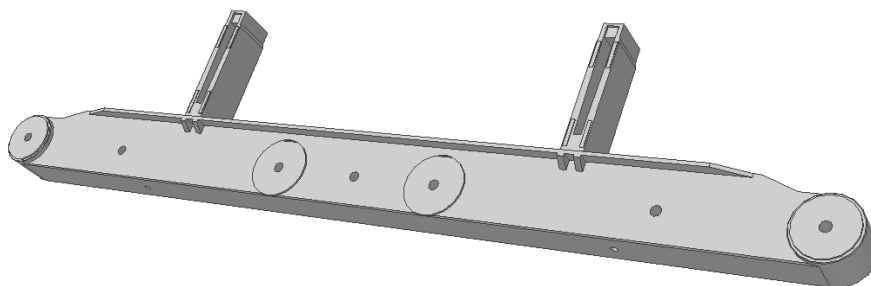


1.ábra A nyomásos öntvény jelenlegi geometriájának 3D modellje

A gyártás során felmerült problémák, mint például a keresztirányú bordák okozta dermedés közbeni alakváltozás a Megbízót arra készítették, hogy az öntvény új borda geometriát készíttessen.

Az új alape geometria már csak négy asztalláb felfogatási helyet tartalmaz és az alkatrész hossza is 55mm-rel növekedett. A két szélső felfogatási pont ennek megfelelően 690mm-ről 745mm-re változott. A 2. ábrán a Megbízó által átadott új alape geometria látható. Fontos geometriai adat továbbá, hogy az asztal lábainak hossz tengelyei közötti távolság maximum 1880mm lehet.

Az asztal szerkezete a következő: az öntvényekhez csavarozott kötésekkal csatlakozik az oldalankét két vascsőből készült láb. A két oldalon lévő öntvényt az öntvény csonkjain keresztül alumínium zártszelvények kötik össze. A zártszelvényeket merevnek tekinthető kötással rögzítik az öntvényekre. A szerkezetet asztallappal fedik le, amit az öntvényeket összekötő zártszelvényekhez rögzítenek.



2. ábra Az új öntvény alape geometriája

A vizsgálat célja, hogy az új alape geometria méreteit felhasználva olyan borda konstrukciót tervezzünk, mely kielégíti a vonatkozó szabványok által leírt követelményeket, és jobban megfelel a gyártási szempontoknak.

2. Terhelési esetek

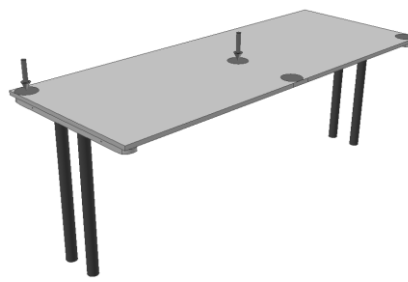
Irodai bútorok vizsgálatának módszereit a DIN EN 527-3 számú szabvány írja le. A szabvány meghatározza többek között a valós, összeszerelt asztal tesztelésének körülményeit, az asztal talajhoz rögzítésének típusát és hétféle terhelési esetet.

A terhelések között leír statikus, dinamikus és ismétlődő terheléseket is, e vizsgálat keretei között a statikus és az öntvényre, mint különálló alkatrészre vonatkozóan veszélyes terhelésekre koncentrálnak.

A szabvány 5.2. szakasza az asztal szilárdságával foglalkozik, ahol 1000N lefelé irányuló terhelést kell alkalmazni az asztallap négy meghatározott pontjára, pontonként külön-külön. A négy pontot (sötétebb körök), az 1000N terhelés veszélyes helyeit (nyilak) és az asztalláb beállításokat a következő ábra mutatja:



3.a.

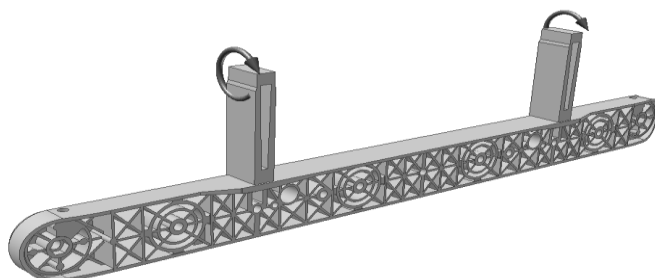


3.b.

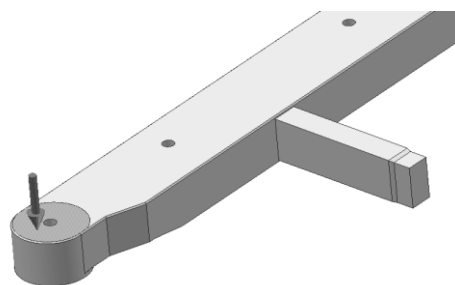
3.a és 3.b ábrák Asztalláb variációk és veszélyes terhelési pontok

Az öntvények szempontjából itt három terhelési eset vehető számításba:

- a 3.a ábrán látható módon terheljük az asztalt. Ekkor az öntvényre veszélyes hajlító nyomatékot kell figyelembe vennünk, mely az öntvényből kiálló csonkokon adódik át az öntvénytestre (1.terhelési eset). A nyomaték értéke egy csonkon $M_h = (1000N/4) * 1880mm/2 = 235000Nmm$ (a végeelem szoftver Nmm értéket fogad el). A nyomaték alkalmazása az alkatrészre a 4.ábrán látható.



4.ábra Hajlító nyomaték alkalmazása az alkatrészre, a nyilak a nyomaték irányát mutatják

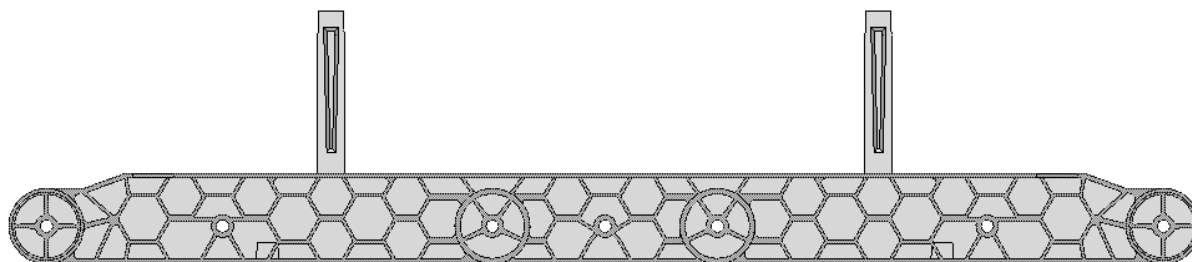


5.ábra 1000N értékű felületen megoszló erő hat az öntvény szélén

- a 3.b ábrán látható módon terheljük az asztalt, miközben az asztal lábai a középső állásban vannak. Ekkor az asztal szélén fellépő 1000N (2.terhelési eset) erőt és a hajlító nyomatékot (3.terhelési eset) kell külön-külön figyelembe vennünk. Az erő alkalmazását az öntvényre az 5. ábra mutatja be.

3. Új geometria és lineáris statikai végelem analízis

Az új geometriát arra a tapasztalatra támaszkodva készítettük el, mely szerint a keresztirányú bordák okozzák a nem kívánt méretváltozást. A kialakított méhsejt geometria biztosítja a kereszt- és hosszirányú merevséget, a bordák között nagyobb üregek kialakítását teszi lehetővé, amely által az öntőszerszám is kedvezőbb kialakítású lehet. Az új geometriát a 6.ábra mutatja be, a geometria szimmertikus.



6. ábra Új borda geometria

A lineáris statikai analízist az Autodesk Inventor Professional 10 3D CAD szoftver ANSYS analízis moduljával végeztük el. Az ötvény anyaga és anyagtulajdonságai a következők:

Ötvözet jele	R_{p02}	R_m	A_5
AlSi9Cu3	160MPa	240MPa	2%

4. Analízis és eredményei

Az analízist összehasonlító vizsgálatként végeztük el, azaz a jelenlegi és az új geometriára is ugyanazokat a terheléseket alkalmaztuk és vizsgáltuk az eredmények eltéréseit.

Az eredmények táblázatos formában a következők:

Régi geometria			Új geometria		
Terhelési eset	Max. feszültség	Max. elmozdulás	Terhelési eset	Max. feszültség	Max. elmozdulás
1	143.3 MPa	1.08 mm	1	129.7 MPa	1.976 mm
2	230.14 MPa	1.87 mm	2	129.6 MPa	2.37 mm
3	95.5 MPa	0.76 mm	3	131.7 MPa	1.126 mm

1. táblázat A régi és új geometria feszültség és alakváltozás értékei

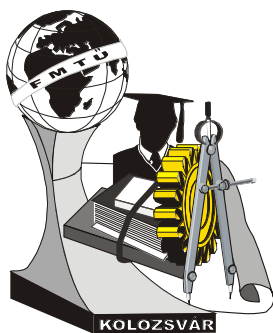
Az feszültség értékekből leolvasható, hogy a 2. terhelési esetnél sikerült jelentősen csökkenteni a maximális feszültség értékét, illetve, hogy a többi két terhelési esetnél sem haladja meg jelentősen a korábbi feszültség értékeket. Az új geometria esetén mindhárom terhelési eset során fellépő maximális feszültség nyomófeszültség és az egyezményes folyáshatárt egyik sem haladja meg.

Az elmozdulás értékekből leolvasható, hogy az új geometria önmagában vizsgálva „lágyabb” a korábbiánál. Az új geometria fontos tulajdonsága továbbá, hogy tömege a 3D modell alapján számítva 1.83kg, míg a régi geometria szintén a modell alapján számított tömege: 2.018kg. Ez közelítőleg 18.8 dkg, azaz 9.5%-os tömegcsökkentést jelent.

Dúl Róbert, doktorandus

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

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



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SAROKPONTOK KIS KARBONTARTALMÚ, ÖTVÖZETLEN LÁGYACÉLOK HIDE GALAKÍTÁSA SORÁN A T_H ÉRTÉK SZEMPONTJÁBÓL

Fábián Enikő- Réka

Abstract

When the coiling temperature of the hot rolled, Al-killed low carbon enamelling grade steel is high; the microstructure is formed from ferrite and large carbides. High finishing temperatures combined with high coiling temperatures can result in the material to appear a coarse degenerate form of pearlite. Due to the cold rolling at the beginning of the process the dislocation density increase. After some % of reducing of the thickness at the ferrite –carbide interfaces appear voids. Increasing the reduction appears cracks in the carbides. After heavy reductions the carbides are broken into fragments, groups of fragments being elongated in the rolling direction. Measuring the hydrogen permeation times we have observed, that the T_H value of the hot rolled strip were very short ($T_H=0.6$). At 12-20% reductions it could be discern some voids and few cracks in carbides, the $T_H = 2.6-3.5$. After 25-30% reduction appear some broken carbides. At 37% reduction was observed a jumping in T_H value ($T_H =11.56$), where we could discern beautifully broken carbides and microcavity between them. At 51% reduction was observed another jumping in T_H value ($T_H =24.4$), here for the microstructure has become characteristic the broken carbides. Other jumping were observed at 60% reduction ($T_H =47,9$) and at 70% reduction of the thickness ($T_H=101$.)

Összefoglalás

Nagy hőmérsékleten csévelt meleghengerelt, Al-al csillapított EK4 típusú acélok szövetszerkezetét alapvetően ferritszemcsék és a szemcsehatárokon kialakult masszív karbidok alkotják. Bizonyos körülmények között a szövetben masszív cementit filmmel körülvett perlit csomók is kialakulhatnak. Hideghengerlés hatására kezdetben a diszlokációsűrűség nő a ferrit szemcsékben, majd a ferrit szemcsék és a karbidok határfelületén mikroüregek képződnek, további alakítás hatására a karbidok elrepedeznek. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy melegen hengerelt állapotban a lemez mintáknál mért hidrogén permrációs idő rövid, (T_H átlag=0,6). 12-20%-os alakíttóság esetén alig találtunk elrepedt karbidot, T_H átlag=2,6-3,5- ig nőtt. 25- 30%-os alakíttóság esetén már felfedezhető néhány eltört karbidszemcse, de szép töredezett karbidokat és köztük mikroüregeket csak 37%-os alakítás után találtunk. ($T_H =11,56$). Újabb ugrást a T_H értékben kb. 51%-os fogyás után mértünk ($T_H =24,4$), mikor jellemzővé vált a karbidok töredezettsége; ám 60%-os alakíttóságnál a T_H érték újból jelentősen nőtt ($T_H =47,9$) míg 70% fölött T_H átlag=101.

1. Bevezetés

Az acél hidrogénátbocsátó képessége függ a hidrogénnek az acélban való oldhatóságától és diffúziós tényezőjétől. A hidrogén az acélban intersticiósan oldódik. A hidrogénatomok a vas ideális rácsában az oktaédes és tetraédes helyeken helyezkedhetnek el, reális szerkezetekben viszont úgynevezett csapdahelyekhez is kötődnek. Ilyen csapdák a vakanciák, diszlokációk, szemcse- és fázishatárok, a mikroüregek stb. A csapdák számával a hidrogén oldhatósága és a diffúziója módosul. Minden olyan

technológiai művelet, amely az acélokban a csapdahelyek számát és minőségét módosítja, a hidrogén oldhatóságát és diffúzióját nagymértékben befolyásolja.

Kis karbon tartalmú ötvözetlen lágyacéloknál nagy T_H értékű hidegen hengerelt lemezt úgy tudunk előállítani, ha az alapanyagul szolgáló melegen hengerelt szalag szövetszerkezetét ferrit és masszív karbid szövetelemek alkotják. Hideghengerlés hatására a masszív karbidok összetöredeznek, erőteljes alakítás után a karbidok az alakítás irányában elnyújtott csoportokat képeznek.

2. Kísérleti anyag, kísérleti technika

A kísérletek során kis karbon tartalmú, alumíniummal csillapított acéllemezeket vizsgáltunk, vegyi összetételét az 1. táblázatban láthatjuk. Az acélt a Dunafer Rt-nél, LD konverterben állították elő, majd folyamatosan öntötték. A brammát 6 állványos meleghengersonon melegen hengerelték és nagy hőmérsékleten csévélték.

C	Mn	Si	S	P	Cu	Cr	Ni	Al	N	O	Fe
0.05	0.21	0.008	0.012	0.016	0.05	0.037	0.026	0.038	0.0042	0.0024	többi

1 sz. táblázat. A vizsgált acél vegyi összetétele

Alakítás céljából a homogén szövetszerkezetű, 2,31 mm vastagságú, melegszalagból 50x 160 mm² méretű próbalemezeket vágunk ki, amelyeket duó -állványon, szobahőmérsékleten, különböző mértékben alakítottunk a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszékén (minden vastagsághoz 3-3 próbalemez).

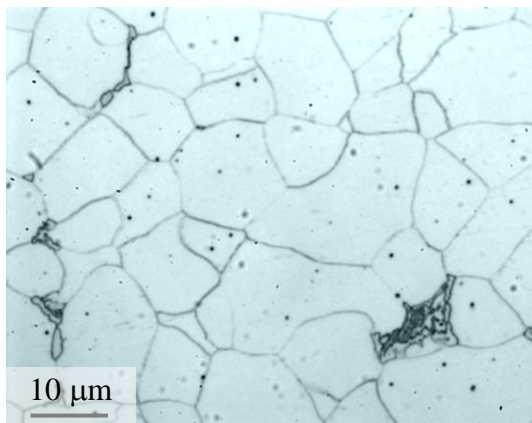
A vizsgálati minták szövetszerkezetét Leica MEF 4 típusú fénymikroszkóppal, illetve Philips XL30 scanning elektronmikroszkóppal vizsgáltuk.

A minták hidrogén áthatolási idejét a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézetben kifejlesztett DIPERMET –H berendezéssel mértük 40x70 mm-es mintákon. Elektrolitként vizes kénsav oldatot (60ml/l cc H₂SO₄) használtunk, amelyhez 0,5 g/l As₂O₃-ot és 0,3 g/l HgCl₂-ot adagoltunk. Az As₂O₃ megakadályozza a hidrogénatomok rekombinációját, míg a lemez felületén képződő Hg réteg növeli a hidrogén aktivitását. A hidrogénátbocsátó képesség összehasonlíthatósága céljából a lemezek hidrogénáthatolási mérőszámát (T_H értékét) vettük alapul ($T_H = t_0/d^2$, ahol t_0 a hidrogén áthatolási ideje [perc], d- mintalemezek vastagsága [mm]).

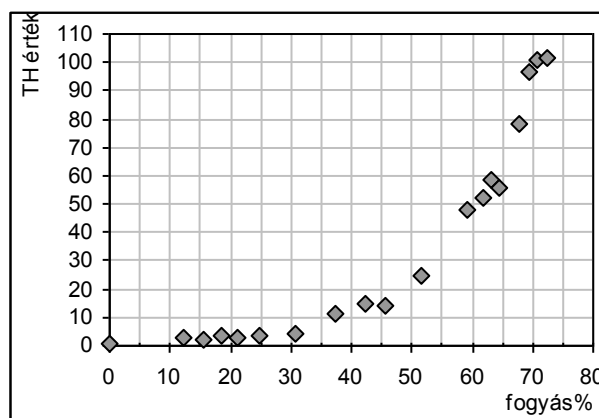
3. Vizsgálati eredmények

A melegen hengerelt, Al-al csillapított, kis karbontartalmú lemezminták szövetszerkezetét ferrit, masszív karbid néhol degenerált perlitszemcse és kevés nemfémes zárvány alkotta (1. ábra). Szakirodalomból [1] ismert, hogy ha meleghengerléskor nagy végső hőmérséklethez (> 900°C) nagy csévélési hőmérséklet társul (nagyobb, mint 700°C) a lassú hűlés következtében a jelenlévő ausztenit masszív degenerált perlitté alakulhat.

A hideghengerlés hatására bekövetkező változások nyomon követése érdekében különböző mértékben alakított próbalemezeket vizsgáltunk (18 különböző lemeztvastagság, vastagságonként legalább 3 próbalemez). Az alakváltozás (fogyás) hatását a lemezek hidrogénáthatolási idejére a 2. ábra szemlélteti.

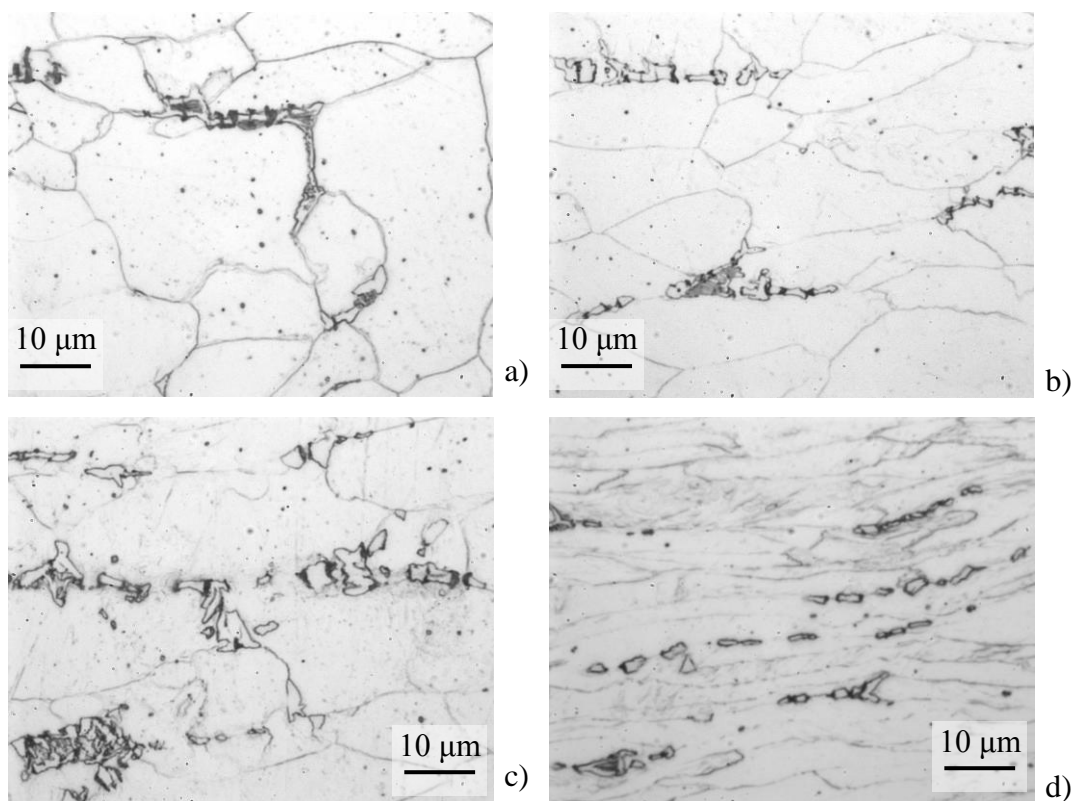


1. ábra A meleghengerelt szalag szövetszerkezete



2. ábra A T_H érték változása hideghengerlés során a lemeztvastagság csökkenése függvényében

Amint az a 2. ábrából kitűnik bizonyos alakítási lépések után a T_H érték ugrásszerűen megnőtt. A jelenség okának vizsgálata céljából vizsgáltuk a próbalemezek szövetszerkezetét a hengerlés irányában, arra merőlegesen és a felülettel párhuzamosan. Fénymikroszkópos vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy az első néhány mintánál alig történt fénymikroszkóppal megállapítható jelentős változás (szemcseméret, zárványosság, karbidok morfológiája). 12%-os lemeztvastagságbeli fogyás után sikerült felfedezni néhány mikroüreget a ferrit és a karbid határfelületen, egyéb változást nem tapasztaltunk. 21%-os fogyásnál találtunk 1-2 repedést a hengerlés irányában fekvő karbidokban; a karbidok határfelületén megjelenő mikroüregek száma nőtt. 31%-os alakítottság után a hosszirányú csiszolaton már felfedezhető a ferritszemcsék nyújtottsága. A csiszolatokon láthatunk néhány töredezett karbidot, ám sok töredezett karbidot csak 37%-os fogyás után találtunk. Ennél az alakítottságnál tapasztaltuk az első jelentősebb ugrást a hidrogén permrációs idő mérőszámában. 51%-os fogyásnál újabb ugrást észleltünk ($T_H \sim 25$). A szövetszerkezetben itt vált jellemzővé a karbidok töredezettsége. Jellemzően az alakítás irányával párhuzamos karbidrészek töredeznek. 60%-os fogyás után a szövetszerkezetre jellemző a karbidok repedezettsége és a ferrit szemcsék nyújtottsága. ($T_H \sim 48$). Erőteljes alakítás hatására (kb. 70%-os fogyás után) az eltöredezett karbidok elcsúsznak, az alakítás irányában csoportokat képeznek. 68 %-os fogyás után a ferritszemcsék nyújtottsága igen erőteljessé vált. A T_H érték átlagosan 78,1 volt. A legvékonyabb három minta esetében a nyújtott ferritszemcsékben láthatóvá váltak a hengerlési iránnyal kb. 35° -os szöget bezáró csúszási síkok, amelyeket a nyírófeszültségnek tulajdoníthatunk. Ezeknél a mintalemezeknél a hidrogén permrációs idő mérőszáma elérte a 100-at.



3. ábra Fénymikroszkópos felvételek a) lapcsiszolat, fogyás 31%, b) lapcsiszolat, fogyás 60%, c) lapcsiszolat, fogyás 70%, d) hosszirányú csiszolat, fogyás 70%,

4. Összefoglaló

Hidegalakítás hatására a diszlokációsűrűség nő, részben ennek tulajdonítható a T_H érték növekedése. A T_H érték ugrásszerűen nőtt 37%-os alakítottóság után, 51%-os, 60%-os, 68%-os és 70%-os fogyást követően. Ezeknél az alakváltozásoknál minden esetben valamilyen jellegzetes szövetszerkezeti változást tapasztaltunk (pl karbidok töredezettsége számottevő, illetve jellemző jellemző a karbidok töredezettsége, jellemző a ferritszemcsék nyújtottsága).

Irodalom

[1] Leonard E. Samuels: Light Microscopy of Carbon Steels, ASM International; Materials Park OH44073-0002, 1999 p.44-46

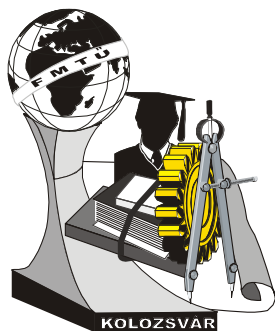
Fábián Enikő Réka, PhD hallgató/ Tud. munkatárs

BMGTE, Anyagtudomány és Technológia Tanszék / BAYATI

Magyarország, 1111 Budapest, Goldmann György tér 3 / 1116 Budapest Fehérvári út 130,

Telefon / Fax: +36-1-2611032

E-mail: enire@freemail.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MŰANYAG KOMPOZIT SZERKEZETEK LÖVEDÉKÁLLÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

Faur-Csukat Gabriella

Abstract

The mechanical behaviour and ballistic performance of carbon, glass (E and S type), aramide and polyethylene fabric reinforced composites with different epoxy resins were studied. The specimens –produced by hand lay-up method– were qualified by low velocity (Charpy and drop weight tests) and high velocity (two different bores ballistic) impact tests. The energy absorption capacity of the composites were found to be strongly affected by elasticity of resin, material properties of reinforcing fibre, and type of fabric structure.

Összefoglaló

A cikk könnyű, lövedékálló kompozit-lemez család fejlesztéséhez kapcsolódóan tárgyalja a szálerősítésű, műanyag mátrixú kompozit alkotóelemeinek hatását a kompozit energia elnyelő képességére. A fejlesztés során szén, üveg, aramid és nagy szilárdságú polietilén (Dyneema) szövetrel erősített, rideg és rugalmas epoxi mátrixú kompozitok mechanikai és ballisztikus tulajdonságait vizsgáltuk Charpy, ejtdárdás és nagy sebességű (lövés) vizsgálatokkal. Megállapítottuk, hogy a kompozit lövedékállóságát erősen befolyásolják a mátrix mechanikai tulajdonságai, az erősítő szálak típusa és szövés módja.

A hazai és kelet-európai rendszerváltás következményeként a határok szabadabb átjárhatóságának és a gazdasági élet átalakulásának árnyoldalaként megjelentek és elterjedtek az erőszakos bűncselekmények, így megnőtt a lövedék és repeszálló szerkezetek alkalmazása iránti igény. A fejlesztés célja olyan kompozit-lemez termékcsalád kialakítása, mely felhasználható lövésálló szerkezetek (ajtók, személy- és szállítógépjárművek) elkészítéséhez, ajtók utólagos golyóállóvá tételéhez, falfelületek lövedékállóságának biztosítására.

1. Vizsgált anyagok

Az elvégzett irodalomelemzés és korábbi tapasztalataink alapján a kompozit minták készítéséhez erősítő szerkezetként szén (Hexcel, USA), E-üveg (S.G. Vetrotex, Franciaország), S-üveg (BGF Industries, USA), aramid (Havel composites, Csehország) és dyneema (Cramer Fabrics, USA) szövetet alkalmaztunk, négy különböző típusú epoxi mátrixban. Az alkalmazott gyanták: két rideg epoxi gyanta Eporezit AH 16 (térhálósító T54, P+M Kft. Magyarország), és XB 3517 (térhálósító XB 3419, Hunstman GmbH, Németország), és két rugalmas epoxi gyanta Eporezit AH 16 (térhálósító T58, P+M Kft. Hungary), Polypox E492 (térhálósító H 030, UPPC AG, Németország). Utóbbi gyanta rugalmasságát egy harmadik komponenssel (Polypox E403) szabályoztuk. A vizsgálati mintákat kézi laminálással állítottuk elő, ezt követte a préselés 20 bar nyomáson, majd a térhálósodás után az utóhőkezelés. A minták előállításánál azonos lemez vastagságra és közel azonos száltartalomra törekedtünk, amit az erősítő szövetek változó rétegszámával biztosítottunk. A vizsgálati minták A_nB jelölésűek, ahol A – az erősítő szövet jele, n – a rétegszám, B – a mátrix típusát jelöli, a minták jellemzőit tartalmazza a 1. táblázat.

Kompozit	Erősítő szövet	n	Mátrix	Területi sűrűség (kg/m ²)	h (mm)	Száltartalom tf (%)
E_7_M1	E-üveg	7	Eporezit AH16+T54	2.69	1.36	60.5
E_7_M2	E-üveg	7	Eporezit AH16+T58	2.92	1.56	55.0
E_7_M3	E-üveg	7	XB 3517+ XB 3419	2.77	1.42	58.3
E_7_M4	E-üveg	7	Polypox E492+ H 030 ¹	3.01	1.74	55.5
E_7_M5	E-üveg	7	Polypox E492+ H 030 ¹	2.84	1.53	53.9
E_7_M6	E-üveg	7	Polypox E492+ H 030 ¹	2.77	1.47	55.9
E_7_M7	E-üveg	7	Polypox E492+ H 030 ¹	3.11	1.75	55.1
AR_7_M1	aramid	7	Eporezit AH16+T54	1.96	1.5	55.1
DY_6_M1	dyneema	6	Eporezit AH16+T54	1.64	1.55	63.9
Cp_5_M1	szén ²	5	Eporezit AH16+T54	1.28	0.9	59.6
Cp_10_M1	szén ²	10	Eporezit AH16+T54	2.53	1.6	67.0
Cp_15_M1	szén ²	15	Eporezit AH16+T54	3.84	2.4	67.0
Cp_20_M1	szén ²	20	Eporezit AH16+T54	5.16	3.5	61.3
Ct_5_M1	szén ³	5	Eporezit AH16+T54	1.28	0.98	54.9
Ct_10_M1	szén ³	10	Eporezit AH16+T54	2.40	1.6	67.0
Ct_15_M1	szén ³	15	Eporezit AH16+T54	3.73	2.55	63.1
Ct_20_M1	szén ³	20	Eporezit AH16+T54	5.06	3.4	61.2

¹-a három gyanta komponens különböző arányú keverékéből adódóan, különböző rugalmasságú mátrix szén², szén³ – azonos területi sűrűségű, és szálfínomságú szövetek, a 2-es jelölésű vászon, a 3-as jelölésű sávoly szövésű

1. táblázat: A kompozit minták jelölése és jellemzői

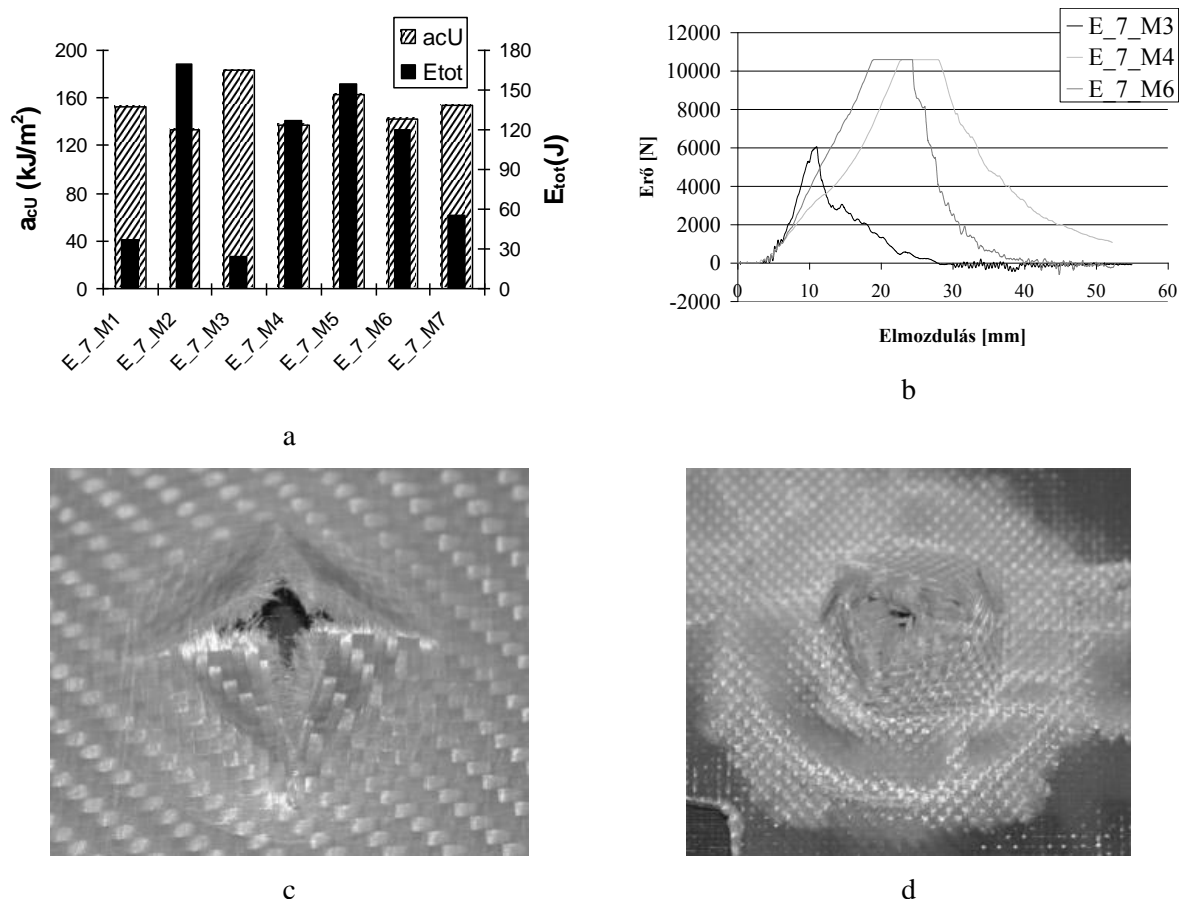
2. Vizsgálati módszerek

A dinamikus, kis sebességű vizsgálatok kategóriában Charpy ütő-hajlító és ejtődárdás vizsgálatokat végeztünk. A Charpy teszt során a vizsgálat körülményei az EN-ISO 179-1 szabványnak feleltek meg. A vizsgált próbatestek részleges törést szenvedtek, így a kapott fajlagos ütőmunka (a_{cu}) értékek csak a különböző kompozit minták összehasonlítására alkalmasak. Az ejtődárdás vizsgálat során az ISO 6603-as szabvány előírásait alkalmaztuk, a becsapódó tömeg 18,62 kg, a sebessége 10

m/s, az ejtődárda hegye félgömb alakú, 20 mm átmérőjű. A vizsgáló berendezés alkalmas az idő/erő illetve az elmozdulás/erő diagramm rögzítésére, ebből leolvasható az ütközés során fellépő maximális érintkezési erő és számolható a maximális, illetve a kompozit által elnyelt összenergia (E_{tot}). Lövés vizsgálatot két különböző kaliberű lövedékkel végeztünk. A kis kaliberű lövésvizsgálat során a 150x150 mm méretű kompozitokra 10m-ről lőtték rá a 22LR kaliberű, 2,6 gramm tömegű, gömbfejű, ólom lövedéket. A nagy kaliberű lövedék 357 Magnum, fémköpenyes, kúpos fejű, ólom magú, 10,2 g tömegű lövedék volt, a vizsgálati távolság 5m. Elhanyagolva a lövedék-levegő sűrűléséből adódó energiavesztéseket, illetve a lövedék által kiszakított anyagdarabok mozgási energiáját a kompozit energia elnyelő képességét (E_p – perforációs energia) a lövedék ütközés előtti és utáni mozgási energiájának változásából számoltuk.

3. Vizsgálati eredmények, következtetések

Elemeztük a mátrix tulajdonságainak hatását a kompozit energia elnyelő képességére, összehasonlítva az azonos körülmények között előállított, azonos E-üvegszövettel erősített, különböző mátrixú kompozitok válaszát a különböző sebességű igénybevételre. Az eredményeket szemléltettük az 1. ábrán.

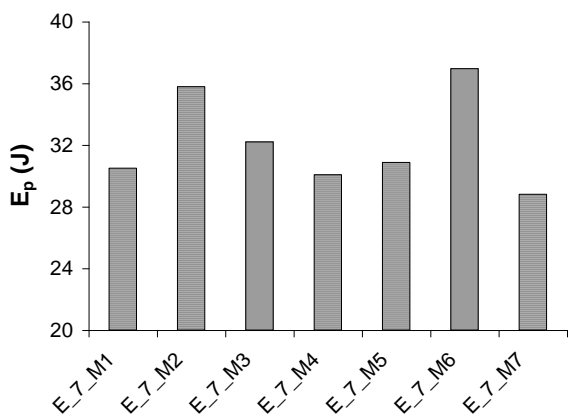


1. ábra: Azonos erősítő szerkezetű, különböző mátrixú kompozitok vizsgálata

Látható, hogy az ütő-hajlító igénybevételkor a rideg mátrixú kompozitok fajlagos törési energiája nagyobb, mint flexibilis mátrix esetén. Az ejtődárdás vizsgálat során azt tapasztaltuk, hogy a flexibilis mátrixú kompozitok energia elnyelése nagyobb, mint rideg mátrix esetén (1/a. ábra). Az

ejtődárdás vizsgálat során regisztrált erő/elmozdulás diagramm (1/b. ábra) és a minták igénybevétel utáni károsodási képének vizsgálata információt nyújt a lejátszódó tönkremeneteli mechanizmusokról. A rideg mátrixú kompozitok esetén az ütközési oldalon a károsodási zóna átmérője az ejtődárda átmérőjével közel azonos, a kilépő oldalon az erősítő szövet lánc és vetülék irányában határozott törési vonalak láthatók, mátrix repedéssel és szál szakadással (1/c ábra). A flexibilis mátrixú kompozitok esetén az ütközési oldalon a károsodási zóna kiterjedt, a befogó gyűrű határáig tart, a kilépő oldalon a kompozit jelentősen kidomborodott, a szálak nagy mértékben kihúzódtak, az elszakadt szálak közel kör alakban helyezkednek el (1/d ábra).

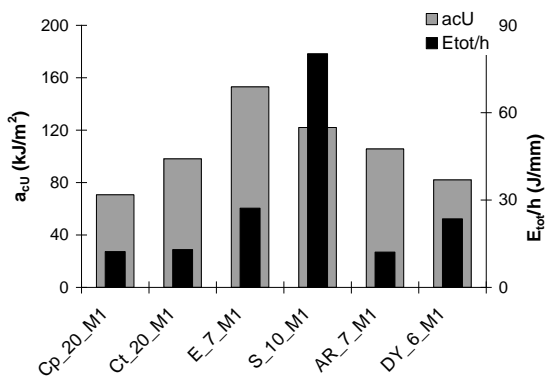
A ballisztikus vizsgálatok eredményei (2. ábra) is azt mutatják, hogy a flexibilis mátrixú kompozitok energia elnyelése nagyobb, mint rideg mátrix esetén.



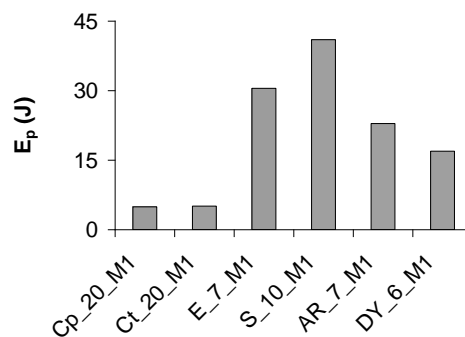
2. ábra: Azonos erősítő szerkezetű, különböző mátrixú kompozitok kis kaliberű lövés vizsgálata

Az energia elnyelés mértéke alapján felállított kompozit sorrend azonban, nem azonos az ejtődárdás és a ballisztikus vizsgálatok esetében. Ez a jelentős sebesség eltéréssel magyarázható, és arra hívja fel a figyelmet, hogy kvázistatikus, illetve kis sebességű kompozit vizsgálatokból nem lehet következtetéseket levonni a nagysebességű igénybevételkor tapasztalható kompozit viselkedésre.

Az erősítő szerkezet tulajdonságai befolyásolják a kompozit lövedékállóságát. Azonos mátrixú, különböző szálstruktúrával erősített kompozitok kis sebességű ütközés vizsgálatát végezve, azt tapasztaltuk (3. ábra), hogy az üvegszövet-erősítésű minták energia elnyelése volt a legnagyobb. Az üvegszövettel erősített kompozit minták esetében látható, hogy az E-üvegszövettel erősített minta nagy fajlagos törési energiájú (Charpy vizsgálat) – ami rideg viselkedésre utal, az ejtődárdás vizsgálat során kisebb energia elnyelést mutat. Az aramid erősítésű minta energia elnyelése kisebb a vártnál, valószínű, hogy az aramid szál előnyös tulajdonságai nagyobb sebességű igénybevétel során hasznosulnak.



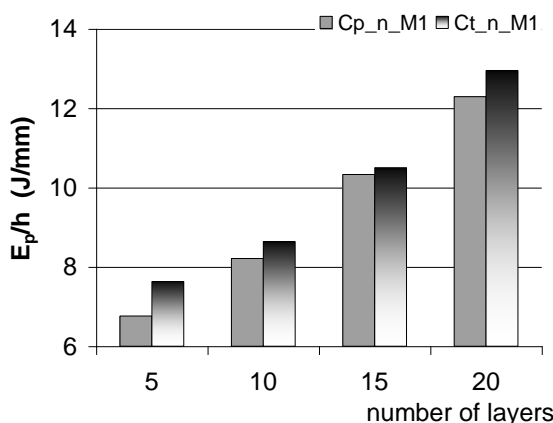
3. ábra: Azonos mátrixú, különböző erősítő szerkezetű kompozitok kis sebességű ütközés vizsgálata



4. ábra: Azonos mátrixú, különböző erősítő szerkezetű kompozitok kis kaliberű lövés vizsgálata

A kis kaliberű ballisztikus vizsgálat során (4. ábra) az üvegszövettel és az aramidszövettel erősített minták energia elnyelése a legnagyobb. Hasonlóan az ejtődárdás vizsgálatához, ebben az esetben is az S-üvegszövettel erősített minták energia elnyelése nagyobb, mint az E-üvegszövettel erősített mintáké.

Az erősítő szerkezet szövés módjának hatását vizsgáltuk ejtődárdás vizsgálatokkal, az eredményeket az 5. ábrán szemléltettük. Azt tapasztaltuk, hogy a sávoly kötésű széniszövettel erősített minták energia elnyelése min. 10%-kal nagyobb, mint vászonkötésű szöveterősítés esetén.



5. ábra: Az erősítő szerkezet hatása a kompozit fajlagos energia elnyelésére, ejtődárdás vizsgálat

3. Összefoglalás

A fejlesztés során szén, üveg, aramid és nagy szilárdságú polietilén (Dyneema) szövettel erősített, rideg és rugalmas epoxi mátrixú kompozitok mechanikai és ballisztikus tulajdonságait vizsgáltuk. Kis sebességű (Charpy, ejtődárdás) és lövés vizsgálatokat végeztünk. Megállapítottuk, hogy a rugalmas mátrixú kompozit energia elnyelése nagy sebességű ütközés során nagyobb, mint a rideg mátrixú kompozitoké. A különböző erősítő szerkezetek közül az üveg és az aramid erősítésű minták mutatnak jó ballisztikus teljesítményt. További nagy kaliberű lövés vizsgálatok szükségesek az aramid és a dyneema erősítő szerkezet hatásának tisztázására. Megállapítottuk, hogy a sávoly szövésű szöveterősítésű kompozitok nagyobb energia elnyelést mutatnak, mint a vászonkötésű szövettel erősített minták.

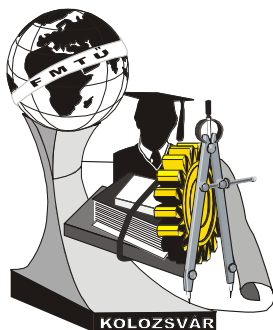
Fauré Csukat Gabriella

Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet

H-1116 Budapest, Fehérvári út 130.

Tel: (+36 1) 463 0500, Fax: (+36 1) 463 0529

csukat@bzaka.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A VELENCEI-TÓ TÉRBENI VÍZMINŐSÉG-VÁLTOZÁSA

Németh Balázs Ákos

The aim of my study is to estimate the territorial change of water-quality on Lake Velence, Hungary, and to give a recommendation for the allocation of the water body accordant to the EU Water Framework Directive.

A field survey was made on the area in which physical and chemical parameters were measured on 116 points of the lake in July 2005. Phytoplankton samples were taken parallel with the survey. SYN-TAX 2000 software was used in the multivariate statistical data analysis. Hierarchical cluster and ordination analysis were performed using the program. Several methods offered by the software were applied as follows: Euclidean distance, Manhattan-metric, Mean character difference, Bray-Curtis formula, Ruzicka-index, Similarity ratio.

The concentration of dissolved oxygen, conductivity, pH, redox-potential, and extinction coefficient were taken into consideration from the measured physical-chemical parameters. Species composition of the phytoplankton, total number and biomass of algae were analysed.

According to the multivariate data analysis of the measuring and sample-taking 3 groups of points can be distinguished. This division is highly confirmed by the biological data. On the basis of the results three water bodies can be separated as follows: The Moorish water body, the transition water body and the recreational water body.

Munkám célja, hogy felmérjem a Velencei-tó térbeni vízminőség-változását és a mérési eredmények többváltozós statisztikai elemzésével javaslatot adjak az EU Víz Keretirányelvnek megfelelő víztest kijelölésekre.

2005. júliusában többnapos expedíószerű műszeres mérést végeztünk a területen, melynek során a tó 116 pontján fizikai-kémiai paramétereket mértünk, valamint későbbi fitoplankton vizsgálatokhoz vízmintát vettünk. A többváltozós statisztikai elemzések során a SYN-TAX 2000 szoftver segítségével hierarchikus és ordinációs vizsgálatokat is végeztem. A szoftver által felkínált számos módszer közül az alábbiakat alkalmaztam: Euklidészi távolság, Manhattan-metrika, átlagos karaktereltérés, Bray-Curtis formula, Ruzicka-index, hasonlósági hányados.

A tó 116 pontján begyűjtött fizikai-kémiai paraméterek közül a statisztikai elemzés során az oldott oxigén koncentráció, fajlagos elektromos vezetőképesség, pH, redox-potenciál, illetve fénykioltási tényező paramétereket vettem figyelembe. A fitoplankton komponensek elemzésekor az egyes mintavételi helyeken előforduló algafajok főbb algataxonok szerinti eloszlását vettem figyelembe.

A többváltozós statisztikai elemzések alapján a mérési pontok, illetve mintavételi helyek három, jól elkülöníthető csoportra oszthatók. A felosztást a biológiai adatok is nagymértékben alátámasztják. Az eredmények tükrében az alábbi három víztest kijelölésére teszek javaslatot: Lápi víztest, átmeneti víztest és üdülőtó víztest.

Bevezetés és célkitűzés

A Velencei-tó hazánk harmadik legnagyobb kiterjedésű természetes tava, amely turisztikai-, hasznosíthatósági- és gazdasági szempontból is jelentős. A 2000. december 22-én életbe lépett EU Víz Keretirányelv (VKI) e tóval kapcsolatos vízgazdálkodást is forradalmian új alapokra helyezi.

A VKI lényege az, hogy az emberi vízhasználatot a vízi ökoszisztéma védelmével összehangolja azáltal, hogy a célállapotnak a zavartalan állapottól nem túl távol álló ökológiai állapotot tűzi ki célul („jó állapot”). Nagyon fontos fogalma a Keretirányelvnek a „víztest”. A „víztest” tulajdonképpen a vizek jó állapotba hozására irányuló tevékenységi programok meghatározásának és végrehajtásának legkisebb egysége. A víztestek kijelölésekor a legfőbb vezérelv az kell, hogy legyen, hogy a kiválasztott víztestek lehetővé tegyék a vizek jó állapotba hozását és a jó állapot megőrzését. Ha szükségtelenül sok víztestet jelölünk ki, ez ésszerűtlenül nagy monitoring igényt és tervezési munka igényt fog jelenteni, kevés víztest kijelölése esetén viszont nem, vagy csak rossz hatékonysággal lehet majd elvégezni a szükséges megfigyeléseket és megtervezni a jó vízállapotok eléréséhez szükséges intézkedési programokat. A VKI előírja, hogy a víztesteknek viszonylag homogénnek kell lenniük, mert csak így biztosítható, hogy a víztestre adott jellemző állapot ténylegesen az egész víztestet reprezentálja, nem csak annak egy kis részét. Ha a víztest heterogén, akkor az is problémát okoz, hogy mi alapján állapítható meg a referencia állapot. Ezen okok miatt a Velencei-tó esetében is vizsgálandó, hogy homogénnek tekinthető-e.

Anyag és módszer

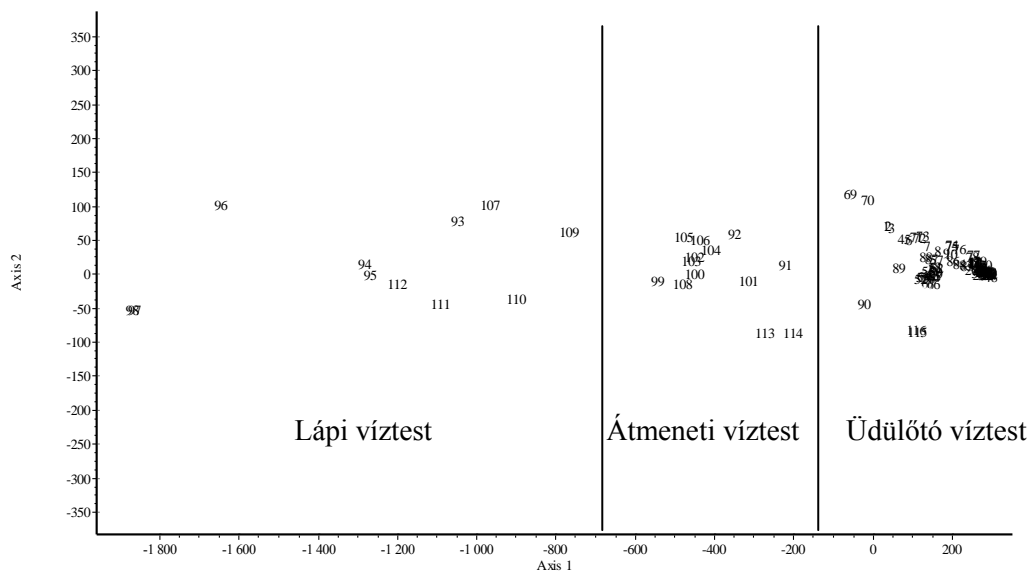
A Velencei-tavon expedíció jellegű mérést és mintavételezést végeztünk 2005. július 4-7. között. Ez idő alatt a tavon 116 ponton mértünk, mélyég szerint fél méteres lépésekkel. A mérést Hydrolab DataSonde 4 típusú terepi mérőszondával végeztük, a mérési helyek koordinátáit Garmin E-Trex Legend típusú kézi GPS készülékkel rögzítettük. A 116 mérési pont lefedi a Velencei-tó teljes nyílt vizes területeit, illetőleg sok helyen a nádasok közti területen, tisztásokon, csatornákon, átjárókon is mértünk. A mérési helyek egymástól légvonalban 100-300 méter távolságban voltak.

A tavon begyűjtött fizikai-kémiai paraméterek közül a statisztikai elemzés során az oldott oxigén koncentráció, fajlagos elektromos vezetőképesség, pH, redox-potenciál, illetve fénykioltási tényező paramétereket vettem figyelembe. Mivel a tó elég sekély, ezért a fél méteres lépésközű függély menti mérés nem szolgáltat sok mérési adatot egy pontra. Ezért a későbbiekben pontonként a mélység szerinti átlagokkal dolgoztam. Ez elég jó eredményeket szolgáltat, azonban a redox értékeket néhol eltorzítja, ha a fenék közelében erősen redukált állapotot mértünk. A fitoplankton minták biológiai vizsgálatát Takács Erzsébet végezte. A rendelkezésemre bocsátott adatok elemzése, és a fentiekkel való összevetése jelen munkám részét képezi. A biológiai paraméterek elemzésekor az egyes mintavételi helyeken előforduló algafajok főbb algataxonok szerinti eloszlását használtam.

A mérési eredmények további feldolgozását és a többváltozós statisztikai elemzéseket a Syn-Tax 2000 nevű szoftverrel végeztem. A mérés és mintavétel során kapott nagyszámú adatot mind hierarchikus, mind ordinációs elemzésnek vettem alá. A hierarchikus elemzés során csoportátlag (UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) módszert alkalmaztam, az ordinációs vizsgálatok során a főkomponens elemzést (PCA - Principal Components Analysis), illetve a főkoordináta elemzést (PCoA – Principal Coordinates Analysis) használtam. Mind a hierarchikus, mind az ordinációs elemzések során az alábbi koeficiensekkel dolgoztam: Euklidészi távolság, Manhattan-metrika, átlagos karaktereltérés, Bray-Curtis formula, Ruzicka-index, hasonlósági hányados.

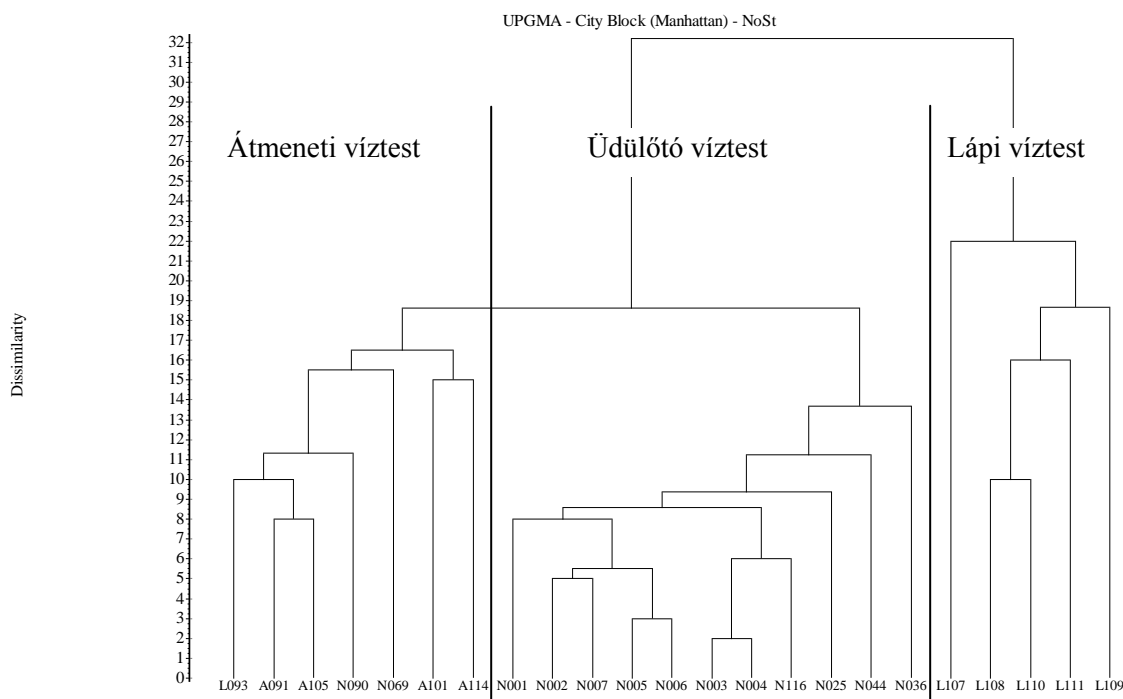
Eredmények és értékelésük

Mindenekelőtt a főkomponens elemzés eredményét kívánom bemutatni, hiszen ez az elemzés központi szerepet tölt be a többváltozós adatstruktúra-feltárásban. A Centrált Főkomponens Elemzés (Centered PCA) módszer segítségével kapott szórásdiagramon (1. ábra) látványosan elkülönül három pontfelhő, ami alapján előrebocsátható, hogy három, jelentősen eltérő területtel van dolgunk. Ezt a feltételezést mind a főkoordináta elemzéssel, mind a hierarchikus osztályozással sikerült alátámasztani. Az ábrán megfigyelhető, hogy a lápi víztest pontjai nagyobb szórást mutatnak a másik két víztesthez képest, ami a lápi víztest szignifikánsan nagyobb változékonyságára utal.



1. ábra: Szórásdiagram Centered PCA módszer alapján, fizikai-kémiai paraméterekre

A 2. ábrán a Manhattan módszer segítségével készült dendrogram látható. A fitoplankton adatok alapján készített diagramon jól elkülönülnek az egyes víztestek. A biológiai minták elemzésekor kapott eredmények alátámasztják a fizikai-kémiai paraméterek által lehatárolt víztesteket.



2. ábra: Dendrogram UPGMA - Manhattan módszer alapján, fitoplankton adatokra

Következtetések, javaslatok

A jelenlegi hazai gyakorlat egy tavat egyetlen víztestnek tekint, emiatt homogén egységként kezeli, ez azonban a legtöbb állóvízzel kapcsolatban nem teljesen állja meg a helyét. Ez különös mértékben igaz a Velencei-tóra, hiszen a nádasokkal szabdalta, erősen kotort területek egymástól nagyon eltérőek is lehetnek.

Először a nagyszámú szondaadat többváltozós statisztikai elemzése alapján a tó egyes területeit 3 víztestbe soroltam. Mivel a VKI nagy hangsúlyt fektet az ökológiai vízminősítésre, ezért a biológiai minták elemzése során kapott adatok ismeretében felülbíráltam szondaadatok alapján kialakított víztest besorolást. A vizsgálatok eredményei alapján az alábbi három víztest kijelölésére teszek javaslatot (lásd mellékelt térkép):

Lápi víztest: a Velencei tó nyugati medencéjében lévő nádasal borított területek,

Átmeneti víztest: a tó nyugati medencéjében található nyíltvízes területek,

Üdülőtó víztest: a Velencei-tó középső és keleti területei.

Németh Balázs Ákos

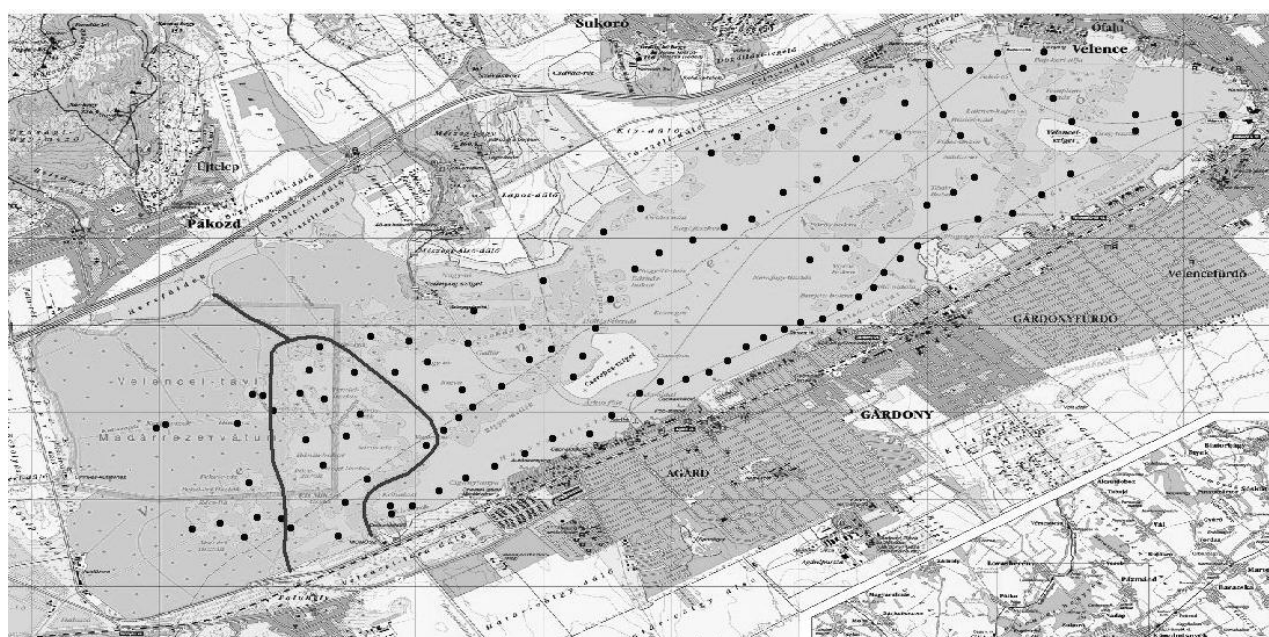
BME Vizi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék

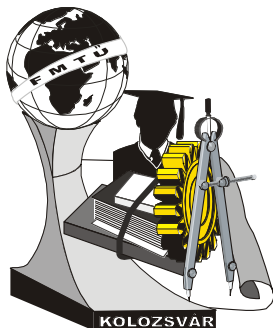
H-1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

Telefon: +36-20-929-09-22 Fax: +36-1-463-37-53

E-mail: nba@ch.bme.hu

Javasolt víztestek és az őket reprezentáló mérési pontok a Velencei-tavon





XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

HULLADÉKCSÖKKENTÉS RUGALMAS KÖZEGGEL VALÓ KIVÁGÁSNÁL

Fazekas Gábor

Summary:

In blankin process the volume of waste material is large in general. In this report our aim is to present experimental work and results of it carried to reduce the waste material and at the same time to improve effectiveness of these process.

Összefoglalás:

Rugalmas közeggel történő kivágásnál általában nagy mennyiségű hulladék keletkezik. Dolgozatunkban megvizsgáltuk azokat a lehetőségeket hogyan lehetne a keletkező hulladék mennyiségét csökkenteni, ezáltal a technológia gazdaságosságát növelni.

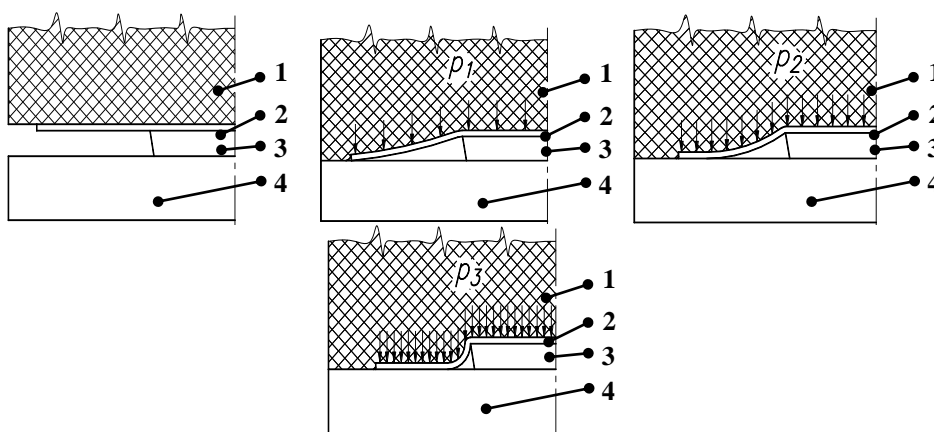
Kissorozatú gyártás esetén olcsó szerszámmegoldást jelent a rugalmas közeggel történő alakítás. Ebben az esetben a két merev szerszám közül az egyik felet rugalmas közeggel, gumival vagy poliuretán párnával helyettesítjük. A szerszám előállítási költségét jelentősen csökkenti a szerszám egyszerűsége, illetve a szerszámelemek egymáshoz való illesztésének elmaradása. A technológiára jellemző, hogy viszonylag nagy a hulladék mennyisége. Munkánk során célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk hogyan lehet csökkenteni a keletkező hulladék mennyiségét, így növelve a gyártás gazdaságosságát.

A hulladék csökkentését egyrészt a technológiai paraméterek helyes megválasztásával, másrészt a szerszám kialakításával, a lezorító lap felületi érdességének változtatásával érhetjük el.

A kísérleti paraméterek közt szeretnénk megvizsgálni, hogy a vágóbélyeg magassága illetve az alkalmazott párnanyomás mennyiben befolyásolja a hulladék nagyságát. A szerszámban alkalmazott lezorító lapok különböző felületi érdességével vizsgáljuk, hogy mennyiben csökken illetve nő a munkadarab gazdaságos kihozatala. Ezen paraméter vizsgálatához 5 különböző felületi érdességgel rendelkező lezorító lapot gyártottunk le. Az elkészült alkatrészeken érdességet mértünk a pontos értékek ismerete érdekében. Elasztikus anyagként poliuretán párnát, a kivágandó anyagnak pedig 0,5mm vastag Al99,5 anyagminőségű lemezt használunk.

A kivágás folyamata:

A rugalmas közeggel történő kivágás folyamatát az 1. ábrán követhetjük nyomon. A poliuretán párna függőleges mozgásával először a vágóbélyegre szorítja a kivágandó lemezt és elkezd a bélyeg körvonalán kívül eső részt a leszorító lapra hajlítani. Mikor a lemez eléri a leszorító lapot a felületi érdesség és az ezáltal bekövetkezett súrlódási erő ellenére közeledik a vágóbélyeghez. Ahogy a párnanyomás növekszik a hulladék rész egyre nagyobb felületen érintkezik a leszorító lappal melynek következtében nő a súrlódási erő is. Mikor a súrlódó erő nagyobb lesz a behúzó erőnél, a lemez elmozdulása megszűnik. Továbbiakban a növekvő párnanyomás következtében a hulladékon kialakuló rádiusz csökkenése csak a lemez alakváltozása, nyúlása révén lehetséges. A poliuretán párna nyomásának növekedésével, a rádiusz csökkenésével a lemez annyira megnyúlik, hogy elszakad. Megtörténik a kivágás.



1. ábra Poliuretán párnával történő kivágás folyamata
1-poliuretán párna, 2-kivágandó lemez, 3-vágólap, 4-leszorító lap

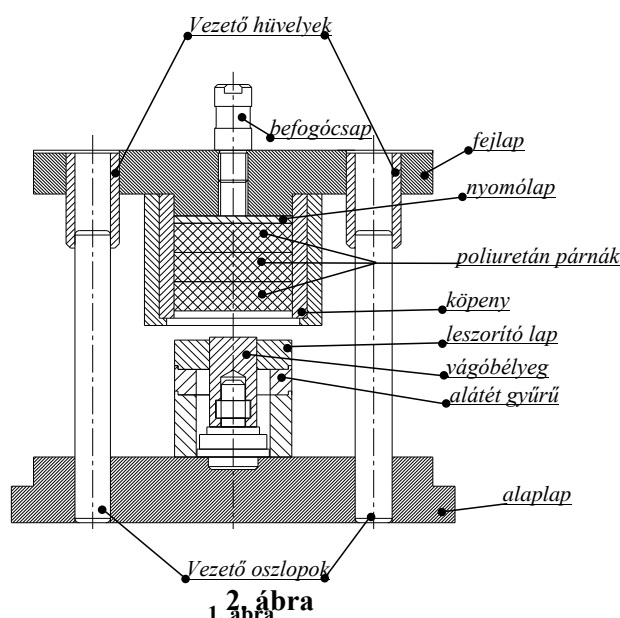
Mint látható, ezzel a megoldással adott méretű munkadarab kivágásához nagyon nagy méretű terítékre van szükség, ezért az anyagkihozatal viszonylag rossz.. Cél a kiinduló teríték csökkentése, amely lehetséges a leszorító lemez felületi érdességének növelésével, a vágóbélyeg magasságának változtatásával, illetve a párnanyomás növelésével.

1. Az elasztikus kivágószerszám felépítése, tulajdonságai

A kísérletek végzéséhez szerszámot terveztünk. A megtervezett és legyártott szerszám összeállítási rajza a 2. ábrán látható. A szerszám alkatrészei illetve azok funkciói:

Leszorító lap: ezt az alkatrészt 5 különböző felületi érdességgel gyártottuk le. Cseréjével megváltoztatjuk a leszorító lapon a súrlódási tényezőt. Elkészítésével polírozott kőszörtyűt, finom- ill. durva esztergált, felületet biztosítottunk. A poliuretán párnák erre a lapra szorítják rá a kivágandó lemezt.

Vágóbélyeg: ez a szerszám elem biztosítja a kivágott munkadarab méretét. A vágóbélyegen helyezkedik el a vágóél mely a leszorító lap megfelelő felületi érdessége és a párnák megfelelő párnanyomása hatására elvégzi a kivágást.



Alátét gyűrű: a leszorító lap alatt helyezkedik el, ezzel az alkatrészrel tudjuk beállítani a vágóbélyeg magasságát.

2. A kísérleti paraméterek:

A vágólap magasságát (H) az ismert Komarov összefüggéssel (1) határoztuk meg [1]:

$$H = 3(1 + 0,1 \cdot A_{1,3})\sqrt{s} \quad (1)$$

ahol

A számítással meghatározott vágólap magassága A199,5 anyagminőségre 0,5mm lemezvastagságra H=2,18 mm. A kísérleteink során alkalmazott vágólap magassága 2,55mm volt.

A legyártott leszorító lapokon mért felületi érdességeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Felületi érdességek

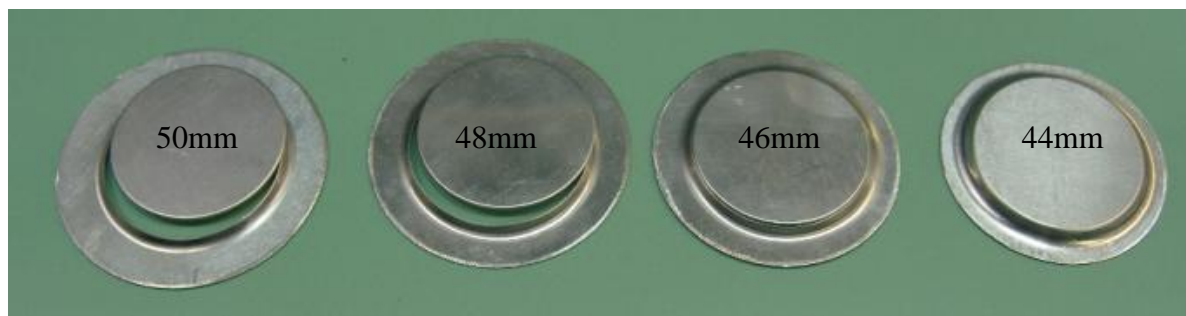
Gyártmány szám	Felület minősége	Ra ₁ (mm)	Ra ₂ (mm)	Ra ₃ (mm)	Ra ₄ (mm)	Ra (mm)
1	Durva esztergált	14,47	13,76	14,29	13,3	13,96
2	Esztergált	3,44	3,54	3,62	3,78	3,595
3	Finom esztergált	1,58	1,52	1,49	1,74	1,583
4	Finomkőszőrült	0,53	0,6	0,6	0,03	0,523
5	Polírozott	0,09	0,09	0,09	0,08	0,085

A kivágóbélyeg átmérője 32 mm. A kivágásra alkalmazott teríték méreteit 60 mm-től 40 mm átmérőig választottuk 2mm-rel csökkenő lépcsőkben.

3. Vizsgálati eredményeink:

A kísérleteket próbakivágásokkal kezdtük, hogy meghatározzuk a kivágáshoz minimálisan szükséges párnanyomást. Az $\phi 32$ mm bélyeggel, a 0,5mm vastag A199,5 anyagminőségből 6N/mm^2 párnanyomással a kivágást el tudtuk végezni. Kísérleteinkben a biztonságos minimális párnanyomást 8N/mm^2 értékre választottuk. A párnanyomást 4N/mm^2 -ként növeltük, egészen 20N/mm^2 -ig. A 3. ábrán mutatjuk be a 16N/mm^2 párnanyomással végzett kivágás darabjait.

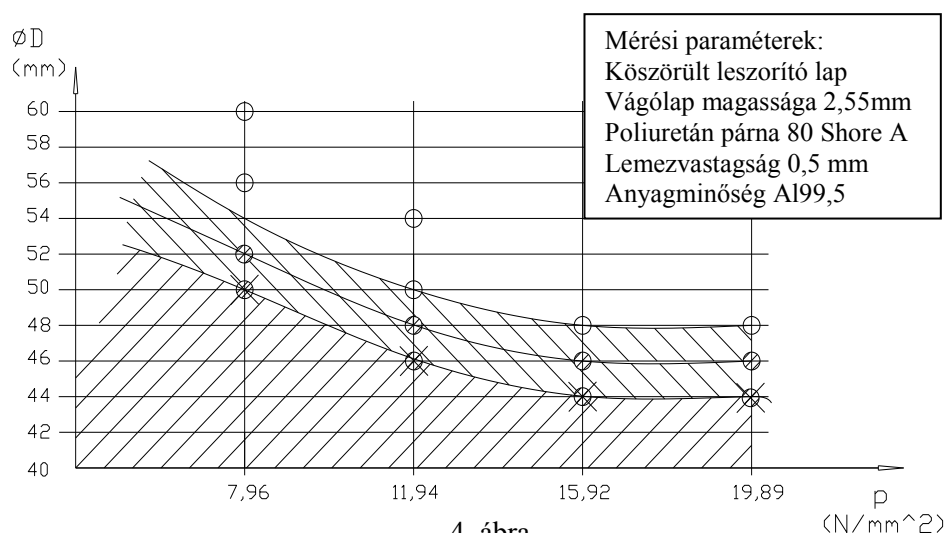
Kiinduló tárcsaátmérők



3.ábra

16N/mm² párnanyomással való kivágás

A köszörült homloklap felületű leszorító lap alkalmazásával 0,5mm vastag Al99,5 anyagminőség kivágásának vizsgálati eredményeit a 4. ábrában egy diagramban foglaltuk össze. A diagramból jól látható, hogy a párnanyomás 16N/mm² fölé való növelésével a kiinduló tárcsaátmérő, vagyis a hulladék mennyisége tovább nem csökkenthető. További mérési eredményeket az előadásban ismertettünk.



4. ábra

Párnanyomás hatása a hulladék mennyiségére.

4. Összefoglalás:

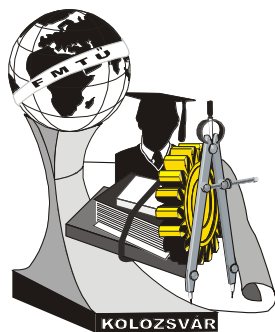
Kísérleteink során az alábbiakat állapítottuk meg:

1. A párnanyomás növelésével a hulladék mennyisége csökkenthető.
2. A leszorító lap felületi érdességének növelése csökkenti a hulladék mennyiségét

Irodalom

1. A.D.Komarov, V.K.Moiszejew: Jó kilátások kivágási technológiai folyamatokra munkadarabokon poliuretán alkalmazásával.
IV. Képlékenyalakítási Szeminárium Győr, 1988.

Fazekas Gábor / főiskolai gépészmérnök szakos hallgató
Kecskeméti Főiskola GAMF kar / 6000 Kecskemét Izsáki út
Tel.: 06-30-22-22-505



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK ELŐREJELZÉSI LEHETŐSÉGEI AZ AL-HENGERFEJ ÖNTÉSZETBEN, A HŐKEZELÉS SZEREPE

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.

The most important property is the susceptibility to cracks. We can improve the susceptibility to cracks by the help of the heat treatment.

During our experiments we lay great emphasis at our experiments on the cooling speed in the die. 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

Összefoglalás

Jelen dolgozat célja a mechanikai tulajdonságok előrejelzési lehetőségeinek feltérképezése, azaz milyen lehetőség van arra, hogy roncsolásmentes anyagvizsgálat elvégzése nélkül is nagy biztonsággal előre lehessen jelezni a hengerfej öntvények várható mechanikai értékeit. Ha pedig ismerjük a mechanikai tulajdonságokat, akkor már következtetni tudunk a repedésérzékenységre is. Ennek megfelelően a vizsgálataim során nagy hangsúlyt fektettem a megfelelő hőkezelési paraméterek kiválasztására. Ugyanis, hogy ha rendelkezésre áll egy metallurgiai szempontból kedvező, vagyis alacsony hidrogéntartalmú, optimális szemcseszerkezetű, intermetallikus fázisoktól mentes öntvény, akkor már csak a mechanikai tulajdonságok módosításával befolyásolhatjuk a repedésérzékenységet.

Dolgozatomban bemutatom, milyen hatása van a hőkezeléseknek és ezen keresztül a mechanikai tulajdonságoknak a hengerfejekre. Két irányban indultam el, először megvizsgáltam egy adott ötvözet típus esetén a milyen hatása van a hőkezeléseknek a mechanikai tulajdonságokra, majd egy a vevő által is akceptált hőkezelés hatását vizsgáltam különböző ötvözetekre.

A kokillahűtés intenzifikálásának segítségével a szekunder dendritkartávolság mérésén keresztül felállítottam egy összefüggésrendszert a szekunder dendritkar távolság és a mechanikai tulajdonságok között. Ennek segítségével egy egyszerű és gyors hőmérsékletméréssel már az öntvény leöntése előtt meg lehet állapítani a várható mechanikai tulajdonságokat. Ezekből az értékekből pedig következtetni lehet a repedésérzékenységre.

1. A mechanikai tulajdonságok változása különböző ötvözetek esetén, az ötvözőelemek szerepe

Négy ötvözet kombinációt vizsgáltam:

- 226.10 primer (AlSi9Cu3Fe<0,3);

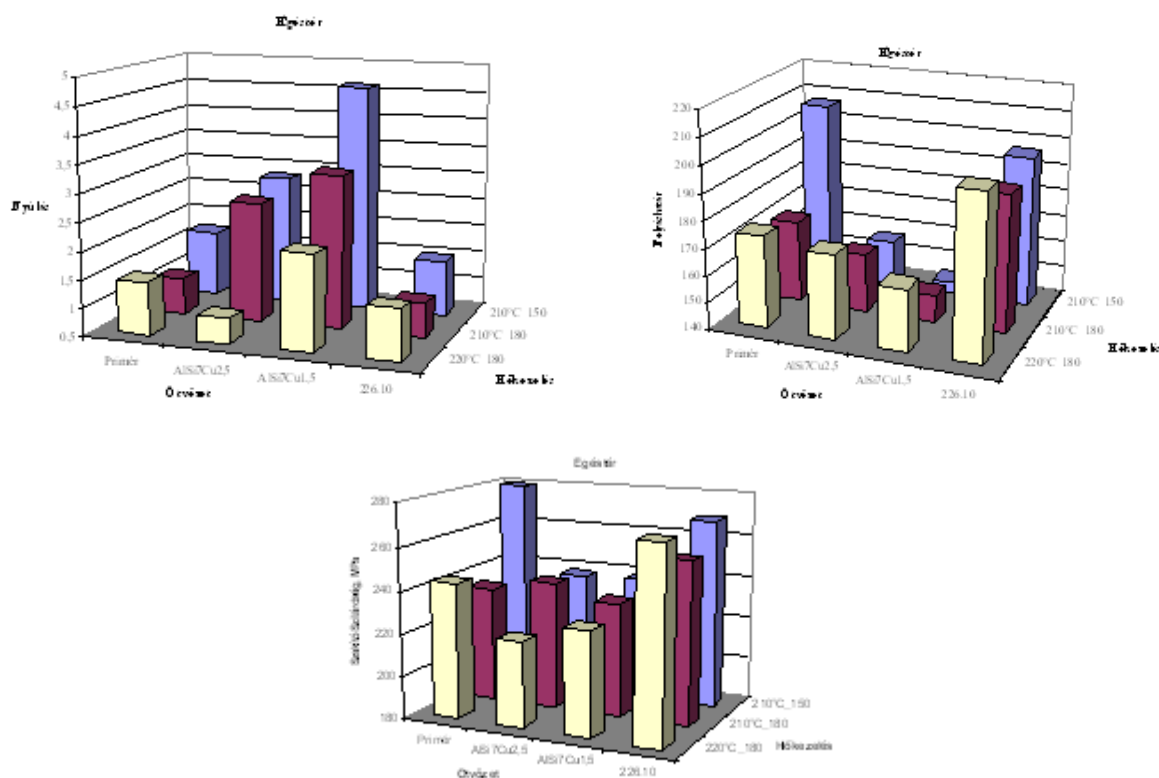
- 226.10 szekunder (AlSi9Cu3);
- AlSi7Cu1,5;
- AlSi7Cu2,5.

Ezen ötvözetek kiválasztásának két fő oka volt:

- a vevő mindenképpen primer bázisú;
- illetve legalább 2,5-3,0% Cu tartalmú ötvözet alkalmazását írta elő.

Ezen előírások figyelembe vételével választottam ki a fent nevezett ötvözeteket. A szekunder 226.10 ötvözet választását az indokolta, hogy a Hydro Alumínium Győr Kft. ezt az ötvözetet használja a legnagyobb mennyiségben, így ha ez bizonyult volna a legjobbnak nem kellett volna új olvasztókemencét vásárolni az új hengerfej öntéséhez.

A következő összefoglaló diagramokon a főbb ötvözőelemek hatását mutatom be a mechanikai tulajdonságokra adott hőkezelési típus esetén. Először az égéstérben mért mechanikai tulajdonságokat hasonlítom össze, mivel a hengerfej repedésérzékenysége szempontjából ez a fontosabb terület.



1. ábra. A mechanikai tulajdonságok változása az égéstérben

A legnagyobb nyúlásértékeket az AlSi7Cu1,5 ötvözet esetén kapjuk főleg az alacsony hőmérsékletű és rövidebb idejű hőkezelések esetén. Az általam kritikusnak tartott 2%-os nyúlásértéket azonban a 226.10 primer ötvözet is eléri.

A szilárdsági értékek közül a folyáshatár értéke a hőkezelés hőmérsékletének növekedésével növekszik, ugyanez a tendencia mondható el a hőkezelési idő növekedésének függvényében is.

A Cu tartalom növekedése egyértelműen szilárdság növelő hatású. Mindhárom hőkezelési típus esetén ez a tendencia érvényesül. Az általam kritikusnak tartott 165MPa értéket az AlSi7Cu1,5 ötvözet kivételével mindegyik teljesíti.

A szakítószilárdság értéke csak olyan szempontból fontos, hogy értéke eléri-e a vevői követelményeket. Ez minden alkalmazott ötvözet illetve minden hőkezelési típus esetén érvényesül.

A következő táblázat tartalmazza a mechanikai tulajdonság előírásokat ezen hengerfej típus esetében:

Előírások:	Rm [MPa]	Rp_{0,2} [MPa]	A [%]
Csavarhelyek (2a, 4a, 2i, 4i)	190	165	0,5
Égéstér (BR1, BR4)	210	165	1

A repedésérzékenység szempontjából megfelelő hengerfej leöntéséhez a fenti diagramok alapján három ötvözet alkalmazása javasolható:

- 226.10 primer;
- 226.10 szekunder;
- AlSi7Cu2,5.

Ahhoz, hogy eldönthessük melyik ötvözet a legalkalmasabb a repedésérzékenység csökkentésére el kell végeznünk a „Thermoschock-tesztet” melynek segítségével megláthatjuk melyik ötvözet bírja a legtovább veszélyes mértékű repedés kialakulása nélkül.

2. A mechanikai tulajdonságok és a szekunder dendritkartávolság kapcsolata

A mikroszkópos vizsgálattal az alumíniumötvözet dendritkartávolságát, azaz cellaméretet határozzuk meg. A dendrites szövetszerkezet a szekunder dendritkartávolsággal jellemezhető, melyet a hőkezelés során bekövetkező kristálynövekedés és az anyagban jelenlévő ötvözők befolyásolnak. A mérést 10 helyen végzzük el, majd az így kapott eredményekből középértéket számolunk és ezen érték szerint minősítjük a hengerfejet. A vizsgált hengerfej esetében a DAS $\leq 20\mu\text{m}$. Ezt az értéket a motor terhelése alapján határozzák meg. Minél nagyobb a terhelés, annál finomabb szövetszerkezetre van szükség, kisebb a dendritkartávolság és kedvezőbbek a mechanikai tulajdonságai a hengerfejnek.

A célom az volt, hogy a DAS értékének meghatározása alapján előre lehessen jelezni, a mechanikai tulajdonságokat. Ha pedig ismerjük a mechanikai tulajdonságokat, akkor meg tudjuk előre határozni, hogy a hengerfejben milyen mértékű repedések fognak keletkezni és, hogy ezek a repedések milyen hatással lesznek a motor működésére.

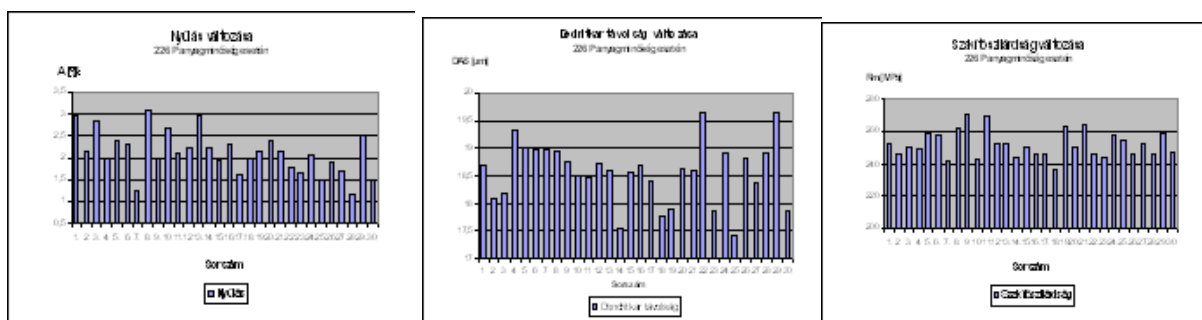
Előljáróban azonban fontos tudni, hogy a szekunder dendritkartávolságot elsősorban a dermedési sebesség befolyásolja. Ennek figyelembevételével került sor a kokillák hűtésének módosítására, mellyel az volt a célom, hogy agresszív hűtési viszonyok létrehozásán keresztül meggyorsítsam a dermedési sebességet a dermedés első 20-30 sec-ban. Ennyi idő szükséges ugyanis mindössze a dendrites szerkezet kialakulására az öntvény kokillával érintkező felületein, így a repedésérzékenységet befolyásoló égéstérben is.

A kokillák hűtőcsöveinek korrekciójával sikerült elérnem, hogy az égésterben a dermedés kezdetén max. 80°C hőmérséklet legyen, mely elősegíti, a finom dendrites szerkezet kialakulását, mely biztosítja a 18µm-nél kisebb DAS értékek elérését.

Tehát a repedésérzékenység előrejelzési lehetőségének első feltétele, azaz az előre jelezhető dendritkartávolság lehetőségét biztosítottam. Ez tehát azt jelenti, hogy a kokilla alaplapjának hőmérsékletéből következtetni lehet a kialakuló dendritkartávolság nagyságára. A gondolatsort tovább folytatva, ha tehát ismerjük a kokilla alaplapjának hőmérsékletét, akkor következtetni tudunk a DAS értékére. A DAS értékéből pedig következtetni tudunk a mechanikai tulajdonságokra.

Ennek bizonyítására 30 héten keresztül összegyűjtöttem a vizsgált öntvénytípusnál mért DAS értékeket és mechanikai tulajdonságokat. A kiértékelés elve az volt, hogy megállapítsam azt a DAS határértéket mely esetén a mechanikai tulajdonságok elérik azt a határértéket (A5 esetében min. 2%-ot; Rp_{0,2} esetében pedig a min. 165 MPa-t) amely esetén a repedésérzékenység veszélye lecsökken.

A következő három diagramon először a DAS változását majd a nyúlás és a szakítószilárdság változását mutatom be a vizsgált időszakban:



2. A DAS és a mechanikai tulajdonságok változása

3. Összefoglalás

A 30 hét mérési eredményeiből készített diagramok alapján elmondható, hogy max.19µm-es DAS szükséges ahhoz, hogy a nyúlás értéke biztosan elérje majd a hőkezelés után a min. 2%-os értéket, a szilárdsági paraméterek pedig megfeleljenek a vevői követelményeknek.

Összefoglalva tehát az eddigi eredményeket elmondható, hogy abban az esetben ha a hengerfej égésterében a dermedés során biztosítani tudjuk a max. 80°C hőmérsékletet, akkor a DAS értéke max. 19µm értéken tartható, mely DAS érték biztosítja az eredményeim alapján min. 2%-os nyúlást.

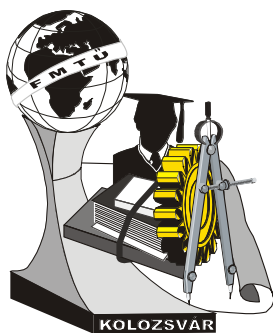
Azaz felállítottam azt a feltételrendszert, mely esetén már a kokilla hőmérsékletéből következtetni lehet az öntvény kritikus tulajdonságaira és a repedésérzékenységére.

Fegyverneki György, doktorandus

Munkahely: Hydro Aluminium Győr Kft, Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar

Cím: 9027, Magyarország, Győr, Ipari park, Nyírfa sor

E-mail: gyorgy.fegyverneki@hydro.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A PREDIKTÍV HATÉKONYSÁG NÖVELÉSE REGRESSZIÓS FA ALGORITMUSSAL

Fehér Tamás

Abstract. Tasks, where the value of an unknown parameter has to be estimated, are typical in data mining projects. The solution of this kind of problems requires the creating of a predictive model. There are several methods for the solution of this type of tasks, e. g. the decision trees and the regression. In the paper an algorithm is demonstrated which combines the properties of the two techniques. Tests on different datasets show the efficiency of the method compared to the results which were provided by the traditional regression and decision tree algorithms.

Összefoglaló. Az adatbányászati projektekben tipikusak az olyan feladatok, amelyben egy ismeretlen paraméter értékét kell becsülni. Azt a folyamatot, amely során elkészül a modell, melynek segítségével eddig nem ismert adatok alapján kell becslést tenni az ismeretlen paraméterre, prediktív modellezésnek nevezik. Számos módszer létezik az ilyen típusú feladatok megoldására. A döntési fák és a regresszió is ilyen módszerek. A cikkben bemutatásra kerül egy olyan algoritmus, amely a két technika előnyeit egyesíti. Több adathalmazon elvégzett futtatás is megmutatja a módszer hatékonyságát, összehasonlításban a hagyományos regresszió és döntési fa algoritmusok által szolgáltatott eredményekkel.

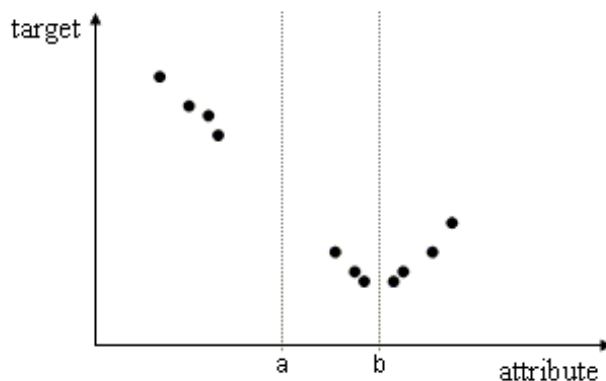
1. Bevezetés

A hagyományos döntési fák alapvetően klasszifikációs feladatok megoldására szolgálnak. Minden egyes levélben egy osztálycímke található, amely megadja, hogy a kérdéses objektum melyik osztályba esik. A CART [1] algoritmus lehetővé teszi folytonos változók becslését döntési fa segítségével. Az algoritmus által felépített fák leveleibe egy konstans függvény kerül: ez ad becslést az adott paraméter értékére. Az évek folyamán további algoritmusok kerültek kifejlesztésre, amelyek a folytonos érték hatékonyabb becsléséhez lineáris függvényeket helyeznek a levelekbe (M5 [2], RETIS [3], TSIR [5], SMOTI [6]).

Az algoritmusok közti különbség a fa felépítésében van. A legfontosabb tényező, hogy hogyan találja meg az algoritmus a vágási pontokat. A legtöbb algoritmus valamilyen szórás alapú megközelítést használ a vágás jóságának mértékeként.

2. Regressziós modellek a levelekben

Abban az esetben, ha lineáris regressziót szeretnénk a fa leveleibe tenni, nem feltétlenül célravezető, ha a szórás alapján ítéljük meg a vágás jóságát [4]. Az 1. ábrát megfigyelve látszik: bár a szórás a két csoportban az ‘a’ pontban történő vágás mentén lenne minimális, mégis célszerűnek látszik egy újfajta



1. ábra

jósági mérték bevezetése, és a vágást a ‘b’ pontban végrehajtani. Ez alapján a vágás jóságának mértéke a vágás bal és jobb oldalára illeszthető regressziós modell illeszkedési hibája lehet, melyet a következő formula definiál:

$$I(E) = \frac{1}{N_l + N_r} \left[\frac{1}{N_l} \sum_{e_i \in E_l} (y_i - g_l(\bar{x}_i))^2 + \frac{1}{N_r} \sum_{e_j \in E_r} (y_j - g_r(\bar{x}_j))^2 \right]. \quad (1)$$

$I(E)$ jelöli a vágás jóságának mértékét. N_l és N_r a vágás bal és jobb oldalára eső elemek száma, E_l és E_r a bal és jobb oldal elemeinek halmaza. A g_l és g_r függvény a bal-, illetve jobboldali gyermekcsomópontok elemeire illesztett regressziós hiperfelületet reprezentálja.

A módszer hátránya a óriási számításigény. Az eredeti cikkben [4] a szerző csupán néhány tíz megfigyelést tartalmazó adathalmazokon próbálta ki az algoritmust. Bizonyos kompromisszumok árán azonban ennél lényegesen nagyobb mennyiségű adatot tartalmazó adathalmazon is alkalmazható a módszer.

Tekintve, hogy a vágás jóságának mértéke a keletkező két csoportra illeszthető regressziós modell illeszkedési hibája, elviekben végig kellene próbálni az összes létező vágást az összes dimenzió mentén ahhoz, hogy el lehessen dönteni, az adott szinten mi a legmegfelelőbb vágás. Ez egy nagy dimenziószámú, illetve nagy elemszámú adathalmazon túl nagy számítási igényt generál.

Ahhoz, hogy ésszerű időn belül futási eredményeket kapjunk, kompromisszumot kell kötni. Ha nem végezzük el az összes létező vágást, lényegesen le lehet faragni a futási időt. Az adatfelhő elhelyezkedéséről, formájáról mintavételezéssel is információt szerezhetünk, vagyis a dimenziómenti vágásokat csak bizonyos helyeken elvégezve is egy jó megoldáshoz juthatunk.

3. A regressziós fa algoritmus

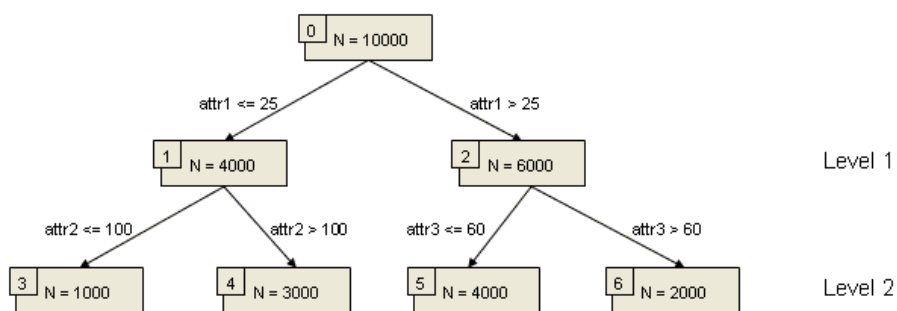
A módszer magját egy olyan eljárás képezi, amely a bemenetként megkapott csomóponton az összes vágást elvégzi (egy külön algoritmus jelöli ki a nem túl nagy számú vágási pontot), a vágások közül pedig kiválasztja azt, ami mentén elvágva az adathalmazt a legkisebb hibával illeszthető a két regressziós hiperfelület (az átlagos hiba, így a vágás jóságának mértéke a bal és jobboldali elemszámokkal súlyozott átlagos négyzetes eltérések számtani közepe). Ehhez minden egyes vágásnál elvégzi a szükséges regressziókat.

A fa felépítése során ez az eljárás hajtódik végre iteratív módon minden csomópontra, megadott számú szinten. Az iterációk száma minden szinten megegyezik az előző szint csomópontjainak a számával. Minden iterációs lépésben a korábbi szint egy csomópontja fogja az eljárás inputját képezni.

Az algoritmus SAS-ban [8] kódolva készült el. A regressziós lépésben a program egy stepwise regressziót hajt végre minden esetben.

A dimenziónkénti vágási pontok meghatározására egy külön algoritmus került kifejlesztésre, amelynek részleteit helyhiány miatt ebben a cikkben nincs mód bemutatni.

Az algoritmus kimenete egy tábla, amely minden szükséges információt tartalmaz a fa felépítéséhez. Ezt szemlélteti a 2. ábra.



ID	Leaf	Rule	N	Intercept	Param1	Param2	...
1	0	attr1 <= 25	4000	123.456	0.789	2.345	...
2	0	attr1 > 25	6000	234.567	1.234	5.432	...
3	1	attr1 <= 25 & attr2 <= 100	1000	87.654	0	0.987	...
4	1	attr1 <= 25 & attr2 > 60	3000	34.567	0.456	0.023	...
5	1	attr1 > 25 & attr3 <= 100	4000	54.321	2.345	0	...
6	1	attr1 > 25 & attr3 > 60	2000	12.345	0.456	0.789	...

2. ábra

4. Kísérleti eredmények

Három különböző adathalmazon történő futtatásból származnak az eredmények (1. táblázat). Mindhárom adathalmaz esetén először egy sima regressziós modell, majd a SAS által implementált döntési fa algoritmus, végül a regressziós fa algoritmus becsli a célváltozó értékét. Az algoritmusok

prediktív teljesítményének mértéke a teszttáblományok elemeinek a becslt értékektől vett átlagos relatív eltérése. Tesztelési célra mindhárom esetben az adatok 10%-a lett elkülönítve.

1. táblázat

Adatok	Alkalmazott módszer	Átlagos relatív hiba (%)
- Mesterséges adathalmaz - 100 rekord / 3 dimenzió - Folytonos célváltozó, 1 bináris és 1 folytonos attribútum	Regresszió	120.92
	Döntési fa	104.43
	Regressziós fa	5.18
- Orvosi adatbázis - 470 rekord / 10 dimenzió - Folytonos attribútumok	Regresszió	2.84
	Döntési fa	4.59
	Regressziós fa	0.52
- Banki adatbázis - 20018 rekord / 10 dimenzió - Folytonos attribútumok	Regresszió	83.10
	Döntési fa	53.08
	Regressziós fa	46.76

5. Összefoglalás

A teszteredmények fényében megállapítható, hogy a cikkben prezentált algoritmus prediktív pontosság tekintetében jobb, mint a hagyományos regresszió, de a SAS által implementált döntési fa algoritmusnál is pontosabb becslésekkel szolgál. A teljesítmény ára a viszonylag magas futási idő, amely 20 perc körül adódik egy átlagos gépen (PIII, 850 MHz, 384 MB RAM), egy nagyméretű, ötszintű fa esetén (~20000 rekord, 10 attribútum).

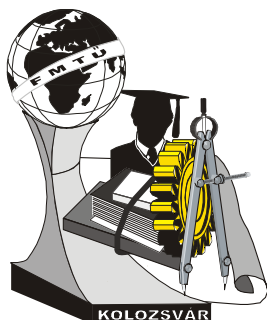
Irodalomjegyzék

- [1] BREIMAN L., FRIEDMAN J., OLSHEN R., STONE J.: *Classification and regression tree*, Wadsworth & Brooks, 1984.
- [2] QUINLAN J. R.: *Learning with continuous classes*, in Proceedings AI'92, Adams & Sterling (Eds.), World Scientific, pp. 343-348, 1992.
- [3] LUBINSKY D.: *Tree Structured Interpretable Regression*, in Learning from Data, Fisher D. & Lenz H.J. (Eds.), Lecture Notes in Statistics, 112, Springer, pp. 387-398, 1994.
- [4] KARALIC, A.: *Linear Regression in Regression Tree Leaves*. In Proceedings of ISSEK'92 (International School for Synthesis of Expert Knowledge) Workshop, Bled, Slovenia, 1992.
- [5] MALERBA, D., APPICE, A., CECI, M., MONOPOLI, M.: *Trading-off local versus global effects of regression nodes in model trees*. In H.-S. Hacid, Z.W. Ras, D.A. Zighed & Y. Kodratoff (Eds.), Foundations of Intelligent Systems, 13th International Symposium, ISMIS'2002, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 2366, 393-402, Springer, Berlin, Germany, 2002.
- [6] TORGO, L.: *Functional Models for Regression Tree Leaves*. Proc. 14th International Conference on Machine Learning, 1997.
- [7] FAJSZI, B., CSER, L.: *Üzleti tudás az adatok mélyén*. Budapest, 2004.
- [8] SAS INSTITUTE INC.: <http://www.sas.com/>

Fehér Tamás, doktorandusz

Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék (H-3515 Miskolc, Egyetemváros)

Tel.: +36 46/565-111/19-52, E-mail: feher@ait.iit.uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

HOBBI KOORDINÁTA FÚRÓGÉP HOBBY COORDINATE DRILL MACHINE

Ferenci Dénes Zsolt, Gidró Levente

Abstract:

Our work object is to make a hobby drill machine which is near to a really industrial CNC machine. With computer designed circuit layout can drill holes with high precision and speed. The drill file will be translated to a signal, with a PIC16F870 microcontroller. Drill machine's horizontal and vertical axels moved with stepper motors. Feed motion and drill were effectuated with DC motors. Applicability area: plotter, design cutting, milling.

Összefoglalás:

Dolgozatunk egy olyan fúró gépet mutat be, amely az iparban használt CNC gépek fő tulajdonságaival rendelkezik. Számítógépen megtervezett nyomtatott áramkör (NYÁK) furatainak koordinátái által meghatározott pontokat kifúrja nagy pontossággal és sebességgel. A fúró file értelmezése és a léptetőmotorok számára érthető jelé való átalakításra PIC16F870 mikrovezérlőt használtunk.

A fúrógép vízszintes és keresztirányú asztalait léptető motorok mozgatják. Az előtolást és a fúrást egyenáramú motorok biztosítják. Alkalmazási területei lehetnek: rajzológép, mintakivágó, maró.

1. Célkitűzés:

Dolgozatunk célja olyan gép megépítése, amely az általunk tervezett nyomtatott áramkörök furatait kifúrja, felgyorsítja és megkönnyíti ezáltal az elkészítési folyamatot.

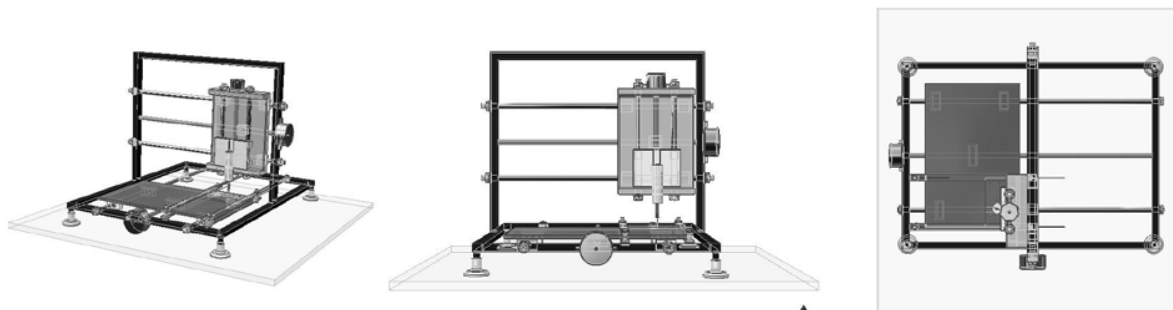
Célunk egy olyan nagy pontosságú koordináta fúrógép elkészítése, amelyet a számítógépről vezérelve lyukat fúr egy nyomtatott áramkörbe. A megmunkálható felület A4-es méretű, pontossága tized milliméteres legyen, terhelhetősége közepes igénybevételű.

Egy könnyen kezelhető, grafikus felületű program megírása, amellyel könnyen vezérelhetőek a motorok és a fúró fej. Számítógép – mikroszámítógép kommunikáció, PIC16F870 mikrovezérlő használata. A fúrógép számítógépes modelljének az elkészítése.

2. Anyag és módszer:

I. Tervezés

A fűrőgép megépítésének kezdetét egy tervezési szakasz előzte meg. Az Autodesk Inventor nagyon jó lehetőséget kínált a tervezéshez, a méretek változtatásához, a módosuló terveket könnyen lehetett kezelni.



1. ábra. Autodesk Inventorban az összeszerelt modell képe

(3D perspektíva nézet, fő nézet, felülnézet)

Számítógépes tervezés folyamat: alkatrészek megrajzolása, alkatrészek összeszerelése, ütközések ellenőrzése, videó szimuláció tanulmányozása

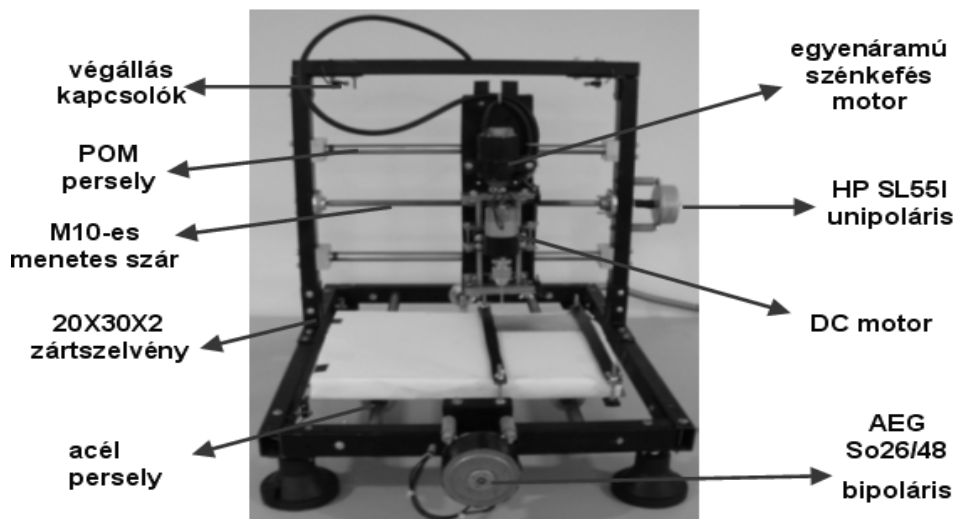
II. Mechanika

A CNC gép vázát a 20X30X2 zártszelvény alkotja. Az x-tengely csúszkái (persely) acélból készültek, míg az y tengelyé alumíniumból. Meghajtás: M10-es menetes szár, M10X10 esztergált anyával. Motorok: 12V-os unipoláris, 6 kivezetéses, 1.2A/fázisú, 3.6°/lépés felbontású léptetőmotorok.

Mechanikai véghelyzetek (maximális helykihasználás) érzékelését kapcsolók biztosítják.

A forgácsoló mozgást a fűrő fejet forgató motor végzi. Az előtolást a Z egyenáramú motor biztosítja. A beállító mozgásokat az X és Y léptetőmotor biztosítja. A NYÁK lap egy befogószerkezet segítségével rögzíthető az asztalon. A szerszámok befogása a főtengelyen található hárompofás tokmány segítségével történik.

A használt vezérlő program segítségével a szerszámot a munkadarab felett a kívánt kezdőpont felé mozgatjuk és utána a Z tengelyt lefelé mozgatva kezdődhet a fűrész.



2. ábra. Hobbi koordináta fűrógép

Műszaki adatok: X=340 mm, Y=280 mm, Z=100 mm maximális elmozdulások, menetszár lépése: P=1,5 mm ((M10),X,Y tengelyeknél) , léptető motor: 3,6°/lépés, ebből következik, hogy az elméleti pontosság $1,5 \text{ mm} / 100 = 15\mu\text{m}$. Az elméleti pontosságban nincsen benne a csavar - anya játéka.

III. A program

A PC-n futó program feladata: az EAGLE (layout editor) által generált fűrő file értelmezése, a koordináták kiválasztása és skálázása, az adatok elküldése a mikrovezérlőnek

Megelőző folyamat: a NYÁK megtervezése, fűrő file generálása (CAM processor, excellion)

```

KORD - Notepad
File Edit Format View Help
M48 <--"File kezdete"
T1C0.28 <--"kerék lyuk + meret"
T2C0.32 <--"kerék lyuk + meret"
%
M47 File: KORD.th <--"file neve"
G05 <--"A gépet fűrő módba kapcsolja"
M72 <--"A koordináták inch-ben vannak megadva"
T1
X2.550Y1.550 <--" koordináta"
T2
X2.050Y1.150 <--" koordináta"
X2.050Y1.550 <--" koordináta"
M30 <--" file vége"
    
```

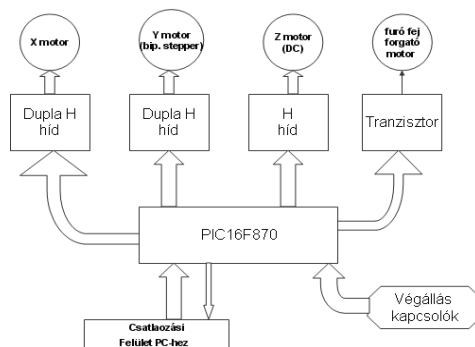
3. ábra. Feldolgozandó fűrő file példa



4. ábra. A program grafikus felülete

IV. A vezérlő áramkör

A számítógépről küldött jeleket egy PIC16F870 mikrovezérlő fogadja és ezek alapján vezérli a motorokat. A bipoláris motor egy L298-as dupla híddal, míg az unipoláris tranzisztorokkal van meghajtva. A le-fel mozgást biztosító motort is egy híd segítségével hajtjuk meg. PC – PIC kommunikáció: az adatok és utasítások átküldéséhez aszinkron soros kommunikációt használunk. Vezetékek: CLK (órajel), DATA (adat), MODE (parancs/adat), ACK (nyugtázás)



5. ábra. Kapcsolási vázlat

3. Eredmények:

Egy software és hardware integráló rendszer megtervezése és megépítése.
 A számítógép különböző ki és bemeneti egységeinek megismerése és alkalmazása. Számítógép – mikroprocesszor - végrehajtó összehangolása.
 Alacsony költségvetésű, működő, gyors, többcélú koordináta fűró elkészítése.
 A koordináta fűró használható mint rajzoló gép, minta kivágó, maró.

Irodalom:

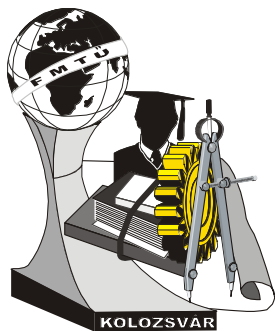
<http://www.hobbycnc.hu>
<http://mikroklub.hu/>

Ferenci Dénes Zsolt, Gidró Levente, egyetemi hallgatók

Munkahely: EMTE Sapientia – Marosvásárhely, Gépészmérnöki – Automatizálási tanszék

Cím: 540053, Románia, Marosvásárhely, Koronka 1C

Telefon: 0265-208.170, Fax: 0265-206.211



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KALAPÁCSOS APRÍTÓGÉPEK VEZÉRLÉSÉNEK FEJLESZTÉSE

(Órléskinetikai megalapozás, mérőberendezés és kísérletek)

(OTKA 048446 kutatás)

Fogarasi Lajos Dr. – Judák Endre Dr. – Petróczki Károly Dr. - Korzenszky Péter

SZIE GEK

Summary

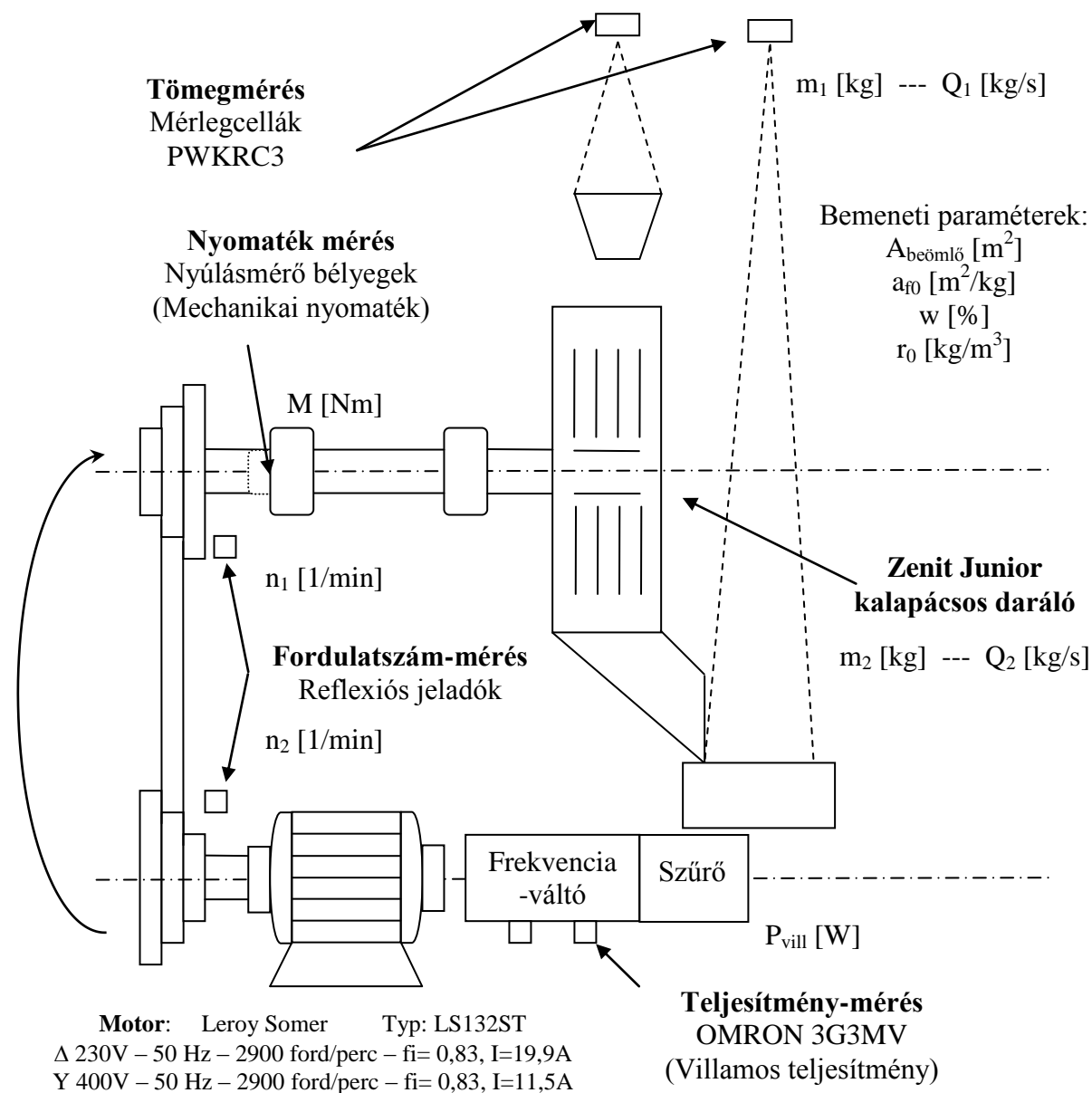
The mechanical investigations on hammer mills and the connected theoretical research is one of the projects carrying on for several years at our Department. The generalization of the results gained until now is still an actual problem that is effected at present, according to the analytical objectives with applying the up-to-date instrumentation and measurement techniques. To the investigations, such a laboratory measurement system has been elaborated and designed that is capable of determining the performance and energy consumption (power requirement) of the mill, the product quality as well as other machine and operating (process) properties with an acceptable accuracy, using not too great sample masses in tests. The investigation was carried out with different cereal grains. The data processing was effected by an own computer software utilizing which a standard model has been developed for handling the measured data. That provides the possibly widest description of the conditions of comminution process according to the present knowledge.

Összefoglaló

A kalapácsos aprítógépek géptani vizsgálata és az ezzel kapcsolatos elméleti kutatás sok éve folyó program Tanszékünkön. Az eddig elért eredmények kiterjesztése ma is folyik, most célzottan a legújabb műszerezési és számítógépes méréstechnika alkalmazásával. Vizsgálatainkhoz olyan laboratóriumi mérőrendszert dolgoztunk ki, amely lehetővé teszi az aprítógép teljesítőképességének, energiafelhasználásának és a termék (őrlemény) minőségének, valamint más gép- és üzemi jellemzők nagyságának kielégítően pontos meghatározását különböző anyagok ill. anyagállapotok esetén, nem túl nagy mintatömegek felhasználásával. A kísérleteket szemes gabonafélékkel végeztük. Az adatfeldolgozást számítógépre vittük, s ezt kihasználva, egységes modellt dolgoztunk ki a mérési adatok kezelésére, amely lehetővé teszi az aprítási viszonyok a jelenlegi ismeretek szerint lehetséges legszélesebb körű leírását.

Mérési összeállítás

A kalapácsos aprítógépek géptani vizsgálata és az ezzel kapcsolatos elméleti kutatás sok éve folyó program. Az eddig elért eredmények kiterjesztése ma is folyik, most már célzottan a legújabb műszerezési és számítógépes mérés technika alkalmazásával. Vizsgálatainkhoz olyan laboratóriumi mérőrendszert dolgoztunk ki, amely lehetővé teszi az aprítógép teljesítőképességének, energiafelhasználásának és a termék (őrlemény) minőségének, valamint más gép- és üzemi jellemzők nagyságának kielégítően pontos meghatározását különböző anyagok ill. anyagállapotok esetén, nem túl nagy mintatömegek felhasználásával.



A kísérleti berendezés felépítése, kimeneti, bemeneti változók, paraméterek

A kialakított rendszer alkalmas a vezérléstechnikai problémák tanulmányozására, az őrési folyamat vezérléstechnikai modellezésére is. A számítógépes mérő-adatfeldolgozó technika képes a

folyamatjellemzők, változók érzékelésére, mérésére és beavatkozó jel képzésére egyaránt. A kutatás célja egy erre is alkalmas program megalapozása és kidolgozása.

A kísérleteket szemes gabonafélékkel végeztük. Az adatfeldolgozást számítógépre vittük, s ezt kihasználva, egységes modellt dolgoztunk ki a mérési adatok kezelésére, amely lehetővé teszi az aprítási viszonyok a jelenlegi ismeretek szerint lehetséges legszélesebb körű leírását.

A közvetlenül mért és befolyásolt jellemzők

Az aprítógép teljesítőképességét a feladott (belépő) ill. a kilépő anyag **tömegárama** (kg/s vagy t/h) adja meg. A kettő értéke stacionárius esetben (a kontinuitási elv szerint) azonos. A szemes termény tömegáramának meghatározásához a be- és a kifolyó anyag tömegének (az adagoló ill. a gyűjtő tartály súlyának) változását mérlegcellák segítségével mérjük és, az idő függvényében, regisztráljuk.

Az aprítási folyamatot, az aprító elemek, az őrlő tér és a pánccélzat kialakításán túl, a **töltet** (az őrlő térben pillanatnyilag tartózkodó anyag) tömege és mozgásállapota határozza meg. A töltet tömege pontosan a belépő és a kilépő tömeg (kg) idő szerint felvett diagramjainak összehasonlításával határozható meg. A töltettömeg a számítógép által feldolgozásra alkalmas formában rögzített tömeg-idő függvények összehasonlításával nyert fáziskülönbség a tömegskálán. A töltet stacionárius üzemben állandó.

A töltet mozgásállapota az egyes aprózódó szemcsék mozgásának, ütközéseinek összessége, amelyet az elemi kölcsönhatások összeadódva határoznak meg. Ennek vizsgálatához a legfontosabb dinamikai paraméter, a töltet tömege és a szemcseméret tömeg szerinti eloszlása mellett, a **forgórész kerületi sebessége**, amely egyúttal bemeneti jellemző (változó) is. A korábbi kutatás diszkrét (korlátozott számú sebesség-, azaz fordulatszám-fokozaton történt) felvételei, alkalmas extrapoláció mellett azt bizonyították, hogy az ütközéses malmok dinamikai függvényei (a tömegáram, örleményfinomság, terhelőnyomaték alakulása a kerületi sebesség, azaz a fordulatszám függvényében) szélsőértékeket (maximum, optimum vagy minimum) vesznek fel jól definiálható helyeken, amelyek őrlésdinamikai vizsgálata elsődrendű célunk és érdekünk. Az eredetileg háromfokozatú ékszűj-áttétellel járatott Zenit Junior kalapácsos daráló hajtását átalakítottuk fokozatmentes megoldására.

A Leroy Somer (LS132ST) típusú, 5,5 kW teljesítményű egy póluspárú, háromfázisú, aszinkronmotorhoz egy teljesítményben és terhelhetőségben is hozzá illő frekvenciaváltót választottunk. A frekvenciaváltó segítségével az 50 Hz-es (3000/min szinkron-fordulatszámú) motor fordulatszámát fokozatmentesen tudjuk állítani elméletileg 0-400 Hz között. A motor kiviteléből és néhány ésszerű paraméterből adódóan a névleges fordulatszámnál ugyan valamivel magasabb értéken de korlátoztuk a frekvenciaváltó kimenetét 60 Hz-en. Az általunk vizsgálni kívánt tartomány a motortengely fordulatra vonatkozóan azonban jóval szélesebb lesz.

A fordulatszám mérését reflexiós elven működő jeladók segítségével oldottuk meg.

A mérőrendszerrel az erősen kiszélesített és megnövelt fordulatszám-tartományban lehetővé vált folytonos dinamikai függvények felvétele és a nevezetes értékek, értékpárok őrlésdinamikai analízise, beleértve a modellalkotást is. Ugyanúgy, és csak a most felépített mérő körrel, lehetőség nyílik a

fokozatmentesen változtatható fordulatszám, mint vezérlő jellemző, hatásának tanulmányozására, ill. a felhasználás géptani, vezérléstechnikai feltételeinek kidolgozására.

A folyamatba bevitt tiszta teljesítmény meghatározásához, a töltet dinamikai jellemzői függvényében alakuló terhelés kinetikai vizsgálatához mérjük a **forgórész-tengelyen ébredő nyomatékot** és a felvett információt, ill. nyomatékfüggvényeket az őrlés elméleti analizisében használjuk fel. A kísérletek során mérjük a hajtó és a hajtott tengelyek fordulatszámát, a frekvenciaváltó által szolgáltatott teljesítmény értéket. A daráló tengelyére ragasztott nyúlásmérő bélyegek segítségével mérni tudjuk a mechanikai nyomatékot. A nyomaték meghatározásához a daráló tengelyére nyúlásmérő bélyegeket ragasztottunk fel. A nyomatékmérő kalibrálását statikus állapotban végeztük el, úgy hogy a tengelyközépvonaltól 0,5 m távolságra ismert tömegű súlyokat helyeztünk és mértük a hídágak közötti potenciálkülönbséget. A bélyegek kivezetéseit a tengelybe mart horonyban vezettük ki a tengelyvégre, ahol csúszógyűrűs jelkeszedők segítségével vittük tovább a jelet.

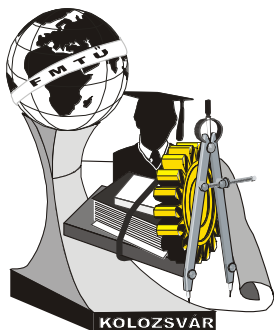
A rendelkezésre álló adatokat a SPIDER 8 típusú mérő adatgyűjtővel rögzítjük.

Az adatgyűjtő alapkiépítésben alkalmas 8 független paraméter egyidejű mintavételezésére. Az első két csatorna (0 és 1) alkalmas impulzus jellegű mennyiségek fogadására a 6 és 7-es csatorna univerzális távadó kimenetek fogadására alkalmas (0-10V, 4-20mA) a többi csatornára teljes hidat vagy fél hidat lehet bekötni.

A kutatás egyik legfontosabb célja az aprítás **energetikai viszonyainak**, a **hatásfokot** (amely a jelenlegi aprítógépeknél rendkívül rossz) meghatározó szerkezeti, dinamikai és folyamatjellemzőinek részletes hatáselemzése és megalapozni a folyamat-hatásfok jelentős javítását. Ehhez nagyszámú felvételre van szükségünk, többféle szerkezeti változat, beállítás, anyagállapot és termékfinomság mellett, ami a felépített mérőrendszerrel hatékony, egyidejű sokparaméteres felvételekkel lehetséges.

A **szemcsefinomság** mintákon végzett közvetett mérések (szitaanalízis) adataiból, a szemcseméret-eloszlási görbe ismeretében definiálható, megadható adat. Közvetlen, egyidejű mérése a folyamatban nem megoldott, jelenleg csak kézi inputtal, az alapjel-képzésben kapcsolható a vezérlő programhoz. A kutatás egyik célja olyan finomságfüggő fizikai-mechanikai jellemző kidolgozása, amely közvetlenül mérhető és ehhez alkalmas mérő-átalakító jeladó fejleszthető ki. Ezt a kialakított mérőrendszer lehetővé teszi.

Az instacionárius üzemállapot (a belépő és a kilépő anyagáram nem azonos és az idő függvényben változik) leképezéshez szükséges felvételekre a felépített rendszer, a számítógépes adatfeldolgozással kiegészítve, ugyanúgy alkalmas.



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

VEGYES TÜZELÉSŰ ERŐMŰVI GŐZKAZÁN SUGÁRZÁSOS ÉS KONVEKTÍV HŐÁTADÁSÁNAK SZÁMÍTÁSA

Fülöp Tamás¹, Dr. Kapros Tibor², Dr. Szűcs³ István, Aranyos József⁴

Abstract

In the research work we examined the fuels, and the combustion technique parameters of fuels in mixed heating for industrial steam boilers. We used the examination of the mixture of four components, namely blast furnace gas, coke oven gas, natural gas, fuel oil. We need to cognitive the calculation in the burners type by the steam boiler, value of flame temperature in the burners firing mixed fuels. We examined the combustion square of steam boiler in the heat tubes with the convection of the water-and steam-course, respectively with the radiation of the flue gas got heat circulation, considering radiant component of flue gas, the combustion technique on the given temperature calculated (with iteral), number of Reynolds, Prandtl and we calculated with the Nusselt number the α konvektív heat transfer coefficient. We calculated the heat tubes temperature from the side of steam and flue gas in the combustion square.

Összefoglalás

Publikációnkban ismertetjük a vegyes tüzelésű ipari gőzkazánokban alkalmazott tüzelőanyagokat, illetve a tüzelőanyagok tüzelési paramétereit. A vizsgálatoknál a négy komponens keverékét használtuk, nevezetesen a kohógázét, kamragázét, földgázét, és a fűtőolajét. A számításokhoz szükséges megismernünk az üzemben működő égőberendezéseket, az égőkben eltüzelt tüzelőanyag keverékek elégetésekor kialakuló lánghőmérséklet értékeket. Vizsgáltuk a kazánok tűzterében a forrcsövekben áramló víz és gőz konvekcióval, illetve a füstgáz sugárzásával megvalósuló hőforgalmat, figyelembe véve a füstgáz sugárzó komponenseit, iterálás útján meghatározott, adott hőmérsékletre számolt hőtechnikai paramétereket, Reynolds számot, Prandtl számot, valamint a Nusselt szám segítségével meghatároztuk az α konvektív hőátadási tényezőt. Kiszámítottuk a tűzterben levő forrcsövek füstgáz és vízgőz oldali hőmérsékletét is.

Bevezetés

A kutatómunkánkban erőművi gőzkazánokban vegyes tüzelés hatására kialakuló sugárzásos és konvekciós hőátadás modelljeit, eredményeit mutatom be. Az üzemben levő kazánparkban a VII., VIII., IX. számú kazánnal foglalkoztunk. A lánghőmérséklet értékeket kazánonként két különböző típusú égőre vonatkozóan egyenként számítottuk ki. A két égőtípus közül az egyik a KFT típusú égő,

amelyen kohógáz és földgáz, a másik égő típusjele GRC, ebben kamragázt, földgázt és fűtőolajat tüzelnek el, a kazánok 4 sarkán 2-2 égővel. A KFT típusú égőnél, a földgázt támasztó tüzelés jelleggel alkalmazzák a VII-VIII. sz. kazánok esetében.

A kazánparkban az átépített kazánok közül a IX. számú berendezés eltérő kivitelű. Itt a mellső falon elhelyezett frontégők 3 sorban, soronként 3 égővel vannak beépítve. A IX. sz. kazánban 4 darab kohógáz-földgáz égőt és 5 darab földgáz-fűtőolaj égőt építettek be. Az alsó sorban egy nagyteljesítményű speciális kohógáz-földgáz égőt helyeztek el (23-23 MW teljesítményű égők). A nagy kapacitású földgázégőn kívül üzemel még egy 4 MW teljesítményű támasztóláng égő is a IX. sz. kazán speciális égőjében. A GRC (földgáz-fűtőolaj) típusú égőkön a IX. számú kazánnál nincs kamragáz elégetés, ugyanis a kokszolóból érkező kamragáz mennyiségét a többi kazánban biztonságosan el lehet tüzelni.

1. A kazánok tüzelési paramétereinek számítása különböző időszakokban

A 2005. évi termelési adatokból, kazánonként, téli-nyári időszakra vonatkozóan kiválasztottunk egy-egy jellemző (referencia) napot. Az égők adiabatikus lánghőmérsékletének meghatározása első közelítésben az (1)-es képlettel történt, eredményei az 1. táblázatban láthatók [1]:

$$T_{adiabatikus} = \frac{Q_{össz}}{\dot{V}_{fsg nedv} \cdot c_{p fsg nedv}} \quad [K] \quad (1)$$

A négyféle tüzelőanyag lánghőmérsékletének meghatározásánál a pirometrikus hatásfokot, az eddigi szakmai tapasztalatok alapján 0,7-nek vettük fel. A gyakorlati lánghőmérsékletet a KFT és a GRC típusú égők esetén külön-külön határoztuk meg a (2) és (3) összefüggések alapján [2].

$$T_{lángKFT} = T_{lángKH} \cdot a^* + T_{lángFG} \cdot d^* \quad [K] \quad (2)$$

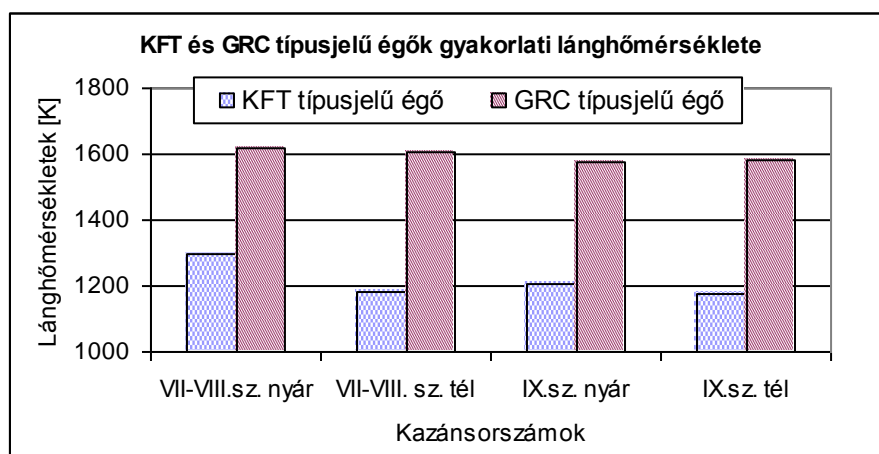
$$T_{lángGRC} = T_{lángKM} \cdot b^* + T_{lángFG} \cdot d^* + T_{lángFO} \cdot e^* \quad [K] \quad (3)$$

Az a^* , b^* , d^* , e^* kalorikus részarányok az adott égőtípusra jellemzőek. A KFT típusú égőnél a kohógáz (a^*)-földgáz (d^*) részarány, a GRC típusú berendezésnél a kamragáz (b^*)-földgáz (d^*)-könnyű kénmentes fűtőolaj (e^*) részarányt vettük figyelembe.

1. táblázat Az egyes égőtípusok adiabatikus és gyakorlati lánghőmérséklete

Kazánsorszámok és időszakok	Adiabatikus lánghőm. [K]		Gyakorlati lánghőm. [K]	
	T láng KFT	T láng GRC	T láng KFT gvak	T láng GRC gvak
VII-VIII. sz. nyári	1849	2313	1294	1619
VII-VIII. sz. téli	1690	2299	1183	1609
IX. sz. nyári	1721	2253	1205	1577
IX. sz. téli	1676	2263	1173	1584

A KFT és a GRC típusjelű égők gyakorlati lánghőmérsékletét a kazánok nyári, illetve téli időszakára vonatkozóan az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra A KFT és a GRC típusjelű égők gyakorlati lánghőmérséklete nyári és téli időszakban

Az 1. ábrából jól látható, hogy a KFT típusú égő adiabatikus lánghőmérséklete jóval kisebb a GRC típusú égőnél, ami a KFT égőben eltüzelt földgáz támasztógáz mellett az alacsony kohógáz fűtőértékkel magyarázható. Tehát a kohógáz- támasztó földgáz arány nagymértékben befolyásolja az egyes égők lánghőmérsékletét, mivel jelen esetben a téli időszakban több kohógázt viszünk be, mint a nyári időszakban, és a kohógáz alacsony fűtőértéke leviszi a lánghőmérsékleteket. A 2. táblázatban az egyes kazánok adiabatikus és gyakorlati lánghőmérsékleteit láthatjuk különböző időszakokban.

2. táblázat Az adiabatikus és gyakorlati lánghőmérsékletek különböző időszakokban

Kazánsorszámok és időszakok	T _{láng kev} [K] adiabatikus	T _{láng kev} [K] gyakorlati
VII-VIII. sz. nyári	1927	1349
VII-VIII. sz. téli	1959	1371
IX. sz. nyári	2001	1401
IX. sz. téli	1876	1313

2. Sugárzásos hőátadás a kazán tűzterében

A tűztéri sugárzásos hőátadás a (4)-es kifejezésből határozható meg.

$$q_{fsg} = c_0 \cdot \frac{\varepsilon_{fsg} \cdot \varepsilon_{cs\,eff}}{\varepsilon_{fsg}(1 - \varepsilon_{cs\,eff}) + \varepsilon_{cs\,eff}} \left[\left(\frac{T_{fsg}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{cs}}{100} \right)^4 \right] \quad \left[\frac{W}{m^2} \right], \quad (4)$$

ahol c_0 -Stephan-Boltzman állandó [W/m^2K^4], $\varepsilon_{cs\,eff}$ - a cső effektív emissziós tényezője, T_{fsg} - átlagos füstgáz hőmérséklet [K], T_{cs} - a csőfal külső hőmérséklete [K], ε_{fsg} - a füstgáz emissziós tényezője [3].

A számolást az egyes emissziós tényezők meghatározásával kezdtük, a CO₂-re, H₂O-ra, füstgázra, és az acélcsövekre. A füstgázkomponensek sugárzási együtthatója a hőmérséklettől, továbbá a sugárzó komponensek parciális nyomásának és a tüztér geometriai kialakítását jellemző optikai úthossznak a szorzatától (p's) függ. A füstgáz emissziós tényezőjét az(5)-ös kifejezés felhasználásával számoltuk ki.

$$\varepsilon_{fsg} = \varepsilon_{CO_2} + \varepsilon_{H_2O} - \Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2 \quad (5)$$

ahol $\varepsilon_{CO_2}, \varepsilon_{H_2O}$ - a CO₂ és a H₂O emissziós tényezője,

$\Delta\varepsilon_1, \Delta\varepsilon_2$ - a füstgáz sugárzó komponenseinek korrekciós tényezője [3].

A T_{cs} értékét a teljes hőforgalom ismeretében iteratív módon határoztuk meg. A forrcsövek hőmérsékleteinek meghatározásánál a belső felületen konvektív hőátadással számoltunk, míg a tüztérben levő füstgáz esetén mind a konvektív, mind a sugárzásos hőátadást figyelembe vettük.

3. Konvektív hőcsere a tüztérben

A tüztéri és a faltúlhevítőkből kialakult konvektív hőcsere folyamatában csak a membránfalhoz közeli füstgázrétegek vesznek részt. A konvektív hőcsere a csőfal külső felülete mentén és a csövekben áramló víz, ill. gőz között valósul meg. A számítások során meghatároztuk az egyes füstgáz alkotó komponensek arányát az összes keletkezett füstgáz mennyiségéhez képest. A füstgáz hőfizikai adatait 850 °C-os, a vízgőzét a forrcsövekből felszálló gőz 250 °C-os hőmérsékletével számítottuk. Ezek figyelembevételével határoztuk meg a kinematikai viszkozitást, a Reynolds számot, Prandtl számot, a Nusselt számot és az α hőátadási tényezőket mind a gőzre, mind a füstgázra. A 'k' hőátbocsátási tényező, a Nusselt szám, a hővezetési tényező, a hidraulikus átmérő, illetve a forrcsövek belső átmérőinek ismeretében a tüztéri konvektív hőáram meghatározható.

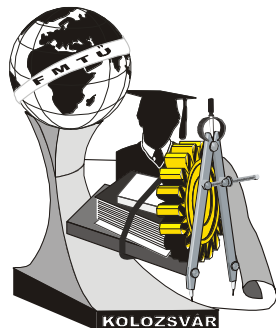
Az anyagjellemzőket a [4]. irodalom táblázatai alapján vettük fel.

Irodalomjegyzék

- [1] ME, Műszaki Anyagtudományi Kar, Tüzeléstani és Hőenergia Tanszék: Kazánüzem tüzelőanyag felhasználás optimalizálása, zárójelentés, Miskolc, 2004. december, 33. p.
- [2] Dr. Farkas Ottóné – Dr. Nagy Géza: Tüzeléstan Tk, Budapest, 1985. 180.p.
- [3] Dr. Kapros Tibor: Műszaki hőtan, Miskolci Egyetem, 1997., 141. p.
- [4] Kuzman Raznjevic: Hőtechnikai táblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964., 336. p.

Fülöp Tamás

Miskolci Egyetem, Tüzeléstani és Hőenergia Tanszék, Hungary, 3515 Miskolc-Egyetemváros
 Telefon: +3620/209-4079, Fax: +3646/431-820, E-mail: tuzfulop@uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A TANÁRI PÁLYA ÉLMÉNYVILÁGA

Fűzi Beatrix

Abstract

The research aim was the exploration of experiences, successes and frustrations of the teacher profession. Interesting consequences were found by using qualitative and quantitative researching methods. The priority of the positive emotional contact between the teacher and the students was confirmed in the successful pedagogical work. Other studied question was how the teacher's opinion of the students can influence the teaching methods. The results pointed out the connections among the teacher's experiences, self-development and propensity to innovation. Set out from the results ideas and proposals were worked out to give ability to the teachers to establish their vocational success.

Összefoglalás

A kutatás célja a tanári pálya élményvilágának feltárása. Különböző kutatási módszerek alkalmazásával a probléma több szemszögből való elemzésére nyílt mód. Az eredmények megerősítik a tanárok és diákjaik közötti pozitív érzelmi kapcsolatok elsődleges szerepét a pedagógiai munka sikerében. A kutatás egy másik központi kérdése a pedagógusok oktatási-nevelési módszerei és a tanítványokról alkotott elképzeléseik kapcsolatát vizsgálta. A kutatás eredményei elgondolkodtató összefüggésekre mutattak rá a tanárok élményei, személyiségfejlődése és innovációs hajlandósága között. Mindezekre támaszkodva olyan módszerek és ötletek megfogalmazására került sor, melyek hozzájárulhatnak a pedagógusok szakmai sikereinek tudatos megalapozásához.

A pedagógia ritkán tárgyalja, hogy a gyermekek, fiatalok oktatásához, neveléséhez szükséges elfogadó légkör megteremtéséhez a pedagógus jó közérzete elengedhetetlen. Kiindulva abból, hogy az eredményes és hatékony munkavégzés feltétele az időről időre átélt sikerélmény [5.], a vizsgálódás célja a pedagógusok tevékenysége során szerzett élményei, érzelmei és munkájuk eredményessége, személyiségük alakulása között feltételezhető kapcsolatok feltárása.

A kutatási irányok pontos meghatározásában segítséget nyújtottak azok a korábban készült kutatások, melyek többek között a tanárok társadalmi helyzetével, szerepével és az oktatás hatékonyságát fokozó kérdésekkel foglalkoztak.

Az utóbbi években a tanári pálya társadalmi elismertsége jelentősen csökkent. Ezzel összevetve ellentmondásos jelenség, hogy az érvényesülni képes állampolgár modelljében a megkérdezettek a szellemi tőkének és a kiemelkedő szaktudásnak tulajdonították a legnagyobb jelentőséget. A tudás fontos, de annak közvetítőit nem méltányolja a társadalom?

Miközben egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítunk az oktatásban a tanulók egyéni igényeihez való igazodásnak, vajon megkapják-e a neveléssel, oktatással foglalkozók azt a figyelmet vezetőiktől, mellyel ösztönzésük személyre szabottá válhat? Kinek egy továbbképzés, kinek egy különleges

tanórán kívüli foglalkozás megteremtésének lehetősége, stb. Észre veszik-e a felettesek, hogy ki miben nagyszerű? Ezek a felfedezések – éppúgy, mint a diákokkal kapcsolatban – lehetővé teszik a siker érzésének átélését.

A pedagógus szerepében való hitelességének fontossága több kutatással is alátámasztható. Jiri Pelikán neveléstudományának főbb összetevői között említi a tanulói személyiség spontán alakításának fontosságát [4.]. Nem az ismeretközvetítésben látja a nevelés leghatékonyabb módszerét, hanem az ösztönös nevelői reakciókban és bánásmódban. Ez azonban szorongásoktól, elvárásoktól terhelt helyzetben ritkán figyelhető meg, míg az önmagát a helyzetben jól érző tanár esetében gyakran. A hitelesség, a spontán önkifejezés olyan helyzetekben jön létre, amelyben nem csak a szerephez tartozó viselkedésformáikkal, hanem valódi érzelmeikkel is jelen vannak a szereplők. Freund Tamás szerint az eredményesség feltétele a pozitív érzelmi viszonyulás tanárok és tanulók között, mert a nevelő hatásokon túl ez nyitja meg az elme és a személyiség kapuit a formálódás és gyarapodás előtt [2.]. Ez nem képzelhető el egyoldalúan, kialakítását a tanároknak kell kezdeményezniük, még hozzá anélkül, hogy feladatnak tekintenék. A tanárok kiegészítő jelenségének vizsgálatai alapján a kiegészítés elsősorban a sikerélmények és visszajelzések hiányára, a tanár-diák kapcsolatok érzelmi elsivárosodására vezethetők vissza [7.].

A pedagógus munkájának másik tükré a tanulói teljesítmény. Napjainkban a cselekedtető és a konstruktivista szemlélet alkalmazása követelménynek tekinthető, az eredményesség fokozása érdekében. Az egyéni, páros- és csoportmunka és ezzel együtt a tanulók aktivitása fokozódik, kapcsolataik száma megnő. A tananyag összeállításában a diákok előzetes ismereteinek, naiv elképzeléseinek felhasználása megkönnyíti az új ismeretek befogadását [6.]. Ez azonban megkívánja a pedagógustól, hogy diákjaival folyamatos kapcsolatot tartson, hogy a tananyagot időről időre újragondolja. A diákokhoz való igazodás igényével végzett tanóratervezés a közös tevékenységre való ráhangolódás révén megalapozhatja a tanítványokhoz való pozitív viszonyulást.

A szakirodalmak alapján a tanítás folyamatának eredményességében a tanár és tanulók kapcsolata tölt be kulcsszerepet. A kutatás során ezt a kapcsolatot igyekeztem új nézőpontokból feltárni. A vizsgálódás kiindulási hipotézisei a következők voltak:

- a diákjaikról pozitívabb elképzelésekkel bíró tanárok sikeresebbnek érzik magukat;
- a diákjaikról pozitívan vélekedő tanárok több olyan munkaformát, módszert alkalmaznak, amiben a diákok szerepelhetnek, kifejezhetik gondolataikat, teret nyernek önmaguk kibontakoztatására.

A feltevések vizsgálata két részből tevődött össze. Elsőként kvantitatív, kérdőíves felmérés készült. A kapott eredmények számos új kérdést vetettek fel, melyek elmélyültebb vizsgálatához kvalitatív módszer – mélyinterjú – alkalmazása mutatkozott megfelelőnek. Az alább bemutatott kutatás egy átfogóbb vizsgálat megalapozását, az eszközök kipróbálását, a vizsgált feltevések pontosítását szolgálta, ezért a vizsgált minta elemszáma mindössze 40 fő volt. Véletlenszerűen alakult a kérdőívek kitöltésére szabadon jelentkező általános-, közép- és felsőoktatásban dolgozó tanárok aránya.

A kérdőívek leíró- és matematikai statisztikai elemzése során néhány egymással ellentmondó, elgondolkodtató eredmény született. A kérdezett tanárok túlnyomó része (78%) tanítványaival való kapcsolatát jónak ítéli. Ugyanakkor a diákjaikkal elégedett, az őket elfogadni képes pedagógusok aránya csupán 13%. Továbbá a válaszadó pedagógusok jelentős része (71%) a munkáját zavaró tényezőként a tanulókkal kapcsolatos viselkedési, figyelmi, fegyelmi, képességbeli nehézségeket nevezett meg.

A válaszok elemzése során megerősítést nyert az a hipotézis, miszerint a munka által okozott öröm mértéke és a diákokkal való kapcsolat minősége közötti összefüggés ($r_{4,5} = 0,689$, $p_{4,5} < p_{99,9\%} = 0,001$) egymással erős pozitív korrelációt mutat és valószínűsége 99,9% feletti. Ebből arra következtethetünk, hogy a pedagógus diákokkal kialakított kapcsolatának minősége a pedagógus közérzetét, iskolai élményeit jelentősen befolyásolja. A diákokkal való kapcsolatok kialakulását és minőségét viszont a diákok elfogadásának mértéke határozza meg ($r_{4,20} = 0,68$, $p_{4,20} < p_{99,9\%} = 0,001$). Megfogalmazható tehát, hogy a diákok elfogadása és a velük való pozitív érzelmi kapcsolatok kialakítása jelentősen hozzájárul ahhoz, hogy a pedagógusok sikerélményekkel gazdagodjanak munkájuk során.

A diákok elfogadásának mértéke és az alkalmazott módszerek és munkaformák közötti összefüggést az eredmények nem támasztották alá. A vizsgált minta adatainak eloszlása alapján valamilyen összefüggés feltételezhető volt, de ez csak 16%-os szinten valószínűsíthető ($p = 0,84 > p_{95\%} = 0,05$). A diákok elfogadásának mértéke tehát nem mutat szignifikáns összefüggést azzal, hogy milyen módszereket, munkaformákat alkalmaz a pedagógus.

A kvalitatív kutatási módszer alkalmazására nem csak a kutatás egyes területeinek elmélyítése céljából került sor, hanem a sokaságból kiemelt egyedi elemekkel való gazdagítása miatt. A tanárokkal folytatott mélyinterjúkból levonható következtetések nem egyeznek meg teljes mértékben a kérdőíves felmérés eredményeivel. A módszerválasztással kapcsolatban megfogalmazott feltevés, mely szerint a diákjait elfogadó tanár előnyben részesíti az ún. diákközpontú módszereket – szemben a kérdőíves kutatás eredményeivel – megerősítést nyert. Bár a beszélgetések elemzése nem támasztja alá, hogy a diákközpontú módszerek alkalmazása gyakoribb lenne, mint a diákjaikról negatívan vélekedő tanárok esetében, de a résztvevő oktatók szerint emlékezetes, sikeres óráik során ilyen metódusokat alkalmaztak.

Az interjúkészítés kezdetekor központi kérdés volt, hogy milyen szerepet tölthetnek be a sikerélmények a tanárok önreflektív gondolkodásának fejlődésében, az innovációs hajlandóságukban. Az interjú résztvevőinek gondolatai alapján a sikerélmények nem csak érzelmi, hanem értelmi feldolgozásra is kerülnek. Ennek során a hatékony és eredményes viselkedések és módszerek megerősödnek. A sikerélmény önreflexióban betöltött szerepe fontosnak tűnik abból a megközelítésből is, hogy a kudarcélményekkel szemben magában hordozza a fejlesztést biztosító pozitív érzelmi töltést. A sikerélmények energiát biztosítanak a fejlesztendő területekkel való megküzdéshez.

A pedagógiai munka sikerességében minden megkérdezett tanár kiemelte a célok jelentőségét, de különböző szerepet tulajdonítottak nekik. Egyrészt a tevékenység értelmessé tételét várták a céloktól, másrészt a hosszú távú hatásgyakorlás irányítójaként határozták meg azokat. A legérdekesebb vélekedés a célok viselkedés energizáló szerepét hangsúlyozta, mely szerint „a megfogalmazott célok iránti elkötelezettségből fakadhat az a szenvedély, mely minden akadályt félresöpör a tananyag átadásának útjából”. A célok jelentőségét fokozza, hogy Frankl szerint a lelki egyensúly megőrzésének elengedhetetlen feltétele a jövőre vonatkozóan a tevékenységek értelmének megtalálása [3.].

A tanárok számára diákjaikkal megélhető közös élmények, visszajelzések jelentik a sikerélmények legfontosabb forrását, ezért a diákokkal való valódi érzelmi kapcsolatok kialakításától való tartózkodás komoly hiba, és nem csak a siker érzésétől fosztja meg a tanárt, hanem nevelő erejének meghatározó részétől is. A pedagógiai tevékenység sikere azokban a pillanatokban születik, melyekben a tanár által életre hívott légkörben a diákokkal együtt ő maga is feloldódik és sodródik.

A sikerélmények létrejötte esetenként a véletlen műve, a fent tárgyalt kutatás azonban éppen arra mutat rá, hogy az órák tervezése során – értelmes célok kitűzésével, alapos felkészüléssel, a diákok visszajelzéseire való nyitottsággal és ezek felhasználásával, a tananyagot élményekhez társító módszerek választásával – a pedagógiai munka sikere megalapozható.

[1.] Csíkszentmihályi Mihály: Flow – Az áramlat. A tökéletes élmény pszichológiája, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.

[2.] Freund Tamás: A kannabisz hatása a tanulásra (előadás a Mindentudás egyetemén) Budapest, 2004

[3.] Frankl, Viktor: Az ember az értelemre irányuló kérdéssel szemben, Jel Kiadó, Budapest, 2005

[4.] Jiri Pelikán: A pedagógiai néhány nyitott kérdése in. Bábosik I. – Kárpáti A.: Összehasonlító Pedagógia, BIP Kiadó, Budapest, 2002

[5.] Klein Sándor: Munkapszichológia, SHL Kiadó, Budapest, 2001

[6.] Nahalka István: Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben?, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002

[7.] Szabó Ildikó: A tanárok szakma- és szerepfelfogása a kilencvenes években, Új Pedagógiai Szemle, 1997

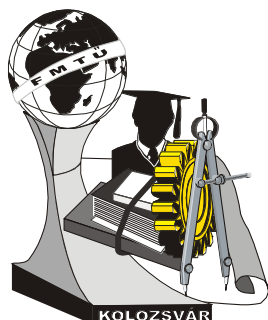
Fúzi Beatrix

BMF BGK Mérnökpedagógiai Intézet

1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.

+36 1 219-63-89

fuzi.beatrix@bgk.bmf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A PÉTERVÁR-I CSAVAR TAGJAI POZÍCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA KÉNYSZEREGYENLETEK SEGÍTSÉGÉVEL

Gergely Attila-Levente

Abstract

This paper briefly presents a method with help to calculate a mechanism movement equation. A mechanism movement equation was hard to determine with the traditional methods, in this problem helps us this new method, the constraint equation's method. The solutions of the system, which contains the constraint equations, will be the coordinate of each part of the mechanism and the Euler-angle of these parts.

Összefoglaló

Egy mechanizmus kinematikai vizsgálatához szükségünk van a mechanizmus tagjainak mozgását leíró mozgásegyenletekre. Ezeket a mozgásegyenleteket nehézkesen lehet meghatározni a hagyományos módszerekkel. E problémára adnak megoldást a kinematikai párokra felírt kényszer egyenletek. A kényszer egyenletekből alkotott egyenletrendszer megoldásaként az egyes tagok súlypontjainak koordinátáit és a tehetetlenségi koordináta rendszerek Euler-szögeit kapjuk a vonatkoztatási rendszerhez képest.

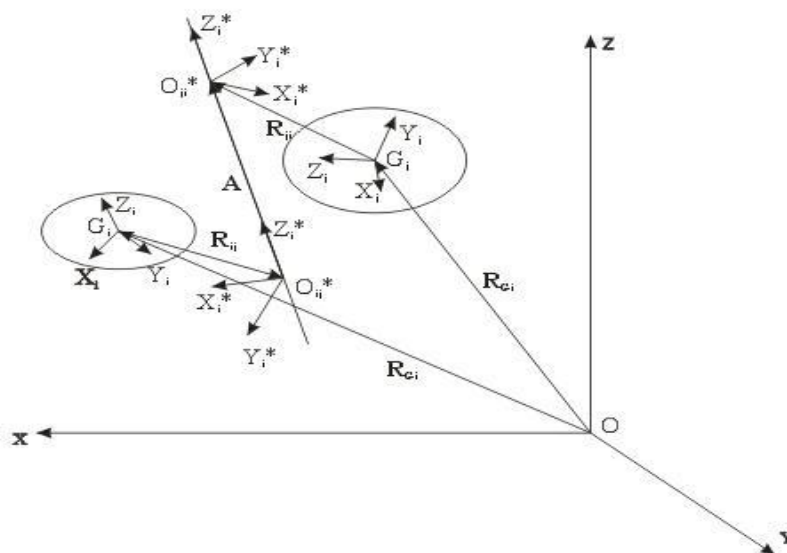
A kényszer egyenletek elméletének rövid áttekintése

Bármely mechanizmus kinematikai párokból épül fel, melyek csuklók segítségével vannak egymáshoz csatolva. Egy térbeli tagnak szabad állapotban hat szabadságfoka van, melyből három lineáris egy koordináta rendszer tengelyei mentén, és három forgó a tengelyek körül. A csukló, típusától függően, egy bizonyos számú mozgást kizár a fentiek közül, a kizárt mozgások száma megegyezik a csuklóra felírható kényszer egyenletek számával.

Feltételezünk két tagot, melyek egy csuklóval vannak összekötve.

A tagokhoz rögzítünk egy-egy képzeletbeli (Δ_i, Δ_j) egyenest, melyek mentén vagy körül történik a relatív, lineáris vagy forgó mozgás a két tag között. Ezen egyenesek egybeeshetnek vagy merőlegesek lehetnek egymásra a csuklótól függően. A tagokon felvesszük a központi tehetetlenségi koordináta rendszert, melyek Euler-szögei Ψ_i, θ_i, Φ_i és Ψ_j, θ_j, Φ_j a viszonyítási rendszerhez képest. Mindkét taghoz hozzárendelünk egy-egy segédrendszert $O_i^*, X_i^*, Y_i^*, Z_i^*$ és $O_j^*, X_j^*, Y_j^*, Z_j^*$, amelyek a darabok geometriai rendszereinek

felenek meg, és melyek X vagy Z tengelye a Δ egyenesen van. A központi tehetetlenségi koordináta rendszerek és a geometriai (segéd-) rendszerek egymáshoz képest nem mozognak el.



1. ábra. Két tag csukloval való összekötésének sémája

Az (1. ábra)-ra tekintve felírható a következő vektoriális egyenlet:

$$\mathbf{R}_{G_i} + \mathbf{R}_{ij} + \mathbf{A} - \mathbf{R}_{ji} - \mathbf{R}_{G_j} = \mathbf{0} \quad (1)$$

Az (1) vektoregyenlet matrixegyenlete:

$$\begin{bmatrix} x_{G_i} \\ y_{G_i} \\ z_{G_i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_{i1} & \beta_{i1} & \gamma_{i1} \\ \alpha_{i2} & \beta_{i2} & \gamma_{i2} \\ \alpha_{i3} & \beta_{i3} & \gamma_{i3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{ij} \\ y_{ij} \\ z_{ij} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11i} & b_{12i} & b_{13i} \\ b_{21i} & b_{22i} & b_{23i} \\ b_{31i} & b_{32i} & b_{33i} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ a \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \alpha_{j1} & \beta_{j1} & \gamma_{j1} \\ \alpha_{j2} & \beta_{j2} & \gamma_{j2} \\ \alpha_{j3} & \beta_{j3} & \gamma_{j3} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_{ji} \\ y_{ji} \\ z_{ji} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_{G_j} \\ y_{G_j} \\ z_{G_j} \end{bmatrix} = \mathbf{0} \quad (2)$$

Az irányítványozók felírása az Euler-szögek függvényében:

$$\alpha_{1i} = \cos\Psi_i \cos\Phi_i - \sin\Psi_i \cos\theta_i \sin\Phi_i$$

$$\alpha_{2i} = \sin\Psi_i \cos\Phi_i + \cos\Psi_i \cos\theta_i \sin\Phi_i$$

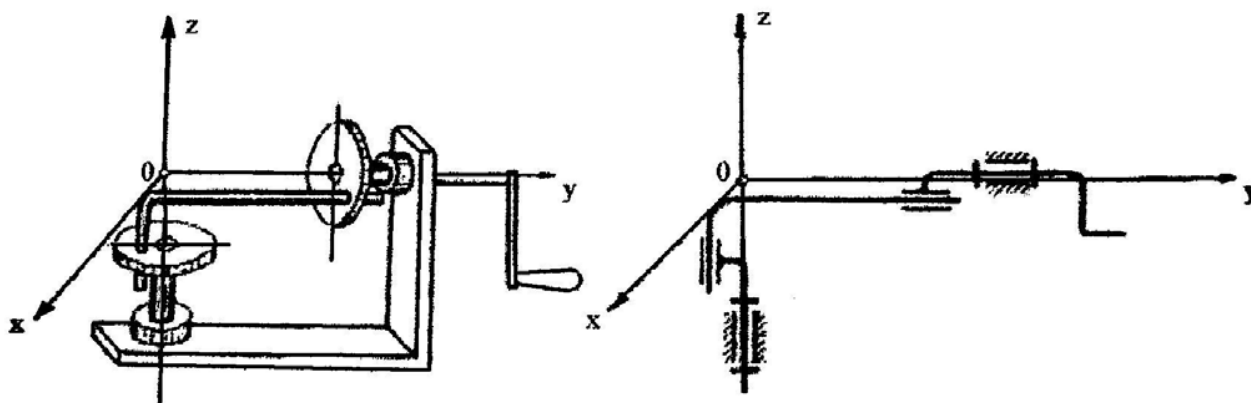
$$\alpha_{3i} = \sin\theta_i \sin\Phi_i$$

$$\beta_{1i} = -\cos\Psi_i \sin\Phi_i - \sin\Psi_i \cos\theta_i \cos\Phi_i$$

$$\beta_{2i} = -\sin\Psi_i \sin\Phi_i + \cos\Psi_i \cos\theta_i \cos\Phi_i$$

$$\begin{aligned}
 \beta_{3i} &= \sin\theta_i \cos\Phi_i \\
 \gamma_{1i} &= \sin\Psi_i \sin\theta_i \\
 \gamma_{2i} &= -\cos\Psi_i \sin\theta_i \\
 \gamma_{3i} &= \cos\theta_i
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

A kényszeregyenletek felírása a Pétervár-i csavar tagjaira



3. ábra. A Pétervár-i csavar

Miután felrajzoltuk a sémát nagy figyelemmel kell megválasztani a viszonyítási koordináta rendszert, ugyanis a mechanizmus tagjai csak X vagy Z tengely körül szabad forgó mozgást végezzenek. Ezután felvesszük a súlypontokat a darab geometriai koordináta rendszerben.

A vektorok egy zárt kontúrt kell alkossanak. Ügyelnünk kell arra, hogy a egyes darabok tevezésénél használt geometriai koordináta rendszereknek (melyeket a (4. ábra)-n a csillag (segéd-) rendszerek jelölnek) az origója az összeszerelés során egybe essen a megfelelő csuklók esetén.

Miután az ábrával megvagyunk következhet a kényszeregyenletek felírása az egyes csuklókra.

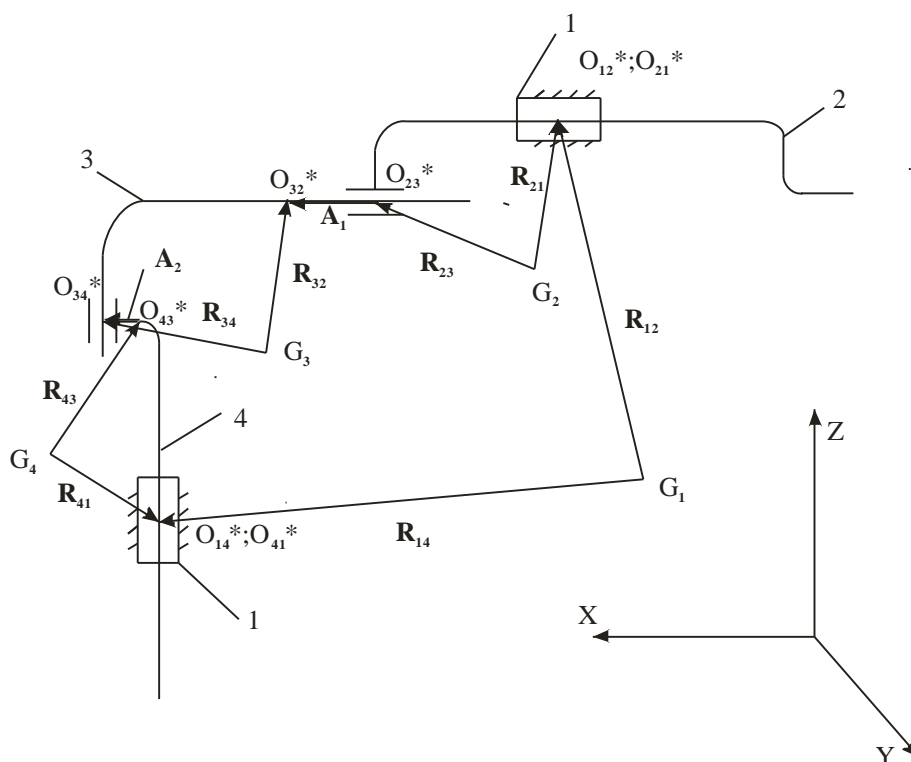
Az 1., 2. tagokat egy ötöd osztályú csukló köt össze, öt egyenletünk lesz.

Felírható a következő vektoregyenlet:

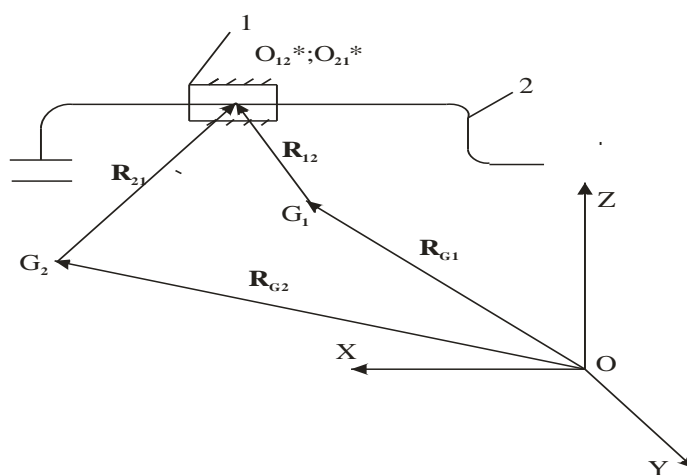
$$\mathbf{R}_{G1} + \mathbf{R}_{12} - \mathbf{R}_{21} - \mathbf{R}_{G2} = \mathbf{0}
 \tag{4}$$

Ezt az egyenletet matrixalakban (fix rendszerben van felírva) felírva, majd behelyettesítve az iránykoszinuszok kifejezését a tagra felírható kényszeregyenletekhez jutunk.

$$\begin{aligned}
 &x_{G1} + x_{12}(\cos\Phi_1 \cos\Psi_1 - \sin\Phi_1 \sin\Psi_1 \cos\theta_1) - y_{12}(\sin\Phi_1 \cos\Psi_1 + \cos\Phi_1 \sin\Psi_1 \cos\theta_1) + z_{12} \sin\theta_1 \sin\Psi_1 - \\
 &- x_{G2} - x_{21}(\cos\Phi_2 \cos\Psi_2 - \sin\Phi_2 \sin\Psi_2 \cos\theta_2) + y_{21}(\sin\Phi_2 \cos\Psi_2 + \cos\Phi_2 \sin\Psi_2 \cos\theta_2) - z_{21} \sin\theta_2 \sin\Psi_2 = 0 \\
 &y_{G1} + x_{12}(\cos\Phi_1 \sin\Psi_1 + \sin\Phi_1 \cos\Psi_1 \cos\theta_1) - y_{12}(\sin\Phi_1 \sin\Psi_1 - \cos\Phi_1 \cos\Psi_1 \cos\theta_1) - z_{12} \sin\theta_1 \cos\Psi_1 - \\
 &- y_{G2} - x_{21}(\cos\Phi_2 \sin\Psi_2 + \sin\Phi_2 \cos\Psi_2 \cos\theta_2) + y_{21}(\sin\Phi_2 \sin\Psi_2 - \cos\Phi_2 \cos\Psi_2 \cos\theta_2) + z_{21} \sin\theta_2 \cos\Psi_2 = 0 \\
 &z_{G1} + x_{12} \sin\theta_1 \sin\Phi_1 + y_{12} \sin\theta_1 \cos\Phi_1 + z_{12} \cos\theta_1 - z_{G2} - x_{21} \sin\theta_2 \sin\Phi_2 - y_{21} \sin\theta_2 \cos\Phi_2 - z_{21} \cos\theta_2 = 0
 \end{aligned}$$



4. ábra. A mechanizmus sémája a helyzetvektorokkal



5. ábra. 1-2 tag sémája

$$b_{111}-b_{112}=0$$

$$b_{211}-b_{212}=0$$

(5)

A 4., 5. egyenletek abból a feltételből kapjuk hogy az egyes tagokhoz tartozó segéd koordináta rendszerek X tengelyei egybe kell essenek.

A 2., 3. tag kapcsolatára szintén felírhatjuk a (4)-es egyenletet, azzal a különbséggel, hogy a kifejezésben szerepelni fog az \mathbf{A}_1 vektor.

$$\mathbf{R}_{G2} + \mathbf{R}_{23} + \mathbf{A}_1 - \mathbf{R}_{32} - \mathbf{R}_{G3} = \mathbf{0} \quad (6)$$

Az \mathbf{A}_1 vektor rotációs matrixát, mely a fix rendszerbe forgatja át, a következő keppen lehet felírni:

$$\mathbf{T}_{ii}^* = \mathbf{T}_{1i} \cdot \mathbf{T}_{ii}^* \quad (7)$$

A \mathbf{T}_{ii}^* matrix a segéd koordinátarendszer és a tehetetlenségi koordináta rendszer közti iránykoszinuszokat tartalmazza. A tervezés folyamán használt program segítségével is meg lehet határozni ezt a matrixot. A \mathbf{T}_{1i} matrix tagjai a tehetetlenségi és a viszonyítási koordináta rendszer közti iránykoszinuszok.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{b}_{112} & \mathbf{b}_{122} & \mathbf{b}_{132} \\ \mathbf{b}_{212} & \mathbf{b}_{212} & \mathbf{b}_{232} \\ \mathbf{b}_{312} & \mathbf{b}_{312} & \mathbf{b}_{332} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{21} & \beta_{21} & \gamma_{21} \\ \alpha_{22} & \beta_{22} & \gamma_{22} \\ \alpha_{23} & \beta_{23} & \gamma_{23} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \cos \alpha_{21}^0 & \cos \beta_{21}^0 & \cos \gamma_{21}^0 \\ \cos \alpha_{22}^0 & \cos \beta_{22}^0 & \cos \gamma_{22}^0 \\ \cos \alpha_{23}^0 & \cos \beta_{23}^0 & \cos \gamma_{23}^0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Mivel az \mathbf{A}_1 az X tengelyen helyezkedik el csak erre a tengelyre vonatkozó iránytényezőket írjuk fel, ugyanis a többi zéroval egyenlő. A (7)-os összefüggésből következik:

$$\begin{aligned} \mathbf{b}_{112} &= \alpha_{21} \cos \alpha_{21}^0 + \beta_{21} \cos \alpha_{22}^0 + \gamma_{21} \cos \alpha_{23}^0 \\ \mathbf{b}_{212} &= \alpha_{22} \cos \alpha_{21}^0 + \beta_{22} \cos \alpha_{22}^0 + \gamma_{22} \cos \alpha_{23}^0 \\ \mathbf{b}_{312} &= \alpha_{23} \cos \alpha_{21}^0 + \beta_{23} \cos \alpha_{22}^0 + \gamma_{23} \cos \alpha_{23}^0 \end{aligned} \quad (9)$$

Behelyettesítés és a szorzások elvégzése után a következő egyenletekhez jutunk:

$$\begin{aligned} &x_{G2} + x_{23}(\cos \Phi_2 \cos \Psi_2 - \sin \Phi_2 \sin \Psi_2 \cos \theta_2) - y_{23}(\sin \Phi_2 \cos \Psi_2 + \cos \Phi_2 \sin \Psi_2 \cos \theta_2) + z_{23} \sin \theta_2 \sin \Psi_2 + \\ &+ \mathbf{A}_1 [(\cos \Psi_2 \cos \Phi_2 - \sin \Psi_2 \cos \theta_2 \sin \Phi_2) \cos \gamma_{21}^0 + (-\cos \Psi_2 \sin \Phi_2 - \sin \Psi_2 \cos \theta_2 \cos \Phi_2) \cos \gamma_{22}^0 + \sin \Psi_2 \sin \theta_2 \cos \gamma_{23}^0] - \\ &- x_{G3} - x_{32}(\cos \Phi_3 \cos \Psi_3 - \sin \Phi_3 \sin \Psi_3 \cos \theta_3) + y_{32}(\sin \Phi_3 \cos \Psi_3 + \cos \Phi_3 \sin \Psi_3 \cos \theta_3) - z_{32} \sin \theta_3 \sin \Psi_3 = 0 \\ &y_{G2} + x_{23}(\cos \Phi_2 \sin \Psi_2 + \sin \Phi_2 \cos \Psi_2 \cos \theta_2) - y_{23}(\sin \Phi_2 \sin \Psi_2 - \cos \Phi_2 \cos \Psi_2 \cos \theta_2) - z_{23} \sin \theta_2 \cos \Psi_2 - \\ &- y_{G3} - x_{32}(\cos \Phi_3 \sin \Psi_3 + \sin \Phi_3 \cos \Psi_3 \cos \theta_3) + y_{32}(\sin \Phi_3 \sin \Psi_3 - \cos \Phi_3 \cos \Psi_3 \cos \theta_3) + z_{32} \sin \theta_3 \cos \Psi_3 = 0 \\ &z_{G2} + x_{23} \sin \theta_2 \sin \Phi_2 + y_{23} \sin \theta_2 \cos \Phi_2 + z_{23} \cos \theta_2 - \\ &- z_{G3} - x_{32} \sin \theta_3 \sin \Phi_3 - y_{32} \sin \theta_3 \cos \Phi_3 - z_{32} \cos \theta_3 = 0 \\ &\mathbf{b}_{112} - \mathbf{b}_{113} = 0 \\ &\mathbf{b}_{212} - \mathbf{b}_{213} = 0 \end{aligned} \quad (10)$$

A 2., 3. tagot egy negyed osztályú csukló köti össze, megis 5 egyenletünk van, ez annak tudható be hogy megjelent az \mathbf{A}_1 mint ismeretlen. Az utolsó két egyenlet abból a feltételből jön, hogy a segéd rendszerek X tengelyei egymásra tevődnek.

A fenti megfontolások alapján egyszerűen felírhatók a fentmaradt két csuklóra az egyenletek.

A 3–4 tagot összekötő csuklóra az egyenletek a következők:

$$\begin{aligned} &x_{G3} + x_{34}(\cos \Phi_3 \cos \Psi_3 - \sin \Phi_3 \sin \Psi_3 \cos \theta_3) - y_{34}(\sin \Phi_3 \cos \Psi_3 + \cos \Phi_3 \sin \Psi_3 \cos \theta_3) + z_{34} \sin \theta_3 \sin \Psi_3 - \\ &- x_{G4} - x_{43}(\cos \Phi_4 \cos \Psi_4 - \sin \Phi_4 \sin \Psi_4 \cos \theta_4) + y_{43}(\sin \Phi_4 \cos \Psi_4 + \cos \Phi_4 \sin \Psi_4 \cos \theta_4) - z_{43} \sin \theta_4 \sin \Psi_4 = 0 \\ &y_{G3} + x_{34}(\cos \Phi_3 \sin \Psi_3 + \sin \Phi_3 \cos \Psi_3 \cos \theta_3) - y_{34}(\sin \Phi_3 \sin \Psi_3 - \cos \Phi_3 \cos \Psi_3 \cos \theta_3) - z_{34} \sin \theta_3 \cos \Psi_3 - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -y_{G4} - x_{43}(\cos\Phi_4\sin\Psi_4 + \sin\Phi_4\cos\Psi_4\cos\theta_4) + y_{43}(\sin\Phi_4\sin\Psi_4 - \cos\Phi_4\cos\Psi_4\cos\theta_4) + z_{43}\sin\theta_4\cos\Psi_4 = 0 \\
 & z_{G3} + x_{34}\sin\theta_3\sin\Phi_3 + y_{34}\sin\theta_3\cos\Phi_3 + z_{34}\cos\theta_3 + a_2(\sin\theta_3\sin\Phi_3\cos\gamma_{31}^0 + \sin\theta_3\cos\Phi_3\cos\gamma_{32}^0 + \cos\theta_3\cos\gamma_{33}^0) - \\
 & -z_{G4} - x_{43}\sin\theta_4\sin\Phi_4 - y_{43}\sin\theta_4\cos\Phi_4 - z_{43}\cos\theta_4 = 0 \\
 & b_{133} - b_{134} = 0 \\
 & b_{233} - b_{234} = 0
 \end{aligned} \tag{11}$$

Ennél a párnál a segédkoordináta rendszerek Z tengelyek esnek egybe.

A 4–1 párt összekötő csukló egyenletei:

$$\begin{aligned}
 & x_{G4} + x_{41}(\cos\Phi_4\cos\Psi_4 - \sin\Phi_4\sin\Psi_4\cos\theta_4) - y_{41}(\sin\Phi_4\cos\Psi_4 + \cos\Phi_4\sin\Psi_4\cos\theta_4) + z_{41}\sin\theta_4\sin\Psi_4 - \\
 & -x_{G1} - x_{14}(\cos\Phi_1\cos\Psi_1 - \sin\Phi_1\sin\Psi_1\cos\theta_1) + y_{14}(\sin\Phi_1\cos\Psi_1 + \cos\Phi_1\sin\Psi_1\cos\theta_1) - z_{14}\sin\theta_1\sin\Psi_1 = 0 \\
 & y_{G4} + x_{41}(\cos\Phi_4\sin\Psi_4 + \sin\Phi_4\cos\Psi_4\cos\theta_4) - y_{41}(\sin\Phi_4\sin\Psi_4 - \cos\Phi_4\cos\Psi_4\cos\theta_4) - z_{41}\sin\theta_4\cos\Psi_4 - \\
 & -y_{G1} - x_{14}(\cos\Phi_1\sin\Psi_1 + \sin\Phi_1\cos\Psi_1\cos\theta_1) + y_{14}(\sin\Phi_1\sin\Psi_1 - \cos\Phi_1\cos\Psi_1\cos\theta_1) + z_{14}\sin\theta_1\cos\Psi_1 = 0 \\
 & z_{G4} + x_{41}\sin\theta_4\sin\Phi_4 + y_{41}\sin\theta_4\cos\Phi_4 + z_{41}\cos\theta_4 - \\
 & -z_{G1} - x_{14}\sin\theta_1\sin\Phi_1 - y_{14}\sin\theta_1\cos\Phi_1 - z_{14}\cos\theta_1 = 0 \\
 & b_{134} - b_{131} = 0 \\
 & b_{234} - b_{231} = 0
 \end{aligned} \tag{12}$$

Ennél a párnál szintén a Z tengelyek esnek egybe.

A (5), (10), (11), (12) egyenletekből egy egyenletrendszert kapunk, melyet egy számítógépes program segítségével oldható meg. Az egyenletrendszer megoldása a mozgó tagok Euler-szögei és súlypontjainak koordinátái lesznek.

A program bemenő adatai: minden tagnak külön-külön meg kell határozni a tehetetlenségi főtengelyek és a geometriai rendszer tengelyei közt létező iránykoszinuszokat. A súlypont és a geometriai rendszer origójának viszonyát. Az ismeretleneknek kell egy kezdeti értéket adni, melyet a program magától korrigál.

Irodalom:

- [1] PAPP István: 2004 Kényszeregyenletek egy síkbanfekvő négyoldalú mechanizmus tagja helyzeteinek meghatározására. In: Csibi Vencel-József, Dr. (szerk.): *XII. Nemzetközi Gépész Találkozó – Csíksomlyó, 2004. április 22–25.* Kolozsvár, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, 228–233.
- [2] PAPP István: Mechanizmusok. Egyetemi Jegyzet

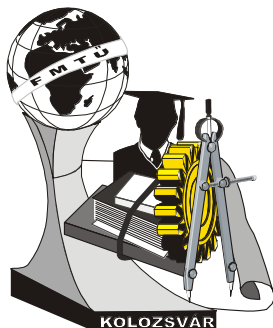
Gergely Attila-Levente (hallgató)

Munkahely: Sapientia-EMTE, Műszaki- és Humántudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék

Cím: 535600, Románia, Székelyudvarhely, Béke utca 6/11

tel: 0743-577339

E-mail: gergelya1984@yahoo.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

AUTOMATA NÖVÉNYÖNTÖZŐ BERENDEZÉS

Gidró Levente

Abstract:

My target was to make a device which can measure soil's humidity in some areas (max. 15 places). The measured value is compared to reference values., taking into account the temperature and length of the watering period. The device controls the watering (valves) in these places. The device is realized with PIC16F876 micro controller. The device is operated with a menu structure what is displayed on LCD display. Being easy to use, has a wide range of usage (gardening, mushroom culture, household applications).

Összefoglaló:

Céлом volt egy olyan berendezés elkészítése amely méri a talaj nedvesség tartalmát bizonyos helyeken (ebben az esetben max. 15). A mért értékeket összehasonlítva a beállított referencia nedvességekkel, öntözési idővel és hőmérséklettel, vezérli az öntözést (öntöző szelepeket) ezeken a helyeken. A berendezés egy PIC 16F876 mikrovezérlő segítségével van megvalósítva. A berendezés kezelése menürendszeren keresztül történik amely LCD kijelző segítségével van megjelenítve.

Használata egyszerű ezért széles körben alkalmazható (kertészet, gombatermesztés, háztartás).

1. Bevezető:

Minden ember környezetében megtalálhatók kerti, szobai, dísz vagy termesztett növények, amelyekről gondoskodniuk kell valakinek vagy valaminek. Nagy meleg esetén akár pár nap alatt is elpusztulhatnak növényeink. Általában ezen növények öntözését emberek végzik (naponta, hetente). Gyakran megtörténik viszont, hogy az illető megfeledkezik a növény meglocsolásáról vagy esetleg el kell utaznia és növényei „magukra maradnak”. Az is előfordulhat, hogy a növények olyan helyen vannak ahol a mindennapi megközelítésük, rengeteg energiát és időt vesz igénybe. A környezeti viszonyok sem mindig állandóak (nagyobb hőmérsékleten több vízre van igénye a növénynek), tehát a periódikus öntözés sem a legjobb megoldás. Kertészetekben, üvegházakban farmokon is hasznos és kényelmes ha az öntözést egy automata felügyeli. Mérnöki szempontból pedig hasznos az adatok tárolása és kiértékelése. Az általam elkészített berendezés képes megoldani ezeket a problémákat, tehát amellet, hogy munkaerő és energia spórolható meg, kellemes környezetet állíthatunk növényeink számára.

A berendezés könnyen kezelhető, felhasználó barát, előállítása viszonylag alacsony költségekkel jár, széles körben alkalmazható, könnyen bővíthető, biztonságos működés, alacsony fogyasztású, számítógéphez csatlakoztatható adat tárolás és értékelés céljából., a mért értékek megfigyelhetők a modulon is, zárt helyiség hőmérséklet szabályozására is alkalmazható, hiba esetén vészjelzés, több (15/modul) földrész öntözésének párhuzamos vezérlése

A berendezés tehát úgy magánszemélyek mint kertészetek, növénytermesztők számára is kiválóan alkalmas. A kezeléséhez nem szükségesek sem villamosmérnöki, sem kertészmérnöki ismeretek.

2. Anyag és módszer:

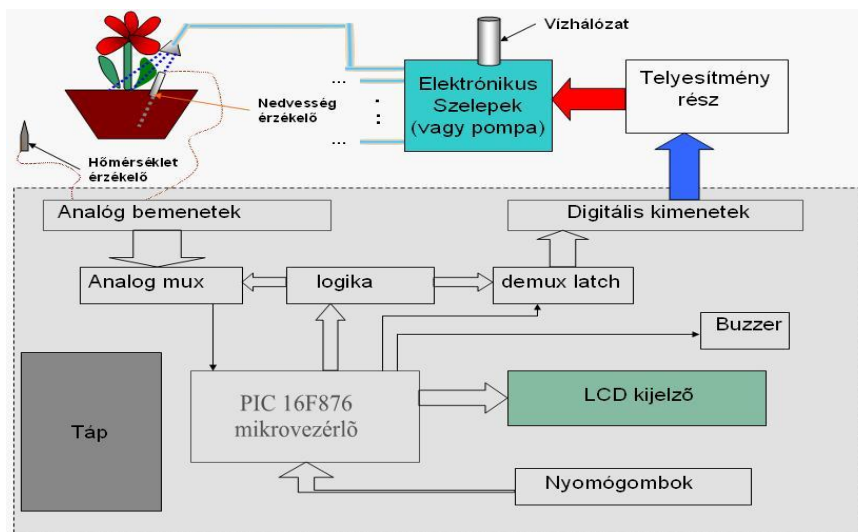
A berendezés fő eleme egy PIC16F876 mikrovezérlő.

A mikrovezérlő az orajelét egy külső 4Mhz-es kvarcból kapja, ami ennek a feladatnak az ellátására bőségesen elégséges, mivel a mért folyamat változása nem túl gyors.

Egy modul 15 különböző helyen képes mérni a talaj nedvesség tartalmát (amelyben a növény(ek) található(k)), és mindenik helyen külön vezérelni az öntözést.

Ezért a mikrovezérlő ki-bemeneteinek a száma bővítésre szorult. A 15- nedvesség érték és a hőmérséklet beolvasására egy 16 bit-es analog multiplexert alkalmazok.

A kimenetek (vezérlés) esetében, két 8 bit-es demultiplexer-latch –et használtam.



1. ábra

Az épp aktuális ki/bemenetet egy számláló segítségével címzem meg.

A számláló az órajelet a mikrovezérlőről kapja, vagy innen törlöm. A 16-dik bemenet hőmérséklet mérésre van használva, a 16-dik kimenet pedig ennek szabályozására (ha szükség van rá).

A talaj nedvességének mérése egy szondával történik amely két adott hosszú elektródból áll, a közöttük lévő távolság is adott. Ezt a szondát a kívánt talajrészbe helyezve, mérni tudjuk a talaj ellenállását ami a nedvességtől, függ.

A (1. ábrán) látható az öntözési folyamat valamint a vezérlő egység tömb rajza.

A szonda felépítését tekintve a következő tulajdonságai kell legyenek:

- az elektródok korrózió állóak kell legyenek (inox)
- a felső perem amely meggátolja a szonda belesüllyedését a talajba, nedvesség áteresztő kell legyen

Pontosabb mérés esetén, jobb ha az elketródok benne vannak egy homogén közegbe pl. gipsz, és az egész a talajba helyezve. Ennek hátránya, hogy lecsökken a reakcióidő.

A mért ellenállás feszültségé alakítás után a megfelelő bemenetről a mikrovezérlő analog bemenetére kerül ahonnan A/D konverziót végez. Az adatok kiértékelése után, ami a beállított értékek szerint történik a mikrovezérlő beállítja a megfelelő kimeneteket ami elindítja az öntözést. Az öntözési idő lejártával a mikrovezérlő kikapcsolja az adott kimeneteket.

A berendezésen állítható a kijelző háttérvilágítása, ami hasznos energia takarékoság szempontjából, főleg akkor ha a modul egy telep-ről üzemel.

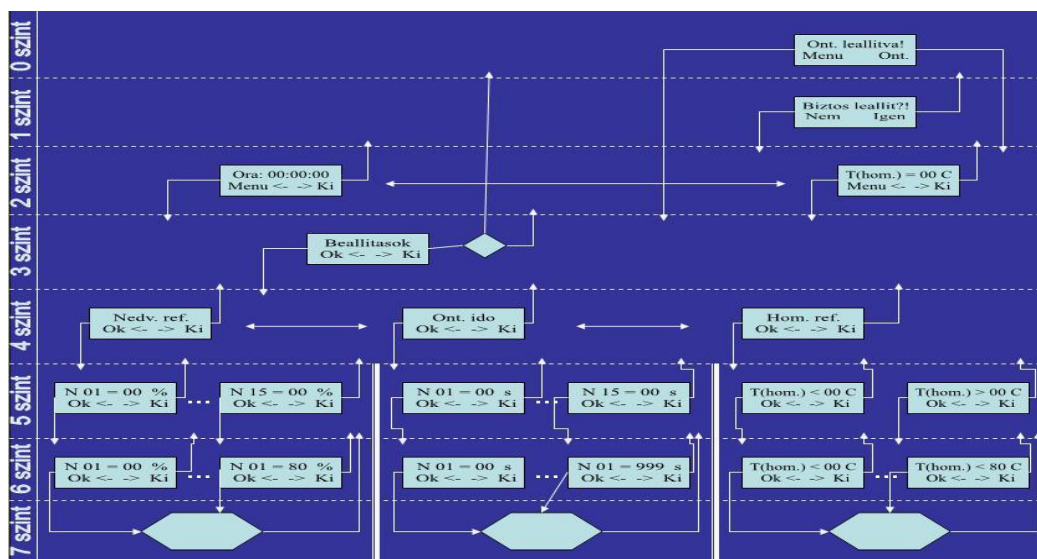
Hangjelzésekre is képes, nyomógombok megnyomásánál, korlátok túllépése vagy hiba esetén. A hangjelzések is igény szerint ki/be kapcsolhatók.

A kimeneti regiszterek TTL szinten (0-5V) feszültséget biztosítanak, és 4 mA áramot. Ezért szelepek, pompák megvezérléséhez, szükség van még egy telyesítmény részre. A telyesítmény rész meghajthat elektronikus szelepeket, ahol van nyomás alatt levő vízhalózat. Ahol nincsen vízhalózat pompa(k) segítségével is a kívánt helyre juttathatjuk a megfelelő vízmennyiséget.

3. Menürendszer:

A rendszer beállításait midössze négy nyomógomb segítségével végezhetjük el. Az LCD kijelző és a menügombok, valamint a menü rendszer használata egy kényelmes kezelői felületet biztosít. Menü rendszere rendkívül gyorsan megtanulható és könnyen kezelhető. A menük szintekre vannak felosztva (2 ábra), melyek közötti váltást a két szélső gombal végezhetjük el. A szinten beöli mozgásra, változtatásra a középső két gomb szolgál. Minden gomb épp aktuális funkciója a fölöte levő sorban jelenik meg.

A 2-es ábra a menü működésének egy részét szemlélteti. A többi rész is telyesen hasonlóan működik.



2 ábra menürendszer egy része

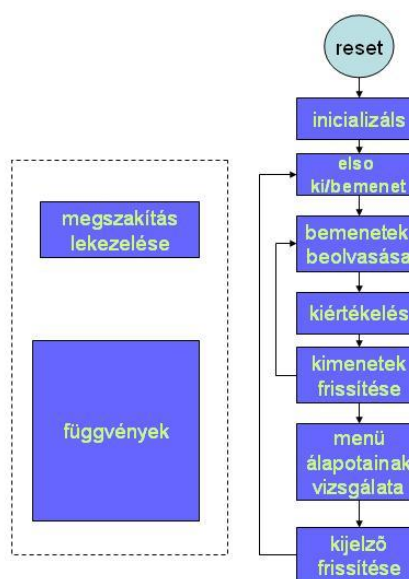
A beindítás után a rendszer a 2 (alap)szintre kerül. Ezen a szinten megjeleníthető az aktuális idő, másodperces felbontással, vagy a mért hőmérséklet C-fok ban.

Ha az alap szintől felfele megyünk, le tudjuk állítani az öntözés vezérlését. Ez hasznos lehet meghibásodás vagy karbantartás esetén.

A beállítások elvégzéséhez, az alap szinttől lefele kell menjünk.

Itt beállíthatjuk: növényenként a nedveség referenciát, öntözési időt, globálisan a hőmérséklet referenciákat (felső és alsó korlát); órát; hangot; LCD háttérvilágítást. Továbbá megfigyelhetjük növényeink épp aktuális nedvesség értékeit; betölthetjük utolsó mentett beállításainkat vagy elmenthetjük az épp aktuális beállításainkat.

A 7-es szinten található hatszögek, nem stabil állapotokat jelölnek, csak annyi ideig tartózkodik ott, amíg a beállítások érvényesítését elvégzi, majd vissza ugrik az 5-ös szintre.



5 ábra

A program struktúrája:

A mikrovezérlőt működtető program egy MPLAB környezetben assembly nyelven írt kód (kb 2000 sor). A program tömb rajza nagyon leszűkítve a 5-ös ábrán látható. Indítás vagy újraindítás esetén, a regiszterek felveszik a működésükhöz szükséges értékeket és betöltődnek az utolsó mentett beállítások. Ezekután egymás után beolvasásra kerülnek a nedvesség értékek kiértékelődnek és a vezérlő jelek kikerülnek a kimenetre. Miután mindenik sorra került, vizsgálja a menük állapotait. Elvégzi a kért módosításokat, majd frissíti a kijelzőt. A folyamat az első ki/bemenettől kezdve ismétlődik. A megszakítás az inicializálás után, „bármikor” bekövetkezhet. Ennek feladata főként az időzítések elvégzése. A menük szövege is a program memóriában van eltárolva ami az ábrán nincs feltüntetve. A vezérléshez használt kód számára elégséges 2K szó memóriarész (az első lap). Lehetőség van tehát a felhagyott memóriarészben a menü szövegek több nyelvű tárolására is.

Ha öntözés utáni mérések során a talaj nedvesség tartalma nem növekszik, akkor hibára következtethetünk. A hiba oka lehet:

- a szonda nem az öntözött terület alatt van elhejezve

- a szonda kicsúszott a talajból
- elszakadt az érzékelőt a berendezéssel összekötő vezeték
- nincs víz
- a szórófej lemozdult a kívánt terület fölül
- eldugult a vizet szállító slag

Ezekben az esetekben a program leállítja a hibás ágát az öntözésnek és vészjelzést ad.

A módosított beállítások újraindítás esetén elvesznek, ha nem mentjük el őket! Mentéskor a mikrovezérlő adat memóriájába (EEPROM) kerülnek.

Eredmények-következtetések:

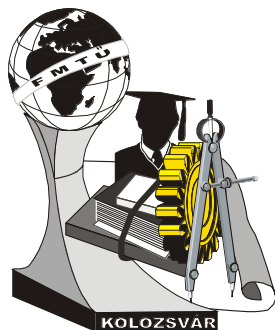
A fentiekben bemutatott rendszer, a megfelelő tartozékokkal (tömlő, vezeték, szelepek stb.) üzembe helyezhető. Rövid tesztidő alkalmával képes volt a feladat elvégzésére. Működés után kisebb módosításokat igényelt az eredeti tervtől eltérően. Hosszabb tesztidő a nyár folyamán vár rá. Valószínűnek tartom, hogy kisebb nagyobb hibák még akkor is felbukkannak. Remélhetőleg majd ezek kijavítása után megfelelően fogja kielégíteni a felhasználók igényeit.

Gidró Levente, egyetemi hallgató

Munkahely: Sapia – EMTE-Marosvásárhely, automatizálás IV. Év

Cím: 540053, Románia, Marosvásárhely, Koronka 1C

Telefon: 0265-208.170, Fax: 0265-206.211



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SZAKÉRTŐI RENDSZER SZERSZÁMANYAGOK BEVONATOLÁSI TECHNOLÓGIÁJÁNAK KIVÁLASZTÁSÁHOZ

Hamerszki Zsolt, Réger Mihály, Bagyinszki Gyula

Abstract

The demonstration of different coating technologies. The physical vapour- (PVD) and the chemical vapour- (CVD) deposition detailed description.

An expert system was established in order to help the choice of the best surface coating technology. In the expert system there were some viewpoints stated, which eases up the choice of the appropriate technology.

Bevezetés

A felületkezelő eljárások és különböző technológiák bemutatása. A fizikai gázfázisú- (PVD) és a kémiai gázfázisú- (CVD) bevonatolás részletes ismertetése.

A megfelelő technológia kiválasztásának megkönnyítése érdekében egy szakértői rendszert szeretnénk létrehozni. A szakértői rendszerben különböző szempontokat állítottunk fel, amelyek alapján a megfelelő technológia kiválasztása leegyszerűsödik.

1. A bevonatolás tulajdonságai

A képlékenyalakító iparág manapság egyre gyorsabban fejlődik ezért nagy szüksége van újabb képlékenyalakító szerszámokra. A szerszámoknak olyan körülmények között is meg kell felelniük, amelyeket valamilyen felületkezelési eljárás nélkül nem tudnának teljesíteni. Felületkezelő eljárással a szerszám szilárdságát, szívósságát, a kifaradási határát és a kopásállóságát tudjuk emelni.

Többféle felületkeményítő eljárás létezik. Léteznek dekoratív és ipari célra használt eljárások. Ezek közül csak az ipari célú felhasználással foglalkoztunk. A felületkeményítő eljárások közül a PVD illetve a CVD kerül ismertetésre.

2. PVD

Fizikai gázfázisú bevonásnál a bevonó, szilárd vagy folyékony halmazállapotú anyagot valamilyen fizikai módszerrel elpárologtatják. Majd az így kapott anyagot vákuumban a szubsztráton (a bevonandó anyag) lecsapatják. A lecsapódó anyag vékony film-réteget képez a szubsztrát felületén.

A bevonatolás hőmérséklete a bevonó anyagtól függően 100 és 500 °C között lehet.

2.1. Ion bevonás

Ion bevonásnál titánium-nitrid réteget képezünk a szubsztráton. Vákuumban a bevonó anyagot elpárologtatják, majd az így kapott plazmában az atomok ionizálódnak és a szubsztrátba csapódnak. Az ionbevonásnál használt mágneses tér hatásával gyorsítják a leválás sebességét, ezzel a bevonat jobb tapadást ér el.

A módszer előnye, hogy a kapott titánium-nitrid bevonat keményebb és kémiaileg stabilabb, mint a hagyományos bevonó módszerekkel elérhető bevonat.

2.2 Porlasztás

Magnetron porlasztás egy igen flexibilis felületkezelési technológia. Segítségével bármilyen formájú munkadarabot lehet felületkezeltetni.

Mágnesek a target (bevonó anyag) mögött és mellett mágneses erővonalakat hoznak létre, amik a szabad elektronokat a spirális pályára kényszerítik a növekvő plazmával, ez az argon gáz további ionizációjához vezet. A megnövekedett plazmakoncentráció a bevonó anyag előtt egyenetlen kopást eredményez a targeten, ezért ovális forma alakul ki.

2.3 Villamos ív általi elgőzölögtetés

Az eljárás során néhány mikron átmérőjű villamos ív fut végig a szilárd bevonó anyagon. A nagy teljesítmény és áramerősség miatt az elpárolgott anyag majdnem teljesen ionizált és magas energiaszintű plazmát képez. A fémionok a kamrába vezetett reaktáns gázzal kapcsolódnak, majd nagy energiával a substrátba csapódnak, nagyon vékony és rendkívül tapadó réteget hozva létre.

3. CVD

Kémiai gőzfázisú bevonásnál két vagy több gáz kémiai reakciója, megfelelő hőmérsékleten szilárd terméket és gázfázisú mellékterméket ad. A szilárd termék a bevonandó felületre csapódik ezzel réteget képezve. Kopásállóság növelésére nitridek, karbidok és oxidok alkalmasak

A CVD eljárást eleinte az elektronikában és az optikában használták, csak az utóbbi években készülnek kopásálló illetve felületszilárdító rétegek. CVD eljárással félvezetőket egyéb elektronikus elemeket, szerszámokat, csapágyakat és egyéb kopásnak kitett eszközöket valamint optikai, optoelektronikai és korrózióra érzékeny termékeket kezelnek.

A kezelési hőmérséklet 800 és 1200 °C között történik, emiatt a kezelt munkadarab jelentős hőközlésnek van kitéve, ezért az utóbbi években új módszereket fejlesztettek ki, amelynek a munkadarab 350 és 500 °C -ra melegszik fel csupán.

Kopás csökkentésére jelenleg titánkarbidnitridet, wolfram és krómkarbidot használnak.

3.1 APCVD

Atmoszferikus nyomáson történő CVD bevonatolást rendszerint alacsony hőmérsékletű szilícium oxid rétegek és egykristályos epitaxiális rétegek létrehozására alkalmazzák. Ennek a technológiának két fajtája van. A túlnyomásos gáztér és a gáz befecskendezés.

Túlnyomásos gáztér esetén a reaktáns gázok a gáztérben keverednek össze majd a védőgáz burkából áramlanak a szubsztrát felületére, ahol újra reakcióba lépnek egymással.

Gáz injektor esetében a reaktív gázok a bevonandó anyag felületén keverednek össze, ezt úgy érik el, hogy nitrogén védőburkot fecskendeznek be a fűvókákon keresztül, ami elválasztja a reaktáns gázokat amíg azok néhány milliméterre megközelítik a bevonandó anyag felületét.

APVC eljárás esetén a hőmérsékletet, a gázkeveréket és a gázáramlást precízen kell szabályozni.

3.2 PECVD

Plazmával erősített CVD rendszer a hőenergia és a plazma kombinációját használja ki, hogy felbontsa a reaktáns gázokat reaktív töredékeire. A plazmát rádióhullámmal állítják elő alacsony nyomáson, ez szabad elektronokat hoz létre, amik összeütköznek a gáz molekulákkal, lebontva azokat reaktív töredékeikre. Ezek a töredékek a bevonandó felületen szétterülnek, létrehozva a bevonatot.

PECVD technológiával szigetelő anyagokat visznek fel fém rétegekre.

Az eljárás 400 °C -on következik be.

A lerakódás arányát, a film összetételét és a minőséget több változó határozza meg mint pl: gázkeverék, annak áramlása, szubstrát hőfoka, nyomás, a rádiófrekvencia erőssége. Ezeket a változókat precízen kell vezérelni a kívánt hatás elérése érdekében.

3.3 Epitaxiális felületkezelés

Epitaxiális felületkezelés egy speciális esete a felületkezelési technológiáknak. Itt egy vékony egykristályú réteget növesztenek az egykristályú szubstrátra. Az atomok elég energiával érkeznek a bevonandó anyaghoz, hogy sorba tudjanak rendeződni a felületén. Ennek a technológiának a fő alkalmazása abban az esetben történik, amikor magas ellenállású réteget kell alacsony ellenállású rétegre helyezni. Ilyen például a tranzisztor kollektor ellenállás, ezzel is növelve az eszköz hatékonyságát nagy áram átfolyása esetén.

Epitaxiális filmnövesztés esetében a felületnek teljesen tisztának kell lennie, ellenkező esetben a lerakódó atom nem fog a helyére kerülni.

4. Szakértői rendszer

A szakértői rendszer segítséget nyújt a megfelelő felületkezelő eljárás kiválasztásában. Az adatbázis létrehozásánál különböző szempontokat állítottunk fel, amelyeket négy fő csoportba osztályoztunk. Az első csoportba tartoznak a szerszámacélok és az acélokhoz tartozó szerszámalkalmazások. A második csoportba tartoznak az acélokra felvihető bevonatok típusai. A harmadik csoportba tartoznak a felületjellemzők és a felületkezelések tulajdonságai. A negyedik csoportba pedig a különböző bevonatok jellemzőit soroltuk.

4.1 Szerszámacélok és az acélokhoz tartozó szerszámalkalmazások

Különböző hideg és melegalakító szerszámacélok kerültek be az adatbázisba. Az acélok alkalmazásuk alapján csoportosítottuk. Két fő csoportot alakítottunk ki: lemezalakítás és

nyíróvágás	lyukasztás	kivágás	mélyhúzás	hajlítás	kovácsolás	sofjázás	zömítés	fejezés	folyatás
lemezalakítás					térfogatalakítás				
SZERSZÁMALKALMAZÁSOK									

térfogatalakítás. A két csoportot tovább bontva, különböző alkalmazási területek kerültek az adatbázisba. Az acél kiválasztása után így egyértelművé válik, hogy milyen területen lehet a kiválasztott anyagot alkalmazni.

4.2 Acélokra felvihető bevonatok típusai

Különböző acélokra más és más típusú bevonat vihető fel. Esetenként több bevonat közül is választhatunk. A bevonatok kiválasztását az alkalmazási körülmények befolyásolják leginkább. A technológia megfelelő választásánál természetesen nagy szerepet játszik a kapott felület tulajdonsága.

4.3 Felületjellemzők és a felületkezelések tulajdonságai

FELÜLETJELLEMZŐK	technológiai	bevonatanyag
		ötvözőanyag
		mikroszerkezet
		kezelési hőm. °C
		alkalm. hőm. °C
	alkalmazási	vastagság μm
		HV keménység
		súrl. tényező
		belső fesz. GPa
		károsodásállós.

A kapott felület jellemzői az adatbázis talán legfontosabb része. Itt láthatjuk, hogy a felületkezelt anyag milyen tulajdonságokra tesz szert. Ilyen fontos tulajdonság például a kéregvastagság, a keménység. Az adatbázis ezen részéből az is kiderül, hogy mik a felületkezelés jellemzői. A legfontosabb jellemző a kezelési hőmérséklet. Itt figyelembe kell venni, hogy a kezelt anyag ne menjen át lényeges szövetelem változáson. Technológiától függően változik a kezelési hőmérséklet, ami 500-1000 °C között alakul.

4.4 Különböző bevonatok jellemzői

A bevonatok részletes jellemzését láthatjuk az adatbázis ezen részében.

A bevonat választását mind a négy csoport nagyban befolyásolja.

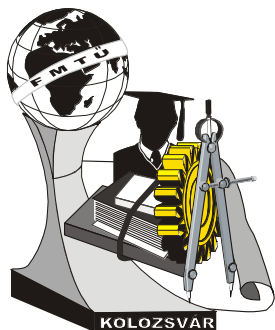
5. Felhasznált irodalom

[1] http://eserver.bell.ac.uk/semicd/semi_p/topics/depos/PVD_sub/pvd_bp1.htm

[2] <http://balzers.com/bhq/eng/01-products-services/03-coating-technology/06-ionplating/indexW3DnavidW261.php>

[3] Bagyinszky Gyula, Bitay Enikő: Lézeres anyagtechnológiák energiasűrűségi jellemzői, X. FMTÜ, 2005, Cluj-Napoca, Romania, EME, ISBN: 973-8231-44-2, 75-80 oldal;

Hamerszki Zsolt, főiskolai hallgató;
Dr. Bagyinszki Gyula főiskolai docens;
Dr. Réger Mihály főiskolai tanár
 Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest,
reger.mihaly@bmk.bmf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ATOMERŐMŰ HERMETIKUS TÉRI ZSOMPÖSSZEFOLYÓK KONSTRUKCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA ÜZEMZAVARI SZITUÁCIÓKRA

Hárfás Zsolt

Konzulens: Dr. Aszódi Attila BME NTI

The investigation of insulation debris generation, transport and sedimentation gains importance regarding the reactor safety research for PWR and BWR considering the long term behavior of emergency core coolant systems during all types of Loss of Coolant Accident (LOCA). The insulation debris released near the break during LOCA consist of a mixture of very different particles concerning size, shape, consistency and other properties. Some fraction of the released insulation debris will be transported into the reactor sump where it may affect emergency core cooling. Open question of generic interest are the sedimentation of the insulation debris in a water pool, possible resuspension, transport in the sump water flow and particle load on sieves.

Szigetelési törmelék keletkezésének, terjedésének és lerakódásának vizsgálata kiemelt jelentőséggel bír a PWR és BWR típusú reaktorok aktuális reaktorbiztonsági kutatásainál. A primerköri hűtőközeg-vesztéses üzemzavarok (LOCA) széles spektrumában vizsgálni szükséges, hogy a csőtörésen kilépő hűtőközeg-sugár mennyi hőszigetelő anyagot mobilizálhat a szomszédos csővezeték-szigetelésekből. A törmelék különböző részecskék keverékéből áll, amelyek jelentősen eltérhetnek méret, forma, halmazállapot és más jellemzők tekintetében. A kikerült szigetelés bizonyos részei a zóna üzemzavari hűtőrendszer (ZÜHR) zompjaihoz kerülhetnek, ahol hatással lehetnek a ZÜHR hosszú távú működésére. További kérdések is felmerülnek, úgymint a szigetelés lerakódása, lehetséges összetömrődése és összeállása a kialakuló vízmedencékben, a törmelék transzportja a zompvíz áramban valamint a szűrők eltömődése.

BEVEZETÉS

1992. július 28-án, egy gőzvesztést okozó hűtőközeg-vesztéses üzemzavar (LOCA) történt, amikor egy biztonsági nyomáskiegyenlítő-szelep véletlenül kinyílt a Barseback-2 atomerőművi blokkon Svédországban. A gőzsugár a szomszédos csőhálózatról „lehámozta” a rostos szigetelést, a törmelék egy része pedig kb. 1 óra után eltömítette a hűtőrendszer szivattyúinak szívóoldali szűrőit. Az üzemzavar után a Barseback erőműben a csővezetékek kőzetgyapot szigetelését kicserélték

üveggyapotra, így csökkentve az eltömődés kockázatát.

Az atomerőművek működésének megítélésében az energiatermelés hatékonyságára vonatkozó mutatók előtt meghatározó szerepet játszik a nukleáris biztonság. Ezért alapvető kérdés a reaktor hűtésének biztosítása minden helyzetben, üzemzavari körülmények között is. A svéd Barseback-2 blokkon 1992-ben történt üzemzavar rávilágított arra, hogy az addig biztonságosnak ítélt hűtőrendszerek bizonyos körülmények között nem feltétlenül tudják ellátni a méretezés során nekik szánt biztonsági feladatukat.

A munkám során az üzemzavarral, valamint a zompeltömődéssel kapcsolatos nemzetközi szakirodalmat dolgoztam fel, illetve áttekintettem, hogy a Paksi Atomerőműben elvégzett, a zompösszefolyók konstrukciójának módosítását célzó biztonságnövelő intézkedések során hogyan igyekeztek elérni a kitűzött célokat. Ennek érdekében ismertetem a Paksi Atomerőmű kisnyomású zóna üzemzavari hűtőrendszerét, amelynek a zompok a részét képezik. A korábbi zomprendszerkonstrukció bemutatása után ismertetem a biztonságnövelő intézkedés során végrehajtott konstrukciós módosításokat, valamint az ezen módosítások biztonságát megalapozó finn kísérleteket.

NEMZETKÖZI KUTATÁSOK ÁTTEKINTÉSE

Az 1992. július. 28-án a Barseback-i erőműben történt esemény hatására számos nemzetközi kutatási projekt indult el a zomp-eltömődés pontosabb feltárására. Németországban például a zittai egyetemen építettek kísérleti berendezéseket, míg a Forschungszentrum Rossendorf-ban elméleti munkát végeztek a jelenség megismerésére. 2004. február 25-27-e között New Mexico-ban megrendezett konferencia is foglalkozott a törmelék üzemzavari hűtőfolyadék recirkulációjára gyakorolt hatásával, és azóta is több előadás témája a zompszűrők eltömődésének modellezése.

A VVER-440/213 ATOMERŐMŰVI BLOKKOK KISNYOMÁSÚ ZÓNA ÜZEMZAVARI HŰTŐRENDSZERE

A Paksi Atomerőműben is működő VVER-440/213 blokkokban egy primerkörü csőtörés esetén az aktív zóna hűtését a zóna üzemzavari hűtőrendszer (ZÜHR) látja el. A ZÜHR egy nagynyomású és egy kisnyomású részből, valamint a hidroakkumulátorokból áll. A nagynyomású ZÜHR a reaktor hűtését segíti 132 bar nyomású, 40 g/l koncentrációjú bóros víz bejuttatásával. A kisnyomású szivattyúk szükség esetén 7.2 bar nyomással 12 g/l bórsavkoncentrációjú vizet nyomnak a kiválasztott hurokvezetékbe. A zompösszefolyó feladata, hogy üzemzavari helyzetekben a hermetikus térbe kikerült primerkörü hőhordozót és a bejuttatott üzemzavari hűtővizet a mechanikai törmelékektől megtisztítsa. A zomp összefolyó által összegyűjtött vizet a ZÜHR tartályok leürülése után a ZÜHR rendszer visszaforgatja, újra felhasználja a reaktor hűtésére.

A PAKSI ATOMERŐMŰBEN ELVÉGZETT ZSOMPVÍZGYŰJTŐ RENDSZER BIZTONSÁGNÖVELEŐ ÁTALAKÍTÁS ÉRTÉKELÉSE

A Paksi Atomerőmű az 1992-es svéd Barseback-2 üzemzavar után – több más külföldi atomerőműhöz hasonlóan – megvizsgálta a zsomprendszer működését. Az új zsompvízgyűjtő rendszer szűrőteltjesítményének vizsgálatát a finnországi IVO cég Erőművi Folyamatokat Vizsgáló laboratóriumában végezték el. A munkám során a szakirodalom alapján ismertetem a kísérleti berendezés működését és a szűrőkre vonatkozó kiinduló adatokat, illetve értékelem az elvégzett kísérleteket és azok eredményeit. A kapacitáskísérletek kimutatták, hogy a szűrőn kialakuló nyomáskülönbség akkor is nagyon kicsi (4 kPa), amikor a szálal törmelék tervezési mennyisége felhalmozódik a szűrőn. A rendszerkísérletek pedig kimutatták, hogy a szálal törmelékek kiülepedése kevésbé befolyásolja a differenciális nyomás kialakulását.

AZ ÚJ ZSOMPSZŰRŐK ÉRTÉKELÉSE

A zsompszűrő rendszer elemei passzív típusúak, így a rendszer biztonságos üzeme alapvetően egyrészt a keletkező törmelék mennyiségétől, másrészt a tisztítórendszer megbízhatóságától függ. A szűrőfelület nagyságának, a szűrőelemek darabszámának meghatározása úgy történt, hogy a 780 kg-ra kalkulált maximális törmelékterhelést egy szűrőrendszer biztonsággal átszűrje. Az egyes szűrőelemek feltételezett törmelékterhelése ezek alapján max. 25-30 kg.

A biztonságot növelte, hogy konzervatív megközelítéssel a legrosszabb körülményeket feltételezve végezték a méréseket. Előzetes tapasztalatok alapján történő becslés szerint a 30 kg-os elvárt szűrőteltjesítménnyel szemben a tényleges szűrőteltjesítmény magasabb, ami tovább növeli a biztonságot. A szűrőrendszer szerkezetét úgy tervezték meg, hogy egy feltételezett csőtörés hatásait is kibírja. Az új zsompszűrő szerkezet mechanikai szilárdsága, és a feltételezett csőtörés hatása elleni védelem tervezési alapja az erre vonatkozó szabvány szerint került megfogalmazásra.

A telepített szűrőelemek többsége a telepítés helye miatt védett az áramlási hatással szemben. Az egyik zsompot érheti ilyen hatás, de a szűrőelemek rögzítése ennek figyelembevételével lett méretezve. A csőtörés esetén előforduló repülő tárgyak, nagyobb törmelékdarabok okozta sérülések a fizikai védelem kiépítésével vannak kivédve. A szűrőelemeket takaró „védőburkolat” nem csak ettől a hatástól, hanem a tervszerű karbantartás ideje alatt esetleg előforduló leeső tárgyak okozta igénybevételtől és sérüléstől is védi a szűrőelemeket. A szelepek üzemzavar alatti működtethetőségét azzal biztosítják, hogy olyan helységekből vannak telepítve, ahol lehetséges a kézi beavatkozás.

ÖSSZEFOGLALÁS

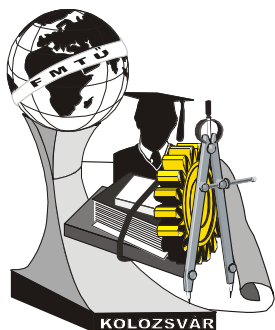
A munkám során az atomerőművi zompösszefolyók konstrukcióját vizsgáltam üzemzavar szituációkban. Megismerkedtem a zomprendszer működésével, a Paksi Atomerőmű blokkjaira telepített zomprendszer műszaki paramétereivel, valamint a zompszűrők módosításával. Az átalakítás szükségessége a Barseback-2 svéd atomerőművi blokk 1992-es üzemzavarát követően vált világossá, amely során kiderült: egy hűtőközeg veszteses üzemzavar (LOCA) során bizonyos körülmények között az eddig feltételezettnél sokkal hamarabb eltömődhetnek a zompszűrők a gőz által a hurokvezetésekről lehántott, és a hermetikus térben mozgó vízzel a zompba behordott szigetelőanyagtól.

Az elkezdett munkát szeretném diplomatervezet keretében folytatni. A rendelkezésre álló geometriai adatok és a méretezési paraméterek alapján CFD számításokkal szeretném tanulmányozni a paksi zompösszefolyók üzemzavari működését.

Hárfás Zsolt

BME hallgató

E-mail: harfas@reak.bme.hu Telefon: 30.278.34.18



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MODELLTRANSZFOMRÁCIÓK IMPLEMENTÁCIÓJAINAK AUTOMATIKUS, TRANSZFOMRÁCIÓ ALAPÚ GENERÁLÁSA¹

Horváth Ákos

MDA aims 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 highly relies on model transformations (MT). As model transformations are growing in huge numbers, a new demand is formed to separate the design of a transformation from the running by using high- level platform-independent models in design time and to derive the running platform source code from these high level models.

The current paper presents a new approach using generic and meta-transformations for generating platform-specific transformations from model transformation specifications defined by a combination of graph transformation and abstract state machine rules. The essence of the approach is to store transformation rules as ordinary models in the model space, which can be processed later by the meta-transformations, which generates the platform-specific (Java, C++, C#, etc.) transformations.

Az MDA a szoftverek közvetlen és automatikus implementációját támogatja egy, a rendszer funkcionális specifikációját tartalmazó platform független modelltől (PIM) kiindulva. A szoftver komponensek magas szintű modellekből való generálásához, és a modellezési szintek közötti leképezések elvégzéséhez nagymértékben modelltranszformációkra van szükség. Ahogyan a modelltranszformációk száma egyre növekszik új igényként jelent meg, hogy szétválasszák a modelltranszformációk tervezését a konkrét futtatásuktól: magas szintű matematikai modelleket használva a tervezés alatt, a futási időben használt transzformációs programot pedig ebből a modelltől származtassák le.

Ez a cikk egy olyan új, gráftranszformációk és absztrakt állapotgépek kombinációjával megadott modelltranszformációk specifikációjából történő automatikus platform specifikus transzformációk generálását mutatja be, ami generikus és meta transzformációkat használ. A módszer lényege, hogy a transzformációs szabályokat is, mint egyszerű modell elemeket jelentetünk meg a modell térben, így lehetőség nyílik rá, hogy a későbbiekben feldolgozhatjuk őket és legeneráljuk belőlük a platform specifikus (Java, C++, C#, stb.) transzformációkat.

Bevezetés:

Manapság az egyik leggyorsabban terjedő szoftverfejlesztési módszertan az OMG által létrehozott Modell-vezérelt Architektúra (MDA). Az MDA egy lehetséges módszert definiál nagy informatikai rendszerek fejlesztéséhez, oly módon, hogy elkülöníti az üzleti funkciók specifikációját a konkrét implementáció-specifikus részeketől.

A fejlesztés kezdő lépéseként egy platform-független modellt (Platform Independent Model - PIM) kell elkészítenünk, amely magában foglalja a megvalósítandó rendszer egy magas-

¹Ezt a kutatást a SENSORIA európai uniós projekt támogatja (IST-3-016004).

szintű, konkrét implementációtól független, teljes funkcionalitásának leírását. A PIM validálása után kiválasztjuk az implementációs platformot, és a PIM-et modelltranszformációs lépések sorozatával átalakítjuk a rendszer platform-specifikus modelljévé (Platform Specific Model - PSM). Ezt követően a PSM modellből kiindulva egy kódgenerálási lépésben a rendszer forráskódját állítjuk elő. Mint látható az MDA sikerének egyik kulcskérdése vált a modelltranszformációk minél nagyobb fokú automatizálhatósága.

Modelltranszformációk.

Az MDA egyre szélesebb körben való terjedésével párhuzamosan egyre nagyobb és komplexebb modelltranszformációk (MT) jelentek meg, amelyek már megkövetelték a teljes életcikluson keresztüli szoftvertámogatást. Azonban a modelltranszformációk életciklusának egyes fázisai egymásnak ellentmondó igényeket támasztanak a szoftver eszközökkel szemben.

Például, a transzformációk tervezési és specifikációs fázisaiban jobban megfelel egy alapvetően magas absztrakciós szinten működő, a nagyfokú újrafelhasználhatóságot támogató és interpretált futtatást biztosító tervezőeszköz. Amennyiben azonban a transzformációkat a végleges célplatformon kívánjuk futtatni, ahol a teljesítmény a legfontosabb szempont, jobban megfelel inkább a konkrét platformra (Java, C++, C#, stb.) optimalizált, lefordított - a transzformáció tervezőeszközétől akár függetlenül is futtatható – transzformációs programok. Fontos azonban, hogy nem szabad különválasztani ezt a két eltérő megvalósítást, és egy fejlett MT keretrendszernek támogatnia kell tudnia mindkét megközelítést [2].

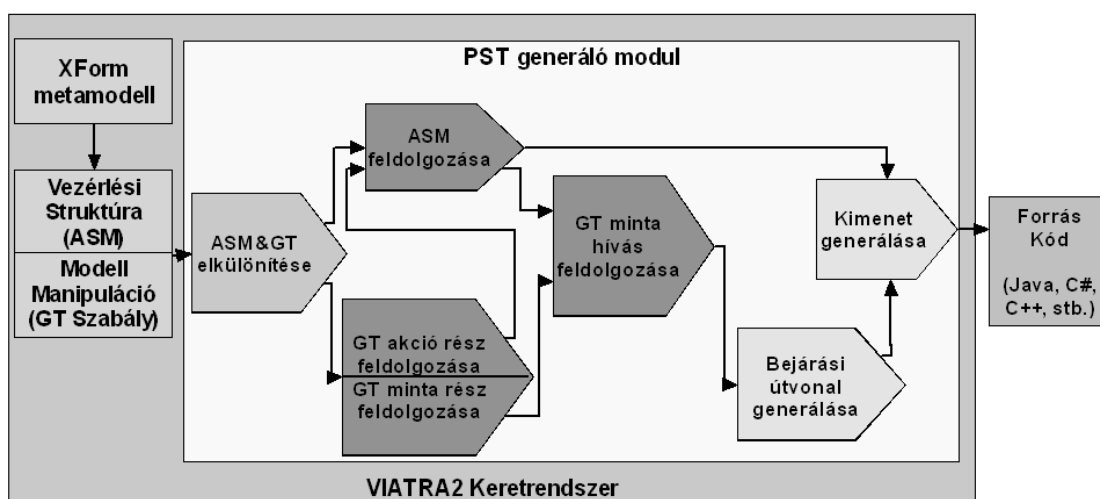
Platform-specifikus transzformációk generálása.

Manapság az ilyenfajta leképezéseket még nagyobb részt kézzel, specifikusan a konkrét feladatokhoz készítik el, ami leképezések később nem vagy csak alig használhatóak újra. Jelenleg a piacon általános jól használható eszközökből is igen szűkös a kínálat.

Erre a problémára dolgoztunk ki egy újfajta megközelítést, ami az általános célú VIATRA2 [6] modelltranszformációs keretrendszert használja a transzformációk magas szintű modelltranszformáció specifikációinak az elkészítéséhez. Ezekből a specifikációkból automatikusan generálja le a konkrét futtatható kódot úgy, hogy magát az automatikus generálást is modelltranszformációs (bővebben ismertetve: [4]) lépések sorozataként valósítja meg -ezáltal a generálás a keretrendszeren belül végezhető el- és a későbbiekben is rendelkezésre állnak a transzformáció egyes elemei, így könnyítve meg az esetleges más platformokra történő portolását.

A VIATRA2 keretrendszerben a modelltranszformációkat gráftranszformációk (GT) [1] és absztrakt állapotgépek (ASM) [3] kombinációjával tudjuk megadni, ahol az elemi modell manipulációs lépéseket a GT szabályok, a vezérlési szerkezeteket pedig az ASM-ek biztosítják. Az ASM szabályok nagyban hasonlítanak a konvencionális programozási nyelvekben használt imperatív vezérlési szerkezetekhez, míg a GT szabályok deklaratív módon gráfok szabály és minta alapú manipulációját végzik. A GT szabályok alapvetően két részből állnak, egy keresendő gráf mintából, és egy akció részből, ami az illeszkedés esetén végbemenő modell manipulációkat írják le.

Az 1. ábra demonstrálja a megvalósított alrendszer egyes lépéseit:



1. ábra PST generátor felépítése

- Első lépésben különválasztjuk a GT és ASM szabályokat, és megkezdjük a feldolgozásukat a bemeneti paraméterek vizsgálatával.
- Ezt követően az ASM szabályok feldolgozása következik, ami nagyban hasonlít egy egyszerű OO programozás feldolgozásával.
- Az ASM szabályok után minden egyes GT szabályt két lépésben dolgozunk fel. Elsőként a keresendő gráfmintákhoz előállítunk egy GT mintahívást (paraméter összerendelés, kimenet meghatározása, stb.), majd pedig az akció részben előírányzott manipulációs utasítások feldolgozása következik, ami akár ASM szabályokat is tartalmazhat, újra hívva az ASM szabály feldolgozó modult.
- Amikor az összes GT szabály feldolgozása befejeződött akkor, minden egyes GT mintahíváshoz egy új keresési gráfot inicializálunk, és kiértékeljük a keresést szűkítő feltételeket

- Ezt követően optimalizált keresési útvonalat (a gráf minta bejárasi útvonala, részletesen ismertetve [5]) generálunk minden egyes keresési gráfhoz, ezzel téve determinisztikussá a bejárásainkat.
- Legvégül pedig a kimeneti transzformációs program forrás file-jait generáljuk le template-k segítségével. Más kimeneti OO nyelvek esetén csak ezt a részt kell kicserélni.

A nagyfokú modularitás és teljesen a VIATRA2-ben implementált modulok következtében a megvalósított alrendszert könnyen tovább lehet bővíteni. Például új platformokra történő kódgenerálás, újfajta keresési útvonal készítő algoritmusok implementálása esetleg más modelltranszformációs rendszerekhez való import kimenet generálása.

Összegzés.

A modelltranszformációk egyre szélesebb körben terjednek a legkülönbözőbb ipari alkalmazásokban, fontos a minél nagyobb fokú eszköztámogatásuk. Ebben a cikkben egy olyan új módszert mutattunk be, amivel lehetőségünk nyílik magas absztrakciós szinten megvalósított modelltranszformációk különböző platformokra történő portolására, ezzel segítve a hatékonyabb hordozhatóságot és a nagyobb modelleken történő hatékony futtatást.

Hivatkozások.

- [1] Ehrig, H., G. Engels, H.-J. Kreowski and G. Rozenberg, editors, 2: Applications, Languages and Tools in: “Handbook of Graph Grammars and Computing by Graph Transformations”, World Scientific, 1999.
- [2] Bézivin, J., N. Farcet, J.-M. Jézéquel, B. Langlois and D. Pollet, Reflective model driven engineering, in: P. Stevens, J. Whittle and G. Booch, editors, Proc. UML 2003: 6th International Conference on the Unified Modeling Language, LNCS 2863 (2003), pp. 175–189.
- [3] Börger, E. and R. Stark, “Abstract State Machines. A method for High-Level System Design and Analysis,” Springer-Verlag, 2003.
- [4] Varró, D. and A. Pataricza, Generic and meta-transformations for model transformation engineering, in: T. Baar, A. Strohmeier, A. Moreira and S. Mellor, editors, Proc. UML 2004: 7th Int. Conf. on the Unified Modeling Language, LNCS 3273 (2004), pp. 290–304.
- [5] Varró, G., D. Varró and K. Friedl, Adaptive graph pattern matching for model transformations using model-sensitive search plans, in: G. Karsai and G. Taentzer, editors, GraMot 2005, Int. Workshop on Graph and Model Transformations, ENTCS, in press.
- [6] VIATRA2 Eclipse GMT subproject, <http://www.eclipse.org/gmt/>

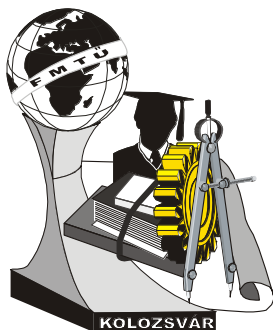
Horváth Ákos, hallgató

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: ha442@hszk.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KOKSZOLÓ KEMENCÉK TÜZELÉSTECHNIKAI VIZSGÁLATA

Horváth Krisztián¹, Polányi Zoltán², Szűcs István³

Just as all other high-temperature industrial equipment coal furnaces have to respond to strict environmental protection rules, too.

In 2005 the Department of combustion technology and thermal energy made measurings in the second part of the III. block of *Dunaferr-DBK Coal Coaking Ltd.* They wanted to decrease the emission of air pollutants. As there are high-temperature firing technical processes in block III., it is very difficult to examine burning reactions without disturbing the coke production. So the most important factor to examine is the effect of air excess.

Our aim is to study the NO_x emission as it can danger the production of a factory. We made the following steps:

- studying combustion processes, collecting and considering basis dates;
- examining NO_x formation;
- how do heating processes influence the qualities of coke, and the constant production.

Mint ahogy a kohászati vertikumban több más nagy hőmérsékletű ipari berendezésnek, úgy a kokszoló kemenceblokkoknak is egyre szigorúbb környezetvédelmi előírásoknak kell megfelelni.

A károsanyag kibocsátás csökkentése érdekében 2005. nyarán a Miskolci Egyetem Tüzeléstani és Hőenergia Tanszéke tüzeléstechnikai méréseket végzett a DUNAFERR-DBK Kokszoló Kft. III. számú blokk 2. szakaszán. A mérések célja az volt, hogy megállapíthatóak legyenek a fűtőcsatornában keletkező füstgázösszetevők. Mivel a III. számú kemenceblokkban nagyhőmérsékletű tüzeléstechnikai folyamatok játszódnak le zárt körülmények között, ezért az égési reakciók vizsgálata igen komplikált a folyamatos üzemmenet megzavarása nélkül. Így a káros légszennyezők mennyiségét, illetve a tüzelés minőségét befolyásoló tényezők közül a levegőtényező hatásának a vizsgálata volt a legkézenfekvőbb.

Mivel a magas NO_x kibocsátás az üzem működését veszélyezteti, ezért a vizsgálataink legfontosabb célja a NO_x képződési feltételeinek tanulmányozása. A célok megvalósítása érdekében a következő feladatokat végeztük:

- tüzeléstechnikai folyamatok vizsgálata, bázisadatok gyűjtése és értékelése a jelenlegi üzemi beállítások mellett;
- NO_x képződését befolyásoló tényezők hatásának vizsgálata, különböző levegőtényező és térhőmérséklet esetén;
- tüzeléstechnikai változtatások hogyan befolyásolják a koksztulajdonságait, illetve az egyenletes üzemmenetet.

Bevezetés

A korábban elvégzett emissziós mérések azt mutatják, hogy környezetvédelmi szempontból nagy problémát jelent a III. számú kemenceblokk NO_x kibocsátása, mely a megengedett határérték majdnem másfélszerese.

Az egyre szigorodó jogszabályok megkövetelik a III. sz. blokk teljes fűtési rendszerének felülvizsgálatát, valamint besabályozását, mivel a magas NO_x kibocsátás az üzem folyamatos működését – a határértékek túllépése miatt – veszélyezteti.

1. Tüzeléstechnikai mérések végrehajtása

A kokszt kigázosítása alatt lejátszódó kémiai reakciók – kiváltképp az NO_x képződése – megértése érdekében 3 különböző mérést végeztünk a III. sz. koksztoló blokkon:

- füstgázmintavétel a fűtőcsatornák átbukonyításainál;
- füstgázmintavétel a levegőszerelvényeknél;
- koksztlepény hőmérsékletének mérése.

A kutatás lényege, hogy a tüzelés során keletkező füstgázösszetétel ismeretében úgy próbáljuk beállítani a tüzeléstechnikai paramétereket (levegőtényező, huzat), hogy a lehető legkisebb értékre tudjuk visszahozni az NO_x mennyiségét.

Mivel az NO_x képződését befolyásoló tényezők közül az egyik legfontosabb a tüzelésnél alkalmazott levegőtényező, ezért az első két mérés során a különböző nagyságú levegőmennyiség hatásait vizsgáltuk.

Három különböző levegőtényező-beállítással végeztük a tüzelést a kísérletek során. Első lépésben – bázisadatok gyűjtése céljából a jelenleg is alkalmazott levegőtényező-kamragáz arány esetén figyeltük a tüzelést. Ezen beállítás során mért füstgázösszetételt tekintettük az alapnak.

Ezt követően változtattunk az égés levegőtényezőjén – csökkentve, illetve növelve az égéshez beadagolt levegőmennyiséget – annak érdekében, hogy képet kapjunk, ezen tüzeléstechnikai paraméter hatására, hogyan változik a füstgáz összetétele, NO_x tartalma.

A levegőmennyiség szabályozását az aláfűtőfolyosó váltószelepeinél (füstgáz-levegő szerelvény) található lamellák mozgatásával végeztük. Az alapbeállítás esetén a lamella nyílás mérete gépoldalon: 190 mm, koksztoldalon: 200 mm. Az alapbeállítást követően kísérletileg beállított lamella nyílás méreteket a **1. táblázat** tartalmazza.

1. táblázat A vizsgálatok során beállított gép- és koksztoldali lamella nyílás méretek [1]

Lamella méret	eredeti	növelt	csökkentett
Gépoldal	190 mm	220 mm	160 mm
Koksztoldal	200 mm	230 mm	170 mm

A füstgázadatok megbízhatósága érdekében két helyen végeztük a mintavételezést. Úgy gondoltuk, hogy a boltozaton az átbukónyílás magasságában vett minták sokkal realisabb képet mutatnak a füstgázösszetételről, mint a füstgáz-levegőszerelvényeknél mért minták, ugyanis a szomszédos falazatból nyersgáz szívárogathat a füstgázba, mivel a kigázosítási idő feléig a kamrában nagyobb a nyomás, mint a fűtőcsatornában.

A termelékenység és gazdaságosság szempontjából fontos, hogy ezen beállításokkal is az előírtaknak megfelelő koksminőséget kapjunk, valamint biztosítva legyen az egyenletes üzemmenet. Lényeges megvizsgálni, hogy a beadagolt szénmennyiség teljes egésze az előírásoknak megfelelően kokszolódott-e. Erre a fűtőcsatornában mért hőmérsékletek adhatnak választ, vagyis biztosítottuk-e az egyenletes hőmérsékletelosztást a fűtőfalak hosszában.

2. Vizsgálati adatok kiértékelése

A mérések során kapott adatokat az előzetesen meghatározott célok figyelembevételével dolgoztuk fel. Az eredmények kiértékelése szempontjából a legfontosabb kérdések:

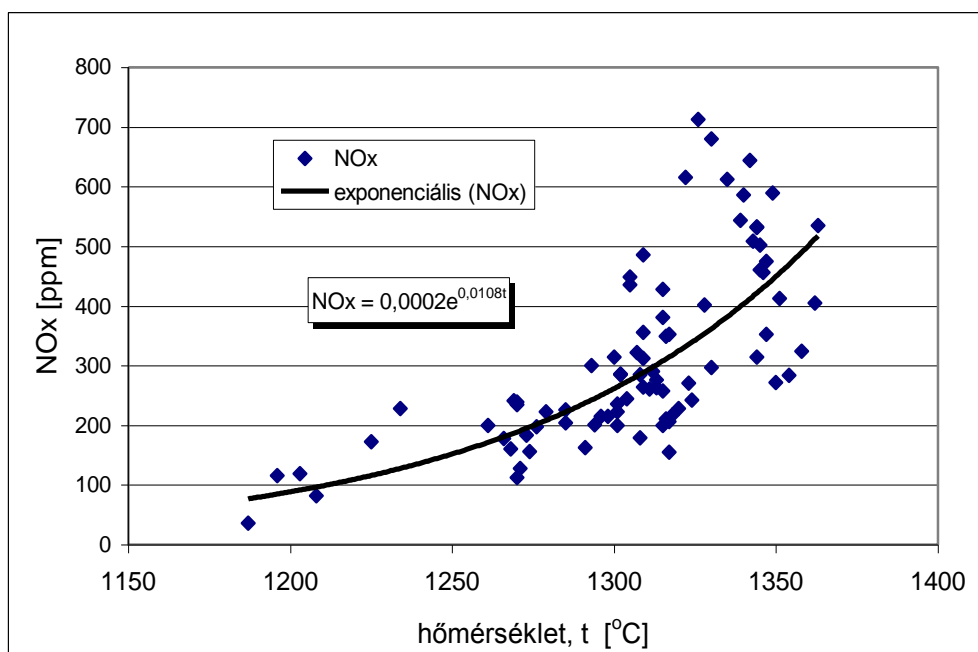
- tüzeléstechnikai paraméterek hatása a füstgázemisszióra, NO_x képződésére;
- a koksminőség, valamint az üzemi feltételek hatásának vizsgálata a megváltozott égési folyamatok függvényében.

2.1. Égési paraméterek vizsgálata

Az NO_x képződése a nagy hőmérsékletű, 1600 °C feletti tartományban a hőmérséklet növekedésével felgyorsul [2], a füstgázmennyiség növekedése okozta hőmérséklet csökkenés miatt azonban, lassul a nitrogén-oxid képződésének intenzitása. Az NO_x képződése maximumos görbe szerint alakul, a levegőmennyiség folyamatos növelésével plusz nitrogént viszünk az égésbe, amely elősegíti a NO_x keletkezését, azonban a túl nagy légfeszültség hatására bekövetkező láng hőmérséklet csökkenés miatt lassul a NO_x képződés intenzitása.

A nitrogén-oxid képződés ezen sajátosságát figyelembe véve állítottuk össze a kísérleti tervet. A levegőtényező változtatásával igyekeztünk megtalálni az NO_x képződési görbe maximumát. A füstgáz oxigén és szén-monoxid koncentrációja alapján meghatároztuk a levegőtényezőt mindegyik fűtőcsatornában. Megállapítottuk, hogy a rendszerbe beadagolt egyre nagyobb levegőmennyiség növeli az égés hőmérsékletét, mely elősegíti az NO_x képződését. A fűtőcsatornák hőmérsékleti és füstgáz adatait megvizsgálva, jól látható az **1. ábrán**, hogy a térhőmérséklet növekedésével arányosan nő az NO_x képződés mértéke. A legnagyobb levegőtényező beállításakor (géoldal: 220 mm, koksoldal: 230 mm) úgy gondoltuk, hogy a nitrogén-oxid képződése csökkeni fog a nagy füstgázmennyiség következtében. Az eredmények kiértékelése során azonban megállapítottuk, hogy még a viszonylag nagy levegőtényezővel ($n = 1,3 - 1,52$) sem tudtuk annyira visszahűteni a lángot, hogy megindult volna az NO_x képződés csökkenése. Nem sikerült tehát egyértelműen meghatározni

ezekkel a lamella nyílás beállításokkal a levegőtényező – NO_x kapcsolatát leíró görbe maximumát. Újabb mérések készítésénél tovább kell növelni az égéshez adagolt levegőmennyiséget.



1.ábra NO_x változása a hőmérséklet függvényében

2.2. Kokszelepény vizsgálat

A vizsgálat célja az volt, hogy az NO_x képződésének pontos megismerése érdekében végrehajtott tüzeléstechnikai változtatások hogyan befolyásolják a kigázosítás folyamatát, a kokszelepény tulajdonságait. Megállapítottuk, hogy az égés levegőtényezőjének növelésével arányosan nő a kokszelepény átlaghőmérséklete. A számítások alapján a levegőszerelvények lamella nyílásainak 30 mm-es növelése, 20 °C-kal növelte a kokszelepény átlaghőmérsékletét. Az alapbeállítás és a növelt levegőtényező esetén számított átlaghőmérsékleti adatok némelyike nagyobb volt, mint az előírt 1050 °C +/- 50 °C hőmérsékletetartár. Mind a három levegőtényező beállításnál a kamra magasságában mért hőmérséklet eloszlás megfelelő volt.

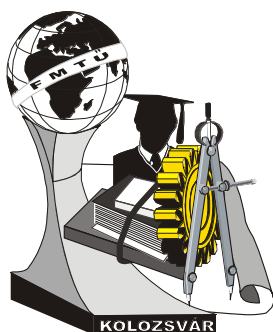
Irodalomjegyzék

- [1] Dunaferr-DBK Kocszoló Kft.: 310. fejezet, Műszaki leírás; 320. fejezet, Technológiai leírás, Dunaújváros
- [2] Woperáné Dr. Serédi Ágnes: SO_x és NO_x emisszió csökkentése, Debrecen, Ethnica Alapítvány, 1991.

Név: **Horváth Krisztián**

Miskolci egyetem, Tüzeléstani és Hőenergia Tanszék, Miskolc Egyetemváros Egyetem út 1.

Telefon: 00-(36)-20-3839936, e-mail: tuzkrisz@uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SZÉLESSÁVÚ VEZETÉK NÉLKÜLI ADATÁTVITELI TECHNOLÓGIÁK TESZTELÉSI METODIKÁJA

Horváth Zoltán

Abstract

This paper points the importance of wireless techniques in broadband communication. This is also gives the method how to test and analyze these techniques, devices and networks in systematic way. These are based on two practical and real projects which was also used for audit the methodology.

Összefoglalás

Jelen dolgozat rámutat arra, milyen jelentősége van a szélessávú adatelérésben a vezeték nélküli technológiáknak. Ezzel együtt módszert ad arra, hogyan érdemes e technológiákat, eszközöket és hálózatokat szisztematikusan tesztelni, vizsgálni. Ehhez két gyakorlati projekt szolgált alapul és a módszertan használhatóságának vizsgálatára.

1. A WMAN technológiák és alkalmazható tesztelési módszertan szükségessége [1]

Napjainkban egyre nagyobb szerepet kap az Internet penetráció még szélesebb körben való kiterjesztése, és szintén igény van az Internet nomád és mobil elérésére. Ezen célokat szélessávú nagyvárosi vezeték nélküli hálózatok – WMAN – telepítésével lehet elősegíteni. Az utóbbi években, hónapokban kezdenek megjelenni a piacon olyan eszközök, melyekkel az eddiginél hatékonyabban lehet ilyen rendszereket kiépíteni. [6] A hálózatok telepítését azonban meg kell előznie egy széleskörű tesztelésnek. Az Internet-szolgáltatókat (ISP) és a távközlési cégeket jelenleg kevés tesztelési útmutató, dokumentáció támogatja ebben, főként az eddig megszerzett tapasztalatokra támaszkodhatnak.

LONG-TERM ROLES OF BROADBAND TECHNOLOGIES, BY MUNICIPALITY TYPES *							
Population of town/city	Number of municipalities in category	Population	Technologies				
			LMS WiMAX V-SAT DTV	KTV	ADSL	VDSL	FTTx + VDSL
1.000.000 -	1	1 749 389					
100.001-1.000.000	8	1 175 041					
50.001-100.000	12	768 375					
25.001-50.000	25	830 314					
20.001-25.000	17	380 645					
15.001-20.000	28	487 459					
10.001-15.000	51	618 273					
7.501-10.000	46	397 763					
5.001- 7.500	90	549 986					
2.501- 5.000	335	1 141 463					
2500 and below	2 522	2 088 870					

1. ábra: Alkalmazható technológiák a település lélekszámának függvényében [2]

2. A tesztelési módszertan felépítése és alkalmazási köre

A dolgozat célul tűzte ki, hogy általános módszertant adjon az ilyenkor szükséges és szokásos tesztelési eljárásokra. A hierarchikus keretrendszer megpróbálja felölelni mind a teszttalont, mind pedig a nyílt terepen végzendő vizsgálatokat. Ennek érdekében tesztmodulok kerülnek definiálásra, melyek összefogják a hasonló tulajdonságot vizsgáló tesztek, mérések. Így a metodika tetszőlegesen bővíthető, illetve – amennyiben az adott vizsgálat nem szükséges – egy-egy része elhagyható. Jelenleg a keretrendszer az alábbi egységeket tartalmazza:

1. Jelterjedés és moduláció (reflexió, többutas terjedés, NLOS-képesség, interferencia, adaptív moduláció és kódolás, OFDMA [5])
2. Funkcionális teszt (kéességek)
3. Teljesítmény és terhelési teszt (adatátviteli sebesség, késleltetés)
4. Szolgáltatásminőség (QoS osztályok kezelése)
5. Biztonsági követelmények (hitelesítés, adattitkosítás)
6. Menedzselhetőség (telepíthetőség, konfigurálhatóság)

Az egyes tesztekhez, tesztcsoporthoz konfigurációk, tesztkörnyezetek tartoznak, melyek leírják, milyen környezetben szükséges a vizsgálatot végezni. Minden mérés esetén definiálásra kerül, mely paramétereket és hogyan szükséges változtatni, és mely paramétereket és hogyan szükséges mérni. Minden teszt leírása tartalmazza a teszt céljának ismertetését, és egyben útmutatót nyújt a mérési eredmények értékeléséhez is.

3. A módszertan alkalmazása a gyakorlatban

Annak érdekében, hogy a módszertan ne csak elméleti megfontolásokon alapuljon, két gyakorlati feladat megoldása során szerzett tapasztalatok kerültek felhasználásra, és tették azt még alkalmazhatóbbá. E két gyakorlati alkalmazás:

3.1 802.11 (WiFi) projekt

Az egyik keretében 802.11b szabvány [3] megvalósító, azaz WLAN eszközökkel telepítettem másodmagammal egy területre kiterjedő hálózatot. A hálózat fejlesztése 3 évig folyt, eközben az üzemeltetését én végeztem. A hálózat magját egy középiskola jelentette, melyhez három további access point (AP) – csatlakozási pont – tartozott. Ezekhez, mint bázisállomásokhoz kapcsolódhattak az iskola dolgozó, hogy a gimnázium hálózatát otthonról is elérhessék.

A 3 átjátszóállomás és a 9 végpont kiépítése során számos tapasztalatra tettem szert, melyet a módszertanba beépítettem, majd azt a következő alkalommal felhasználtam.

3.2 802.16 (WiMAX) projekt

A másik projekt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Híradástechnikai tanszékén belül történt. Itt több 802.16a (pre-WiMAX) [4][7] eszköz tesztelését végeztük. A vizsgálat során a módszertanban leírt szinte valamennyi tesztet elvégeztük, a gyakorlatban kipróbáltuk, és sikerrel alkalmaztuk.

4. Mérési tapasztalatok, eredmények

Sajnálatos módon a teszteredmények üzleti titoknak minősülnek, ezért jelen dolgozatban azokat nem hozhatom nyilvánosságra. Mégis a teljesség igénye nélkül bemutatok néhány részletet abból, hogy a módszertant hogyan alkalmaztuk a gyakorlatban.

4.1 Konfigurációk a gyakorlatban

Az alábbi két ábra egy-egy konfigurációt mutat. Az első rajz azt mutatja, hogy az előfizetők külön egységgel csatlakoznak a rendszerhez, míg a második esetben egy közös kapcsolatot használnak.

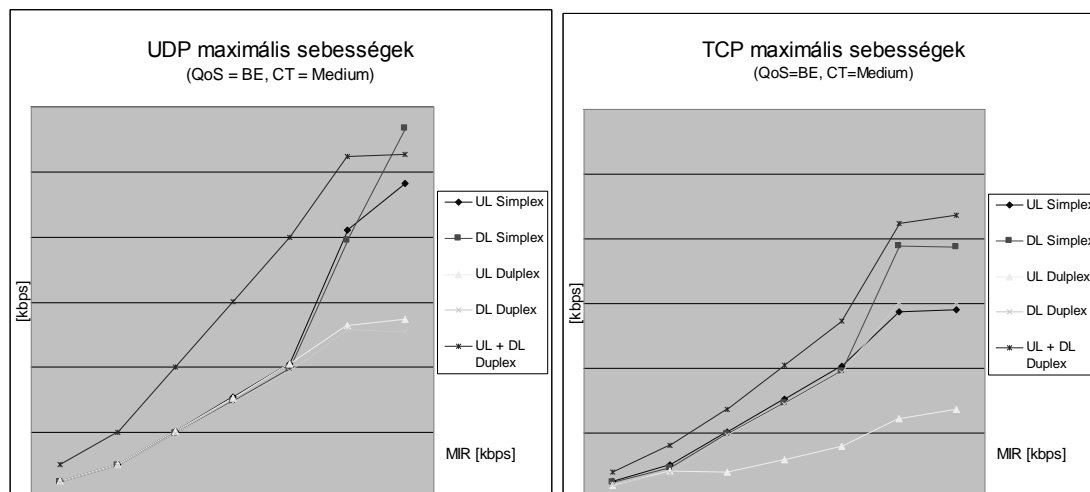


2. ábra: Konfigurációk

A két konfiguráció esetén elvégzett adatátviteli mérésekkel lehet következtetni a közeghozzáférés hatékonyságára és arra, milyen paraméterek vannak hatással az erőforrások prioritásos hozzárendelésében, amennyiben azok nem állnak olyan mértékben rendelkezésre, ahogyan azt az előfizetők igényelnék.

4.2 Maximális adatátviteli sebesség mérések

Tesztelésre került hogy milyen maximális adatátviteli sebesség érhető el optimális rádiós összeköttetés mellett. A vizsgálat tárgyát képezte, hogy külön letöltési, külön feltöltési irányban és egyidejűleg a két irányban milyen mértékben lehet kihasználni a csatornát. A méréseket UDP és TCP forgalomra is elvégeztük. Az eredményeket az alábbi két diagramm ábrázolja.



3. ábra UDP és TCP maximális adatátviteli sebességek

Hivatkozások

- [1] The IEEE 802.16 Working Group on Broadband Wireless Access Standards
<http://www.wirelessman.org>
- [2] BROADBAND IN HUNGARY - Strategy for Broadband Electronic Communications, Budapest, June 2004
http://www.ihm.gov.hu/data/20175/broadband_eng.pdf
- [3] Wi-Fi Alliance <http://www.wi-fi.org>
- [4] WiMAX Forum <http://www.wimaxforum.org>
- [5] Scalable OFDMA Physical Layer in IEEE 802.16 WirelessMAN
http://www.intel.com/technology/itj/2004/volume08issue03/art03_scalableofdma/p01_abstract.htm
- [6] Michael F. Finneran: WiMAX versus Wi-Fi – A Comparison of Technologies, Markets, and Business Plans <http://searchnetworking.techtarget.com/searchNetworking/downloads/Finneran.pdf>
- [7] Kenneth L. Stanwood: Achieving Interoperability with IEEE 802.16-Compliant Systems
<http://www.ing.unipi.it/ew2002/proceedings/pmp003.pdf>

Horváth Zoltán

Híradástechnikai Tanszék

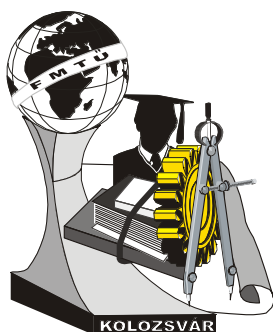
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

H-1521, Budapest, Pf. 91.

Magyar tudósok körútja 2.

tel: +36 1 463 3261 fax: +36 1 463 3263

e-mail: horvathz@jedlik.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

GÉNSEBÉSZET MINT OPTIMALIZÁLÁSI PARADIGMA

Iclănzan David

Abstract

Genetic algorithms (GA) have several important key features, like parallel processing, the ability to work with highly nonlinear, noisy systems, tolerance for imprecision, uncertainty and partial truth etc. that makes them a useful tool when it comes to solve “real life” optimization problems, found in many technological areas. But they suffer from a tendency to converge prematurely or stagnate without fitness progress for highly dimensioned complex optimization problems which leads to an excessively long run-time that is needed to deliver satisfactory results. This may be due to the loss of the capability to discover new genetic material before the increased selection pressure has limited the algorithm’s ability to search widely. In this paper the Genetic Engineering Algorithm (GEA) is proposed, where the selection pressure is deliberately loosened to induce an enhanced exploratory power. On the other hand good individuals are strongly exploited by performing local search in their vicinity and by introduction of a deterministic crossover operator. We show that by maintaining a low selection pressure while fostering the exploitation of high-fitness individuals, the new method is able to significantly outperform GA and other heuristic methods on benchmark tests.

Összefoglalás

A Genetikai Algoritmusoknak (GA) számos olyan előnye van (*többpontos, párhuzamos keresést tesz lehetővé; erősen nemlineáris rendszerekkel, bizonytalan, pontatlan és hiányos ismeretekkel szemben is robusztusan viselkedik stb.*), amely ezt a lágy számítási módszert alkalmassá teszi a műszaki tudományok által felvetett nehéz optimalizálási feladatok megoldására. De sokszor e módszereknek a konvergencia kimondottan lassú magas dimenziójú komplex optimalizálási feladatok esetén. Ez talán annak nyilvánítható, hogy a túl gyorsan megnőtt szelekciós nyomás nem engedi meg új értékes génállományok felkutatását, így a módszer korai konvergenciáját, szuboptimális pontokban - hosszú ideig - való leragadását eredményezi. A dolgozatban egy új módszert tagolok, a Génszebészeti Algoritmust (GSA), melyben a megfelelő felfedező hatást a szelekciós nyomás lényeges csökkentése biztosítja. A gyors konvergenciát a jó egyedek potenciáljának intenzív kiaknázásával éri el, lokális keresést végezve szomszédságukban és alávétve őket egy új determinisztikus, keresztezési operátornak. A teszt eredmények arra utalnak, hogy alacsony szelekciós nyomást alkalmazva és a legjobb egyedek potenciálját maximálisan kihasználva az új módszer képes egyértelműen felülmúlni a GA-t és más optimalizálási eljárásokat.

1. Bevezetés

Az 1950-60-as években merült fel először az a gondolat, hogy a biológiai evolúció a mérnöki problémákban is felhasználható lehet optimalizációs eszközként. Az azóta kidolgozott, tanulmányozott módszerek egyik fontos pillérét a genetikai algoritmusok (GA) alkotják [1].

A GA egy probléma független heurisztika, mely kevés tudást igénylő optimalizálást képes végezni általános keresési terekben. A darwini evolúciós mechanizmusokat utánozó technika bizonytalan és pontatlan információs környezetben is eredményesen alkalmazható, és hatékonyságában sokszor felülmúlja a „hagyományos” optimalizálási eljárásokat, elsősorban flexibilitásának, a párhuzamos – többpontos – keresésnek és a módszerben rejlő nagy szabadságnak köszönhetően.

A sok előny mellett a módszer sajnos számos hátránnyal is rendelkezik: a konvergencia általánosan nem bizonyított és kimondottan lassú, az algoritmus jó paraméterezésére (korai konvergencia elkerülése vs. rövid futási idő) nincs elméleti háttér, a kapott eredményről sokat nem tudunk mondani (az eredmény jó, de mennyire?). Ezek nagymértékben annak köszönhetőek, hogy a szelekciós nyomás túl hamar elér olyan szintet, mely már nem engedi meg új értékes génállományok felkutatását. Ez okozza a módszer korai konvergenciáját, lokális optimumokban - hosszú ideig - való leragadását.

E dolgozatban bemutatásra kerül egy új, eredeti optimalizálási paradigma, miszerint a gyors evolúció nem a magas szelekciós nyomás által van elérve, hanem a legjobb egyedeket „gésebészethez” alávetése által. Mivel az alacsony szelekciós nyomás megengedi a hasznos génállomány felkutatását, míg a gésebészethez biztosítja a legjobb egyedek gyors evolúcióját, az új módszer nagymértékben képes áthidalni a GA számos előnytelenességét.

2. Új paradigma

Két alapvető tényező van a genetikai keresés folyamatában [2]: a populáció változatossága (szórása a keresési térben) és a szelekciós nyomás. Ezek funkcionálisan függenek, nagymértékben befolyásolják egymást: a szelekciós nyomás növekedése csökkenti a populáció szórását és fordítva. Ezért egy túl nagy szelekciós nyomás korai konvergenciához vezethet, míg egy túl kicsi a keresést hatékonyságát csökkenti drasztikusan. Whitley szerint [3], ez nem más mint Holland [1] és mások által tárgyalt „*exploration vs. exploitation*” működési elv variációja. Megmutatta, hogy a sok paraméter mely használatának a célja a genetikai keresés „tuningolása” igazából csak indirekt eszköz, mely a populáció szórására, illetve a szelekciós nyomásra hat. A szelekciós nyomás növekedésével a keresés a populáció legjobb egyedire fókuszál, ez intenzív „kihasználás” (*exploitation*) mellékhatása a genetikai állomány változatosságának elvesztése. Csökkentve a nyomást növeljük a „bejárást, felfedezést” (*exploration*) mivel a keresésben több genotípust vonunk be, implicite több szkémát, hipersíkpartíciót.

A tudományos közvélemény [1, 3-5] hamar úgy vélte, hogy az algoritmus jó működése érdekében nagyon fontos egy egyensúlyt kialakítani e két alapvető tényező között. Ezért a kutatások ezen a téren az utóbbi 25 évben arra koncentráltak, hogy egy általános mintavételező mechanizmust alakítsanak ki, mely biztosítaná ezt a vitális egyensúlyt. Ezt a célt mai napig nem sikerült teljes mértékben teljesíteni.

E dolgozatban egy paradigma cserét helyezek kilátásba, miszerint ne próbáljunk egy ideális szelekciós mechanizmust kidolgozni mely biztosítja az egyensúlyt a gyors konvergencia és a megbízhatóság között. A fentebb bemutatott funkcionális függőség megszüntethető oly módon, hogy az algoritmus alapvető mechanizmusai ne sérüljenek meg, ez által kapható egy új optimalizációs módszer, mely egyben gyors konvergenciával és nagy megbízhatósággal rendelkezik. Kicsi szelekciós nyomással dolgozva biztosíthatjuk a nagy megbízhatóságot. A gyors konvergencia elérésében nem támaszkodunk a genetikai operátorokra, ezáltal feloldva a függőséget, hanem más mechanizmusokat, operátorokat használunk az úgynevezett gésebészeti (GS) eljárást. Ezek az új operátorok csak a populáció kicsi

százalékán (kb. 3%), a legrepresentatívabb egyedeken, a génebézéshez hasonló hatást fejtenek ki: a kívánatos jellegzetességek gyors kifejlődnek és a rosszak elnyomódnak.

A GSA működési elve a következő: az algoritmus a keresési tér bejárásával felfedezi a lokális optimumokat, ezek közelébe egyedeket helyez el. Ezeket a GS átveszi, és szuperegyedeket képez, azaz az optimumot nagy pontossággal, gyorsan megközelíti.

3. A Génebézési eljárás és az algoritmus

A genetikai operátorok, a jobb egyedek kifejlesztésénél, véletlent felhasználó, perturbációs jelleget mutatnak. Ezért a legkézenfekvőbb helyettesítésnek a szimulált hűtést találtam - egy egyeddel hatékonyan dolgozik, nem igényli a populáció csoportosulását, lokális minimumokat is képes átugrani. A GS eljárás, mivel nem hipersíkpartíciókkal dolgozik, értékesítheti a lokális optimum körüli adatokat direkt módon. Ha az atraktor medencéje az optimumoknak elég kicsi, akkor egy kimerítő keresést is alkalmazhatunk. Másik használt heurisztikus eljárás az úgynevezett „*gén infúzió*”. Vesszük a legjobb egyedet és a legtávolabb álló, de mégis magas fitnessszértékkel rendelkező reprezentánst. A második egyed génállományának elemeit sorra behelyezzük a legjobb egyed génállományának a megfelelő pozíciójára. Ha így jobb fitnessz értéket kapunk, a változtatást véglegesítjük, ha nem, eldobjuk. A motiváció e módszere az, hogy egy távol álló egyed, mivel neki is magas fitnessz értéke van, valószínű, hogy értékes génekkel rendelkezik, melyek különböznek a legjobb egyedétől. Ezek sikeres felkutatása nagyon felgyorsíthatja a konvergenciát.

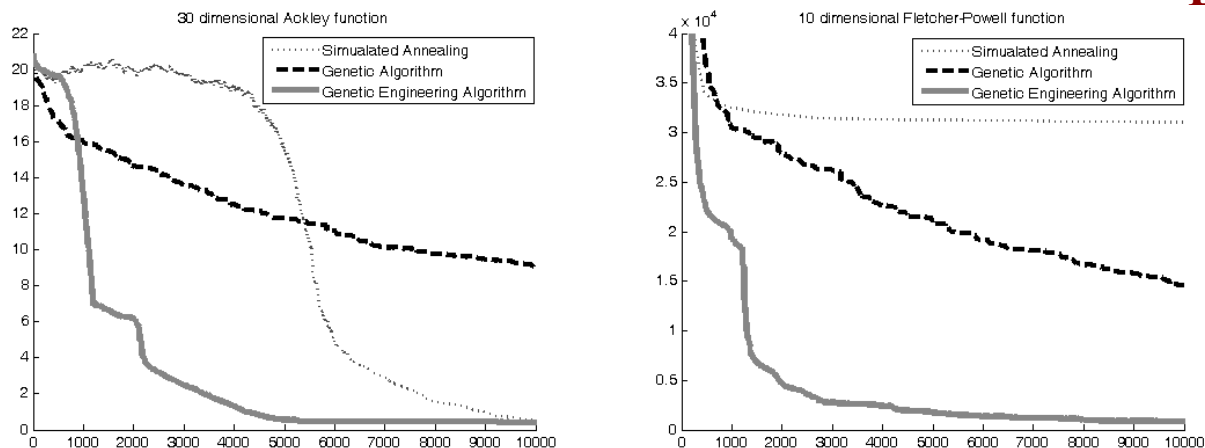
A GSA is természetesen ciklusos működés során fejt ki hatását. A ciklus lépései sorrendben (1-4):

- (0) a kezdeti populáció véletlenszerű kiválasztása után;
- (1) a következő generáció létrehozásának előkészítése, azaz az aktuális generációt alkotó egyedek „jóságának” kiszámítása és az így megkapott alkalmasságtól függően a következő generációs egyedek szülőinek a kiválasztása, gyenge szelekciós nyomás alatt;
- (2) az új egyedek létrehozása reprodukciós műveletek, mutáció, keresztezés végrehajtása révén;
- (3) ha adott generációszámnál vagyunk a populáció reprezentatív egyedeit alávétjük a GS eljárásnak;
- (4) az új generáció meghatározása, kicsi szelekciós nyomás alatt de részben elitista módon mely védi a GS eljárás által kifejlesztet „szuper” egyedeket.

4. Teszt eredmények

Két nehéz minimalizálási feladatot - erősen multimodális szintetikus tesztkörnyezet választottam a De Jong, illetve Schewefel mesterséges fitnesszdomborzatokból a GA, GSA és szimulált hűtés teljesítmény összehasonlítására. A függvények részletes ismertetése [6]-ban megtalálható. Statisztikai megbízhatóság érdekében 10 futatás eredményét átlagoltam.

Ahogy az 1. ábrán látható a GSA képes gyors és pontos konvergenciát biztosítani a tesztfeladatokra, míg a másik két módszer esetén a konvergencia lassú és/vagy pontatlan a sok lokális optimum – erős multimoduságnak köszönhetően.



1. ábra. A módszerek konvergenciája 10000 függvény kiértékelés esetén. A minimalizálandó célfüggvények: egy 30 dimenziós Ackley illetve egy 10 dimenziós Fletcher Powell mesterséges fitnesszomborzat. Minden lépésben a módszerek által addig megtalált legjobb megoldás van kirajzolva.

5. Következtetések

A GSA érdekes és új optimalizálási paradigmát helyez kilátásba, miszerint nem használ különböző mechanizmusokat a lokális optimumokból való kiszabadulásra, hanem a bennük való leragadást előzi meg gyenge szelekciós nyomást gyakorolva az egyedekre. Másfelől a legjobb egyedeket ösztönzi gyors és pontos konvergenciára intenzív génebeszeti eljárásnak vetve őket alá. A teszteredmények arra utalnak, hogy ezt a filozófiát implementáló eljárás hatékonyabb lehet más módszereknél, komplex optimalizálási feladatok esetén.

Irodalom

- [1] Holland, J.H, *Adaption in Natural Artificial Systems*, Michigan Press, Ann Arbor, 1975.
- [2] Zbignev, M, *GA + Data Structures = Evolution Programs*, 3rd Edition, Springer, 1997.
- [3] Whitley, D, *The GENITOR Algorithm and Selection Pressure: Why Rank-Based Allocation of Reproductive Trials is Best*, in Proceedings of the RMCAI, Denver. 1988, pp. 116-121.
- [4] Brindle, A, *GA for Function Optimization*, PhD thesis, university of Alberta, Edmonton, 1981.
- [5] Baker, J.E, *Adaptive Selection Methods for GA*, *Proceedings of the I International Conference on Genetic Algorithms*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1985, pp. 101-111.
- [6] Iclănzan, D. *Genetic Engineering Algorithm*, Proceedings of the 7th International Scientific Student Conference on Technical Sciences, Timișoara, 2005. ISBN: 973-578-195-1.

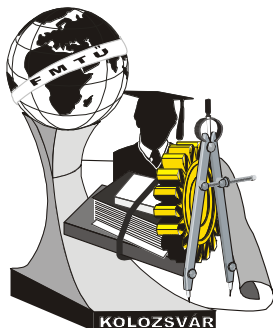
Iclănzan David, abszolvens

SAPIENTIA EMTE Műszaki és Humántudományok Kar Marosvásárhely

Cím: 540053, ROMANIA, Târgu Mures, P-ta Trandafirilor (Rózsák tere) 61.

Tel: +40265-208170, +40365-403030, Fax: +40265-206211

E-mail: iclanzand@yahoo.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KÖVETKEZTETÉS FUZZY SZABÁLYMÓDOSÍTÁSSAL

Johanyák Zsolt Csaba, Kovács Szilveszter

Abstract

Several fuzzy systems working with a sparse rule base apply reasoning techniques that follow the generalized methodology of the fuzzy rule interpolation (GM) [1]. In the second step of the GM the conclusion is determined by firing a fuzzy rule, which overlaps the observation at least partially. Due to the modular structure of the methodology several inference techniques can be applied for this task. This paper presents and compares the single rule inference techniques Similarity Transfer method (ST) [2], Fixed Point Law (FPL) [3] and Fixed Value Law (FVL) [3] as potentially suitable ones.

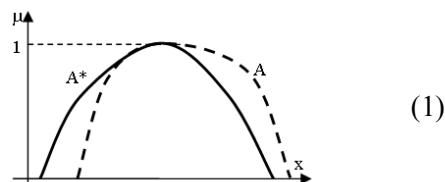
Összefoglalás

A ritka szabálybázissal rendelkező fuzzy rendszerek jelentős része olyan következtetési technikákat alkalmaz, amelyek a fuzzy szabályinterpoláció általánosított módszertana (GM) [1] által meghatározott struktúrát követik. A GM második lépésében egy megfigyelés és egy arra legalább részben illeszkedő szabály ismeretében állítják elő a következményt. A módszertan moduláris felépítése következtében számos következtetési eljárás alkalmazható erre a feladatra. Dolgozatunkban áttekintjük és értékeljük a hasonlóság megőrzési módszert [2], valamint a rögzített pont és a rögzített érték törvényét [3], mint lehetséges megoldásokat.

1. Bevezetés

A fuzzy logikán alapuló rendszerek működése során gyakran előfordul, hogy a következtetési folyamat bemeneteként jelentkező megfigyelés (A^*) csak részben fedi le egy vagy több szabály antecedens részét (A). Egydimenziós antecedens alaphalmaz esetén az 1. ábra segítségével szemléltethetjük a helyzetet. Ilyenkor a következmény előállítása az általánosított modus ponens (1) alkalmazásával történik.

Megfigyelés: x értéke A^*
 Szabály: ha x értéke A akkor y értéke B
 Következmény: y értéke B^*



1. ábra.

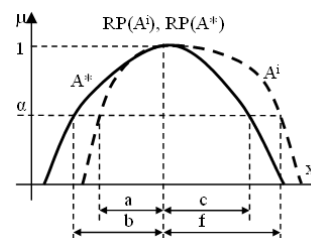
ahol x és y a bemeneti és kimeneti nyelvi változók, A és B az antecedens és a konzekvens alaphalmazbeli nyelvi értékek, A^* a megfigyelés és B^* az előállított következmény. A Zadeh féle kompozíciós következtetéstől a különböző revíziós elvekig számos megoldás született az általánosított modus ponens gyakorlati megvalósítására. A továbbiakban áttekintünk és összehasonlítunk néhányat ezek közül. A szemléletesség érdekében az eljárások ismertetése során egydimenziós antecedens és konzekvens alaphalmazokat feltételezünk, de megemlítjük a többdimenziós alkalmazhatóságot ott, ahol ez lehetséges.

2. Egyszabályos következtetési módszerek

Egyszabályos fuzzy következtetési módszereknek nevezik azokat a technikákat, amelyek egyetlen fuzzy szabályból és az annak feltétel részével nem feltétlenül azonos megfigyelésből kiindulva előállítják a következményt. A folyamat alapja valamilyen hasonlóságmérték meghatározása és az általánosított modus ponens olyan megvalósítása, hogy amilyen mértékben hasonlít a megfigyelés a szabály antecedens részére, ugyanolyan mértékben hasonlítson az előállított következmény a szabály konzekvens részére. A rendelkezésre álló módszerek közül csak olyanokkal foglalkozunk a továbbiakban, amelyek egy bizonyos speciális feladatra alkalmazhatóak. Ez a kiemelt terület a fuzzy szabály-interpoláció egy részfeladata, mégpedig a becsült következmény meghatározása az általánosított módszertan [1] második lépésében. Itt egy fuzzy szabály-interpolációval előállított szabállyal dolgozunk, amelynek antecedens halmazához rendelt referencia pont azonos abszcisszájú a megfigyelés referencia pontjával. A referencia pont feladata a fuzzy halmaz helyzetének egyértelmű meghatározása. Definiálása során több lehetőség közül választhatunk, pl. a mag vagy a tartó középpontja, esetleg a tömegközéppont is elláthatja ezt a feladatot. A megfelelő típus kiválasztása során figyelembe kell venni a partíció halmazainak alakját és a szükség szerint alkalmazott defuzzifikálási módszert is.

2.1. Hasonlóság megőrzési módszer

A Similarity Transfer (ST) módszert [2] Yan, Mizumoto és Qiao dolgozta ki. A technika alap gondolata az, hogy α -vágatonként egy alsó és felső hasonlósági mértéket (S_L és S_U) számolnak a szabály antecedens (A^i) és a megfigyelés (A^*) között a (2) és (3) képletek felhasználásával (2. ábra).



2. ábra.

$$S_L(A^*, A^i, \alpha) = \frac{b}{a} = \frac{d(\inf\{A_\alpha^*\}, RP(A^*))}{d(\inf\{A_\alpha^i\}, RP(A^i))} \quad (2)$$

$$S_U(A^*, A^i, \alpha) = \frac{c}{f} = \frac{d(\sup\{A_\alpha^*\}, RP(A^*))}{d(\sup\{A_\alpha^i\}, RP(A^i))} \quad (3)$$

Ahol *inf* és *sup* az α -vágat alsó és felső végpontja, *RP* a referencia pont. A következmény adott α -vágatának végpontjait úgy határozzák meg, hogy a szabály konzekvenséhez mért alsó és felső hasonlósági értéke egyezzen meg a feltétel oldalon számolt értékekkel. A módszer egyszerű, kis számításigényű és hatékonyan alkalmazható kis karakterisztikus pontszámmal leírható konvex és normál halmazalakok esetén. Normalitás alatt azt értjük, hogy minden halmaz magassága 1-es értékű kell legyen. Az eljárás gyenge pontja az, hogy szubnormális és nem-konvex esetekben nem használható, valamint nem tartalmaz megoldást a valós alkalmazásokban legtöbbször előforduló többdimenziós antecedens alaphalmaz esetére.

2.2. A lineáris revíziós elven alapuló módszerek

A Shen, Ding és Mukaidono által kidolgozott (pl. [3]) és az [1]-ben is lehetséges megoldásként javasolt két lineáris revíziós elven alapuló módszert vizsgálunk meg a továbbiakban.

A rögzített pont törvénye

(Fixed Point Law - FPL)

[3][1] egy interrelációnak

nevezett függvénykapcsolat

(Inter-Relation Function -

IRF) segítségével egy

egyértelmű leképezést

definiál a szabály antecedens

(A^i) és konzekvens (B^i) halmazának elemei között. Az így meghatározott téglalapot interrelációs

területnek (InterRelation Area - IRA) nevezi. A továbbiakban, amennyiben ez szükséges, az IRA-t és

az érintett két nyelvi értéket arányosan módosítja [1] ($A^i, B^i \rightarrow A^j, B^j$) úgy, hogy elérje az egybeesést az

IRA megfelelő oldala és megfigyelés (A^*) tartója között (3. ábra). Feltételezve, hogy az így kapott IRF

azonos a megfigyelés és a következmény (B^*) közötti valós interrelációs kapcsolattal, a becsült

következmény pontjait úgy számolja ki, hogy az A^* minden kiválasztott halmazelemére kiszámolja a

megfigyelés és az antecedens nyelvi értékhez való tartozás mértékét kifejező tagsági függvények

különbségét, és ugyanezzel az értékkel módosítja a

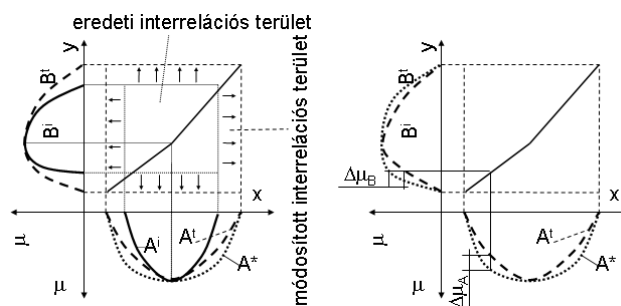
B^i konzekvens halmaz interreláció által

meghatározott pontjának tagsági értékét (3. ábra).

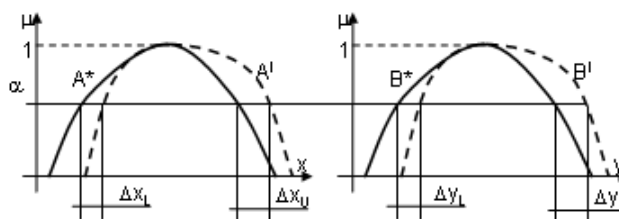
Az eljárás előnyös tulajdonsága, hogy az IRF

bevezetése egy jól hangolható technikát

eredményez. Hátrányaként említhető az IRF



3. ábra.



4. ábra.

használat és az IRA módosítás következtében megnövekedett számításigény, a bonyolultabb megvalósíthatóság és az a tény, hogy csak konvex és normál fuzzy halmazok esetén használható. Az FPL-t eredetileg egydimenziós esetre dolgozták ki, de az [1] irodalomban találunk megoldási javaslatot a többdimenziós alkalmazásra.

A **rögzített érték törvénye** (Fixed Value Law - FVL) [3][1] a tagsági függvény értékek (μ) mentén haladva határozza meg a következményt. Minden szükséges α szinten a megfigyelés (A^*) és az antecedens (A^i) halmazok azonos oldali vágatvégpontjainak távolságából (Δx_L és Δx_U) kiindulva a (4) és (5) képlet segítségével számítja ki, hogy milyen mértékben (Δy_L és Δy_U) szükséges eltolni a konzekvens vágatvégpontjait a módosítás során.

$$\Delta y_L = \frac{\inf\{A^*\} - \inf\{A^i\}}{\inf\{A^i\} - x_{\min}} \cdot (\inf\{B^i\} - y_{\min}) \quad (4)$$

$$\Delta y_U = \frac{\sup\{A^*\} - \sup\{A^i\}}{\sup\{A^i\} - x_{\max}} \cdot (\sup\{B^i\} - y_{\max}) \quad (5)$$

ahol x_{\min} , x_{\max} és y_{\min} , y_{\max} az antecedens és konzekvens alaphalmaz értelmezési tartományának alsó és felső végpontjai. A módszer egyszerű, kis számításigényű és hatékonyan alkalmazható kis karakterisztikus pontszámmal leírható konvex és normál halmazalakok esetén. Hátrányos tulajdonsága az, hogy a kapott eltolás érték erősen függ attól, hogy a szabály antecedens és konzekvens milyen távolságban helyezkedik el saját alaphalmazának alsó és felső végpontjaitól. Könnyen előfordulhat olyan abnormális eredmény, amikor egy halmazelemhez több tagsági érték is tartozik. Az eljárás csak konvex és normál fuzzy halmazok esetén használható. Az FVL-t eredetileg egydimenziós esetre dolgozták ki, de az [1] irodalomban találunk megoldási javaslatot a többdimenziós alkalmazásra.

Irodalom

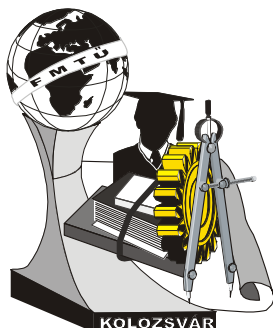
- [1] Baranyi, P., Kóczy, L. T. and Gedeon, T. D.: A Generalized Concept for Fuzzy Rule Interpolation. In IEEE Transaction On Fuzzy Systems, Vol. 12, No. 6, 2004, pp. 820-837.
- [2] Yan, S., Mizumoto, M., Qiao, W. Z.: An Improvement to Kóczy and Hirota's Interpolative Reasoning in Sparse Fuzzy Rule Bases, in International Journal of Approximate Reasoning, 1996, Vol. 15, pp. 185-201.
- [3] Shen, Z., Ding, L., Mukaidono, M.: Methods of revision principle, in Proc. 5th IFSA World Congr., 1993, pp. 246-249.

Johanyák Zsolt Csaba

Kecskeméti Főiskola, GAMf Kar, Informatika Tanszék
Tel: +36-76-516-300, e-mail:johanyak.csaba@gamf.kefo.hu

Kovács Szilveszter, PhD

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Általános Informatikai tanszék
Tel: +36-46-565-111 e-mail: szkovacs@iit-uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

POLÁR-VÁGAT ALAPÚ FUZZY HALMAZ-INTERPOLÁCIÓ

Johanyák Zsolt Csaba, Kovács Szilveszter

Abstract

Systems working with fuzzy logic apply a rule based reasoning process. In several practical applications the rules belonging to the knowledge base do not cover all the possible input values. In such cases the classical fuzzy inference methods (e.g. Compositional Rule of Inference) must be substituted by approximate techniques. The methods following the ideas of the generalized methodology of fuzzy rule interpolation (GM) [1] determine the approximated conclusion in two steps. First a new rule is interpolated in the position of the observation and next the result is calculated by firing this rule. In this paper we propose a new fuzzy set interpolation technique called FEAT-p applicable in the first step of the GM for the determination of the antecedent and consequent part of the new rule. Its basic concepts are the virtual linguistic term shifting and the polar cut. As advantages can be mentioned the low computational complexity and the ability to handle even cases when one or more of the fuzzy sets are subnormal.

Összefoglalás

A fuzzy logikával működő rendszerek szabály alapú következtetéssel dolgoznak. Számos gyakorlati alkalmazásban a rendszer tudásbázisában rendelkezésre álló szabályok nem fednek le minden lehetséges bemeneti értéket. Ilyen esetekben a klasszikus kompozíciós következtetési módszereket közelítő technikákkal kell helyettesíteni. A fuzzy szabályinterpoláció általánosított módszertanát (GM) [1] követő technikák a becült következményt két lépésben állítják elő. Először egy új szabályt interpolálnak a megfigyelés által meghatározott helyen, majd ezt alkalmazva számítják ki az eredményt. Dolgozatunkban egy új fuzzy halmaz-interpolációs eljárást (FEAT-p) mutatunk be, ami az általánosított módszertan első lépésében alkalmazható az új szabály antecedens és konzekvens részének meghatározására. A módszer két fontos alapfoglata a nyelvi értékek virtuális eltolása és a polár-vágat fogalmának bevezetése. Előnyös tulajdonsága az alacsony számítási komplexitása, és azon esetek kezelésének képessége, amikor a partíció egy vagy több halmaza egynél kisebb magassággal rendelkezik.

1. Bevezetés

A fuzzy logikával működő rendszerek szabály alapú következtetést alkalmaznak. Tudásbázisuk egyik legfontosabb tulajdonsága a szabálybázis sűrű vagy ritka jellege. A szabályok halmazát akkor

tekintjük ritkának, amikor egyes megfigyelések esetén nem találunk olyan szabályt, aminek feltétel része legalább részben lefedné a bemeneti értékeket az összes dimenzióban. A klasszikus következtetési technikák, mint pl. a Zadeh, Mamdani vagy Yager féle, nem képesek kezelni az ilyen eseteket. Ezért a ritka szabálybázisra épülő rendszerekben olyan fuzzy következtetési módszereket alkalmaznak, amelyek megfelelő szabályok hiányában is képesek megbecsülni az eredményt.

A szakirodalomban fellelhető közelítő következtetéssel dolgozó technikák nagy része valamilyen szabályinterpolációt alkalmaz. Ezeket a módszereket alapelvük szerint két csoportra oszthatjuk. Az elsőbe tartoznak azok a technikák, amelyek a megfigyelésből közvetlenül állítják elő a becsült következtetést. Ilyen például a Kóczy és Hirota által kidolgozott KH [2] vagy a Kovács és Kóczy által javasolt FIVE [3] módszer. A második csoport eljárásainak működését a legjobban az [1]-ben bevezetett általánosított módszertan segítségével írhatjuk le. A csoport jellegzetes képviselői pl. a Baranyi és társai által az [1]-ben javasolt módszercsoport és a Huang és Shen által kidolgozott IGRV [4]. A továbbiakban először röviden áttekintjük az általánosított módszertan által meghatározott kereteket, majd bemutatjuk az általunk javasolt halmaz-közelítési módszert.

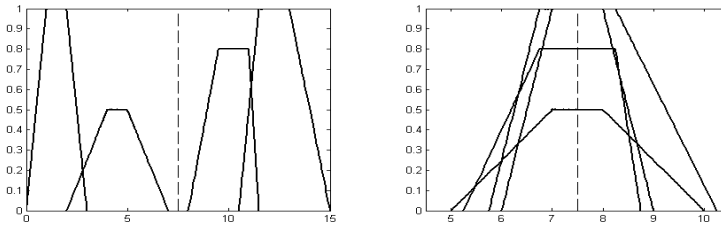
2. A fuzzy szabályinterpoláció általánosított módszertana

A Baranyi és társai által javasolt általánosított módszertan egy referencia pont (RP) segítségével jellemzi a fuzzy halmazok helyzetét. Erre a célra jól alkalmazható pl. a mag középpontja, a súlypont vagy a tartó középpontja. A kiválasztás során célszerű figyelembe venni az esetlegesen alkalmazott defuzzifikációs módszert is. A továbbiakban a halmazok távolságát a referencia pontok közötti vízszintes irányú távolsággal fejezik ki. A következmény meghatározása két lépésben történik. Először egy új szabályt interpolálnak úgy, hogy ennek referencia pontjai azonos vízszintes helyzetűek legyenek a megfigyelés megfelelő halmazának referencia pontjával minden dimenzióban. Itt három szakasz különböztethető meg. Az elsőben valamilyen fuzzy halmaz közelítési módszerrel meghatározzák a szabály antecedens részét. Ezt követően a konzekvens helyzetét számítják ki pl. a fuzzy szabályinterpoláció alapegyenlete (FERI) [2] segítségével, majd ugyancsak fuzzy halmazközelítést alkalmazva meghatározzák a szabály konzekvens részét. A második szakaszban az új szabályt tüzelve számítják ki a következményt. Mivel a szabály feltétel része ritkán esik egybe a megfigyeléssel, ezért ebben az esetben valamilyen speciális egyszabályos következtetési módszerre van szükség. A GM moduláris felépítésének köszönhetően minden lépésben és szakaszban az adott feladathoz legjobban illeszkedő technika választható ki.

3. FEAT-p

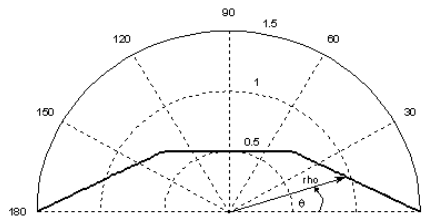
A FEAT-p (Fuzzy sEt interpolAtion based on linguistic Term shifting and polar cuts) egy fuzzy halmaz-interpolációs technika, amelynek az a célja, hogy meghatározza az új szabály antecedens és konzekvens részében szereplő nyelvi értékek alakját a GM első lépésében. A módszer egyszerre egy partícióval foglalkozik, a különböző dimenziókban a számítások egymástól függetlenül történnek. Az eljárás abból a feltételezésből indul ki, hogy a fuzzy partíciót valamilyen szabályosság jellemzi, és ennek figyelembe vételével igyekszik meghatározni egy olyan új nyelvi értéket, aminek pozíciója azonos a megfigyelésével. A módszer a partíció összes fuzzy halmazát figyelembe veszi a becslés

során. Ez a megközelítés a számítási komplexitás csökkenését is eredményezi egyben, ugyanis kis nyelvi értékszámú partíciókat feltételezve általában egyszerűbb az összes halmazt felhasználni, mint kikeresni a két közrefogó szomszédosat.



1. ábra. Eredeti partíció és virtuálisan eltoltt halmazok

Első lépésként meghatározzuk a partíció összes halmazának referencia pontját, majd eltoljuk őket virtuálisan vízszintesen úgy, hogy referencia pontjuk abszcisszája essen egybe a megfigyelés aktuális dimenzióbeli halmazának referencia pontjával (1. ábra). Ezután az egymást átfedő alakzatokból meghatározzuk az új nyelvi értéket. A feladat több módon is megvalósítható. Például a [5]-ben ismertetésre kerülő technika α -vágatokon alapul. A most bemutatásra kerülő FEAT-p abból a feltevésebből indul ki, hogy az α -vágatokhoz hasonlóan a polár-vágatokra is felírható egy kiterjesztési és felbontási elv, azaz minden konvex fuzzy halmaz felbontható polár-vágatokra és leírható polár-vágatok összességéként. A módszer egy polár koordináta-rendszert használ, aminek a középpontja egybeesik a megfigyelés referencia pontjának a vízszintes tengelyre eső vetületével. A polár-vágat egy $\{rho, \theta\}$ érték pár, ami a halmazalak egy pontját jellemzi.



2. ábra. Polár-vágat

Az interpolált nyelvi érték körvonalát polár-vágatonként határozza meg a módszer súlyozott átlagot számolva a figyelembe vett halmazok azonos θ szintű polár-vágat hossz értékeiből (1). A súlyozás lehetővé teszi, hogy a megfigyeléshez közeli halmazok nagyobb hatást fejtsenek, ki mint a távolabbiak.

$$rho\{A_{j\theta}^a\} = \begin{cases} \frac{\sum_{k=1}^{n_j} w_{jk} \cdot rho\{A_{jk\theta}\}}{\sum_{k=1}^{n_j} w_{jk}} & d(A_j^*, A_{jk}) > 0 \\ rho\{A_{jk\theta}\} & d(A_j^*, A_{jk}) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$w_{jk} = \frac{1}{\lambda \cdot d(A_j^*, A_{jk})^p} \quad (2)$$

Az elvárásnak eleget tevő legegyszerűbb súlyfüggvény a távolság reciproka. Ennek két paraméterrel kibővített változata (2) jól hangolható, rugalmas halmazinterpolációt tesz lehetővé az általánosított módszertan első lépésében.

4. Összegzés

A szabályinterpoláció alapú fuzzy következtetési technikák biztosítják a megfelelő eredményt ritka szabálybázis esetén is. Ezen technikák jelentős része az általánosított módszertanban meghatározott lépéseket valósítja meg.

Dolgozatunkban egy olyan halmazinterpolációs módszert mutatunk be, ami a polár-vágat fogalmának bevezetésével leegyszerűsíti az új szabály antecedens és konzekvens részének meghatározását az általánosított módszertan első lépésében azokban az esetekben is, amikor a partíció egy vagy több halmazának magassága nem éri el az 1-es értéket. Előnyös tulajdonságai továbbá az alacsony számítási komplexitása és a szemléletessége.

Irodalom

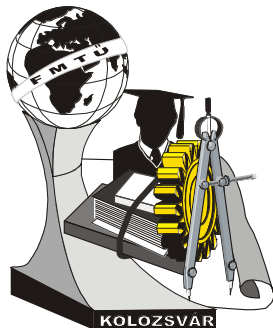
- [1] Baranyi, P., Kóczy, L. T. and Gedeon, T. D.: A Generalized Concept for Fuzzy Rule Interpolation. In IEEE Transaction On Fuzzy Systems, ISSN 1063-6706, Vol. 12, No. 6, 2004. pp 820-837.
- [2] Kóczy, L. T., Hirota, K.: Rule interpolation by α -level sets in fuzzy approximate reasoning, In J. BUSEFAL, Automne, URA-CNRS. Vol. 46. Toulouse, France, 1991, pp. 115-123.
- [3] Kovács, Sz., Kóczy, L.T.: Application of an approximate fuzzy logic controller in an AGV steering system, path tracking and collision avoidance strategy, Fuzzy Set Theory and Applications, Tatra Mountains Mathematical Publications, Mathematical Institute Slovak Academy of Sciences, Vol.16, Bratislava, Slovakia, 1999, pp. 456-467.
- [4] Huang, Z., Shen, Q: Fuzzy interpolation with generalized representative values, in Proceedings of the UK Workshop on Computational Intelligence, pp. 161-171, 2004.
- [5] Johanyák, Z. C., Kovács, S.: Fuzzy set approximation based on linguistic term shifting, MicroCad 2006, megjelenés alatt.

Johanyák Zsolt Csaba

Kecskeméti Főiskola, GAMf Kar, Informatika Tanszék
Tel: +36-76-516-300, e-mail:johanyak.csaba@gamf.kefo.hu

Kovács Szilveszter, PhD

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Általános Informatikai tanszék
Tel: +36-46-565-111e-mail: szkovacs@iit-uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A SZÓRÁSEGYENLETESSÉG JAVÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI SZERVESTRÁGYA-KIJUTTATÓ GÉPEKNÉL

Kassai Zsolt

ABSTRACT

The applications of organic manure are indispensable with soil management in today. In the course of yearly production discharge nutrients with the organic manure return more than 50 % to soil circulation of the plant nutrients. The organic manure of considerable quantity accumulated up yearly, when the nutrient content and state of condition significantly modify with species of animals and animal keeping. The near dose is influencing of distribution possibilities for parameters of quality (i.e. width of vaporization, variation coefficient) at spreading of organic matters.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerves trágya felhasználás napjaink talajerő-gazdálkodásának nélkülözhetetlen részét képviseli. Szervestrágyázással a termelés során kivont tápanyagok több mint 50 %-a visszajuttatható talajaink tápanyag körforgásába. Az állattartó telepeken évente igen nagy mennyiségű szerves anyag halmozódik fel, melynek tápanyagtartalma és halmazállapota az állatfajtától és a tartásmódtól függően jelentős mértékben változik. A szerves anyagok kijuttatása során az adagmennyiség mellett a munkaminőségi paraméterek (pl. szórászélesség, variációs együttható) is befolyásolják a kijuttatás lehetőségét.

Anyag és módszer

A vizsgálatok során alkalmazott istállótrágyákat eredetük és tulajdonságaik alapján 3 elkülönülő osztályba soroltuk (1. táblázat). A vizsgálatokhoz használt istállótrágyának a mérések előtt a lehető legkevesebb feldolgozási művelet érte, így a lehetőleg jól érett, tömörödött szerves anyagokat használtunk.

Vizsgált anyagok jellemzői

1. táblázat

A kijuttatott szerves anyag		
Megnevezés	Térfogattömege	Szárazanyag tartalma
	(kg/m ³)	(%)
komposzt	340-400	50-55
könnyű istállótrágya	470-540	37-42
érett, tömör istállótrágya	810-870	30-40

A vizsgálatokat olyan sík szabadterületen végeztük, ahol a talajfelszín vízszintes volt, a géppel a haladási irányt a fő széliránnyal ellentétesen határoztuk meg. Az alkalmazott tálcák 500 mm x 500 mm x 100 mm mérettel rendelkeztek. A vizsgálati talajfelszín lehetőséget adott arra, hogy a mérőtálcák felső éle a ± 10 mm-es tűrésszel belül egy síkban helyezkedtek el. A felfogott szerves anyagok tömegét ± 10 g mérési pontossággal határoztuk meg. Amennyiben ez az alacsony kiadagolási tartomány miatt nem volt lehetséges, a tényleges tömegtől $\pm 0,5$ %-os tűréssel végeztük a mérést.

A vizsgálathoz használt szervestrágya-szóró gép kétféle: hagyományos, 4 függőleges szóróhengeres, és kombinált szórószerkezettel rendelkezett. A két szórószerkezet kompatibilisan cserélhető kivitelű volt. A gépet minden mérésnél olyan egyenletesen raktuk meg a kívánt szerves anyaggal, hogy a kocsiszekrényben található anyag természetes tömörödése biztosított legyen. A TLT-n keresztül hajtott gépnél a TLT fordulatszámot a javasolt értéknek megfelelő ± 5 %-os tartományban tartottuk. A vizsgálatok során a kijuttatáskor a haladási sebesség minden esetben az 1-6 km/h tartományban választottuk meg. A tényleges haladási sebesség a ± 10 %-os tartományon belül változott [2, 3].

A keresztirányú eloszlás meghatározásához a variációs együttható (CV) értékét minden vizsgált munkaszélességre meghatároztuk a gép szórászélessége alapján. A CV görbét minden esetben a munkaszélesség függvényében határoztuk meg az alábbi képletek segítségével:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \text{ [kg]} \quad (2)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \text{ [kg]} \quad (3)$$

ahol:

X_i – az istállótrágya mennyisége egy mérőtálcában [kg],
 n – a mérőedények száma a munkaszélességen belül.

A hosszirányú szóráseloszlás vizsgálatokor a térfogatáramot kellett elsősorban megállapítanunk. A hosszirányban végrehajtott összes vizsgálatnál az átlagolt mérési értékeket az állandó istállótrágya mennyiség szakaszainak számításával határoztuk meg. Az kialakított számítási módszernek az állandó térfogatáramot (S_f), a munkaszélességet (B) és a haladási sebességet (v_h) kellett magába foglalnia:

$$S_a = 3,6 \cdot \frac{S_f}{v_h \cdot B} \text{ [kg/m}^2\text{]} \quad (4)$$

ahol:

S_a – az állandó istállótrágya mennyiség [kg/m²],
 S_f – az állandó térfogatáram [kg/s],
 B – az adott munkaszélesség [m]

Az állandó térfogatáramot a következő képlettel határoztuk meg:

$$S_f = \max_{j=1}^{j-m+1} [f_j] \text{ [kg/s]} \quad (5)$$

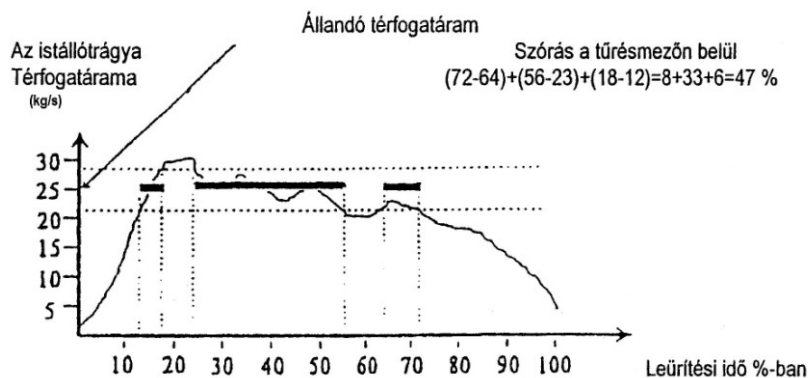
Ennél az f_j az átlagos térfogatáram a leürítési idő 30 %-a alatti érték, melyet a következőképpen számítottunk:

$$f_j = \frac{1}{m} \sum_{i=j}^{j+m-1} x_i \text{ [kg/s]} \quad (6)$$

ahol:

n – a minták száma a leürítési idő alatt,
 x_i – a térfogatáram az i -edik mintánál [kg/s],
 $m = 0,3 \cdot n$ a minták száma a leürítési idő 30 %-a alatt (kerekítve egész számértékre).

A hosszirányú szóráseloszlás vizsgálatokor a tőrésmezőn belüli szórás számításához minden egyes mérésnél kapott értékeket a részszórások összegeként (%-ban) határoztuk meg azon tartományban, amikor a pillanatnyi térfogatáramok az állandó térfogatáram (S_f) ± 15 %-os tartományán belül található. A tőrésmezőn belüli számítás módszerét mutatja az 1. ábra [1].

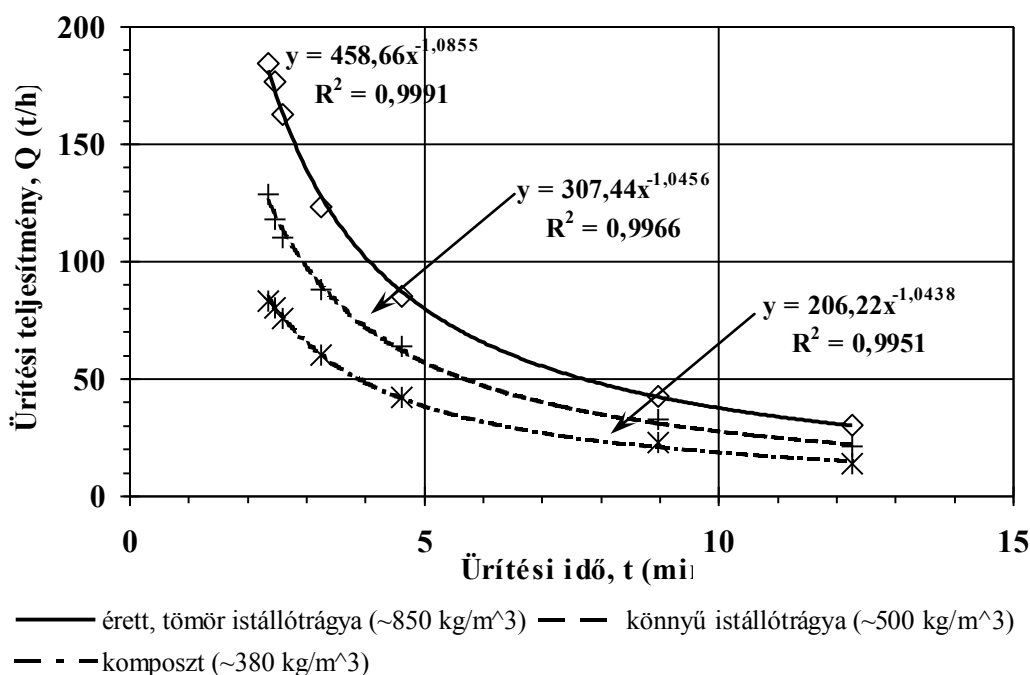


1. ábra: A tőrésmezőn belüli szórás számítása

Eredmények és értékelésük

A kiadagolható mennyiség

A különféle szerves anyagok kiadagolható mennyiségét mindig a lehordó szerkezet haladási sebessége, s így a lehordás ideje a határozza meg.



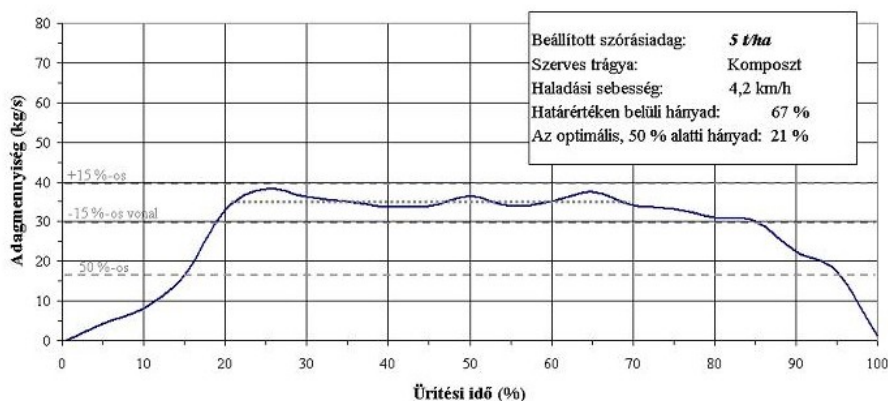
2. ábra: A kiadagolt szerves anyagok kijuttatása

A szervestrágya-szóró pótkocsi adagoló szerkezetének teljesítménye a szerves anyagoktól függetlenül jól közelíthető egy általános hatvány alapú függvénnyel. A $Q = f(t)$ mindhárom vizsgálat alá vont szerves anyag esetén közelíthető az $y = a \cdot x^{-b}$ függvénnyel, ahol az a és b paraméterek a szerves anyag konzisztenciájától és tulajdonságaitól függő változók. E paraméterek számítására, illetve meghatározására több figyelmet fordítani a jövőben, hiszen a mérési eredmények értékelése alapján általánosítható a kiadagolható mennyiség a változók értékeinek ismeretében [3].

Az állandó térfogatáram

Az állandó térfogatáramot a (4)-(6) képletek felhasználásával határoztuk meg, s a minták feldolgozása után az összehasonlítást mind alacsonyabb, mind magasabb sebességfokozatban is elvégeztük. Természetesen a haladási sebességek mellett a legkisebb és legnagyobb munkaszélességeket is figyelembe vettük. A 6. ábra azt mutatja, hogy a 15-45 % közötti tartományon belül a legnagyobb az átlagos térfogatáram. Ezt a térfogatáramot a méréshez állandó térfogatáramként (S_f) fogadtuk el.

A vizsgálatok során a térfogatáramok összehasonlítása, azt mutatja, hogy az állandó térfogatáram meghatározását mind a szórószerkezet kialakítása, mind a kijuttatott szerves anyag fajtája jelentős mértékben befolyásolja [2].



3. ábra: Az állandó térfogatáram meghatározása

Következtetések

A kiadagolható szerves anyagok mennyisége minden vizsgált trágya (komposzt, könnyű istállótrágya és érett, tömör istállótrágya) esetén azonos jellegű hatvány függvénnyel közelíthető, s a mérési pontoknak megfelelően elvégzett szórásnégyzetek ($R^2=0,995-0,999$) alapján kedvező eredményeket mutattak. A vizsgálatok eredményei szerint az általánosítható képlet változóinak meghatározása természetesen szerves anyagtól függő, s így a vizsgálatok folytatása szükséges ahhoz, hogy a rendelkezésre álló eredmények tekintetében a képlet általánosítását elfogadjuk.

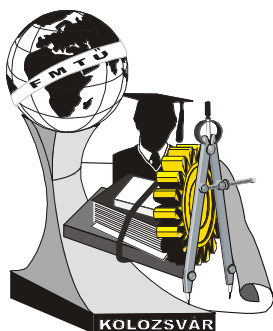
A keresztirányú szóráseloszlás során a meghatározott variációs együttható (CV) a mindenkori munkaszélesség meghatározására szolgál. Akkor fogadható el adott gépre és szerves anyagra vonatkozóan a munkaszélesség, ha a variációs együttható (CV) kisebb, mint 30 %, és szélesebb, mint a $\frac{1}{2}$ szórástávolság.

Az állandó térfogatáram meghatározásának a hosszirányú szóráseloszlás vizsgálatokor van jelentősége. Az állandó térfogatáramot mind a szórószerkezet kialakítása, mind az alkalmazott szerves anyagok tulajdonságai befolyásolják. Azonos anyagféleséget vizsgálva megállapítható, hogy a két szórószerkezet közül a kombinált kialakítású (vízszintes bontóhengerek + szóró tányérok) kevésbé érzékeny a kiadagolandó anyagféleségre, mivel érett, tömör anyag és komposzt esetén is közel azonos mértékű kiadagolásra képes. A hagyományos szórószerkezetű (4 függőleges szóróhenger) gépnél a térfogatáram anyagféleségtől függően jelentős mértékben változik azonos beállítás mellett, ezzel jelentős károkat okoz a talajban, mivel a kiadagolt szerves és szervetlen vegyületek egyenlőtlen mennyisége megváltoztatja a kultúrnövény számára kialakított talajállapotot [2].

Felhasznált irodalom

- [1.] Frick R. – Heusser J. – Schick M. (2001): Ausbringtechnik Abfalldünger und Laufstallmist. FAT Berichte Nr. 560/2001. p. 7-15.
- [2.] Kassai Zsolt (2001): Szervestrágya-szórás technológiája. Értesítő termeléstehnológiák műszaki és gazdaságossági vizsgálatáról 176. FVM Műszaki Intézet. Gödöllő, 2001.
- [3.] Kassai Zsolt (2002): Különféle szórószerkezetek hatása a szerves anyagok kijuttatására. Fiatal Műszaki Tudományos Ülésszaka VII. Kolozsvár 2002. március 22-23. p. 181-186.

Név/tudományos fokozat: **Kassai Zsolt**, PhD hallgató
 Munkahely/cím: FVMMI GM Gépmínősítő Közhasznú Társaság
 H-2100 Gödöllő, Tessedik Sámuel u.4
 Telefon/Fax, E-mail: 0036-28-511-665, 0036-28-511-680, kassai@fvmmi.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SZEMCSÉS HALMAZOK MOHR–COULOMB FÉLE NYÍRÁSI TÖNKREMETELÉNEK ELEMZÉSE

Keppler István

Abstract

The measurement of the Mohr–Coulomb yield criterion with the use of a modified shear cell is discussed in this paper. Using the shear cell's finite element model, the errors made during the calculation of yield function parameters, and the failure's energetic conditions are also discussed.

Összefoglalás

A szemcsés halmazok nyírási tönkremeneteli tulajdonságainak nyíródobozos mérési módszerét kívánom bemutatni. A nyíródobozbeli feszültségviszonyok végeelem módszerrel történő vizsgálatával bemutatom azokat a hibalehetőségeket, melyekre a mérés elvégzése során ügyelnünk kell. A nyírási tönkremenetel energetikai feltételeit is tárgyalom.

Bevezetés

A gépészmérnöki gyakorlatban a tönkremenetel fogalmát úgy definiálják, mint a szerkezet valamely méretének egy megengedett értéket meghaladó változását. A vizsgált anyagokból megfelelő gondossággal kiválasztott próbatestek szakítóvizsgálatával meghatározott kritikus feszültségek és a valódi terhelésből adódó esetleg többtengelyű igénybevételek által létrehozott terhelések között pedig a redukált feszültség fogalmának alkalmazásával teremtenek kapcsolatot.

A szakítóvizsgálatból nyert kritikus feszültség és az anyagra megengedhető maximális redukált feszültség összehasonlítására tönkremeneteli kritériumokat alkalmaznak. Ezek közül a legegyszerűbb a Mohr–féle hipotézis, amely a feszültségállapotra jellemző Mohr–körök és az ún. tönkremeneteli határgörbék között vizsgál egyszerű geometriai kapcsolatokat. Egy szemcsés anyaghalmoz tönkremenetelére jóval bonyolultabb folyamat, mint egy acél próbatest maradó alakváltozása.

Nyírási tönkremenetel

A szemcsehalmoz egy elemi tartományában akkor következik be *nyírási tönkremenetel*, ha található a tartományon átmenő olyan \mathbf{n} normálisú sík, amelyiken a τ_{nm} nyírófeszültségek túllépik a σ_n normálfeszültség értékének egy meghatározott hányadát.

A Mohr–Coulomb-féle tönkremeneteli kritérium:

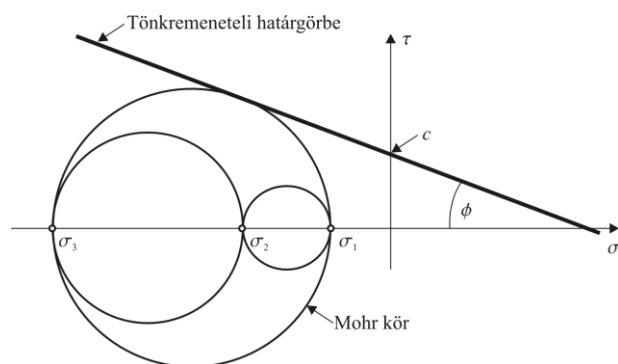
$$|\tau_{nm}| \geq \sigma_n \tan\phi + c, \quad (1)$$

ahol c az anyaghalmoz kohéziója, ϕ pedig a halmaz belső súrlódási szöge.

A nyírási tönkremenetelhez tartozó Mohr-körök burkológörbéjét *tönkremeneteli határgörbének* nevezzük (**1. ábra**). A ϕ és c paraméter meghatározása nyírókészülék segítségével történik (Sitkei, 1981).

Nyírókészülék

A nyírókészülék segítségével egy az anyagminta belsejében, meghatározott sík mentén ható erőrendszert működtetve idézik elő az anyagminta nyírási tönkremenetelét, miközben a mintára nyírási



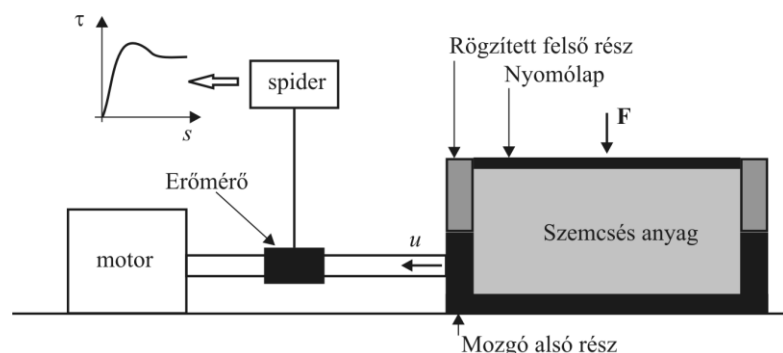
1. ábra: Nyírási tönkremenetel

síkra merőleges irányból állandó nyomóerőt biztosítanak. A készülék egy rögzített és egy mozgó keretrészből áll (**2. ábra**). A talajvizsgálatoknál alkalmazott (Kézdi, 1972) nyíródoboz Balássy (1993) által módosított változatát alkalmaztam kísérleti vizsgálataimhoz. Ennél a készüléknél a keret mozog állandó sebességgel, és erőmérő cella segítségével mérhetjük a nyírási síkban fellépő τ feszültségek legyőzéséhez szükséges

oldalirányú erő értékét. Az általam használt berendezés abban tér el a szokásostól, hogy ennek a nyírókészüléknek az anyagminta tárolására szolgáló része nem henger alakú, mint a klasszikus berendezéseké, hanem téglatest alakú minta nyírására adott lehetőséget.

A nyírási tönkremenetel vizsgálata nyírókészülék segítségével

Különböző nagyságú függőleges F terhelések felvitele után a nyírási síkban fellépő csúsztató feszültségek legyőzésére fordított erőt erőmérő cellával mérjük, és azt az elmozdulás függvényében



2. ábra: Nyírókészülék vázlatja.

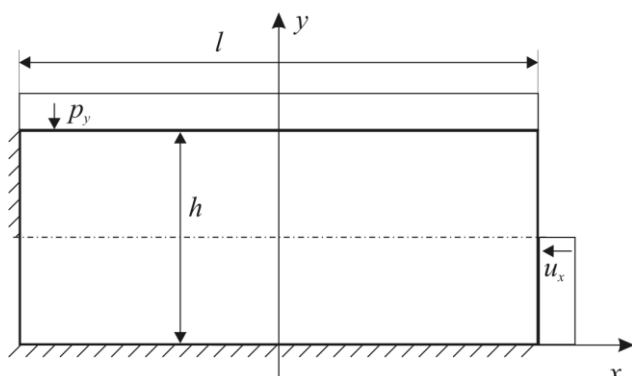
ábrázoljuk. Az erő az elmozdulás függvényében általában meredeken növekszik, s egy bizonyos elmozdulás után közel állandó marad. Ebből az állandósult erőtől határozzuk meg – egyenletes feszültség eloszlást feltételezve – az adott σ_n normálfeszültséghez tartozó

τ_{nm} csúsztató feszültséget. Több, így felvett σ_n, τ_{nm} pár ismeretében határozhatjuk meg a ϕ belső súrlódási szög és a c kohézió értékét a mérési pontokra illesztett egyenes egyenletéből.

A nyírókészülék hibái

A készüléknek két alapvető hibája van. Egyrészt a nyíródobozba töltött anyagban a doboz falán is nyomás keletkezik, ezért a feszültségi állapot nem egytengelyű. Ebből adódóan a tönkremeneteli

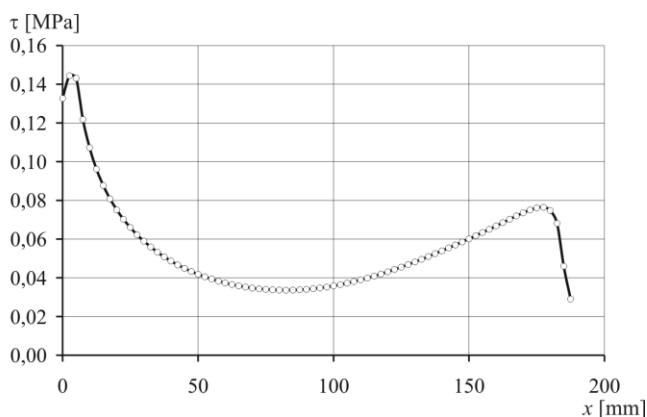
feszültségi állapotot meghatározó Mohr-körök burkológörbéje nem azonos a mért nyomó- és nyírófeszültségek által meghatározott pontokon átfektetett egyenessel. Ez a belső súrlódási szög szempontjából kisebb, a kohézió szempontjából nagyobb eltérést jelent. Másrészt a normálerő ráadásakor sem jön létre egyenletes nyomáseloszlás, de a nyírási folyamat megindulásakor, a feszültség-átrendeződések



3. ábra: Nyíródoboz mechanikai modellje

eredményeként a nyomáseloszlás bizonyosan egyenletlenné válik, míg az értékelésnél a csúsztató feszültséget egyenletes feszültségeloszlás feltételezésével számoljuk. Lineárisan rugalmas, homogén, izotróp anyagmodellt alkalmaztam, a peremfeltételek az ábráról leolvashatók. Kinematikai teher a jobb alsó rész előírt u_x elmozdulása.

A végelem modellel meghatározott feszültségeloszlás nem konstans (4. ábra). A csúsztató feszültség eloszlás nemlinearitásából következik, hogy a gyakorlatban csupán $\tau_{max} = \frac{F_{max}}{A}$



4. ábra: τ eloszlás a nyíródoboz középvonalában.

összefüggésből számított maximális csúsztatófeszültség értéket alkalmazva a c kohézió és ϕ belső súrlódási szög értékének meghatározására, jelentős hibát vétünk. Ilyenkor ugyanis egy τ_a átlagos csúsztatófeszültség értéket számítunk. A τ_a átlagértéket szokás annak a kritikus csúsztatófeszültség értéknek tekinteni, amely egy kontinuumelem környezetében a nyírási tönkremenetel megindulását okozza. *A τ_a átlagos csúsztatófeszültség alkalmazása a kontinuum elem terhelhetőségének alulbecslését eredményezi.* Ezenkívül a nyíródobozzal meghatározott c kohézió és ϕ belső súrlódási szög értéke is kérdésessé válik mindaddig, míg a τ_a átlagos csúsztatófeszültség értékét alkalmazzuk a nyírási kísérletek kiértékelése során. Többek között ez a pontatlanság okozza a szemcsés halmazok tönkremeneteli folyamatainak modellezésével – például természetes boltzatok összeomlásával –

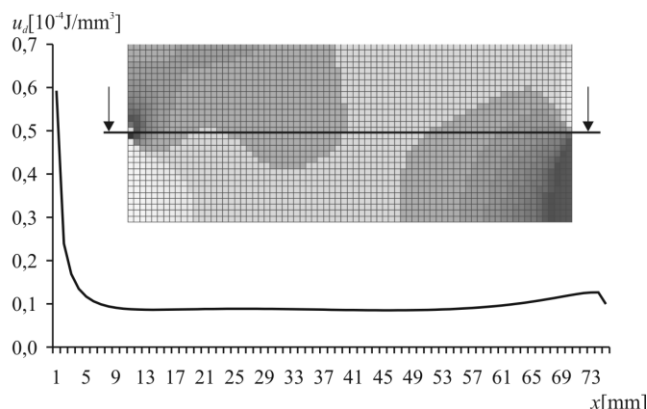
foglalkozó kutatások eredményeinek gyakran jelentős eltérését a valóságban lezajló folyamatokétól.

A nyírási tönkremenetel energetikai elemzése

Feltételezésem szerint a nyíródobozban lévő szemcsehalmazban akkor indul meg a halmaz elnyíródását okozó repedésterjedés, amikor a fajlagos torzítási energiasűrűség értéke túllép egy kritikus értéket a kezdeti repedés környezetében. A fajlagos torzítási energiasűrűségi mezőt meghatározhatjuk az

$$u_d(x, y) = \frac{1}{6G} (F_I^2 - 3F_{II}), \quad (2)$$

összefüggés segítségével, ahol F_I és F_{II} a feszültségi tenzor első- és második skalárinvariánsa, G pedig a csúsztató rugalmassági modulus.



5. ábra: u_d eloszlás a nyíródoboz középvonala mentén

A szemcsés anyagok tönkremeneteli folyamatainak egységes modellezésének alapja a tönkremenetel energetikai alapokon történő modellezése. Ennek elérése érdekében a szemcsés anyagalmazok klasszikus kontinuum modelljét bővítenünk kell.

Véleményem szerint a szemcsés halmazok kontinuum modelljét úgy kell tekintenünk, mint egy olyan kontinuumot, amelyben

hely és orientáció szerint egyenletes eloszlásban mikrorepedések találhatóak, amelyek akkor indulnak növekedésnek, amikor az őket tartalmazó kontinuumelemben a fajlagos torzítási energiasűrűség értéke túllép egy, az anyagalmazra jellemző korlátot. Ezt a modellt mikrorepedéses kontinuummodellnek nevezem.

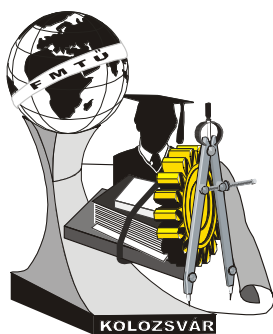
A mikrorepedéses kontinuummodell alkalmazhatóságához szükséges, hogy az instabil repedésterjedés megindulásához szükséges fajlagos torzítási energia intenzitás értékének mérésével történő meghatározásának módszerét kidolgozzuk. Az előbbieken leírt nyíródobozos vizsgálati módszer lehet ennek a mérési eljárásnak kiindulópontja. Amennyiben a kritikus energiaintenzitás értékét mérésével meg tudjuk határozni, abban az esetben a szemcsés halmazok tönkremenetelét egységes alapelvek felhasználásával modellezhetjük.

Irodalom:

1. Sitkei György: *Mezőgazdasági anyagok mechanikája*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981.
2. Kézdi Árpád: *Talajmechanika I.-II.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.
3. Balássy Zoltán: *Algoritmus és berendezés....* Kandidátusi értekezés (kézirat), Gödöllő 1993.
4. Tóth László: *Kísérleti és numerikus feszültséganalízis...* Miskolc 1999.

Keppler István

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, Mechanikai és Géptani Intézet
06 28 522 042, keppler.istvan@gek.szie.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

METSZETI MINTAPREPARÁLÁS IONVÉKONYÍTÁSSAL ELEKTRONMIKROSKÓPOS VIZSGÁLAT CÉLJÁBÓL

Kertész Gábor-Gyula, Molnár József-Attila

Abstract

For microstructure investigations the transmission electron microscope is an indispensable tool, where the few nanometer thick sample is illuminated with a 100 keV energy electron bunch, this way we can get a result of the sample's microstructure in the form of a picture. The goal of our research is the TEM and XTEM investigation of the nitrides and carbides of transition metals, obtained by reactive magnetron sputtering (PVD method), by this we can get a general idea of crystal growth mechanisms. In this paper we present the sample preparation steps on a TiAlCN probe.

Összefoglalás

Mikroszerkezeti és fázisösszetélteli vizsgálatokra elengedhetetlen a transzmissziós elektronmikroszkóp használata, melyben a néhány nanométer vastagságú mintát 100 keV energiájú elektronnyalábbal világítjuk át, ezáltal szubmikroszkópos méretek tartományába eső képi információt kapunk a minta anyagának kristály- és mikroszerkezetéről. Kutatási tevékenységünk célja a reaktív magnetronos plazmaporlasztással előállított átmeneti fémnitrid és fémkarbid összetételű vékonyrétegek transzmissziós elektronmikroszkópiás mikroszerkezeti vizsgálata felületi (TEM) és metszeti (X-TEM) minták esetén, amely során betekintést nyerhetünk a kristálynövekedés alapfolyamataiba. Dolgozatunkban bemutatjuk az általunk megvalósított TiAlCN rétegek vizsgálata céljából alkalmazott metszeti mintapreparáció módszerét a nagyenergiás Ar^+ ionnyalábbal történő vékonyítás folyamatában.

1. Bevezetés

A transzmissziós elektronmikroszkóp nélkülözhetetlen eszköze a tudományos kutatásnak, amely lehetőséget ad az anyag *mikroszerkezeti* és *fázisösszetélteli* vizsgálatára. Az elektronmikroszkópban tanulmányozott preparátumot nagyenergiájú (esetünkben 100 keV energiájú) elektronnyalábbal sugározzuk be. Az igen vékony (néhány tíz nanométer nagyságrendű vastagságú) anyaggal való kölcsönhatás során a monoenergetikus elektronnyaláb szóródása következtében képi információt hordozó elektronnyaláb keletkezik. Az elektronmikroszkóppal tanulmányozható *felületi (TEM)* és *metszeti (X-TEM)* mikroszerkezet vizsgálatának alapkövetelménye a műhibáktól mentes, jóminőségű minta előkészítése. A minták preparálása sokrétű ismeretet és technikai lehetőséget igényel.

Kísérleti kutatásainkban az átmeneti fémek nitridjeinek és karbidjainak reaktív magnetronos plazmaporlasztással történő előállítása és ezek mikroszerkezeti vizsgálata szükségessé teszi az előállított vékonyréteg keménybevonatok metszeti preparálását.

2. Az ionmarás fizikai alapjai

Elektronmikroszkópos vizsgálat céljából az ionvékonyítás technológiája igen hatékonyan alkalmazható a TEM és XTEM minták preparálására. Az ionmarás a katódporlasztás jelenségét hasznosítja a vékonyrétegek felületének tisztítására, marására és polírozására. Az ionsugaras marás folyamatában a néhány százmikrométer nagyságrendű átmérőjű ionsugár előállítását magas vákuumban működő ionforrás valósítja meg, amely az ionnyalábot gyorsítja és a minta felületére fókuszálja, illetve azt porlasztás útján vékonyítja. A felület porlasztási sebessége függ elsősorban a bombázott anyag tulajdonságaitól, az ionsugár energiájától, a nyaláb felületi áramsűrűségétől.

Az ionvékonyítás komplex mechanizmusának teljes elmélete még ma sem ismert, jóllehet megközelítő modellek léteznek, amelyek a gyakorlatban jól beváltak. A porlasztási folyamat elméleti és kísérleti vonatkozásait Wehner tanulmánya [1] ismerteti. Elmélete szerint a becsapódó ionok impulzust adnak át a felületi atomoknak, ezeket rezgési állapotra gerjesztik és lökéshullámok formájában terjedő energiát szállítanak a kristályrács atomjainak. Kísérletileg igazolt az a tény, hogy a nagy energiával becsapódó ion mélyen behatol a felület belsejébe, esetenként be is ékelődik a kristályrács atomjai közé, amely a porlasztási hozam csökkenését eredményezi növekvő energiák esetén.

Az ionporlasztás részleteit Sigmund-Thompson elmélete írja le [2]. Az alacsony energiájú ionok esetében a porlasztási hozam értéke egyenes arányban változik a becsapódó ionok energiájával, illetve fordított arányban áll a szublimációs energiával és első közelítésben független a target hőmérsékletétől.

3. Az ionmarás gyakorlati vonatkozásai elektronmikroszkópos mintakészítés céljából

Kísérleti munkánk során elsajátítottuk a metszeti mintapreparálás módszerét és a Si(100) egykristály hordozón reaktív magnetronos porlasztással növesztett TiAlN és TiAlC vékonyréteg bevonatú mintákat előkészítettük a 100 kV-os gyorsítófeszültséggel dolgozó JEOL 100U típusú transzmissziós elektronmikroszkópban való mikroszerkezeti tanulmányozás céljából.

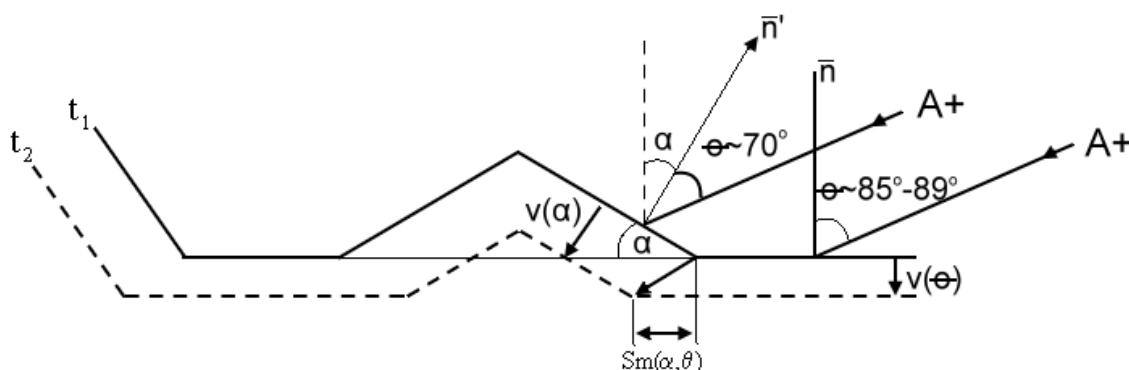
A metszeti mintákkal szemben támasztott követelmény igen szigorú, amelyben az ionmarással roncsolásmentesen preparált, síkpárhuzamos felületekkel határolt területű, alig pár tíz nanométer vastagságú minták elektronnyalábbal való átvilágíthatóságát jelenti.

A vékonyítási eljárás egyszerű *geometriai modellen* alapszik, amely leírja a felületi topográfia változását az ionnyaláb hatására [4]. A homogén anyagokra megfogalmazott modell polikristályos anyagok jellemzésére is alkalmas. A modell egyszerűsítő feltevésekre épül:

- a felületi durvulás makroszkópikus folyamat, ezért a geometriai megközelítés alkalmazható;
- a vékonyítás során nem keletkeznek atomi méretű élek, részben a porlasztott atomok lerakódása, részben pedig a fokozott felületi diffúzió következtében.

Az ionvékonyítás jellemzői (porlasztási sebesség, felületi topográfia változása, sugárzási roncsolódás, stb.) direkt vagy indirekt módon a minta felületének normálisa és a sugár közötti beesési szög θ ($\gamma = 90^\circ - \theta$) értékétől függenek. Nagy beesési szög esetén a felület durva lesz, polírozó hatást csak közel érintőlegesen beeső ionsugárral lehet elérni (a szög értéke $\theta \cong 80^\circ - 85^\circ$), amelynél viszont a porlasztási sebesség nagyon lecsökken.

A beérkező ionnyaláb eltérő szög alatt éri a vízszintes sík felületét, illetve a ferde lépcső falát. Ebből adódóan két különböző eroziós sebesség $V(\theta)$ és $V(\alpha, \theta)$ jellemzi az adott felületeket. A porlasztás folyamatában a porlasztási lépcső helyzete folyamatosan változik, ezt szemlélteti a 4. ábra t_2 időpillanatban a t_1 időpillanathoz viszonyítva. A vízszintes síkfelület esetén $\alpha = 0^\circ$, így az eroziós sebesség $V(\theta)$ csak az ionsugár beesési szögétől függ. Tehát, a lépcső „mozgási sebessége” $V(\alpha, \theta)$ egyaránt függ a lépcső dőlési szögétől és a sugár beesési szögétől.



1. ábra. A porlasztási lépcső mozgásának szemléltetése

Az ionnyaláb bombázó hatására megváltozik a lépcső helyzete és alakja. A lépcső alakja akkor változik amikor változik a lépcső mentén a dőlési szög értéke. A lépcső magasságának a változása (csökkenés vagy növekedés) akkor következik be amikor két lépcső mozgása során találkozik. Az új lépcső magassága nem nagyobb mint a találkozó lépcsők magasságának az összege. Homogén minta esetében a lépcső magasságának a változását a közös él mentén találkozó ferde lépcsők porlasztási sebessége határozza meg. A lépcsők magasságának a csökkenésével a felület érdessége fokozatosan csökken, ezáltal a mintát határoló domborzati felület síkkal határolt felületté változik.

A geometriai modell nem veszi figyelembe a lépcső árnyékoló hatását, mivel a vékonyítás első pillanataiban legtöbb esetben ez egy tranziens jelenség. Általában a porlasztandó rétegvastagság sokkal nagyobb mint a felületi érdesség maximuma. Vékonyítás során az árnyékolási hatás abban nyilvánul meg, hogy a lépcső ferdesége megváltozik, α értéke fokozatosan α' -re változik. Amikor a porlasztási mélység meghaladja a lépcső magasságát az átalakulás befejeződik, mivel $\alpha' \leq \gamma$.

A gyakorlatban tapasztalt porlasztási sebesség legnagyobb értéke $\theta \cong 58^\circ$ -nál észlelhető. A porlasztási sebességet egységnyinek választva merőlegesen beeső ionsugár esetében, a porlasztási sebesség az előbbinek kétszeresére nő a $\theta \cong 58^\circ$ értéknél. A porlasztási sebesség változását az ionok beesési szögének függvényében Á. Barna [5] analitikus kifejezéssel adta meg, amely a tapasztalati eredményekkel összhangban van.

Forgómozgást végző minta esetében, ha az $|\alpha|$ szög tart a nullához akkor lépcsőelmozdulási sebesség is követi ezt a változást és a mintafelület erős polírozó hatásnak van kitéve, a felület egyre simább lesz.

Egy ionnyalábbal simított felület nehezen nevezhető homogénnek, mivel szennyeződések vannak jelen, ugyanakkor az ionvékonyítást megelőző mechanikai csiszolás felületi hibák és roncsolások kialakulását eredményezi. Ezért célszerű kezdetben nagyobb lépcsőelmozdulási sebességgel vékonyítani, majd a felületi érdesség csökkentése céljából ionpolírozással folytatni. Az ionvékonyítás folyamatában az alacsony beesési szögek tartománya sokkal fontosabb, mivel ez síkpárhuzamos felületekkel határolt mintavékonyítását eredményez.

Ellentétben a forgatott mintával, statikus vagy billegtetett minta esetében az ionágyú helyzete meghatározó. A billegtetés célja, hogy a forgatással végzett vékonyítás során kialakuló nem megfelelő felületi domborzatot ezen folyamat által lesimítani, egyenletessé tenni.

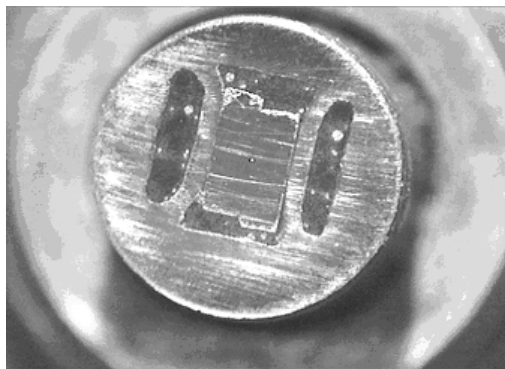
Az ionsugár beesési szöge nagyon kis értékű, a sugár közel érintőleges a minta felszínéhez. A billegtetés ω szöge változtatható, ezáltal elkerülhető a vékonyítás folyamatában az interfészek kiporlódása, amely forgatott minták esetében bekövetkezne.

4. Az ionvékonyítás kísérleti leírása

A metszeti mintapreparálás több lépésben valósul meg, amelynek mindegyike ugyanolyan fontossággal bír a kísérlet eredményességében.

Figyelembe véve a minta kis méretét, amely nem haladja meg a 0,5-1,5 mm hosszúságot és a 100 μm vastagságot, a leírt preparálási munkák optikai mikroszkóp alatt történnek.

A preparálás első lépése a vizsgálatra szánt minta kiválasztása és méretre való darabolása. Ezt egy lassan forgó, vékony gyémánttárcsa segítségével végezzük. A darabolandó mintát hőre lágyuló gyanta segítségével üveglapra ragasztjuk, amelyet elmozdítható koordináta-asztalkára rögzítünk. Vágás után a mintát melegítéssel leválasztjuk az üveglapról. A következő lépésben a mintákat alkohollal vagy kloroformmal megtisztítjuk a gyantától, és a fizikai hibától mentes (letört él, kipattant rétegrendszer stb.) mintát kiválasztjuk a további preparálás céljából. A megfelelő mintákat úgy helyezük egy kisméretű titánkorongba, hogy azok rétegrendszere egymással szembe kerüljön (2. ábra).



2. ábra Minta mechanikai vékonyítás alatt

A 3 mm átmérőjű, 0,3 mm vastagságú titánkorong három ablakszerű nyílással rendelkezik, ennek központi ablakába helyezük a rétegekkel

bevonatolt két mintát egymással szembe fordítva. A két szélső fal összenyomásával a mintákat mechanikailag rögzítjük. A következő lépésben a mintát hőre polimerizálódó ARALDIT típusú ragasztóba ágyazzuk és 150 °C hőmérsékleten 1,5 óráig kemencében hőkezeljük.

A korongot a megszilárdult beágyazó anyagtól megtisztítjuk, majd mechanikai csiszolással vékonyítjuk. Erre a célra egy tárcsás csiszoló berendezést használunk, amelynek segítségével a mintát mindkét oldaláról csiszolva kb. 20 µm vastagságra elvékonyítjuk. A csiszoláshoz 320, illetve 600 szemcseméretű SiC bevonatú csiszolópapírt használunk, majd 20 nm szemcseméretű Al₂O₃ korongon polírozunk. Az így előkészített síkpárhuzamos korongot az ionvékonyító berendezésbe helyezük. A keresztmetszeti minták ionvékonyítása céljából egy Technoorg Linda IV 4/H/L típusú korszerű ionsugaras berendezést használtunk, a munkát a Sapientia Egyetem marosvásárhelyi Karán végeztük.

Az ionvékonyítás magas vákuumban (6×10^{-6} mbar) történik 10 keV energiájú Ar ionnyalábbal, amelyet egy különlegesen tervezett ionágyú szolgáltat. A gyorsítófeszültséget fokozatosan emeljük 10 kV – ig, miután a porlasztó ionnyaláb beesési szögét megfelelően beállítottuk. A vékonyítás első fázisában a mintát egyenletesen forgatjuk, ezáltal a felületi domborzati feldurvulásokat csökkentjük. Az ionnyaláb porlasztó hatására a minta felületén kráterszerű mélyedés képződik. A forgatás során az interfész tartományában lépcsőszerű domborzat alakul ki, amelynek folyamatos eltolását a minta billegtetésével valósítjuk meg. A domborzati lépcsőt az interfész tartományából fokozatosan eltávolítjuk a minta szimmetrikus billegtetésével az interfészre merőleges irány körül. Az ionvékonyítást a minta mindkét oldaláról végezzük, arra törekedve, hogy az interfész környezetében síkpárhuzamos felületekkel határolt, elektronsugárral átvilágítható tartományt kapjunk. A mintavékonyítás folyamatát optikai mikroszkópon át figyelve ellenőrizzük.

5. Következtetés

Az ionnyalábbal történő mintavékonyítást szinte bármilyen típusú anyag esetében alkalmazhatjuk: fémek, félvezetők, ötvözetek, stb. esetében is. Sikeresen elsajátítottuk az elektronmikroszkópos vizsgálat által igényelt keresztvékonyítás módszerét és Si(100) egykristály hordozón reaktív magnetronos porlasztással növesztett TiAlN és TiAlC vékonyréteg bevonatú mintákat ionvékonyítással előkészítettük a 100 kV-os gyorsítófeszültséggel dolgozó JEOL 100U típusú transzmissziós elektronmikroszkópban való mikroszerkezeti tanulmányozás céljából.

Irodalom

- [1] Gottfried K. Wehner, G. S. Andersen: Handbook of Thin Films, Chap. 3, Ed. By Maissel and Glang, (1975)
- [2] P. Sigmund: Rev. Roum. Phys. 17, 823-1079 (1972)
- [3] Á. Barna: Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Ser. 3, 254 (1992)
- [4] Á. Barna, P.B. Barna, A. Zalar, Vacuum 40, 115 (1990)
- [5] Á. Barna Mat. Res. Soc. Proc., Fall Meeting 2-6 December, Boston (1991)

Kertész Gábor-Gyula, hallgató

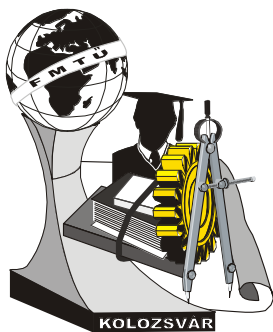
Molnár József-Attila, hallgató

SAPIENTIA EMTE Műszaki és Humantudományok Kara, Gépészmérnöki Tanszék

Románia, Marosvásárhely, Segesvári Út, 1C szám, 540553

Telefon / Fax: 0265-208170

E-mail: office@ms.sapientia.ro



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

HŐÁLLÓ LEMEZEK TULAJDONSÁGAI ÉS MÉLYHÚZHATÓSÁGA

Király Róbert, Ujhelyi Gábor

Summary: Products number made by sheet metal forming technologies continuously increases. The sheet metal forming technologies seems to be very material and energy saving process. In the processes there are no chips, or other kind of waste material. It is true if the forming technology is planned properly. In aspect of economy and stability of the sheet metal deformation processes is very important to know all properties of the sheet which are relevated to formability of sheet material. Knowing drawbility of the sheet metal we can reduce the number of forming operations and also we can to ensure the quality of the drawn part. Autor's aim is to present result of experiments carried out to determine mechanical properties and deep-drawbility of austenitic heat resistant sheets. These result of experiments were used already to improve the production process of the real drawn parts.

A lemezalakító technológiák jelentősége

A lemezalakítással készült termékek, gyártmányok aránya más (pl.: forgácsoló) technológiákhoz képest növekszik. A képlékenyalakítás anyagtakarékos eljárás, mivel nem keletkezik forgács, minimális a hulladék. Fontos a technológia pontos megtervezése, ellenkező esetben a gazdaságosság és a termék minősége is veszélybe kerülhet. A dolgozatunkban azt szeretnénk bemutatni, hogy egy mélyhúzott termék gyártásának gazdaságosságát, minőségét jelentősen fokozni lehet, ha a feldolgozni kívánt anyag minden tulajdonságával pontosan tisztában vagyunk. Ismerni kell tehát, hogy mit „tud” az anyag.

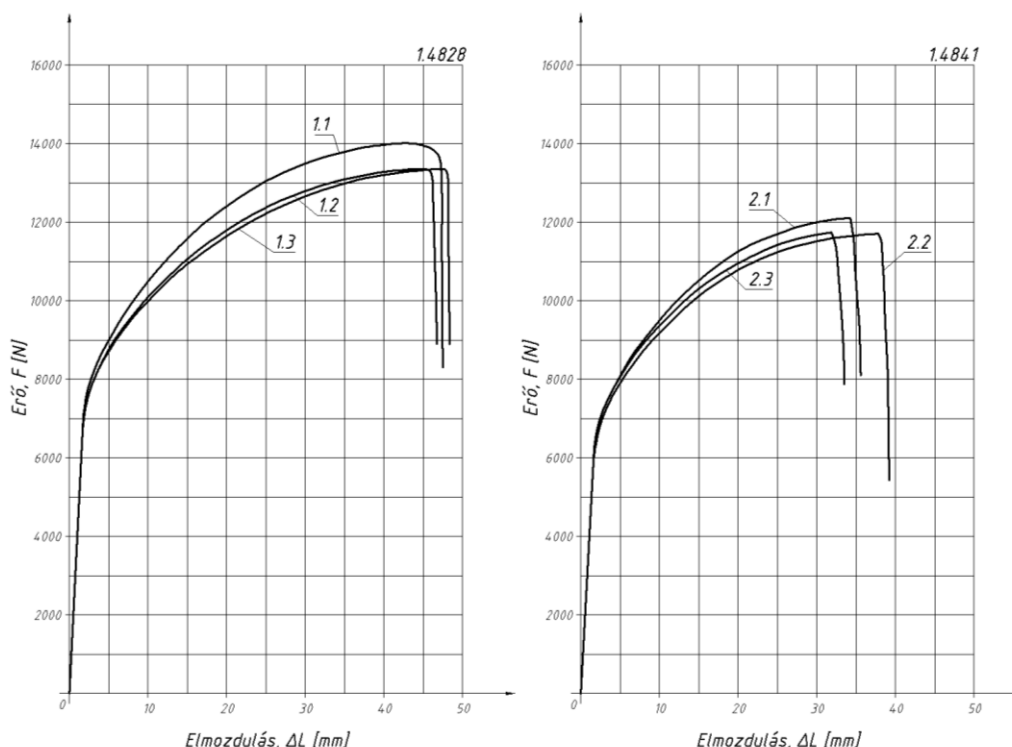
1. A mélyhúzás minőségét befolyásoló tényezők

A mélyhúzással való lemezalakítás sikerének feltétele, hogy az anyag folyását szabályozni tudjuk, a teríték méretét és alakját pontosan megállapítsuk, és ismerjük az egy fokozatban lehetséges alakváltozás mértékét. Sok múlik azon is, hogy milyen a lemezanyag minősége, a kenési technológia az alkalmazott kenőanyag a felületi minőség, az anyaghibák, a síkbeli- és képlékenységi anizotrópia, a szemcseszerkezet, a mechanikai tulajdonságok, stb.. Fontos a szerszámgeometria és a technológia jó megválasztása is. Az általunk vizsgált két lemezanyag ausztenites szövetszerkezetű hőálló acél. Mi az

ausztenites lemezekből készült alkatrészek minőségét rontó „narancshéjasodás” elkerülésének lehetőségét is vizsgáltuk.

2. A vizsgált hőálló lemezek mért tulajdonságai

► A szakítóvizsgálatok eredményei:



A fémek, köztük a fémlemezek szakítóvizsgálatból kapott, szabványosított tulajdonságai (R_e , R_m , A , Z , KCU) nem megfelelően fejezik ki mennyiségileg is az alakíthatóságukat, ezért még az alábbi méréseket is el kellett végezni:

- A keménységmérés eredménye 1.4828 172,4 HV
1.4841 153,5 HV

► A képlékenységi anizotrópia azt fejezi ki, hogy a fémlemez próbatest húzó-igénybevétel hatására vékonyodásra vagy keskenyedésre hajlamos-e. Meghatározása:

$$r = \frac{\ln \frac{b_0}{b}}{\ln \frac{s_0}{s}} \quad (1) \quad \bar{r} = \frac{r_{0^\circ} + 2r_{45^\circ} + r_{90^\circ}}{4} \quad (2)$$

Ahol: b_0 és b – a lemez próbatest kiinduló és végső szélessége
 s_0 és s – pedig a vastagsági érték.

Az anizotrópia átlagos értéke	
Anyagszám	\bar{r}
1.4828	1,03799832625
1.4841	0,91838656

► Az anyagok folyásgörbéjének felvétele és a keményedési kitevő meghatározása.

A képlékenyalakító technológiák tervezésénél a legfontosabb anyagjellemző az alakítási szilárdság. A folyásgörbe az anyag alakítási szilárdságát ábrázolja az alakváltozás mértékének függvényében. Az alakítási szilárdság (k_f) az a feszültség jellegű anyagjellemző, amelynél egytengelyű feszültségi állapotban megindul a képlékeny alakváltozás.

A folyásgörbék egyenlete:

1. Golovkin-féle módszer [1]:

$$k_f = A(\varphi_0 + \varphi_0)^n \quad (3)$$

Ahol: A és φ_0 – konstansok

n – keményedési kitevő és

φ_0 – az összehasonlító alakváltozás.

2. A Nádai-féle folyásgörbe [2]:

$$k_f = A \cdot \varphi^n \quad (4)$$

Ahol: A– konstans

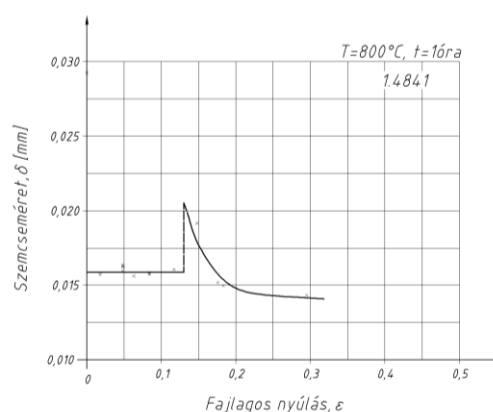
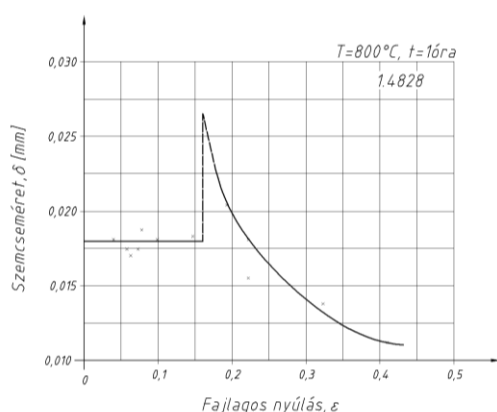
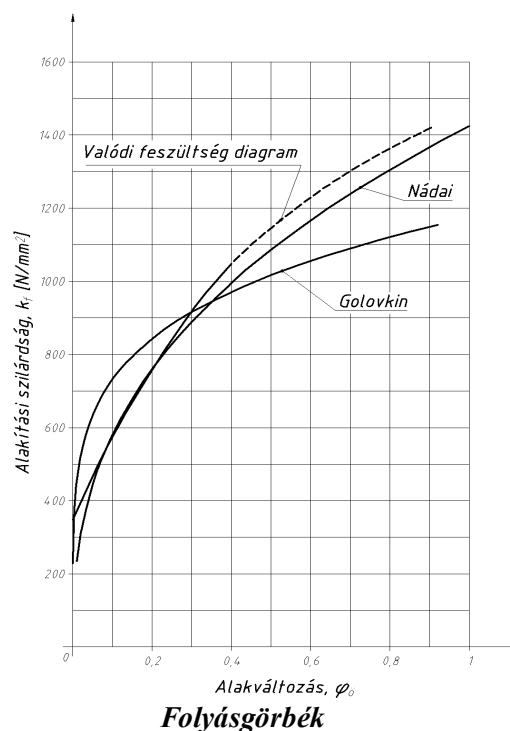
φ – az összehasonlító alakváltozás

n – a keményedési kitevő.

3. Valódi feszültség diagram. [3]

► *A szemcsenagyság szerepe*

Az eddigiekben vizsgált lemezanyagok tulajdonságai közötti eltérések magyarázhatók az eltérő szemcsenagysággal is [4]. Az acélok szemcsenagyság vizsgálatát mikroszkópi méréssel végeztük. A nagytítás ismeretében határoztuk meg az átlagos szemcseméretet. Mivel az alakváltozás mélyhúzott darabon helyileg változó, nem mindenhol egyforma mértékű, nagy az esély arra, hogy mélyhúzó művelet során az edény bizonyos része a kritikus alakváltozási zónába esik. Az ilyen edényt hőkezelve, az edény felületén továbbhúzáskor „narancshéjasodás” jelentkezik.

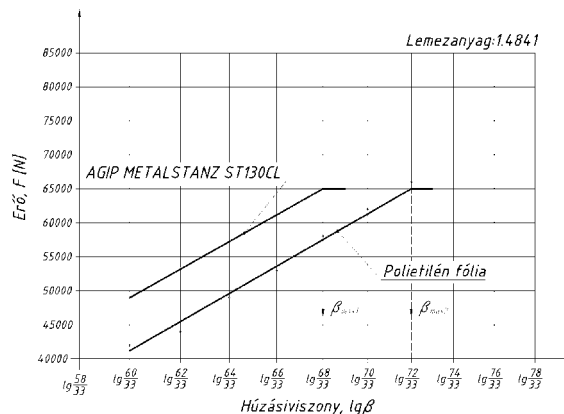
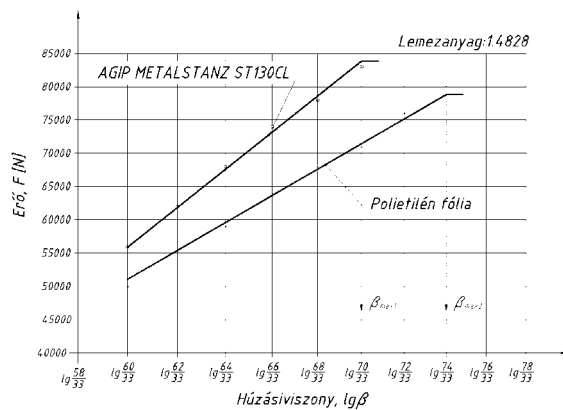


1.4841 anyag újrakristályosodási diagramja

1.4828 anyag újrakristályosodási diagramja

► *csészehúzó vizsgálat.*

A mélyhúzhatóságot közvetlenül az MSZ 5731-68 szerinti csészehúzó vizsgálattal lehet meghatározni [5]. A teríték és a bélyeg átmérőjének hányadosa a D/d húzási viszony. A húzási viszony növekedésével nő az egy lépésben végrehajtott alakítás mértéke. A vizsgálat eredményeképpen megkapjuk a legnagyobb húzási viszonyt, amit az adott anyag elbír. A két lemezanyaggal végzett mélyhúzhatósági vizsgálatok eredményei a következő ábrákon láthatók.



Csészehúzó vizsgálat eredményeinek grafikus ábrázolása

3. Az eredmények kiértékelése, következtetések

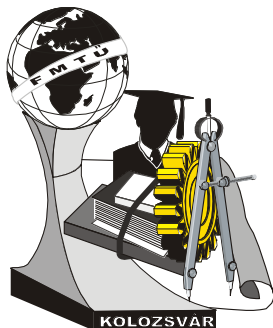
- A vizsgálatok eredményeiből jól látszik, hogy az 1.4828-as anyag nagyobb szilárdsági és alakíthatósági értékeket mutatott (nagyobb R_e , R_m , A , Z). Ebből adódóan mélyhúzásra alkalmasabb. Kísérleteink is bizonyították tehát amit a szakirodalmak szintén ajánlanak, hogy a kissé keményebb lemezanyagok mélyhúzhatósága jobb. Az is bebizonyosodott, hogy adott állapotú, szövetszerkezetű és keménységű ausztenites finomlemez többműveletes, hőkezelési műveleteket is magában foglaló mélyhúzásánál a „narancshéjasodás” szinte elkerülhetetlen.
- A vizsgálataink eredményei jól felhasználhatók a gyakorlatban. Segítségükkel biztosabb műveletek tervezhetők. A mélyhúzó műveletek számának csökkentésével akár a közbenső hőkezelések is elmaradhatnak, ami a termék árának további csökkenését vonja maga után. A hő- és korrózióálló, ausztenites lemezek mélyhúzásánál további problémák is felvetődhetnek. Így például az, hogy viszonylag kismértékű síkbeli anizotrópia miért okoz jelentős mértékű fülesedést? Erre azonban csak további vizsgálatokból lehet választ kapni.

Felhasznált irodalom

- [1] *V. N. Golovkin*: Technológiai paraméterek vizsgálata, gyártási folyamatok kidolgozása autóalkatrészek gyártásához. Kandidátusi értekezés, Moszkva, 1980
- [2] *Nadai, A. u. M. Wahl*: Plasticity. Mc Graw Hill. New York, London, 1931
- [3] *Tanszéki munkaközösség*: Anyagszerkezetan I – III. Gyakorlati jegyzet. Kecskemét 1979
- [4] *Szabvány gyűjtemények*: Fémek anyagvizsgálata 2. kötet. Szabványkiadó, Budapest 1982
- [5] *Szabvány gyűjtemények*: Fémek anyagvizsgálata 1. kötet. Szabványkiadó, Budapest 1982

Király Róbert, Főiskolai hallgató
Kecskeméti Főiskola GAMF Kar,
Mechanikai Technológiai tanszék
+36-30-270-4636, kiraly.r@gmail.com

Ujhelyi Gábor, Gépészmérnök
+36-30-381-0113,
ujgkaag@freemail.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

OPERATÍV KÖZPONTOK KIALAKÍTÁSA A FRISS ZÖLDSÉGVERTIKUMBAN

Dr. Kovács Imre

Abstract

Growers of fresh vegetables face new challenges nowadays. As suppliers they have to meet the requirements of huge store- networks. The situation calls for new frames of business. The solution might be the establishment of virtual companies. In the frame of virtual companies, the growers, farmers, producers should not be necessarily in a given, limited area but might be far from each other, even in several countries. Hence, their operations should be promoted by significant computer back-up service according to the latest manager principles. The lecture deals with the principles and methods of setting up virtual agrarian companies with consideration of the market nature of fresh vegetables.

Összefoglalás

A friss zöldségeket termelő vállalkozások új környezeti kihívásokkal szembesülnek napjainkban. Beszállítóként nap, mint nap meg kell felelniük az áruházláncok elvárásainak. Ez a kihívás új szervezeti forma kialakítását kívánja, amelyre megoldás a virtuális vállalat bevezetése lehet. A virtuális vállalatok keretében az egyes termelő egységek nem egy körülhatárolt helyen vannak, hanem egymástól távol, akár különböző országokban is elhelyezkedhetnek. Ebből adódóan a működtetésük új menedzsment elvek szerint, jelentős informatikai háttértámogatással biztosítható. Az előadás a virtuális agrárvállalatok kialakításának elvi és metodikai kérdéseit taglalja, tekintettel a friss zöldségek piaci sajátosságaira.

Bevezetés

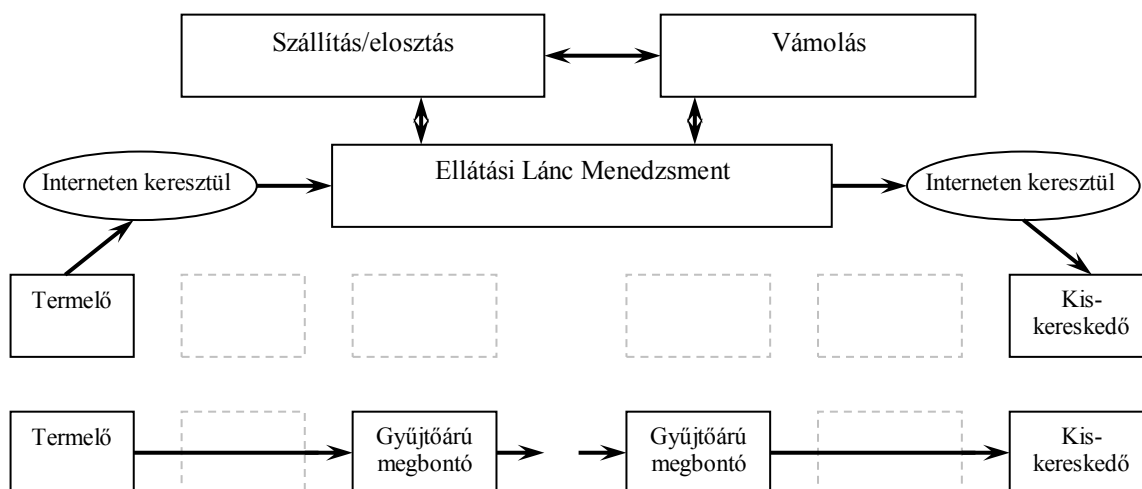
Dolgozatom az integrált vállalatirányítási rendszerek friss zöldségvertikumban történő bevezetésének problémáját tárgyalja. Olyan tényezőket veszek górcső alá, amelyek közvetlen, illetve közvetett módon befolyásolják a friss zöldségek „táblától-asztalig” történő mozgatásának folyamatát.

A témával való foglalkozást az teszi időszerűvé, hogy átalakult a friss zöldségek piacra jutásának folyamata, amely folyamatot korszerű információ-technológián alapuló rendszereknek kell

támogatnia. Ettől a támogatástól egyrészt hatékonyabb termékáramlást, másrészt magasabb termékbiztonságot remélünk.

I. A friss zöldségek piacra jutási körülményeinek változásai

A friss zöldségfogyasztás mértékének emelkedésével egyidőben a fogyasztói igények és az értékesítési feltételek is nagymértékben átalakultak. Megfigyelhető, hogy a nagybani felvásárlókat egyre inkább az integrátorok váltják fel, akik igyekeznek eleget tenni a kereskedelmi/megrendelői elvárásoknak mind a megbízhatóságban, mennyiségben, minőségben és szállítási határidőkben. A nagy megrendelések ugyanis az utóbbi 10-15 évben megjelent (multinacionális) kereskedelmi láncoktól érkeznek. Ebben az esetben az árú az áruházak elosztási központjain illetve a standokon keresztül jut el a termőföldről a végső fogyasztókhoz. Az elosztási csatorna rövidülését mutatja az 1. ábra:



1. ábra: Az információs technológiára alapozott elosztási csatornák

A nagy áruházláncok a fogyasztók megtartása céljából arra törekcsenek, hogy a fogyasztóiknak folyamatos és magas minőségű friss zöldség-kínálatot nyújtsanak. Ezt a célt azonban csak akkor tudják elérni, ha a beszállítóiknak is igen magas követelményeket támasztanak. Ismerve a mai magyar viszonyokat megállapítható, hogy a zöldségtermelésben érintett kis és közepes méretű vállalkozások a korszerű technológia hiánya miatt nem minden esetben felelnek meg a megrendelői elvárásoknak. A vevői elvárásoknak való megfelelés új szervezeti keretére ad megoldást a virtuális agrárvállalat kialakítása.

II. A virtuális agrárvállalat kialakítása

II/1. A VAV felépítése

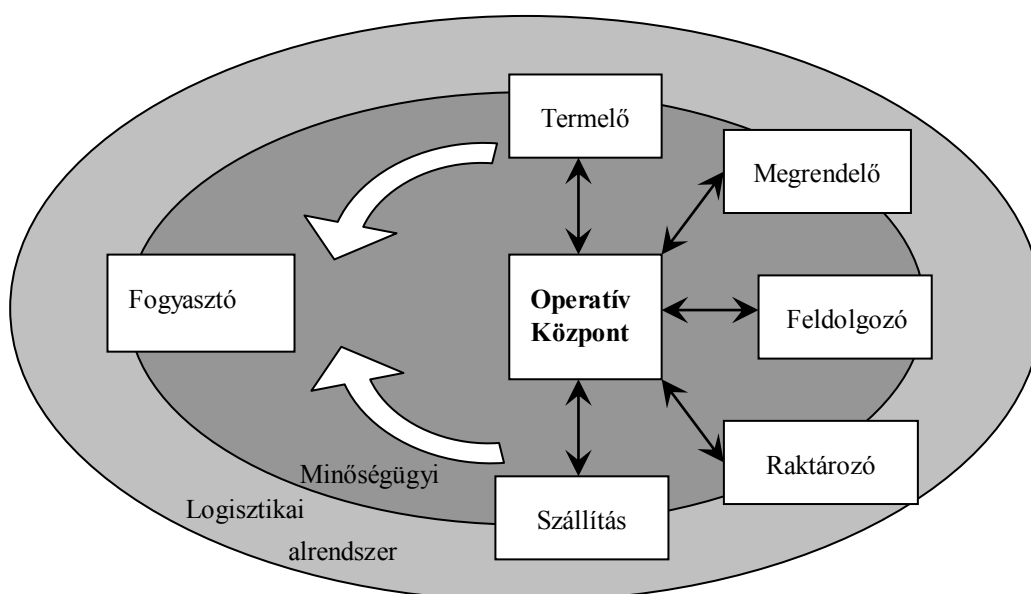
A virtuális vállalatot úgy definiálhatjuk, hogy a hálózati struktúrák térhódításának terméke, ahol az egyes termelő berendezések nem egy körülhatárolt telepen vannak, hanem egymástól akár földrésznyi távolságban, különböző országokban. Az ilyen szervezetek esetlegesek, mindegyik dolgozik más megrendelőnek is, szövetségük egy megadott feladat elvégzésére (pl. egy termék piacra juttatására) szól.

A virtuális agrárvállalatok kialakítását a friss zöldség vertikumban a fent említett két tényező indokolja: egyrészt a folyamatosan emelkedő vevői/kereskedelmi elvárások, másrészt a birtokméretben és termelési szerkezetben is elaprózódott termelői háttér.

A virtuális agrárvállalatok létrejöttével elérhető, hogy:

- a termelőknél,
- az értékesítési láncban résztvevőknél és
- a közvetlen vásárlóknál, egyaránt hatékonyságnövekedés jöjjön létre, amely végső soron minden szereplőnek alapvető célja.

A virtuális agrárvállalat elvi felépítését a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A virtuális agrárvállalat elvi felépítése

II/2. Az Operatív Központ

A VAV központi eleme az Operatív Központ. Az operatív központ feladatai a következő pontokban összegezhetők:

- Összehangolja a térség termelését és értékesítését, egységes arculattal magas minőségi követelményekkel növelve a termékek eladhatóságát,
- A lehető legmagasabb árbevételt biztosítja.
- Biztosítja partnerei számára a feldolgozás, csomagolás lehetőségét,

- Átveszi a termékek értékesítésének feladatát
- Bővülő lehetőségek kihasználása érdekében növeli a térség magas színvonalú tároló kapacitását,
- Közvetíti tagjai számára a piac igényeit,
- Ismertté teszi a térség árualapjának előnyeit.
- Gondoskodik az eladáshoz szükséges göngyölegekről és csomagoló anyagokról, biztosítva ezzel az árualap kulturált megjelenítését.

Az Agrár Operatív Központ működésének informatikai alapját egy ASP (ASP=alkalmazásüzemeltetési szolgáltató) koncepciójú rendszer struktúra képezi. Az ASP egy dinamikus, hálózati szerver melyhez csatlakozik számos vállalat és fizikai disztribúciós és raktárközpont, hogy erőforrásaikat és adataikat egyesítve egy virtuális vállalatot létrehozva növeljék hatékonyságukat. Mindezek mellett cél az optimális raktári és kiszolgálási szint megvalósítása az ügyfelek igényeinek optimális kiszolgálása érdekében. A struktúra alapja egy internet alapú Logisztikai Adattár, amely nem csak egy eszköz a partnerek kezében ahhoz, hogy a fent vázolt célokat megvalósítsák, hanem egy dinamikus kooperációs portál, ahol a legújabb technológiák által támogatott eszközök segítségével tervezési és együttműködési feladatokat is megvalósíthatnak.

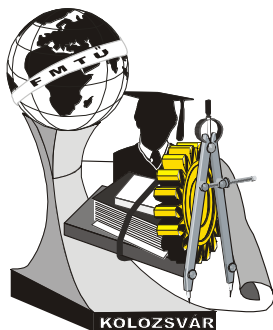
Felhasznált irodalom

1. Móricz P. –Darabos V.: Agrár vállalkozások piaci integrációja a logisztika eszköz és módszertanának gyakorlatában. Agrárlogisztikai Intézet. Budapest. 2006.
2. Juhász A.: Vertikális koordináció és integráció a zöldség-gyümölcs szektorban. Agrárgazdasági tanulmányok. Budapest. 1999.

Dr. Kovács Imre, egyetemi adjunktus

SZIE GÉK Rendszertechnikai és Menedzsment Intézet, Gödöllő

H-2103 Gödöllő, Páter K.u.1. Tel.:+36-28-522-044, E-mail: kovacs.imre@gek.szie.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A BME OKTATÓREAKTORÁNAK SOLID EDGE GÉPÉSZETI TERVEZŐRENDSZER SEGÍTSÉGÉVEL KÉSZÜLT

MODELLJE

Kovács Máté

Konzulensek:

Dr. Aszódi Attila

Egyetemi docens

Tormási Attila

Tudományos segédmunkatárs

A mai kor igényeinek megfelelően egyre több berendezést jelenítenek meg 3D-s tervező szoftverek segítségével, a már elkészült tervrajzok alapján. Az így elkészült modelleket sok célra fel lehet használni: alapjául szolgálhat több végeselemes analízisnek – akár szilárdságtani, akár áramlás- illetve hőtechnikai számításoknál –, bemutatók készíthetők, amik segíthetik a hallgatók munkáját, mert vizuális élményt nyújtanak a berendezések belső, általában nem megközelíthető részeiről is. Illetve ipari bemutatók alapjául is szolgálhatnak.

Az Oktatóreaktor különösképpen nagy jelentőséggel bíró berendezés. Érdekes az összeszerelésénél alkalmazott vezérelveket közelebbi vizsgálat alá vonni, az alkatrészek geometriáját elemezni.

A modell felépítésére a Solid Edge gépészeti tervező rendszert használjuk. A szoftver egyszerűen kezelhető, megbízható teljesítményt nyújt otthoni átlagos hardverkörnyezetben is, képes sok alkatrészt is kezelni összeállításban.

According to the needs of our present time, more and more appliances are visualised by the help of 3D CAD softwares on the base of completed plans. These models can be used for several purposes: it can be the base of any computational fluid dynamics analysis or FEM calculations. Previews can be made to help the work of the students by providing visual experience about the inner appliances, that are usually not approachable. They can be used as the base of industrial shows as well.

The Training Reactor of the Institute of Nuclear Techniques is an appliance with special importance. The guiding principles applied during the assembly, and the geometry of the components all deserve to be taken a close examination. To build up the model we use the Solid Edge. The software is handy, it offers reliable performance even with the hardware background of a general home PC, and it can operate several parts in the assembly mode of the code.

Az Oktatóreaktor

A BME Oktatóreaktor építésének előkészületei, tervezése 1960-ban kezdődött és a reaktor – a számára készített épületben - 1971-ben kezdte meg működését. [1]

Az építészeti és installációs kialakítás során a fokozott környezetbiztonsági igények kielégítését tartották szem előtt, így a reaktort egy teljesen zárt mesterséges szellőztetésű épületbe tervezték. Az épület középpontjában helyezkedik el a reaktorcsarnok, illetve a 6,3 m magas 5,4 m átmérőjű reaktortömb.

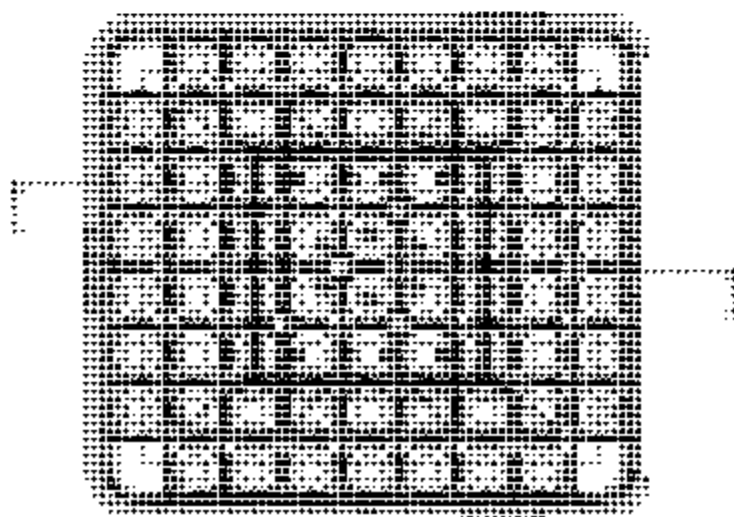
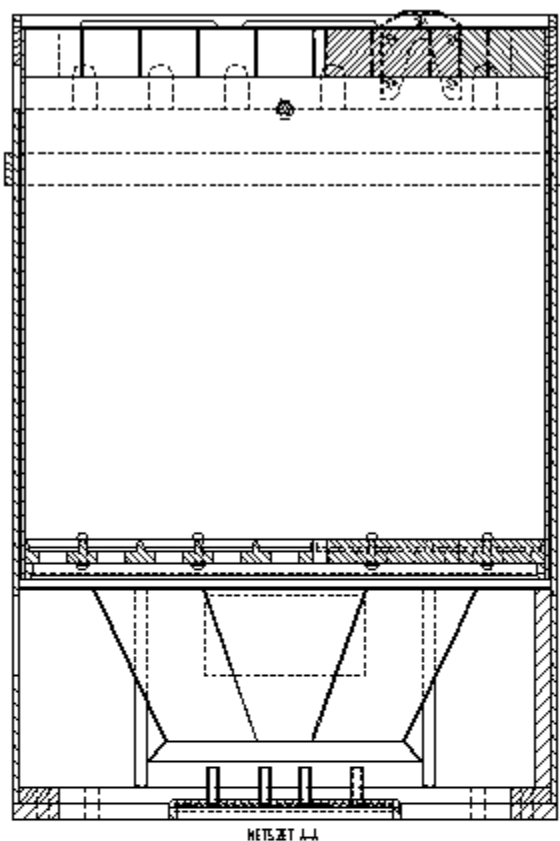
Dolgozatom keretében a reaktortömbön belül elhelyezkedő főbb gépészeti alkatrészeket modelleztem, belülről kifelé haladva, a következő lépésekben: az aktív zónát alkotó fűtőelemkötegek és reflektorelemek (1.ábra), a zónát tartó szerkezet, injektor tálca, és a zónát magába foglaló reaktortartály, burkolólemez henger (2.ábra). Több „kiegészítő” szerkezet modellje is elkészült, például a besugárzó alagút, a besugárzó csatornák, vízszintes csatornák, és a tömb beton anyaga. Munkám során az intézeti rajztárban lévő rajzok az elsődleges forrásaim.

A Solid Edge tervezői rendszer

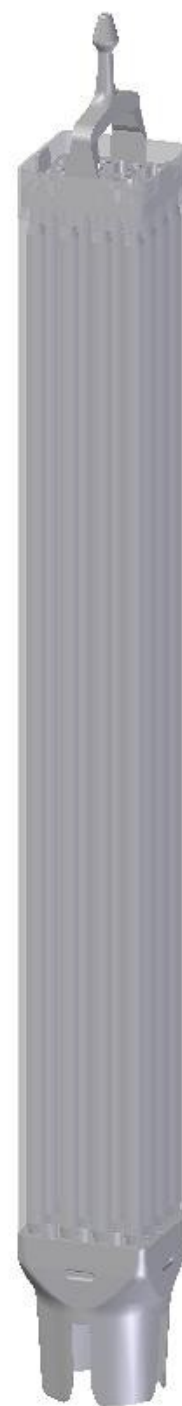
Jelenleg a Solid Edge 17-es verzióját használjuk. A szoftvert az UGS nevű cég PLM üzletága fejleszti. Ez az üzletág a gépészeti tervezőket célozza meg különféle szoftvereivel. A PLM (Product Lifecycle Management) a termékek teljes életciklusára nyújt megoldásokat: Projekttervezés – Tervezés – Szimuláció – Gyártástervezés – Gyártervezés – Minőségbiztosítás. A Solid Edge ennek a folyamatnak a tervezéshez kapcsolódó középkategóriás szoftvere.

A Solid Edge teljes rendszerként egyesíti a mérnöki munkához szükséges professzionális eszközöket. Négy egymásba integrálódó modulból áll: a Part (parametrikus, alaksajátosság alapú testmodellezés), az Assembly (szerelési összeállítások tervezése), a Draft (műszaki rajzok készítése) és a Sheet Metal (lemezalkatrészek tervezése és kiterítése) tervezési környezetből.

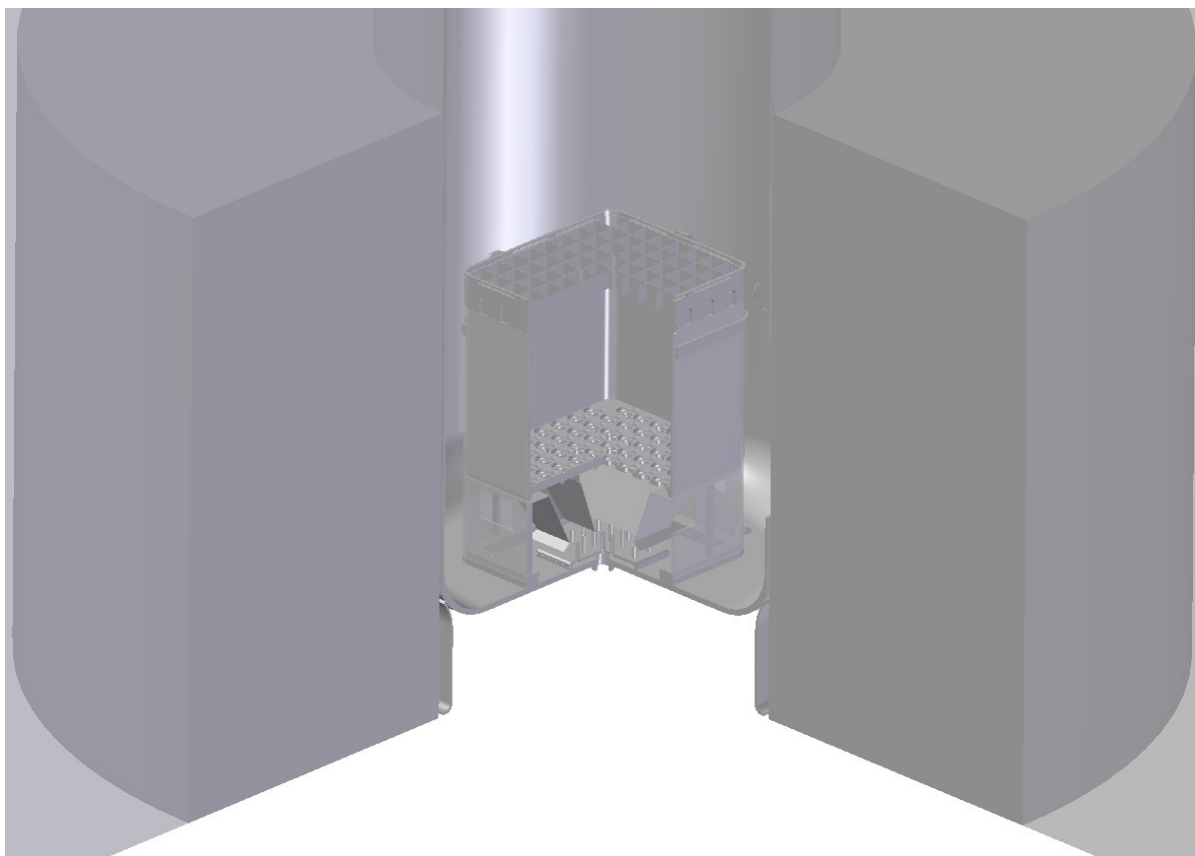
A munkám során elkészített 3D gépészeti modell felhasználásával részletes 3D termohidraulikai vizsgálatok váltak lehetővé. A Solid Edge modellből nyert képek, műszaki rajzok nagymértékben hozzájárultak az Oktatóreaktor műszaki dokumentációjának felfrissítéséhez, valamint az oktatást segítő demonstrációs rajzok elkészítéséhez.



1.ábra Az injektor tálca és a zónatartó szerkezet összeszerelés utáni rajzi dokumentációjának részlete, mérekszámok nélkül



2.ábra Az aktív zónát alkotó fűtőelemkötegek egyike [2]



3.ábra Az Oktatóreaktor zónatartó szerkezete a reaktortartályon és a burkolólemez hengeren belül, körülötte az oldalsó biológiai védelmet szolgáló barit nehézbeton gyűrű, kivágott nézetben ábrázolva

Irodalomjegyzék:

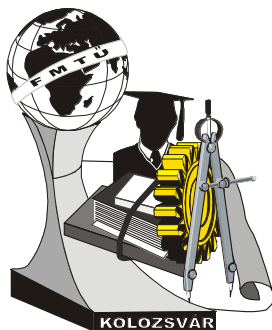
- [1] Szabó Ferenc, Diós István, Héjj Attila, Szívós Károly, Tóth Kálmán
A Budapesti Műszaki Egyetem Oktató-kutató Atomreaktora
(különlenyomat) Erőterv Közlemények 9. 1971
- [2] Dr. Szatmáry Zoltán
Részletes elemzések és számítások a BME oktatóreaktorra vonatkozóan
BME NTI 1996
- [3] A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nukleáris Technika Intézet irattárából
származó rajzok, dokumentációk

Kovács Máté

BME hallgató

Telefon: +36/30-336-8767

E-mail: mate.kovacs@axelero.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MUNKAFOLYAMATOK SZIMULÁCIÓJA ÉS FORMÁLIS ANALÍZISE

Kovács Máté

With the use of electronically executed workflows, the efficiency of certain type of organizations may be improved. The execution of a workflow may involve several databases, so it is very important that it meets certain requirements. However the testing of workflow programs is problematic. A possible solution seems to be the formal analysis of them. In this paper a practical method is shown to check certain properties of a workflow.

Az elektronikus munkafolyamatok bevezetésével lehetőség van egy szervezet munkamenetének hatékonyabbá tételére. A munkafolyamat végrehajtás közben számos külső erőforrást elérhet, ezért nagyon fontos, hogy az bizonyos elvárásoknak megfeleljen. A munkafolyamatok tesztelése azonban nehézségekbe ütközik. Lehetséges megoldás, a munkafolyamatok egyes tulajdonságainak formális ellenőrzése, melyre egy gyakorlati módszert mutatok.

Bevezetés

Napjaink adminisztratív tevékenységet folytató intézményeiben egyre több informatikai segédeszközt használnak. Egyik közülük az elektronikus munkafolyamat végrehajtó motor, melynek segítségével a működés hatékonysága növelhető. A munkafolyamatok megfogalmazására több magas szintű nyelv áll rendelkezésre. Ilyenek például a BPEL (Business Process Execution Language) [3] és az XPDL (XML Process Definition Language) [5].

Egy munkafolyamat példány végrehajtása során a folyamat több különböző szervezet számítógépén futó adatbázis-kezelővel vagy egyéb erőforrással érintkezhet közvetlen vagy közvetett módon, ezért nagyon fontos, hogy a munkafolyamat leíró program ne tartalmazzon bizonyos hibákat, melyeket a következőkben tárgyalok. A program tesztelése azonban nehézségekbe ütközik. A munkafolyamat tesztpéldánya által generált változtatásokat vissza kellene pörgetni az összes érintett adatbázisban, melyek több, egymástól független informatikai rendszerben is lehetnek. Egy másik

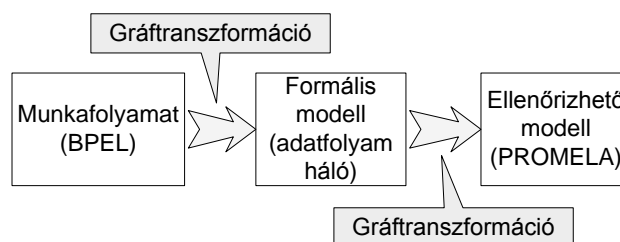
This work was partially supported by the SENSORIA European project (IST-3-016004).

lehetőség, a teljes tesztkörnyezet létrehozása az összes adatbázissal, és az általuk tárolt fiktív adatokkal.

Mindkét megoldás egyaránt drága. Ennek ellenére a munkafolyamat bevezetése előtt a biztonságos futás érdekében meg kell győződnünk annak egyes tulajdonságairól:

- A munkafolyamat nem tartalmazhat dead lock-ot. Egy dead lock esetén a végrehajtás félbeszakadna, melyet csak a folyamat újraindításával lehetne orvosolni.
- Egy változót előbb írni kell, és csak utána lehet olvasni. Egy változó idő előtti olvasása előre meg nem jósolható eredménnyel járna.
- Minden résztvevőnek elérhetőnek kell lennie. A felesleges tevékenységek eliminálásával erőforrásokat takaríthatunk meg.

Ebben a munkában egy olyan módszert ismertetek, melynek segítségével egy BPEL nyelvű munkafolyamat bizonyos tulajdonságait formálisan ellenőrizhetjük, és a fent említett tulajdonságairól meggyőződhetünk. Az első fázisban a munkafolyamatot modelltranszformáció segítségével adatfolyam hálóvá [1][6] képezem le. A második lépésben kódgenerálás segítségével automatikusan létrehozom az adatfolyam háló PROMELA (Process Meta Language) [4] nyelvű megvalósítását. A SPIN (Simple Promela Interpreter) [4] használatával ellenőrzöm a PROMELA program tulajdonságait, melyeket visszavetíték a munkafolyamatra. A transzformációs lépéseket a 1. ábra illusztrálja.



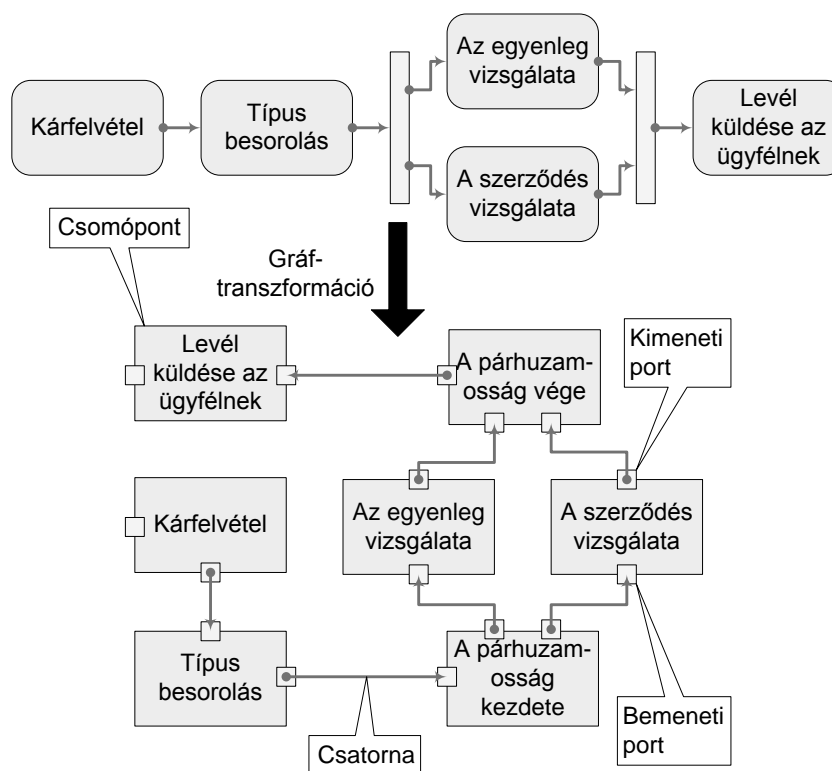
1. ábra Az ellenőrzés módszerének transzformációs lépései

A munkafolyamatok transzformációja adatfolyam hálóvá

Egy munkafolyamat az elemi tevékenységekből, és azokból a strukturális elemekből áll, melyek az elemi tevékenységek végrehajtási sorrendjét szabályozzák. A végrehajtási sorrendet a szekvencia, szelekció, iteráció és párhuzamos végrehajtás eszközeivel alakíthatjuk ki.

A munkafolyamatok precíz vizsgálatához szükség van egy egzakt szemantikával rendelkező matematikai formalizmusra, melynek transzformáció segítségével egy munkafolyamat megfeleltethető. Erre a célra az adatfolyam hálók elméletét választottam. Egy adatfolyam háló csatornákkal összekötött kommunikáló véges automatákból áll. A csatorna az elemi adategységek, a tokenek egyirányú szállítását végzi.

A transzformáció munkafolyamat mintákat adatfolyam háló mintákba képez le. A leképezést gráftranszformáció felhasználásával implementáltam, melyet a VIATRA2 [2] keretrendszer hajt végre.



2. ábra A munkafolyamat leképezése adatfolyam hálóvá

A 2. ábra szemlélteti a leképezést, ami egy biztosítótársaság kisebb munkafolyamatának adatfolyam hálót felelt meg. A biztosítótársaság a „Kárfelvétel” nevű tevékenység végrehajtásával regisztrálja a káresetet, valamint a „Típus besorolás” alkalmazásával megállapítja a káreset kategóriáját. Annak vizsgálata, hogy az ügyfél biztosítása fedezi-e a kárt, valamint annak megállapítása, hogy az ügyfélnek van-e tartozása párhuzamosan is végrehajtható. A párhuzamosság leképezéséhez szükség van további két csomópontra. Az első, „A párhuzamosság kezdete”, mely létrehoz egy további vezérlési szálat a megfelelő token beiktatásával. A második, „A párhuzamosság vége”, megvárja amíg a két párhuzamos vezérlési szál befejezi működését, majd továbbadja a vezérlést a szekvenciában következő tevékenységnek. Az adatfolyam háló modell PROMELA nyelvű megvalósítását automatikusan hozom létre, szintén gráftranszformáció alkalmazásával.

Formális ellenőrzés

Az előző fejezetben leírt transzformációk végrehajtásával megkapjuk a BPEL nyelven megvalósított munkafolyamat adatfolyam háló absztrakciójának PROMELA nyelvű megvalósítását. A SPIN segítségével elemezhetjük a programot. Előbb azonban meg kell fogalmaznunk a bizonyítani kívánt tulajdonságot LTL (Linear Temporal Logic) [4] formula formájában.

Ha például ellenőrizni szeretnénk, hogy a 2. ábrán látható „Típusbesorolás” nevű tevékenység bemenetétől szolgáló változót előbb minden esetben írja-e a munkafolyamat minthogy a tevékenység végrehajtna, a következő logikai állítást kell felírunk:

$G(\text{Típusbesorolás.bemenet=inicializálatlan} \rightarrow \text{nem } F(\text{Típusbesorolás végrehajtása}))$, ahol az F és G a lineáris temporális logika operátorai (F : a jövőben legalább egyszer, G : minden időpillanatban). A SPIN rendszer a PROMELA modell állapotterének teljes bejárásával bizonyítja a kifejezés igazságtartalmát.

A fent leírt transzformáció kisebb módosításával lehetőség van a munkafolyamat hibaszimulációjára. Szükség van hibainjektor tevékenységre. A változók állapotterét ki kell terjeszteni, hogy tárolni tudják azt az információt is, hogy épp hibás értéket írtak beléjük, és hogy esetleg már ki is olvasták azt. Szükség van további tokenekre, melyek a hibás vezérlést reprezentálják. A hibaszimuláció alkalmazásával lehetőség van megvizsgálni, hogy egy tevékenység hibája, a munkafolyamat mely további részére van kihatással. Megvizsgálhatjuk, hogy az esetlegesen betervezett redundancia elérte-e célját, és megvalósítja-e a szándékolt hibatűrést.

Összefoglalás

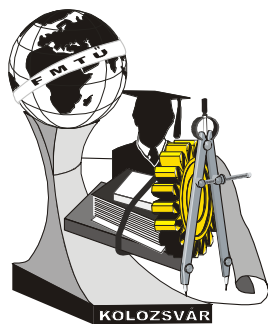
A munkafolyamatok tesztelése nehézségekbe ütközik. Ugyanakkor egy munkafolyamat akár egy teljes intézmény ügyvitelét is irányíthatja, ezért nem vehetjük használatba mielőtt meg nem győződünk annak bizonyos tulajdonságairól. Ebben a cikkben egy módszert mutattam, melynek segítségével formálisan elemezhetünk egy munkafolyamatot, így elkerülve a tesztelés költségeit. A vizsgálati módszer gráfranzformáción alapszik, melyet a VIATRA2 keretrendszer hajt végre.

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] VIATRA2 Eclipse GMT subproject, <http://www.eclipse.org/gmt/>
- [3] Specification of the Business Process Execution Language Version 1.1. 2003: <ftp://www6.software.ibm.com/software/developer/library/ws-bpel.pdf>
- [4] Simple Promela Interpreter: <http://www.spinroot.com>
- [5] XML Process Definition Language Version 2.0.: <http://www.wfmc.org/standards/XPDL.htm>
- [6] A.J. Anderson, Data Flow Systems. In Multiple Processing: Systems Overview, ch. 10. p. 441-488, Prentice Hall, UK, 1989.

Kovács Máté

Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék
 Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
 H-1521, Budapest,
 Magyar tudósok körútja 2.
 tel: +36 1 463 3579 fax: +36 1 463 2667
 e-mail: km432@hszk.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ELMÉLETI ISMERETEK ÉS MÉRÉSEK ELEKTROAKTÍV POLIMEREK ELEKTROMECHANIKUS VISELKEDÉSÉRŐL

Kovács Mihály - Magyar István-Csaba

Abstract

Main goal of this paper is to gather information about the electro active polymer's response to an electrical stimulus, by mapping the procedure and creating a mathematical model for it. Electro active polymer means a plastic material, which is able to produce mechanical force output in response to an electric signal. From the wide variety of electro active polymers, this paper is dedicated to the bending/flexing bi-layer actuator. As an example we mention the nafion-palladium Ionic Polymer-Metal Composite (IPMC).

Goal of our experiments is, to create a Voltage/Deformation diagram, respectively creating a mathematical function that contains the discrete values of the measuring. Secondary goal is to use the electrical field, generated by these polymers as response to external force, in order to create a movement sensing device and a roughness measuring device (the difficulties of these two tasks will not be discussed in this paper...).

Összefoglalás

A dolgozat célja az elektroaktív polimerek, pontosítva, hajló aktuátorok elektromos stimulációra adott válaszainak megfigyelése, kiértékelése és matematikai modellezése. Elektroaktív polimereknek (EAP) olyan a műanyagokat nevezük, amelyek képesek, valamilyen mechanikai erő kifejtésével reagálni elektromos stimulációra. Az elektroaktív polimerek soraiból sajátosan a feszültségre elhajló kétrétegű, (bi-layer) polimer „izom”-mal foglalkozunk bővebben. Példaként nafion-palladium Ionic Polymer-Metal Composite (IPMC) –t említjük

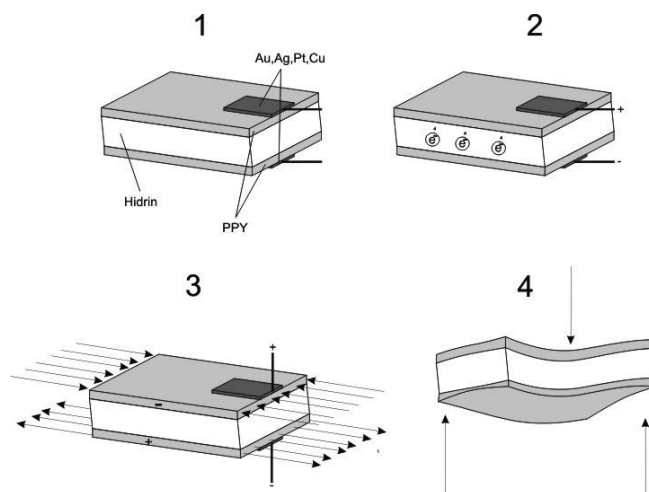
Kitűzött célok az elektroaktív polimerizmok Feszültség/Elmozdulás diagrammjának felvázolása, illetve a diszkrét mérési eredmények alapján egy általánosítható elmozdulási függvény meghatározása. Másodlagos cél a polimerekben keletkező, elmozdulás által létrehozott, feszültségjel felhasználása mozgásérzékelésre, valamint esetleges tapintó érzékelő kifejlesztése (ennek megvalósítása és nehézségeinek felvázolása nem képezi jelen dolgozat tárgyát...).

1. Bevezetés

Generációkon át kutatók egy olyan anyagot kerestek, amely az emberi izmokhoz hasonlóan működik. A természetes izmok viszonylag jól optimalizálódtak az evolúció során (arra gondolva, hogy bogaraktól elefántokig gyakorlatilag megegyezik az izmok működési elve), így igazi kihívás a természetes izmok felülmúlása, mesterséges „izmokkal”. Elektroaktív polimerek (EAP) képesek valamilyen mechanikai erő kifejtésével reagálni elektromos stimulációra. Felfedezésük óta, az akkor még primitív mechanikai tulajdonságokkal rendelkező, nehézkesen előállítható műanyagok minősége eddig nagy mértékben javult, így számos kutatócsoport foglalkozik ma már az EAP-k továbbfejlesztésével, amelyek az „intelligens anyagok” nevet nyerték el a reakcióképességüknek köszönhetően.

2. Elméleti ismeretek

Az elektroaktív polimerek soraiból sajátosan a feszültségre elhajló kétrétegű (bilayer) polimer „izom”-mal foglalkozunk bővebben: Kutatásunk alapeszköze egy nafion-palladium Ionic Polymer-Metal Composite (IPMC).



1. ábra. Elektroaktív IPMC aktuátor belsejében történő változások elektromos feszültség hatására

A hajló „izmok” működése töltésvándorlással magyarázható (1 ábra). Ha egy elektroaktív polimer lap két oldalát feszültség alá helyezzük, az anyag belsejében, a molekulákhoz kapcsolódó ionok, a potenciálkülömbőséghez igazodva, csoportosulni próbálnak. Mivel a hajlóizmok belsejében az ionok egyik oldalról a másik oldal fele tartanak, az az oldal, amelyre pozitív töltésű elektróda kapcsolódik, kitágul, míg a szemben levő oldal zsugorodik. Ez a jelenség okozza a hajló mozgást. A feszültség megszüntetése után az ionok, egymást taszítva, visszavándorolnak a zsugorodott oldal fele, így újra egyensúly áll be.

Amennyiben külső hajlítóerő hat a polimerre, ez potenciálkülönbséget generál ugyanezen az elven. Ennek mértéke elérheti a kihajlás, illetve az érzékelő méreteinek függvényében a 2-5 mV-t.

IPMC aktuátorok saját súlyuk akár 10.000-szeresét is képesek megemelni, (mivel saját tömege kb. 0.2mg, így a maximális emelőerő kb. 2g súlyának felelne meg), míg telyesítményük kb. 10-40 mW. Párhuzamos kapcsolással jóval nagyobb erő kifejtésére képes egy mesterséges izomköteg, mint egy egyedülálló „izom”, bár még a jelenlegi eredmények alapján ilyen izomkötegek nem érték el az emberi izmok terhelőképességét. IPMC aktuátorok előállításánál alapvető probléma a kompozitok kialakítása. Elektrodepozitálás, plazmapárolgatás vagy vegyi reakciók során egy vezető műanyag nemesfémmeel vonható be, annak érdekében, hogy kialakuljon egy IPMC aktuátor. Saját kísérletünk során, vegyi reakciók segítségével fémbevonatot (Pd, melynek vastagága kb. 20-50 mikron) vittünk fel a műanyag felületére. Az eredmény egy működő IPMC hajló aktuátor (3. ábra)



3. ábra. Elkészített nafion-palladium hajló IPMC aktuátor

3. Mérési eredmények

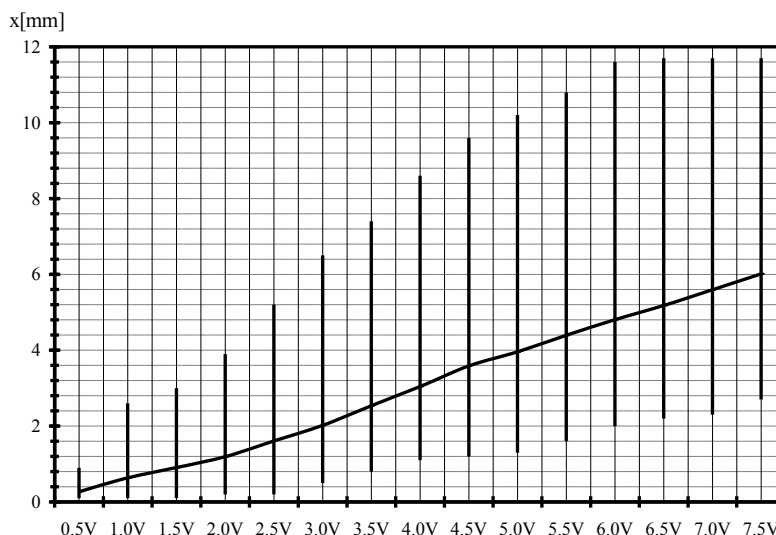
Dolgozatunk alapfeladata az általunk előállított IPMC aktuátor szabad végének, feszültség-elmozdulás diagrammjának felvázolása. Ennek érdekében különböző feszültségértékek mellett a polimerlap elhajlását figyeltük meg. Az adatgyűjtés az elmozdulásról készült digitális fényképek feldolgozásával és kiértékelésével történt: a mérési eredmények az 1. táblázatban, valamint a 4. ábrán vannak feltüntetve.

Méréseink pontosságát a következő külső tényezők befolyásolták:

- az elektromos mérőhíd pontossága
- a pixel-milliméter átalakításából származó hibák
- légnedvesség (ebből adódóan a polimer telítettsége) által okozott hiba
- interpolációs (spline) módszer hibája.

1. táblázat. IPMC aktuátor
feszültség-elmozdulás táblázata

Méresi lépés száma	Felvitt feszültség (V)	X irányu elmozdulás (mm)
1	0.5	0.26875
2	1.0	0.63437
3	1.5	0.90625
4	2.0	1.19375
5	2.5	1.60625
6	3.0	2.01875
7	3.5	2.53750
8	4.0	3.04375
9	4.5	3.58750
10	5.0	3.95625
11	5.5	4.39375
12	6.0	4.80625
13	6.5	5.18125
14	7.0	5.59375
15	7.5	6.01250



4. ábra. IPMC aktuátor feszültség-elmozdulás diagrammja

5. Elismerések

A szerzők meg szeretnék köszönni Forgó Zoltán tanár úrnak koordinátori munkáját, valamint a Marosvásárhelyi Sapiientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Gépészmérnöki és Villamosmérnöki tanszékeinek támogatását.

Irodalom

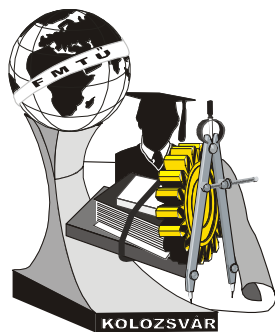
- [1] S. Nemat-Nasser, C. Thomas: *Ionic Polymer-Metal Composite (IPMC) - Electroactive Polymer (EAP) Actuators as Artificial Muscles - Reality, Potential and Challenges*, 3.2/12 fejezet, ibid, 2001.
- [2] Yoseph Bar-Cohen: *Electroactive Polymer (EAP) Actuators as Artificial Muscles - Reality, Potential and Challenges*, SPIE Press, Vol. 1, 2001.
- [3] Yoseph Bar-Cohen: *Electroactive Polymer (EAP) Actuators as Artificial Muscles - Reality, Potential, and Challenges*, SPIE Press, Vol. 2, 2004.

Kovács Mihály, Magyar István-Csaba, egyetemi hallgatók

Sapiientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki kar, Gépészmérnöki tanszék

Cím: 540063, Románia, Marosvásárhely, P-ta Trandafirilor nr. 61

Telefon: +40 740 962798



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

GOLYÓ/SÍK ELRENDEZÉSŰ KOPTATÓBERENDEZÉS ELEMZÉSE

Kovács Tünde, Barányi István, Dr. Dévényi László

Abstract

When investigating the wear phenomena often there is a need for studying the wear process on the basis of variable parameters (microstructure, surface roughness, and load). A new experimental method was developed thorough several set of tests, by which the effects of the mentioned parameters in the wear process can be examined. The method is based on the ball/plane contact which is suitable for examination of the local wear phenomena. There is a point like contact at the beginning of the experiments.

Összefoglalás

A kopási igen összetett, számos tényezőtől függő folyamat. Ha a vizsgálatunk során törekedni kívánunk a reprodukálhatóságra és az eredmények összehasonlíthatóságára, akkor azoknak a tényezőket, melyek a folyamat során az eredményre hatással vannak, célszerű valami módon állandóvá tenni.

Vizsgálatainkhoz lokális kopás vizsgálatára alkalmas berendezést fejlesztettünk. Ennek a berendezésnek előnye, hogy a próbatest adott pontján képes a kopással szembeni ellenállást vizsgálni. Mivel a koptatást edzett acélgolyóval végezzük, fontos vizsgálnunk, hogy a golyó milyen kényszerek hatására, milyen mozgást végez. A kísérletek során tapasztaltuk, hogy a golyó mozgása bolygó mozgás, de ennek empirikus megfigyelése nem ad egyértelmű választ a kényszerek és a mozgás kapcsolatára.

Bevezetés

A golyó/sík érintkezésen alapuló kopás-vizsgálati eljárást egyszerűsége miatt széles körben alkalmazzák. Előnye, hogy a kopási folyamat lokálisan vizsgálható, a folyamat során a kopás előrehaladottságának mértéke – a kísérlet időszakos megszakításával – jól nyomon követhető [1,2,3].

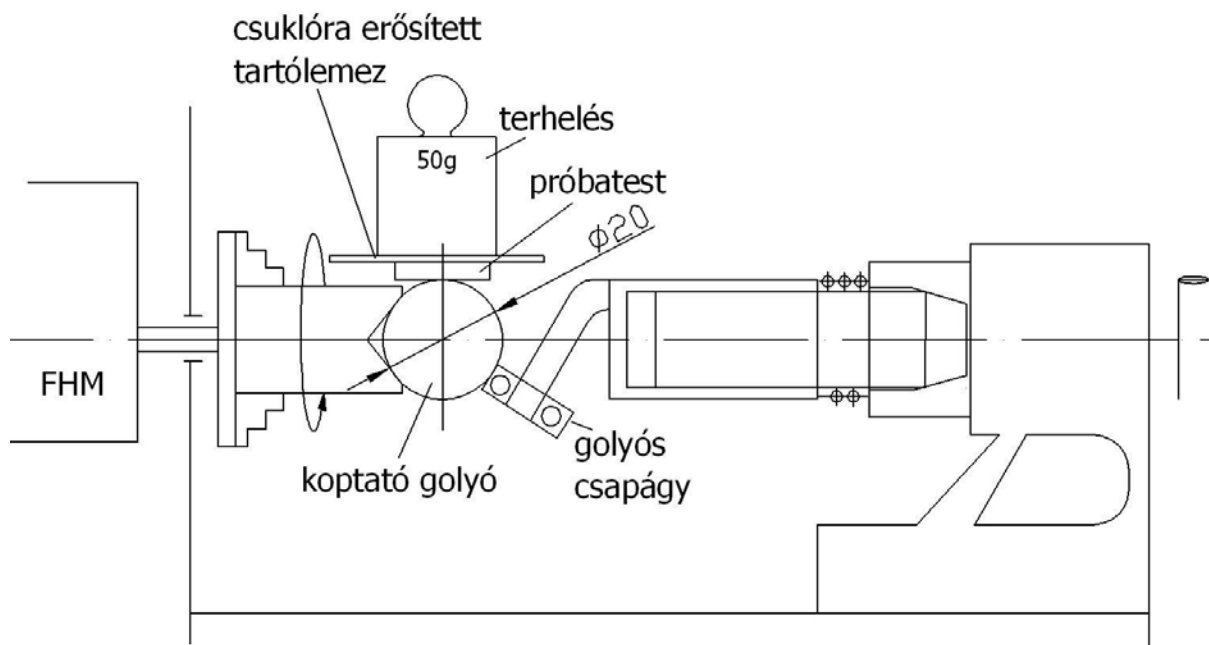
Nyugvó állapotban a terhelést a golyó súlyereje és a golyónak a beállítási szögektől függő beékelődése biztosítja. Meghajtott állapotban az érintkezési felületeken létrejövő súrlódó erők a golyót a beékelődésből kiemelni igyekeznek. Meghajtott állapotban tehát a terhelőerő nagysága a súrlódási együttható által determinált.

A vizsgálat kezdetén a golyó-sík érintkezés környezetében a fajlagos felületi igénybevétel rendkívül nagy. A meghajtott golyó gömbsüveg alakú kopási nyomot hoz létre, ennek geometriai adataiból becsülhető a kopás mértéke, amelyet a gömbsüveg térfogatával arányos tömegvesztéssel szokás jellemezni.

A kopás folyamán a gömbsüveg mentén érintkező felület nagysága fokozatosan növekszik, ebből adódik, hogy a kopás az idő függvényében csökkenő fajlagos felületi terhelés mellett megy végbe. Összehasonlító vizsgálatoknál a koptatás kezdeti szakaszát célszerű vizsgálni, ugyanis ekkor a legnagyobb a koptatóhatás. Nagyobb problémát jelent a kopási úthossz pontos meghatározása, ugyanis

a golyó és az állandó fordulatszámmal forgó tengely közötti érintkezés nem stabil, azaz nem csuszásmentes (slip jelenségével lehet számolni).

1. Lokális koptatóberendezés bemutatása

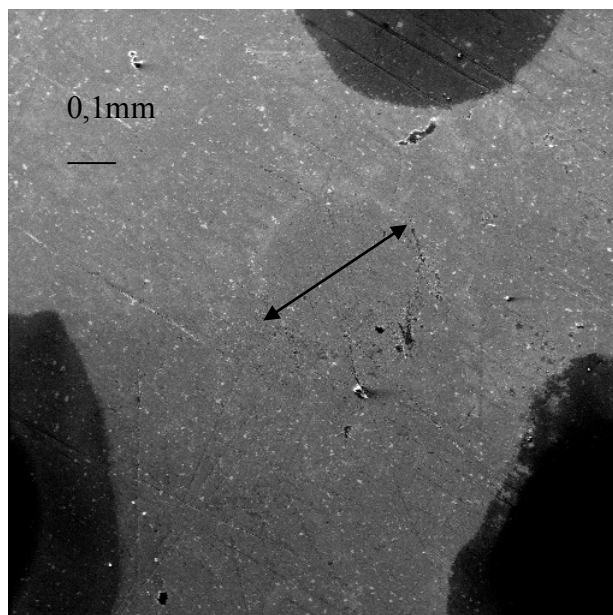


1. ábra A koptatóberendezés

Az 1. ábrán látható koptatóberendezés gömb/sík érintkezés elvén alapul, a kiindulási pillanatban tehát pontszerű. A kopási folyamat eredményeként göbmsüveg geometriájú kopásnyom jön létre. A kopási tényezőt a kikopott térfogat és a kopási út segítségével határozzuk meg. A kopási folyamat során a koptatógolyó bolygó mozgást végez, ezáltal a felületi érdessége csupán elhanyagolható mértékben változik.

A kopás folyamán a göbmsüveg mentén érintkező felület nagysága fokozatosan növekszik, ebből adódik, hogy a kopás az idő függvényében csökkenő fajlagos felületi terhelés mellett megy végbe. Összehasonlító vizsgálatoknál a koptatás kezdeti szakaszát célszerű vizsgálni, ugyanis ekkor a legnagyobb a koptatóhatás.

A vizsgálatok során nem alkalmaztunk kenőanyagot, a kopadékot pedig eltávolítottuk. A kísérletek eredményeképpen egy szabályos göbmsüveg kopásikráter keletkezett melyet a 2. ábra mutat be. A göbmsüveg főköre mikroszkóppal mérhető, és ennek segítségével a kikopott térfogat számítható.



2. ábra

Elektronmikroszkópos felvételek 25kV, 50 szeres nagyítás mellett, a III. elrendezéssel végzett kísérletben a próbatestenen keletkezett kopásnyom

A kopási út hossz és a kopási tényező számítására alkalmazott összefüggések:

Gömbfüveg 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):

$$K = \frac{V}{S \cdot N} \quad (4)$$

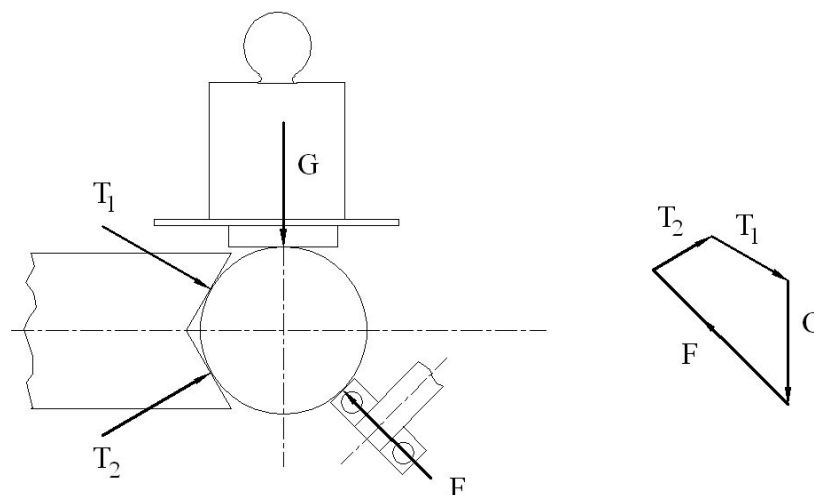
2. A koptatóberendezés statikai vizsgálata

A koptató test bolygómozgását a terhelő és a súrlódó erők definiálják. A bolygó mozgás alapfeltétele, hogy a koptató golyóra ható támasztóerő biztosítsa a többtengelyű forgó mozgást.

Ezen mozgás megvalósulásának két feltétele van:

- a forgó kúp és a gömbfelület közötti csúszó súrlódás és a

- gömb és a mélyhornyú golyócsapágy közötti tapadási súrlódás kialakulása.



3. ábra

A koptató berendezés erőjátéka

A golyót terhelő erővektorokra felírható az alábbi egyenlet:

$$\mathbf{T}_1 + \mathbf{T}_2 + \mathbf{G} + \mathbf{F} = \mathbf{0} \quad (5)$$

A \mathbf{T}_1 és a \mathbf{T}_2 erőkre igaz továbbá, hogy nagyságuk nem egyenlő, mivel a támasztó csapágy okozta erő \mathbf{T}_1 nagyságát növeli.

Az erővektoros egyensúlyi egyenlet a komponensek segítségével felírva:

$$\mathbf{T}_1 * \cos(150^\circ) + \mathbf{T}_2 * \cos(240^\circ) + \mathbf{F} * \cos(\alpha) = 0; \quad (6)$$

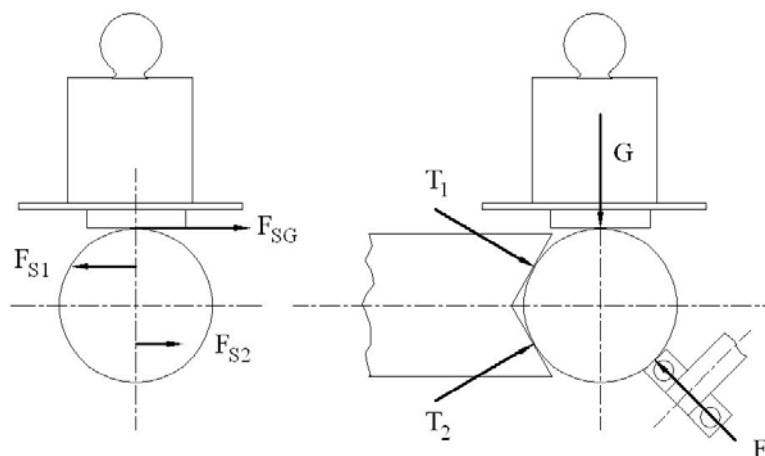
$$\mathbf{T}_1 * \sin(150^\circ) + \mathbf{T}_2 * \sin(240^\circ) + \mathbf{F} * \sin(\alpha) + \mathbf{G} = 0; \quad (7)$$

Az egyenletekből látszik a megtámasztó \mathbf{F} jelű terhelés vízszintessel bezárt szögét úgy kell meghatározni, hogy amennyiben a koptató testre nem hat a \mathbf{G} terhelés, úgy az \mathbf{F} erő hajlásszögének a $[30^\circ + \gamma/2 \dots -30^\circ - \gamma/2]$ intervallumba kell esnie.

Az ábrán szemléltetett \mathbf{T}_1 és \mathbf{T}_2 erők - a μ_1 illetve μ_2 súrlódási tényezőjű felületen - csúszó súrlódási erőt okoznak. Mivel a súrlódás ugyanazon anyagpár között lép fel, így

$$\mu_1 = \mu_2 \quad (8)$$

Mivel a felületeket összeszorító erők különbözőek, így az egyes súrlódó erők is különbözőek lesznek:



4. ábra

A felületeket összeszorító erők

A golyó bolygómozgása akkor alakul ki, ha a kúpfelületeknél a súrlódási erő túllép a tapadási súrlódási erő nagyságán és csúszás alakul ki mindkét felületen.

3. A koptató golyó bolygómozgásának dinamikai vizsgálata

A test mozgását a meghajtómotor által szolgáltatott n_{motor} és a támasztó csapágy felülethez való csúszásmentes nyomódása okozza. A meghajtó tengely forgása átadódik egy, az előzővel metsző helyzetű másik tengelyre. Így a koptató testre két, a függőleges síkban elhelyezkedő szögsebességvektor hat.

A közös érintkezési pont (A) sebességét felírva:

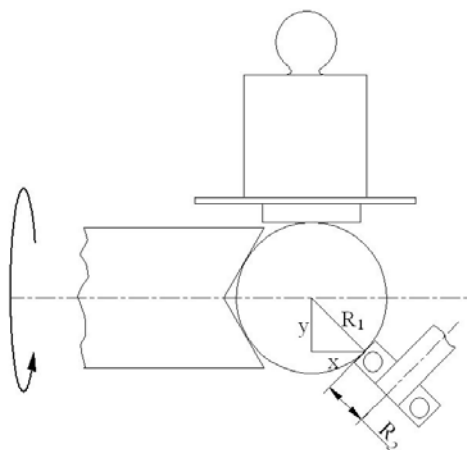
- a motor fordulatszámának segítségével:

$$v_a = R_1(x;y) * \omega_{motor} = y * \omega_{motor} = y * 2 \pi n_{motor} \tag{9}$$

- a csapágy fordulatszámának segítségével:

$$v_a = R_2 * \omega_{csapágy} \tag{10}$$

ahol y az A pont és a forgástengely függőleges távolsága és R_2 a csapágy külső gyűrűjének sugara.



5. ábra

A jellemző távolságok a koptatásnál



6. ábra

A koptatógolyóra ható szögsebesség vektorok

Tehát a szögsebességek kapcsolata az A pont segítségével:

$$\mathbf{R}_2 * \omega_{\text{csapágy}} = \mathbf{y} * \omega_{\text{motor}} \quad (11)$$

A két szögsebesség vektor eredője határozza meg a golyó mozgását:

Összefoglalás

A kopási folyamat során a koptatógolyó mozgásának elemzése fontos információkat adhat. A koptatógolyó bolygó mozgása miatt a kopási folyamat során a koptató test felületi érdessége közel állandónak tekinthető. A felületi érdesség változása jelentős mértékben befolyásolná a kopási tényező értékét, valamint a vizsgálatok kiértékelhetőségét.

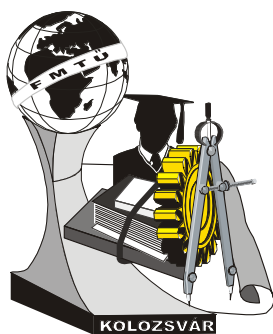
A golyó igen bonyolult mozgásának elemzése során, a golyót érő statikus és dinamikus hatások együttes figyelembevételére volt szükség.

Irodalomjegyzék:

- [1] Gy. Bagyinszki: Wear Resistance Characterization of Surface Treatment Layers, Eurotrib'93 - 6th International Congress of Tribology, Budapest - Hungary, August 30 - September 2, 1993, Volume 3., pp. 350-353.
- [2] T. Kovács, L. Dévényi: Investigation of wear process by gradient method, Material Science Forum Vols. 473-474. 2005. pp.213-218.
- [3] I.M. Hutchings: Tribology: Friction and wear of engineering materials, 1992. Great Britain p. 78.
- [4] R. Colaco, R Vilar: Abrasive wear of metallic reinforced materials, Wear 255, 2003. p. 643-650
- [5] Kovács T. Dévényi L.: Golyó/sík érintkezés elvén alapuló lokális kopásvizsgálati eljárás alkalmazási feltételeinek elemzése, FMTÜ Konferencia, Kolozsvár 2004. p.155-162.
- [6] K. L. Rutherford and I. M. Hutchings, Theory and Application of a Micro-Scale Abrasive Wear Test, American Society for Testing and Materials, West Conshocken, 1997.

Barányi István főiskolai tanársegéd
 BMF Gépszerkeztani és Biztonságtechnikai
 Intézet
 1081, Bp. Népszínház u. 8
 tel: (+36-1) 219-6337
baranyi.istvan@bgtk.bmf.hu

Kovács Tünde főiskolai adjunktus, Ph.D.
 hallgató
 BMF, Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék
 1081, Bp. Népszínház u. 8
 tel: (+36-1) 219-6327
kovacs.tunde@bgtk.bmf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

RÉTEGELT KERÁMIÁK VIZSGÁLATA VÉGESELEMES MÓDSZERREL

Tibor Köves, Ján Dusza

Abstract

The microstructure characteristics and indentation fracture toughness of the individual layer of a layered Al_2O_3 / $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$ composite have been investigated. Different methods (analytical model, finite element calculation and experimental methods) have been used for the residual stress evaluation in the individual layers and the influence of the residual stresses on the fracture toughness anisotropy and crack propagation in the individual layers have been studied.

Összefoglaló

Rétegelt Al_2O_3 / $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$ kerámiák egyes rétegeinek mechanikai tulajdonságai lettek vizsgálva. Különböző módszerekkel történt a maradó feszültség meghatározása (analitikus úton, FEM számítással és méréssel) a különböző rétegekben. A maradó feszültség hatása a törési szívósság anizotrópiájára és a repedésterjedésre az egyes rétegekben volt tanulmányozva.

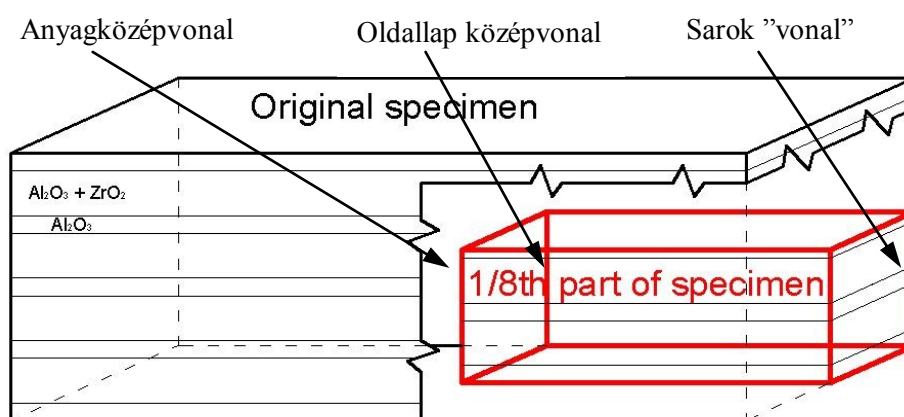
Bevezetés

A szerkezeti kerámiáknak számos kiváló tulajdonsága van magas és szobahőmérsékleten, úgymint nagy szilárdság-súly arány, keménység, jó kopásállóság, kémiai stabilitás és relatíve jó kúszási tulajdonságok. Azonban, ridegségük miatt nagyon érzékenyek a gyártási hibákra, anyagfolytonossági hibákra, repedésekre, ezért nagyon behatárolt az alkalmazhatósági területük [1,2]. Ezen hibák hatásának mérséklése miatt kezdték el kutatni a rétegelt kerámiákat, mert ezekben, a különböző rétegek hőtágulási együtthatóinak különbsége miatt, a szinterelés utáni lehűléskor maradó feszültség alakul ki[3,4].

Kutatott anyag, és alkalmazott módszerek

A vizsgált rétegelt kerámia 9 rétegű, szabályosan váltakozó rétegekkel, amit a National Research Council, Institute of Science and Technology for Ceramics, Faenza, Italy készített. A rétegek elrendezését az 1. ábra mutatja. A vékonyabbik réteg $193 \pm 5 \mu\text{m}$ vastag Al_2O_3 . A vastagabb réteg $529 \pm 15 \mu\text{m}$ vastag 60 tömeg% Al_2O_3 + 40 tömeg% ZrO_2 (ZTA) kompozit.

A maradó feszültségek meghatározása az MSC.MARC programrendszerrel történt. Az adott méretű, és rétegelrendezésű kerámia 3D-s modelljében a rétegek síkjában az elemméret ~0.14mm x 0.14mm volt és minden egyes réteg 10 egyenlő részre lett felosztva, az elemtípus hex8. Az első számításban az Al₂O₃ réteg vastagsága 193 μm, az ZTA réteg vastagsága 529 μm. A modell készítésénél a szimmetria-feltételeket felhasználva elegendő volt modellezni az eredeti kerámia 1/8-részét (1. ábra). A rétegvastagság arány változásának hatását a maradó feszültségek nagyságára és eloszlására, a fentiekben leírt modell lett használva (ugyanazon méretek – kivéve a rétegvastagság – és anyagparaméterek), azonban a rétegvastagságok (Al₂O₃ : ZTA = 1 : 1 – 1 : 10) változtak 10 lépésben. A maradó feszültség a rétegek síkjára merőleges irányban, az anyag középvonalában, az oldallap középvonalán, és a sarok”vonal”-ban (1. ábra) lettek vizsgálva.



1. ábra Rétegelt kerámia-, modellszemléltetés

A maradó feszültségek analitikus meghatározásához az alábbi képletek voltak használva [5]:

$$\sigma_A = -\frac{E_A E_B (n+1)(\alpha_B - \alpha_A)(T_1 - T_2)}{xnE_B(1-\nu_A) + E_A(n+1)(1-\nu_B)}, \quad (1)$$

$$\sigma_B = \frac{xnE_A E_B(\alpha_B - \alpha_A)(T_1 - T_2)}{xnE_B(1-\nu_A) + E_A(n+1)(1-\nu_B)}. \quad (2)$$

ahol: E – Young modulus, n – rétegek száma, α – hőtágulási együttható, T₁ – szinterelési hőmérséklet, T₂ – működési hőmérséklet (most szobahőmérséklet), ν – Poisson szám.

A törési szívósság méréssel történő meghatározásánál, a keménységmérésnél alkalmazott terhelés, a törési szívósság és a keménységmérés közben keletkezett repedések hossza közti kapcsolatot monolit – nincs benne maradó feszültség – kerámia esetében az alábbi képlet írja el:

$$K_{IC} = \chi \cdot \left(\frac{P}{c_0^{\frac{3}{2}}} \right) \quad (3)$$

ahol: K_{IC} – törési szívósság, χ – konstans, P – alkalmazott terhelés, c₀ – repedéshossz.

χ értékére regressziós analízissel 0.089 adódott monolit Al kerámiánál ($K_{IC} = 3.61 \text{ MPam}^{1/2}$) Chevron hornyos technikával [6].

Ha maradó feszültség is van az anyagban, akkor a fenti képlet (3) a következőképpen módosul:

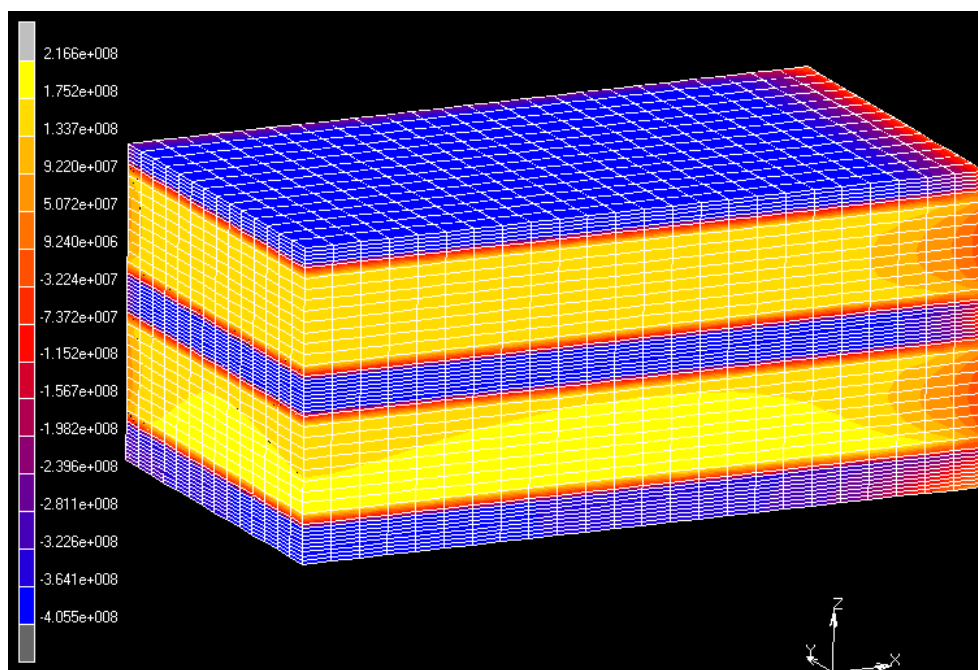
$$K_{IC} = \chi \cdot \left(\frac{P}{c_0^2} \right) + Y \cdot \sigma_{res} \cdot c_1^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

ahol: c_1 – repedés hossz a maradó feszültséget tartalmazó anyagban, $Y = 1.29$, σ_{res} – maradó feszültség

A (4) képletből kiszámítható a maradó feszültség értéke, a mérés adatainak felhasználásával.

Eredmények

A (1,2) analitikus számítás alkalmazásával a maradó feszültség $\sigma_{Al_2O_3} = \sigma_1 = -405 \text{ MPa}$ (nyomó), $\sigma_{ZTA} = \sigma_2 = 148 \text{ MPa}$ (húzó) adódott. A FEM analízis eredményét a 2. ábra mutatja:



2. ábra FEM háló, és maradó feszültség eloszlás az $Al_2O_3 - Al_2O_3 + ZrO_2$ (1/8) próbatest esetén

FEM számítással a feszültségek $\sigma_{Al_2O_3} = \sigma_1 = -405.5 \text{ MPa}$ (nyomó), $\sigma_{ZTA} = \sigma_2 = 216.6 \text{ MPa}$ (húzó) értékre adódtak.

Méréssel, (4) felhasználásával pedig $\sigma_{Al_2O_3} = \sigma_1 = -214.2 \text{ MPa}$ feszültség lett meghatározva.

Az eredményekből látszik, hogy az analitikus és a FEM számítás jó egyezést mutat, azonban a méréssel meghatározott érték jóval alacsonyabb.

A rétegvastagság arány hatását a maradó feszültségekre analitikus számítással a I táblázat, FEM számítással a II. táblázat tartalmazza.

Stress type	Layer width ratio ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3+\text{ZrO}_2$)									
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	1:10
Compression	-259,4	-362,1	-416,9	-451,1	-474,5	-491,5	-504,4	-514,6	-522,7	-529,4
Tension	259,4	181,0	139,0	112,8	94,9	81,9	72,1	64,3	58,1	52,9

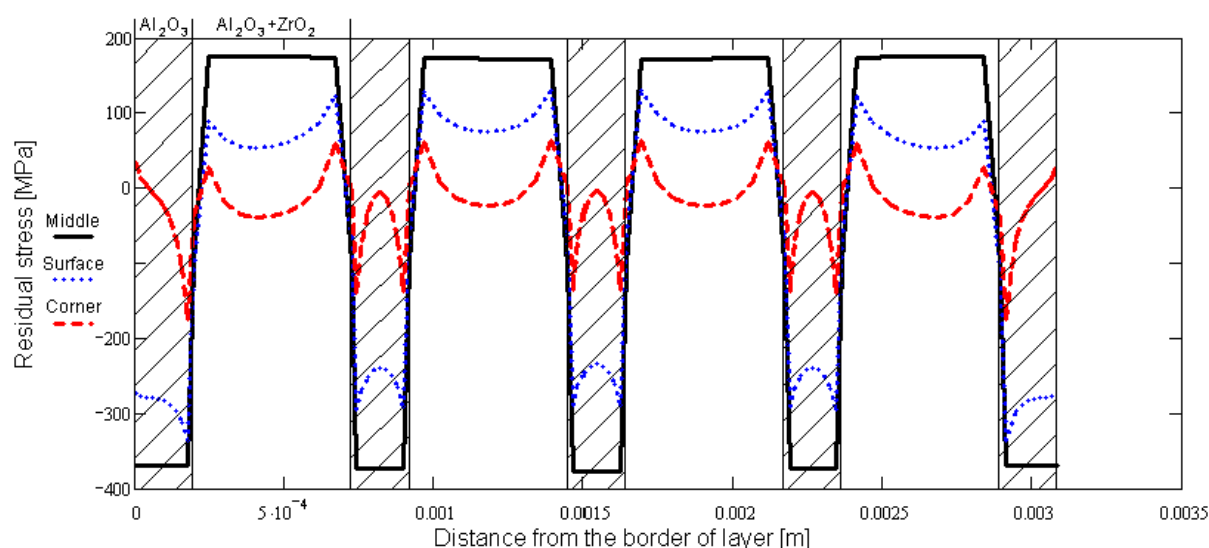
I. táblázat Analitikusan számított max. és min. maradó fesz.-ek különböző rétegvast. arányok esetén

Stress type	Layer width ratio ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Al}_2\text{O}_3+\text{ZrO}_2$)									
	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9	1:10
Compression	-260,7	-362,1	-417,2	-451,7	-475,2	-492,4	-505,3	-515,5	-523,7	-530,4
Tension	307,4	244,2	209,0	186,7	169,7	157,5	147,0	138,3	130,4	123,4

II. táblázat FEM-el számított max. és min. maradó fesz.-ek különböző rétegvast. arányok esetén

Összehasonlítva az eredményeket, a két módszer jó egyezést mutat a nyomófeszültségek meghatározásakor, húzófeszültségek esetén azonban az analitikus módszer alulbecsli a FEM számítást.

A következő ábra a FEM-el számolt feszültségeloszlást mutatja a keresztmetszet mentén.



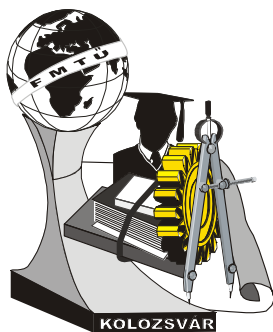
3. ábra Feszültségeloszlás a rétegek mentén (FEM számításból) a kerámia rétegekre merőleges irányú tengelyek mentén, de különböző pozíciókban

Irodalomjegyzék

- [1] R.F. Cook and G. M. Pharr: in Materials science and technology, **11**, Mechanical properties of ceramics, (ed. M.V. Swain), 339-407, 1994, Weinheim, VCH
- [2] P.F. Becher: in Materials science and technology, **11**, Mechanical properties of ceramics, (ed. M.V. Swain), 339-407, 1994, Weinheim, VCH
- [3] M. P. Harmer, H.M. Chan, and G.A. Miller: J. Am. Ceram. Soc., 1992, **75**, 1715-1728
- [4] W.J. Clegg, K. Kendall, N. McN. Alford, T.W. Button, and J.D. Birchall; Nature, 1990, **347**, 455-457
- [5] T. Chartier, D. Merle and J.L. Besson: J. Eur. Ceram. Soc., 1995, **15**, 101-107
- [6] F. Toschi, C. Melandri, P. Pinasco, E. Roncari, S. Guicciardi, G. De Portu, J. Am. Ceram. Soc. 86 [9] (2003) 1547-53

Név/tud. fok.: **Köves Tibor**
 Munkahely: Bay Zoltán Közalapítvány
 Cím: 3519 Miskolctapolca, Iglói út 2.
 e-mail: kovest@alpha.bzlogi.hu

Név/tud. fok.: **Doc. RNDr. Ján Dusza, DrSc.**
 Munkahely: Institute of Material Research
 Cím: Watsonova 47, 043 53 Kosice, Slovak Republic
 e-mail: jdusza@imr.saske.sk



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

CSAVARFEJ SZILÁRDSÁGTANI VIZSGÁLATA

Krajnyik Károly, Nagy Sándor Dr., Péter László Dr.

T-head screws are frequently used for fixing the workpiece during machining. Isotropic points can be generated in the screws. Positive isotropic points are dangerous because of arising of microcracks. We developed a method for determining positive isotropic places and the normal stress acting at them in planar and spatial bonding units. The full analysis can be completed if the isoclinic and isochromatic fields are known by experiments. Two different method of analysis were applied. One is the Frocht-method which is based on difference of shear stresses using the equation of equilibrium. The other of two is based on the Airy stress function. This new method gives directly the normal stress perpendicular to the direction of the integration. Numerical calculations were performed by finite element method. In this study the experimental and numerical results are presented.

Forgácsoló megmunkálásoknál gyakran használnak T csavarokat a munkadarab rögzítésére. A csavarokban izotróp pontok jöhetnek létre. A mikrorepedések keletkezése miatt a pozitív izotróp pontok a veszélyesek. Módszert dolgoztunk ki a síkbeli és térbeli kötőelemekben fellépő pozitív izotróp helyek, valamint az itteni pozitív normálfeszültségek meghatározására. A méréssel kapott izokróm- és izoklin mező ismeretében a teljes kiértékelés elvégezhető. A teljes kiértékeléshez két módszert alkalmaztunk. Az egyik az egyensúlyi egyenlet felhasználó, Frocht-féle módszer néven ismert, nyírófeszültségek különbségén alapuló eljárás. A másik módszer az Airy-féle feszültségfüggvényen alapszik. Ez az új eljárás azonnal az integrálás irányára merőleges normálfeszültséget szolgáltatja. A számítással kapott következtetéseket összehasonlítottuk 3D-s CAD alkalmazás VEM moduljával nyert eredményekkel.

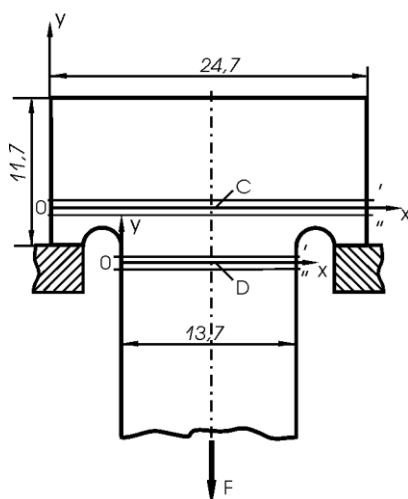
Bevezetés

A mérnöki szerkezetek és az ezekben használt alkatrészek döntő többsége a geometria, az alapanyag, és a kialakítás miatt biztosan tartalmaz valamilyen feszültséggyűjtő helyet. Ezek a teljesség igénye nélkül az alábbiak lehetnek: éles sarok, beszúrás, furat, ékpálya és reteszhorony, valamint ide kell sorolni a repedéseket, amelyeket az alkatrész anyaga tartalmaz, vagy a terhelés hatására az üzemelés közben keletkezik. A tönkremenetelért, az esetek döntő többségében ezen feszültséggyűjtő helyek kritikus pontjában az ún. izotróp pontban kialakuló feszültségállapot miatt keletkező, vagy már jelenlévő repedés és annak terjedése a felelős [1].

A negatív izotróp pontban minden irányban nyomófeszültség, míg a pozitív izotróp pontban húzófeszültség lép fel. Ez utóbbi a veszélyes, mert repedés-forrás lehet. Különösen ügyelni kell a pozitív izotróp pontok keletkezése lehetőségének elkerülésére képlékeny alakítás technológia kidolgozásánál [2]. Maró- és gyalugépeken a munkadarabok leszorítására alkalmazott csavarokban is kialakulnak izotróp pontok. A T-alakú csavarok izotróp pontjait vizsgáltuk az optikai feszültségvizsgálat- és a végeelem módszerrel.

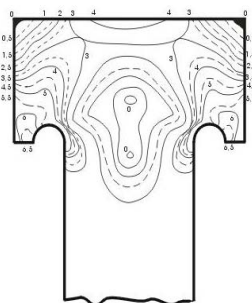
Mérési eredmények

A T-alakú csavar epoxigyantából készült modelljének geometriai mérete és terhelése az 1. ábrán látható.

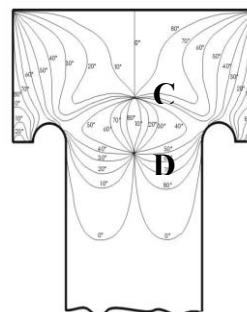


1. ábra Modell geometriai mérete és terhelése

A cirkuláris- és lineáris polarizációval nyert izokróma- és izoklin mező szintvonalait a 2. és a 3. ábra mutatja.



2. ábra Csavarfej izokróma képe keresztezett polárszűrő állásnál



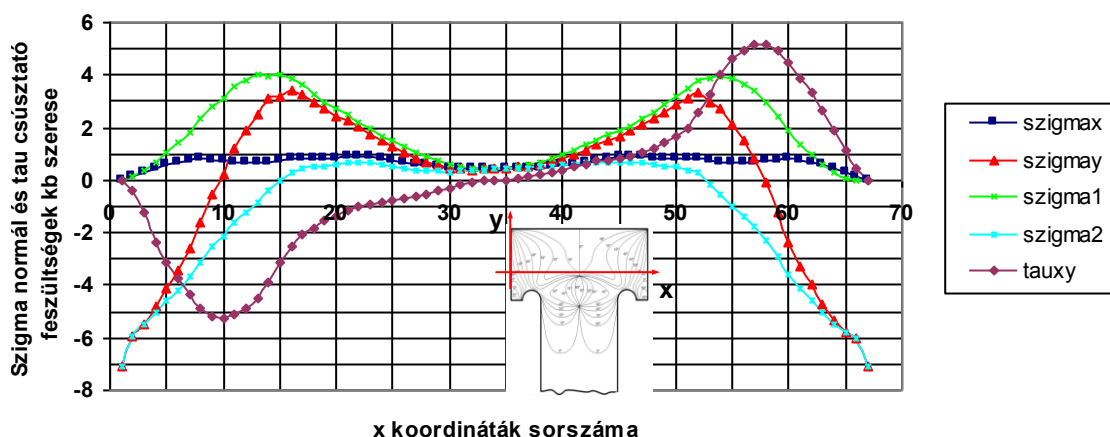
3. ábra Csavarfej izoklin képe

A modell síkjában lévő, p-vel és q-val jelölt két főfeszültség különbsége az izotróp pontban zérus. Ez a pont fehér fény alkalmazásánál feketének látszik [5]. A csavar-fej környezetében a szimmetria tengelyen két izotróp pont figyelhető meg (3. ábrán a C és D jelű pontok). E pontokon szinte

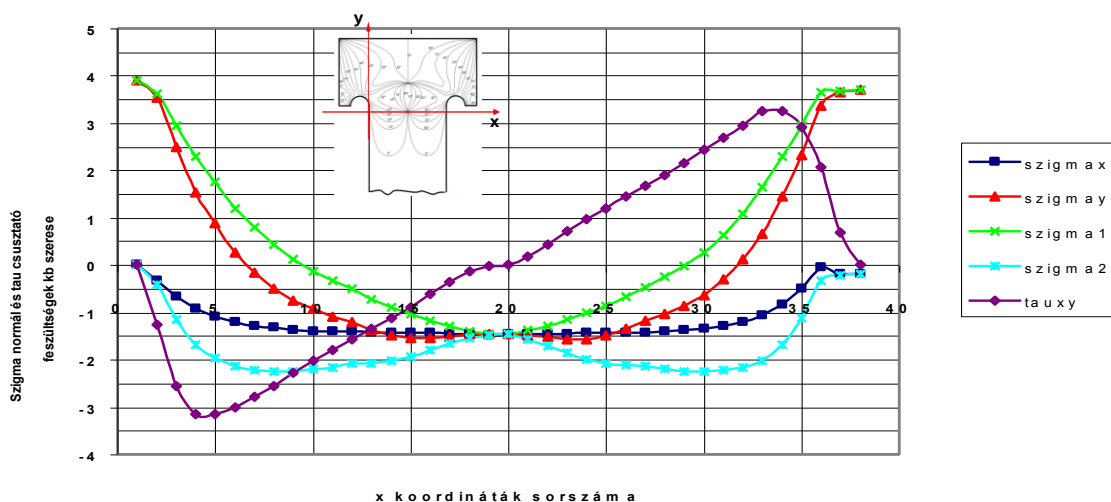
valamennyi izoklin görbe átmegy. Keresztezett polárszűrők szinkron forgatása esetén az izoklin görbék a pozitív izotróp pont (C) körül a polarizátorok forgásával azonos irányban fordulnak el, míg negatív izotróp pont (D) esetén ellenkező irányú forgást tapasztalunk.

Teljes kiértékelés és VEM számítás

A teljes kiértékelést a két izotróp ponton átmenő, a szimmetria tengelyre merőleges x tengely mentén végeztük el a Frocht-féle módszer alkalmazásával, amely egy korábbi tanulmánynak volt a témája [3]. Az eredményeket a 4. és 5. ábrák szemléltetik. Ezek kielégítik a peremfeltételeket, valamint az alábbi egyensúlyi egyenleteket (1-3).



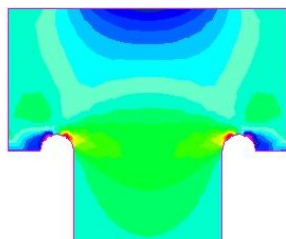
4.ábra. Feszültség koordináták a pozitív izotróp ponton átmenő x tengely mentén



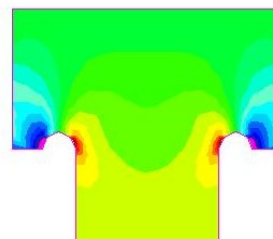
5.ábra. Feszültség koordináták a negatív izotróp ponton átmenő x tengely mentén

$$\int_{(A)} \tau_{xy} dA = 0, \quad (1) \quad \int_{(A)} \sigma_y dA = \begin{cases} = 0; \text{ pozitív} \\ = F; \text{ negatív} \end{cases} \rightarrow \text{izotróp pont esetén, } (2) \quad \int_{(A)} x \sigma_y dA = 0. \quad (3)$$

Számos módszert dolgoztak ki a feszültség, illetve az alakváltozási állapot kiszámításához. A végelem módszer (VEM) igen hatékony eljárás, melynek segítségével numerikus megoldásokat kaphatunk a rugalmas, illetve a képlékeny alakváltozással kapcsolatos problémákra [4], [6]. E módszer alkalmazásával is megállapítható, hogy a veszélyes pontok a fej és a szár átmeneténél jelentkeznek. Ezt jól szemlélteti a 6. és 7. ábra (feszültségkoncentráció).



6. ábra σ_x feszültségeloszlás a csavarfejben



7. ábra σ_y feszültségeloszlás a csavarfejben

Következtetések

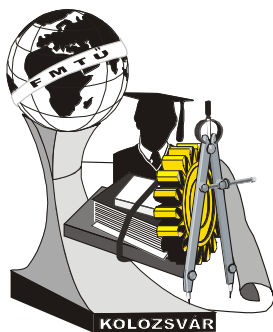
Az optikai feszültségvizsgálattal feltárt pozitív és negatív izotróp pontok létét a végelelemes számítás megerősítette. Mindkét izotróp pontban szerencsére kicsiny normál feszültségek keletkeznek. A feszültségmaximumok a lekerekítéseknél a felfekvési felületek közelében vannak. Túlterhelés esetén a pozitív izotróp pontokban mikrorepedések keletkezhetnek. Ennek ismeretében a csavarfej kialakítása, geometriai mérete, valamint anyagminősége fontos gyártástechnológiai kérdések. A VEM program használatával jelentős időráfordítás takarítható meg.

- [1]. FROCHT, M. M., Photoelasticity I., John Wiley & Sons, Inc., New York. 1949.
- [2]. KRAJNYIK, K., PÉTER, L., NAGY, S., Investigation of isotropic points of screw head. 6. International Multidisciplinary Conference, Baia Mare 2005. p.381-386.
- [3]. KRAJNYIK, K. Izotróp pontok vizsgálata csavarkötésekben. GÉP. 2005/4. szám p.26-30.
- [4]. MECHANICAL DESKTOP 6, Gépészeti számítások használata.
- [5]. THAMM, F., LUDVIG, GY., HUSZÁR, I., SZÁNTÓ, I., A szilárdságtan kísérleti módszerei, Műszaki Könyvkiadó, Budapest. 1968.
- [6]. PÁCZELT, I., Végelem módszer a mérnöki gyakorlatban, Vol. 1., Miskolc University Press. 1999. p.450.

Krajnyik Károly / műszaki oktató

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszék, 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/b.

Tel: 36-42/599-462, Fax: 36-42/402-485, E-mail: gepgyartas@nyf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

STABILIZÁTOROK REAKCIÓMECHANIZMUSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA PHILLIPS TÍPUSÚ POLIETILÉNBEN

Kriston Ildikó

Polymers are exposed to heat and oxygen during processing, as well as to the surrounding environment, especially UV light and oxidative atmosphere in their life cycle. This is leading to various degradations. To avoid these, polymers need the presence of suitable amounts of different additives. These different types of products protect the polymer from degradation during processing (processing stabilizers), but also in their use (antioxidants, UV stabilizers). The stabilizing efficiency and mechanism of a hindered phenolic antioxidant and a phosphorous secondary antioxidant were studied in Phillips type polyethylene during processing. The phosphite was investigated in different concentrations in combination with 700 ppm hindered phenol. The purpose was to determine the correlation between the chemical structure and the efficiency, as well as the mechanism of the phosphorous antioxidant. The polymer samples were processed by extrusion. The rheological properties, functional groups, color and residual thermooxidative stability were studied. FT-IR and HPLC methods were applied to measure the consumption of the stabilizer. The changes in the polymer properties were related to the characteristics of the nascent polymer. Relationships were established between the changes in the different properties of the polymer and the consumption of the additives.

A polimerek hőnek és oxigénnek vannak kitéve mind a feldolgozás alatt, mind pedig a környezetükkel való érintkezés során főleg UV fénynek és levegőnek a használatuk során. Ezek a tényezők különböző degradációkhoz vezetnek. Ezeket elkerülendő a polimerekhez megfelelő mennyiségű stabilizátorokat alkalmaznak. A különböző típusú stabilizátorok védelmet nyújtanak a polimernek a feldolgozás alatt (feldolgozási stabilizátorok), valamint a mindennapi használat során (antioxidánsok, UV stabilizátorok). Phillips katalizátorral előállított polietilénben tanulmányoztunk egy sztérikusan gátolt fenolt és egy aromás foszfitot tartalmazó stabilizátor rendszer hatékonyságát és hatásmechanizmusát a polimer feldolgozása során. Célunk, feltárni az összefüggéseket a foszfortartalmú feldolgozási stabilizátorok kémiai szerkezete, hatásmechanizmusa és hatékonysága között. A kutatás során egy aromás foszfit típusú antioxidáns koncentrációváltozásának a hatását tanulmányoztuk azonos mennyiségű fenolos antioxidáns mellett. A polimert extrúzióval dolgoztuk fel, meghatároztuk a kémiai (funkciós csoportok száma) és reológiai (folyásindex) tulajdonságait, színét és maradék

termooxidatív stabilitását. FT-IR spektroszkópiával és HPLC módszerrel mértük a stabilizátor fogyását. A polimer tulajdonságainak változását a feldolgozatlan por jellemzőihez viszonyítottuk, és összehasonlítottuk a polimerhez kevert, valamint a feldolgozási műveletben elreagált stabilizátor mennyiségekkel.

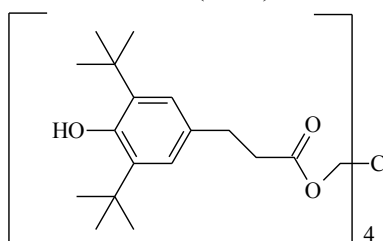
Vizsgált anyagok

Polimer

Tipelin FA 381 márkanévű (TVK gyártmányú), Phillips katalizátorral polimerizált etilén/1-hexén kopolimer. Névleges sűrűség: 0,938 g/cm³; Mw = 126000 g/mol, Mn = 26500 g/mol

Adalékok

IRGANOX[®] 1010 (*Ciba*) – sztérikusan gátolt fenolos primer antioxidáns



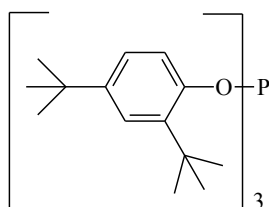
Pentaeritritil-tetrakis[3-(3,5-di-*tert*-butil-4-hidroxifenil)-propionát]

C₇₃H₁₀₈O₁₂

MW = 1178 g/mol

Olvadáspont: 110–125 °C

Hostanox[®] PAR 24 (*Clariant*) – foszfit típusú szekunder antioxidáns



Tri-(2,4-di-*tert*-butilfenil)-foszfit

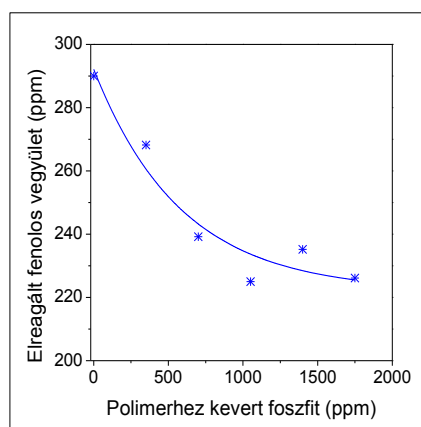
C₄₂H₆₃O₃P

MW = 647 g/mol

Olvadáspont: 181–187 °C

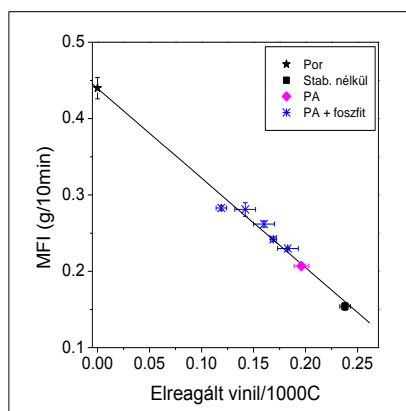
A kutatás eredményeinek összefoglalása:

- A polietilén feldolgozása során a fenolos antioxidáns és a foszfit egyaránt részt vesz a kémiai folyamatokban. A polimerhez kevert foszfit mennyiségének növelésével csökken a fenolos antioxidáns fogyása (1. ábra).



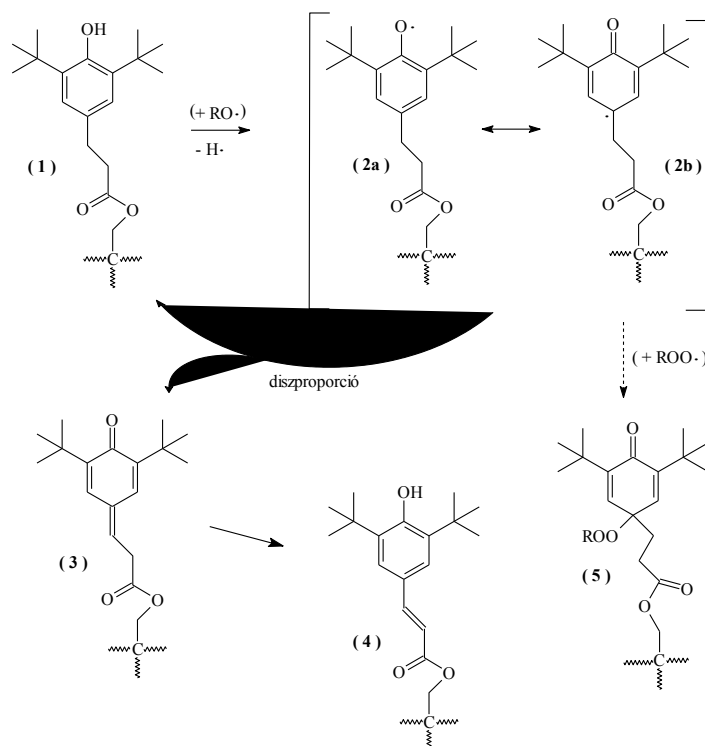
1. ábra Összefüggés a polimerhez kevert foszfit és az oxidált fenolos antioxidáns mennyisége között

- A polietilén elsősorban láncnövekedési reakciókkal degradálódik a feldolgozás során. A degradáció hatására csökken a vinil csoportok koncentrációja és nő a metil csoportok száma. A vinil csoportok számának csökkenésével lineárisan csökken a polimer folyásindexe (ami arányos a viszkozitás növekedésével) (2. ábra).

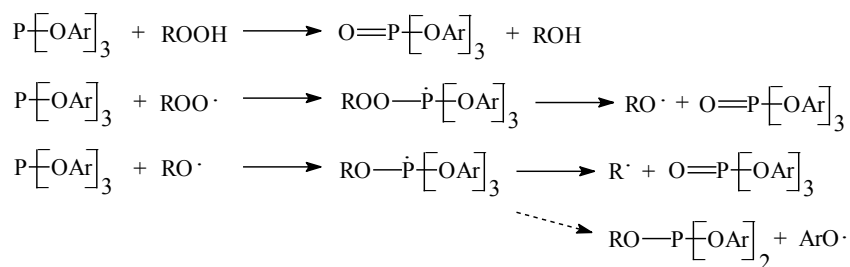


2. ábra Összefüggés a vinil csoportok fogyása és a polimer folyásindexének változása között

- A vinil csoportok reakcióit a feldolgozás során elsősorban a rendszerben jelenlévő oxigén okozza. A fenolos antioxidáns és a foszfit együttesen csökkenti a kémiai reakcióban résztvevő vinil csoportok számát. A fenolos antioxidáns hidrogén átadással hidroperoxiddá alakítja (3. ábra) [1], a peroxi gyököket, és a foszfit stabilis termékekké bontja a hidroperoxidot (4. ábra).

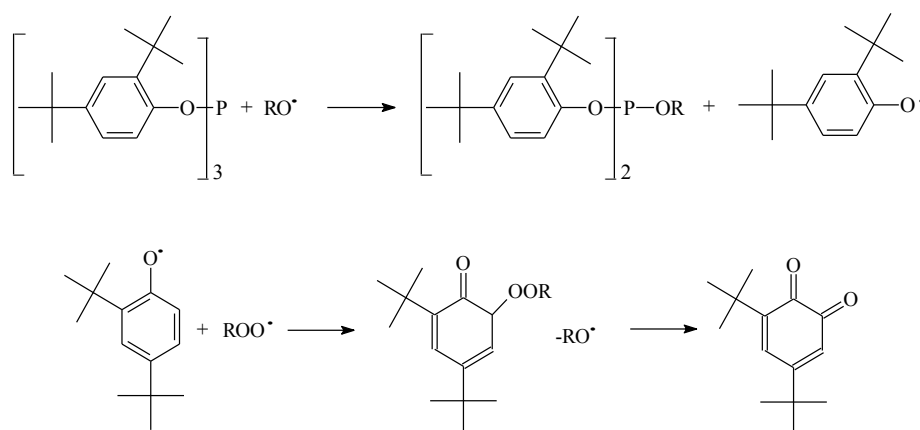


3. ábra. Sztérikusan gátolt fenol stabilizálási reakciója



4. ábra Foszfít antioxidáns s stabilizálási reakciója

- A metil csoportok számának növekedése lánczáródási és átrendeződési folyamatokkal magyarázható. A metil csoportok számának növekedését a foszfít hatékonyabban gátolja, mint a fenolos antioxidáns. A stabilizálatlan és a csak foszfittal stabilizált polietilénben a metil csoportok számának növekedését elsősorban a kettőskötés átrendeződésével járó gyökös reakciók okozzák. Fenol/foszfít stabilizátor rendszer esetén a diszproporcionálódási reakciók dominálnak a metil csoportok számának növekedésében.
- A fenolos antioxidáns kinoidális reakciótermékei elszínezik a polimert. A feltételezésektől eltérően a foszfít nem javította, hanem rontotta a polimer színét. A hatás azzal magyarázható, hogy a foszfít reakciói során képződhet olyan fenolos gyök is, amely a további reakciókban kinoidális szerkezetű molekulává alakul át (5. ábra) [2].



5. ábra Fenolos antioxidáns kinoidális reakciótermékei

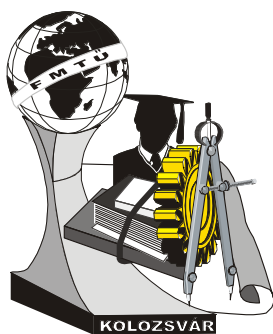
[1] Drake, W. O., Pauquet, J.-R., Zingg, J., Zweifel, H., *Polym. Prepr.*, **34** (2), 174-175 (1993).

[2] I. Bauer, W.D. Habicher, S. Korner, S. Al-Malaika, *Polym. Degrad. Stab.*, **55**, 217-224 (1997).

Kriston Ildikó/ hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem/ 1111 Budapest Műegyetem rakpart 3-9

Tel.: 06-70-60-82-402, e-mail: ikriston@mail.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KITERJESZTETT RUGALMAS FLOW SHOP ÜTEMEZÉSI FELADAT MODELLEZÉSE ÉS MEGOLDÁSA

Kulcsár Gyula

Abstract. This paper discusses the shop floor scheduling problems of customized mass production. In order to solve scheduling and resource allocation issues, an extended flexible flow shop scheduling model has been developed. The focus has been set to determine feasible schedules considering alternative routes, machines, sequence dependent setup times, limited machine availabilities and product dependent production rates. A computer framework has been developed to check different heuristic algorithms based on simulation. The results of this work have been summarized in this paper.

Összefoglalás. A cikk az igény szerinti tömeggyártás műhelyszintű ütemezési problémáival foglalkozik. Az ütemezési és erőforrás allokálási feladatok megoldása érdekében egy kiterjesztett rugalmas Flow Shop ütemezési modellt sikerült kifejleszteni. A hangsúly olyan módszerekre helyeződik, amelyek alternatív útvonalakat, gépeket, sorrendfüggő átállási időket, korlátozott gép rendelkezésre állásokat és termék függő termelési sebességeket figyelembe véve megvalósítható ütemterveket állítanak elő. Egy olyan számítógépi keretrendszer került kifejlesztésre, amely lehetővé teszi szimuláción alapuló heurisztikus algoritmusok vizsgálatát. Az elért eredményeket foglalja össze ez a cikk.

1. Bevezetés

A cikk célja az igény szerinti tömegtermelés rövid távú ütemezési feladatának elemzése, modellezése valamint megoldási módszerek ismertetése. A kutatás célja egy olyan ütemező rendszer kifejlesztése volt, amely automatikusan elvégzi az erőforrások allokálását és a munkák ütemezését annak érdekében, hogy a menedzsment által kitűzött célok megvalósuljanak. A célok sokfélék lehetnek [4]. Az aktuális cél időnként változhat, követve a menedzsment által megfogalmazott igényeket. Mivel tömeggyártásról van szó, a késztermék előállításához előre meghatározott műveleteket kell végrehajtani kötött sorrendben. Az ilyen jellegű gyártási folyamatok elméleti alapja a Flow Shop ütemezési modell. Ez a modell és ennek ismert kiterjesztései (pl. párhuzamos gépes, Flexible Flow Shop) nem tudják figyelembe venni az igény szerinti tömeggyártás jellegzetességeit (pl. a több lépés végrehajtására képes gépeket, technológiai útvonal alternatívákat, gépek változó rendelkezésre állási időintervallumait, eltérő termelési sebességeket és sorrendfüggő átállási időket), így szükség van ezeknek a modelleknek a kiterjesztésére, továbbfejlesztésére.

2. Flow Shop ütemezési modell kiterjesztése

A vizsgált diszkrét gyártási folyamatban különböző termékek állíthatók elő. Adott egy rendelés állomány, amelyet a külső rendelések és az előrejelzések figyelembe vételével a vállalat magasabb szintjén definiálnak. Minden egyes rendelés meghatározott típusú, adott darabszámú egyforma termék, adott határidőre történő legyártását igényli. A műhelyszintű irányításban a logisztikai egységet a paletta jelenti. Minden egyes palettára előre megadott darabszámú, azonos terméket lehet pakolni. Egy rendelés paletták halmazának tekinthető, ahol a paletták számát a rendelt mennyiség és a paletták termékfüggő mérete együttesen határozza meg.

A legtágabb értelmezés szerint minden paletta önálló munkának tekinthető. A feladat megoldása során paletták (munkák) kerülnek ütemezésre. Így a gyártás során az egyes gépeken kialakuló munka köteg, amely két egymást követő beállítási időintervallum közötti munkák sorozatát jelenti, dinamikusan változhat, megengedve ezáltal a sorozat bontást és egyesítést. A rendelések teljesítéséhez legfeljebb négy, vagy annál kevesebb műveletet kell kötött sorrendben végrehajtani, ezek a technológiai lépések. A technológiai lépések további operációk sorozatából tevődhetnek össze, de mivel a technológiai lépések nem megszakíthatók, ezért ezek tekinthetők az ütemezés során a legkisebb allokálható egységeknek. Az egyes technológiai lépések elvégzéséhez – a megfelelő gépeken túlmenően – meghatározott anyagoknak, komponenseknek is rendelkezésre kell állni adott mennyiségben. Ugyanakkor egy adott típusú termék különféle komponensek, gépek és útvonalak használatával is előállítható. A modellben feltételezhető, hogy az ütemezés előtt minden munkához hozzárendelhető egy korlátozott kezdési időpont, amely a kezdő lépés indíthatóságának időbeli korlátozására vezet vissza a komponensek rendelkezésre állását.

A modellben végrehajtási lépésnek nevezem a technológiai lépések olyan sorozatát, amely gépváltás nélkül végrehajtható. Négy technológiai lépés esetén tíz különböző végrehajtási lépés típus határozható meg: [1-1], [2-2], [3-3], [4-4], [1-2], [2-3], [3-4], [1-3], [2-4], [1-4]. A végrehajtási útvonalat a végrehajtási lépések olyan sorozataként definiálom, amelyben az előforduló technológiai lépések csak egyszeresen vannak lefedve, azaz a végrehajtási lépések közös része üres halmaz.

Az ütemezési modellben szereplő gép objektumok – amelyek valójában különböző gyártási képességekkel rendelkező gépsorok – terméktől függő gyártási sebességekkel, munkák sorrendjétől függő átállási idővel, rendelkezésre állási időintervallumokkal és egy adott termékcsoporthoz érvényes egyetlen végrehajtási lépés típusal jellemezhetők. A végrehajtási lépés típusok alapján gépcsoportok határozhatóak meg. A csoportokon belül különböző darabszámú és gyártási képességű gépek lehetnek.

Az ütemterv elkészítésekor azt is figyelembe kell venni, hogy a műhely gépei már terheltek, így az utolsó megerősített és érvényben lévő ütemterv következményei hatással vannak az új ütemtervre.

3. Szimuláció alapú megoldási módszerek

A vázolt ütemezési feladat kombinatorikus tulajdonságai miatt NP nehéz feladatosztályba tartozik. Ezért a globális optimum keresése helyett, legfontosabb feladatomban azt tekintetem, hogy olyan megoldási módszert fejlesszek ki, amely nagy méretű feladatok (pl. 700 megrendelés, 3000 munka 150 gép) esetén is elfogadható időn belül megvalósítható ütemtervet állít elő, úgy hogy a kiválasztott célfüggvény értéke minél jobb legyen.

Egy ütemterv elkészítéséhez minden egyes munka esetében végre kell hajtani a következőket:

1. hozzá kell rendelni egy megfelelő végrehajtási útvonalat,
2. hozzá kell rendelni a kiválasztott útvonal minden egyes végrehajtási lépésének megfelelő gépcsoportból egy megfelelő gépet,
3. meg kell határozni minden hozzárendelt gépen a végrehajtási sorban elfoglalt pozícióját,
4. definiálni kell minden hozzárendelt gépen a kezdési időpontját.

Kifejlesztettem egy szimulációs modellt (választható működési paraméterekkel), amely egy megengedett hozzárendelésből és gépenkénti végrehajtási sorrendből kiindulva – figyelembe véve a korábban ismertett modell tulajdonságait – kiszámítja az ütemterv időadatait (kezdési időpontok, átállási és műveleti idők, befejezési időpontok), továbbá kiszámítja a célfüggvény értékeket (késő munkák száma, késések összege, átlaga, maximuma, makespan, átállások száma, stb. [1]).

Erre a numerikus szimulációra alapozva többféle heurisztikus megoldási módszert sikerült kifejleszteni, ezek alapvetően két csoportba sorolhatók. Az első csoportba tartoznak a felépítő jellegű heurisztikák, amelyek – a korábban ütemezett és nem módosítható hozzárendelésektől eltekintve – üres ütemtervből kiindulva, a kiválasztott soron következő ütemezendő munkához különböző heurisztikus szabályok és szimulációs kiértékelés alapján hozzák meg az útvonalra, gépre és sorrendre vonatkozó döntéseket. A második csoportba tartoznak az iteratív javításon alapuló heurisztikák és lokális kereső eljárások. Ezeknél a módszereknél egy kezdeti megvalósítható ütemtervből kiindulva megengedett módosítások és szimulációs kiértékelések iterálásával alakul ki a célfüggvénynek jobban megfelelő ütemterv.

Tapasztalataim szerint a nagyméretű feladatok esetében a második csoportba tartozó módszerek hatékonyabbak, rugalmasabban alkalmazkodnak a célfüggvények változtatásaihoz és kevésbé időigényesek.

4. Ütemező szoftver

Az ismertetett ütemezési modell és a megoldási módszerek egy saját fejlesztésű szoftverben kerültek implementálásra (Borland C++ Builder fejlesztőkörnyezet használatával). A kifejlesztett alkalmazás magába foglal egy probléma generátort is, amely felhasználó által definiálható méretű és karakterisztikájú probléma instanciákat készít, ezeket relációs adatbázis táblákban tárolja. Az ütemező modul ezeket kiolvastva, a felhasználó által beállított paraméterek figyelembevételével felépíti a modellt, elkészíti az ütemtervet, végül az eredményeket visszaírja az adatbázisba. Az eredmények grafikus (Gantt diagrammok) és szöveges (célfüggvény értékek, listák) megjelenítésére külön modul áll rendelkezésre.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben összefoglalt kutatási és fejlesztési munkát támogatta a Magyar Tudományos Akadémia Termelés Informatikai Kutatóhelye (alapítva a Miskolci Egyetem Alkalmazott Informatikai Tanszékén, Grant No. MTA-TKI 06108). Továbbá az ismertetett eredmények kapcsolódnak a "VITAL" nevű projekthez (Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal, Grant No.: 2/010/2004, projekt vezető: Monostori László DSc). A szerző ezúton fejezi ki köszönetét a támogatásokért.

Irodalomjegyzék

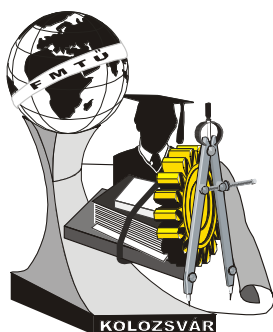
- [1] BRUCKER, P., 1998, *Scheduling Algorithms*, Springer-Verlag, Berlin.
- [2] KIS, T., ERDŐS, G., MÁRKUS, A., VÁNCZA, J., 2004, *A Project-Oriented Decision Support System for Production Planning in Make-to-Order Manufacturing*, ERCIM News, No. 58, pp. 66-67.
- [3] KOVÁCS, L., 2004, *The Methodology of Data Base Design and Management*, ComputerBooks, Budapest, 460 p. (In Hungarian).
- [4] KULCSÁR, GY., HORNYÁK, O., ERDÉLYI, F., 2005, *Shop Floor Decision Supporting and MES Functions in Customized Mass Production*, Conference on Manufacturing Systems Development - Industry Expectations, Wrocław, Poland, pp. 138 – 152.
- [5] KURNAZ, A., COHN, Y., KOREN, Y., 2005, *A Framework for Evaluating Production Policies to Improve Customer Responsiveness*, CIRP Annals, Volume 54/1, pp. 401-406.

Kulcsár Gyula, egyetemi tanársegéd, doktorjelölt

Miskolci Egyetem, Informatikai Intézet, Alkalmazott Informatikai Tanszék

Magyarország H-3515 Miskolc-Egyetemváros

+36 (46) 565 111 / 1952 kulcsar@ait.iit.uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SZERVES PEROXIDOKKAL TÖRTÉNŐ DEGRADÁCIÓ HATÁSA A POLIPROPILÉN ILLÉKONYANYAG TARTALMÁRA

Kuzsella László, Marossy Kálmán, Bárczy Pál, Nagy Gábor, Emmer János, Raisz Iván

Abstract

In order to improve the processability of polypropylene (PP) melt viscosity that is the molecular-weight must be reduced. The molecular-weight reduction of the PP chain is usually made by organic peroxide caused chain degradation. This procedure is followed by a very embarrassing smell effect.

The gathering of the volatile component is already solved. The gas chromatographical analysis (GS) of the gathered volatile samples proofed that aeroform products are evolved not only by the peroxide induced degradation of the PP but by the thermo oxidative degradation too.

Unfortunately, the identification of the component is not possible since the very little amount of the component. In the closed future we try to use a combined GC-MS instruments to separate and identify the components to find out the reason for the embarrassing smell effect during extrusion and injection molding.

Összefoglalás

A polipropilén (PP) fröccsöntéssel való feldolgozhatóságának érdekében a viszkozitást vagyis tulajdonképpen a molekulatömeget csökkenteni kell, melynek a leggyakoribb módja a szerves peroxidokkal való oxidatív degradáció.

A PP molekulatömegének csökkentése szerves peroxidokkal kiváltott láncszakadással történik. Ezt a folyamatot kellemetlen szag keletkezése kíséri. A polimer feldolgozása közbeni gázminta vételt műszakilag sikerült megoldani, erre több módszert is kidolgoztunk és alkalmazásba vettünk.

A gázminták gázkromatográfiás vizsgálatából valamint az alkalmazott szerves peroxid bomlási lehetőségeinek elemzéséből arra a következtetésre jutottunk, hogy a kimutatott (de még nem azonosított) bomlástermékeknek csak egy része eredhet a szerves peroxid bomlásából, többségük a PP termooxidatív bomlásterméke. A gázmintavételi módszer kifejlesztésénél észlelt jelenségekből, nevezetesen egyes komponensek gyors deszorpciójából arra a következtetésre jutottunk, hogy a termooxidatív bomlás során rövid láncú szénhidrogének is keletkeznek. Ezek azonosítására jelenlegi eszközeink (IR) nem elegendőek, tekintettel a ppm (milliomod rész) anyagmennyiségekre. A feladat megoldására megfelelő GC-MS mérőhelyet vonunk be és a közeljövőben elindítjuk a közös vizsgálatokat.

1. Bevezetés

A polipropilén (PP) jól feldolgozható rendkívül sokoldalú polimer. Felhasználása világviszonylatban, de hazánkban is évi 5-10%-kal nő, alkalmazási területtől függően.

A PP felhasználása elsődlegesen fröccsöntési technológiával történik, melynek során mind termikus, mind pedig mechanikai degradáció éri a makromolekulákat. A termikus hatás eredményeképpen felszabadulnak a technológia során a granulátumba rekedt illóanyagok ill. a termikus és mechanikai degradáció eredménye képen újabb illékony molekulák keletkezhetnek.

Az illékony molekulák mintából való kiszabadulása bonyolult kinetikájú folyamat. Függetlenül a feldolgozás hőmérsékletétől, a deformációtól, az ömledék fajlagos felületétől hűlés közben ill. a hűlési időtől, vagyis attól mennyi idő áll rendelkezésre addig, míg az ömledék viszkozitása meg nem növekszik annyira, hogy a gázok reális időben már nem képesek kijutni a felületre. Ezen illóanyagok bár egészségre kimutatható károsodást ebben a koncentrációban nem okoznak, kellemetlen szaghatásuk következtében nagymértékben terhelik a feldolgozó üzemek légterét, ezért keletkezésük mind munkavédelmi mind pedig környezetvédelmi okokból kerülendő. Fröccsöntés során a PP-t granulátum formában adagolják a berendezésbe, ahol fűtött csigadugattyúk segítségével az anyag ömledék állapotúvá válik. A megömlött anyag a dugattyútérből nagy sebességgel fűvókán keresztül jut a formaüregbe. Megfelelő termékgyártás alapfeltétele, hogy az ömledék, megszilárdulása előtt tökéletesen kitöltse a formaüreget, ami kizárólag akkor teljesül, ha az ömledék viszkozitása megfelelően alacsony a belövés hőmérsékletén. PP anyag viszkozitásának meghatározására leggyakrabban az ún. MFI (Melt Flow Index) mérést alkalmazzák, melynek során meghatározható az időegység alatt, adott nyomófeszültség hatására, adott hőmérsékleten, adott keresztmetszetű résen keresztül áramlott anyag mennyisége. Az így nyert mérőszám jól jellemzi az anyag viszkozitását, és technológiai szempontból nagyon jól alkalmazható. Minél nagyobb az adott anyag ún. MFI-je, annál jobb lesz az ömledék formakitöltő képessége. A megfelelő MFI beállítása tehát esszenciális fontossággal bír, hiszen a fröccsöntési technológia során az anyag oldaláról nézve az egyik legfontosabb paraméter az anyag feldolgozási hőmérsékletén a viszkozitása.

Polimerek, műanyagok viszkozitása adott hőmérsékleten leginkább az anyagot alkotó makromolekulák hosszától ill. eloszlásától függ. Általában minél hosszabb molekulák alkotják az anyagot, vagyis minél nagyobb az átlagos molekulatömeg, annál nagyobb lesz az anyag viszkozitása. Fröccsanyagok esetében ezért viszonylag magas MFI-vel rendelkező, kis molekulatömegű PP termékeket használnak.

PP fröccsanyagok MFI-jének beállítására gyakran az ún. peroxidos degradációt használják, melynek során a molekulaláncok tördelésével kisebb hosszúságú molekulákat alakítanak ki.

Mivel a vizsgálandó alkotók ppm (milliomod rész) nagyságrendben találhatók a mintákban és a feldolgozás során is hasonló nagyságrendben szabadulnak fel, ezért olyan vizsgálati módszert és minta-előkészítést kell választani, amely alkalmas ezen alkotók azonosítására és mennyiségi meghatározására. A minta-előkészítésre azért van szükség, hogy a vizsgálandó vegyületeket elválasszuk a mátrixtól és dúsítást is végezzünk. A felszabaduló, illékony és hőstabil vegyületek elválasztására, azonosítására és mennyiségi meghatározására a gázkromatográfia (GC) a legalkalmasabb [1, 2, 3, 4]. A szaganyagok kimutatására szenzorokat is alkalmaznak [5]. A minta-előkészítési módszerek közül a gőztér analízis (HS), a kiűzés és csapdázás (P&T), (a csapdázás lehet kifagyasztással, abszorpcióval vagy adszorpcióval), vagy a szilárdfázisú mikroextrakció (SPME) jöhet számításba. Az elővizsgálatok alapján az adszorpciót választottuk az előbbi módszerek közül. Az adszorpcióhoz ORBO-32 (large) szorpciós csövet használtunk. Gázkromatográfias vizsgálati módszert

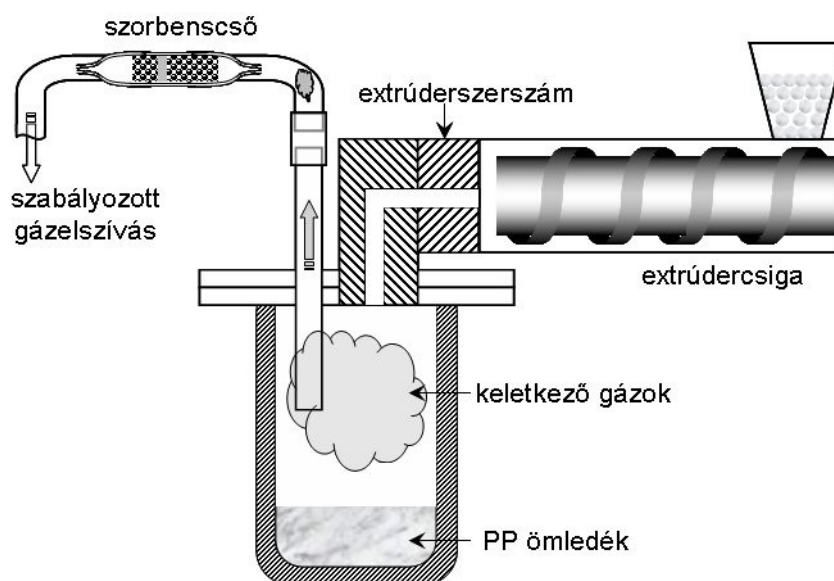
dolgoztunk ki a komponensek elválasztására és mennyiségi meghatározására. A vizsgálatokat lángionizációs detektorral felszerelt készüléken (GC-FID) végeztük. Az elválasztás töltetes oszlopon történt, hőmérsékletprogrammal.

2. Gázmintavevő berendezés, szagmegkötés

A fröccsöntési technológia során keletkező szaganyagok jól jellemezhetők extrúzió során nyert szaganyagok vizsgálatával, mivel a molekulákat a fröccsöntéshez hasonlóan, termikus és mechanikus hatások egyaránt érik.

Tanszékünk kifejlesztett egy speciális gázmintavevő berendezést, mely az extrúder szerszámának kiömlőnyíláshoz illeszkedve felfogja az összes keletkezett gázt.

A gázmintavevő berendezés sematikus rajza a következő ábrán látható.



1. ábra. Gázmintavevő berendezés sematikus rajza

A gázmintavevő berendezés három fő részből áll, az extrúderszerszámhoz illeszkedő közbenső elemből, a gázgyűjtő tartályból, és a szorbenscsőből.

A gázgyűjtő tartály részei a következők: az ömledékgyűjtő üvegtartály, a csatlakozó elemek és csövek, ill. a nyomáskiegyenlítő visszacsapó szelep.

Az extrúder szerszám részéhez csatlakozó közbenső elem úgy lett kialakítva, hogy tökéletesen illeszkedjen a rendelkezésre álló, 50 × 2 mm kiömlőnyílással ellátott szerszámhoz, és az ömledéket az üvegtartályba vezesse.

A közbenső elem illeszkedése ill. a gázbiztosan záró gázgyűjtő tartály a biztosíték, hogy az extrúzió során keletkező összes gáz felfogható.

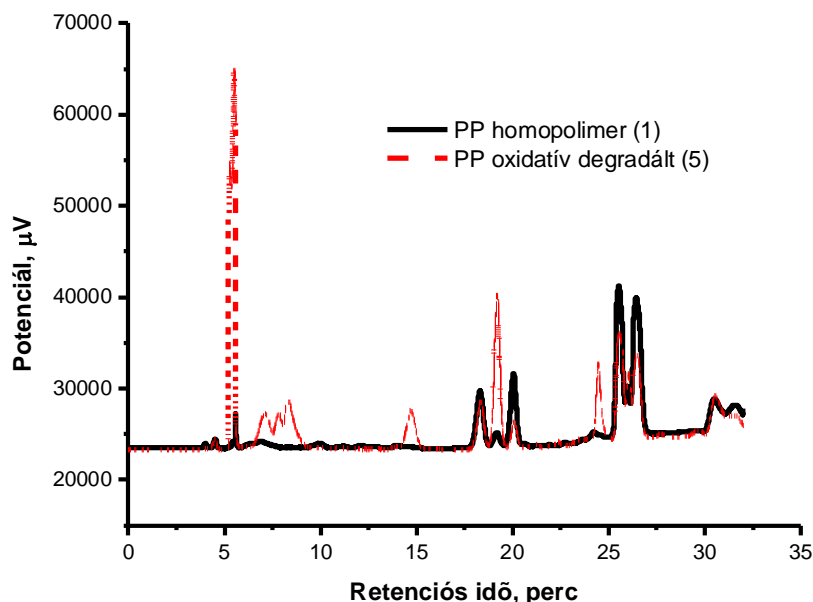
A szaghatást okozó molekulák megkötése ún. szorbenscsővel történik, mely tulajdonképpen egy aktív szénrel töltött üvegcső (lásd. 1. ábra.). Az üvegtartályból elszívott gázt keresztülvezetve a szorbenscsőn, a gázban lévő szaghatást okozó molekulák megkötődnek az aktív szén felületén. A

megkötött szaghatást okozó molekulákat a kromatográfias vizsgálat előtt szén-diszulfiddal leoldjuk az aktív szénből, és azok a gázkromatográf segítségével jól mérhetővé válnak.

3. Kiértékelés

A bomlástermékek gázkromatogramjain mintegy 30 csúcsot lehetett detektálni, ezekből kiválasztottunk 13 csúcsot, amelyek jellemzőek vagy a retenciós idők alapján azonosnak tekinthetők. A retenciós időkben mért eltérések nem érik el a 0,2%-ot. A jellemző csúcsok adatait az 1. táblázat tartalmazza.

Az 1-3 és az 5-8 komponensek csak az oxidatív degradált PP esetében jelennek meg, méghozzá jelentős mennyiségben, a kis intenzitású 4 csúcs viszont hiányzik a degradált PP bomlástermékeiből.



2. ábra. A kezeletlen és a peroxidál degradált polipropilén gázmintájának gázkromatogramjai

1. táblázat. PP homopolimer és oxidatív degradált PP gázkromatogramjainak jellemző csúcsai

Sorszám	PP homopolimer (5)		PP oxidatív degradált (1)		Arány M1/M5
	t _r [min]	M [µg]	t _r [min]	M [µg]	
1	-	-	4,483	0,007	∞
2	-	-	5,253	0,125	∞
3	-	-	5,489	0,581	∞
4	5,584	0,018	-	-	0
5	-	-	7,092	0,077	∞
6	-	-	7,800	0,044	∞
7	-	-	8,299	0,092	∞
8	-	-	14,664	0,071	∞
9	18,308	0,0766	18,312	0,060	0,789
10	19,167	0,019	19,171	0,160	8,421
11	25,519	0,177	25,531	0,137	0,774
12	25,987	0,067	26,028	0,096	1,433
13	26,426	0,199	26,437	0,108	0,543
	össz.tömeg	1,028	össz.tömeg	1,961	1,908

A csúcsok arányában a ∞ azt jelenti, hogy a komponens csak a peroxidál oxidatíven degradált PP esetében keletkezik.

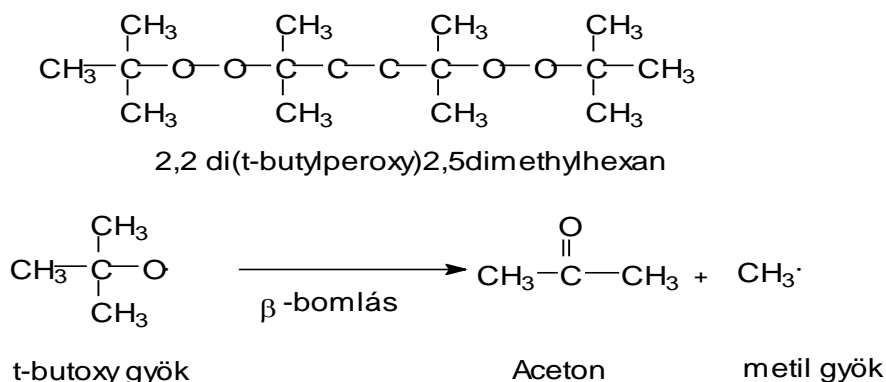
A 9, 11, és 13 csúcsok esetében a detektált mennyiségek aránya 0,5 és 1 közötti, az oxidáló ágens lényegesen nem befolyásolja a PP termikus bomlását ezen komponensek esetében. Szembeötlő a 10. csúcs, amely komponens megjelenik ugyan a kezeletlen PP bomlástermékei között is, de az oxidáló ágens hatására mennyisége több mint 8-szorosára nő. Hasonló, de kisebb mértékű a 12 csúcs növekedése.

Az összes detektált anyag –ami az itt fel nem sorolt komponenseket is tartalmazza jelentősen több (1,8-szeres) a degradált PP esetében.

A csúcsok pontos kémiai azonosítására, tekintettel a rendkívül kis anyagmennyiségekre, tömegspektrometriát (MS) célszerű alkalmazni. Ennek elvégzésére még nincs lehetőségünk, de a közeljövőben tervezzük egy megfelelő készülékkel rendelkező laboratórium igénybe vételét.

A három legkisebb retenciós idejű csúcs valószínűleg kis szénatomszámú szén-hidrogén, ami keletkezhet egyrészt a szerves peroxid bomlásakor.

A 3. ábrán bemutatott séma szerint a butilperoxi végcsoportot tartalmazó szerves peroxid bomlásakor előbb t-butoxi gyök keletkezik ami β-bomlás során metil gyökké és acetonná rendeződik át.



3. ábra. Szerves peroxid bomlási sémája

A metil gyökök rekombinációjával etán keletkezhet, ami ugyan szagtalan, de jól detektálható, rövid retenciós idejű anyag.

A t-butoxi gyökök további reakcióiban oxigén tartalmú molekulák keletkezhetnek, a folyamat pontos leírásához azonban a bomlástermékek kémiai azonosítása szükséges.

Külön figyelmet igényel a 10 jelű csúcs, ami mind a kezeletlen PP, mind a degradált PP bomlástermékei között megjelenik, de a degradált PP esetében mennyisége lényegesen nagyobb. Ez az anyag keletkezhet a PP termooxidatív bomlásával az extruderben, a granulátum szemcsék közé bezárt levegő hatására, de valószínűleg azonos folyamattal a szerves peroxid oxidáló hatásának következtében.

A 7, 8 és 9 jelű csúcsok triplettje eredhet mind a peroxid bomlásából, mind a PP termooxidatív degradációjából. Ezek valószínűleg homológok.

4. Összefoglalás

A mérésorozattal egyértelműen sikerült bizonyítani, hogy a peroxidos degradáció eredményeképpen kisebb retenciós idejű, alacsony molekulatömegű bomlástermékek keletkeznek a PP termékben. Ezek okozhatják a feldolgozás során keletkező kellemetlen szaghatásokat.

A keletkezett alacsony molekulatömegű bomlástermékek pontos azonosítására tömegspektrométer szükséges. A bomlástermékek pontos ismeretében következtetni lehet a peroxidos degradáció kinetikájára, mely a kulcs a PP feldolgozása közben keletkező kellemetlen szagkomponensek keletkezésének megakadályozására.

További mérésekkel a feldolgozás során termikus ill. mechanikus degradáció során keletkező komponensek izolálására is sor kerül. Ezen eredmények a technológiai paraméterek szagintenzitás csökkentésére irányuló változtatásoknál nyújthatnak segítséget.

Irodalomjegyzék

- [1] Burinsky, D.; Polowy, K.; Sides, S.; Thornquest, A.; *Identification of a pharmaceutical packaging off-odor using solid phase microextraction GC/MS*, J. Pharm. Biomedical Analysis(2001), 25(3-4), 379-386
- [2] Hartman, T.; *Determination of off-odors and other volatile organics in food packaging film by direct thermal analysis-GC-MS*, <http://www.sisweb.com/referenc/applnote/ap1-1.htm>
- [3] Manura, J. J.; *Direct thermal analysis of plastic food wraps using the short path thermal desorption system*, <http://www.sisweb.com/referenc/applnote/ap6.htm>
- [4] Villberg, K.; Veijanen, A.; Gustafsson, I.; Wicksröm, K.; *Analysis of odour and taste problems in high-density polyethylene*, Journal of Chromatography A, 791 (1997) 313-319
- [5] Lin, C. F.; Wu, T. Z.; Hao, O. J.; Lin, Y. C.; Rau, Y. R.; *Biosensor for detecting odorous compounds*, Journal of Environmental Engineering (2000), 126, 5, 446-450

Kuzsella László, okleveles mérnök-fizikus

Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar,

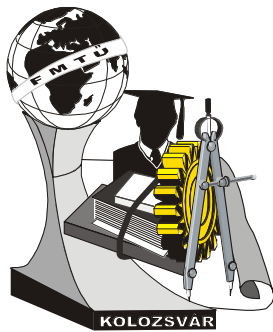
Polimermérnöki Tanszék

3515 Magyarország, Miskolc-Egyetemváros

Telefon: +36 70 3352552

Fax: +36 46 365924

E-mail: femkuzsy@uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A FA TÖMÖRÍTÉSÉNEK HATÁSA A MECHANIKAI TULAJDONSÁGOKRA

Kuzsella László, Dr. Szabó Imre

Abstract

The wood is one of the most favourable structural material. It appears on all fields of the ordinary life. It is difficult to say an application where the wood is not used due to its cheap price, availability and just simply the beauty.

Beside of the wide range of process technologies a new process appeared. This process changes the properties of the material and brings many new applications to this traditional material. This process is the compression of the structural wood material.

This publication studies the effect of the compression on the mechanical properties of two hardwoods (beech: *fagus sylvatica*, oak: *quercus*) with the help of the three-point bending test.

Összefoglalás

A fa az egyik legrégebbi és leggyakrabban alkalmazott szerkezeti anyag. A mindennapi élet minden területén feltűnik, nehéz olyan hétköznapi alkalmazást mondani, ahol ne alkalmaznák a fát, olcsó ára, könnyű beszerezhetősége, vagy egyszerűen szépsége miatt.

Széleskörű feldolgozási technológiái mellett egy újabb technológia jelent meg, melynek hatására tulajdonságai teljesen megváltoznak és ebből következően a faanyag újabb alkalmazási területei jelennek meg. Ez a technológia a fa tömörítésének eljárása.

Jelen dolgozat, a leggyakrabban alkalmazott keményfa, a tölgy és a bükk esetében vizsgálja a mechanikai tulajdonságok változását hárompontos hajlító övizsgálat segítségével.

1. Bevezetés

A fa hajlítása a fa megmunkálásának egyik igen fontos módja. A hajlítás egyik előnye az anyagmegtakarítás, mivel az íves alkatrészek előállításánál a kisebb keresztmetszeti méretek mellett nagyobb szilárdság érhető el, mert hajlításkor nem vágjuk át a fa rostjait (1. ábra). A másik előny, hogy hajlítással igen változatos sík-, illetve térgörbe alkatrészek állíthatók elő [1].

A gőzöléses fahajlítás technikája régóta ismert. Michael Thonett nevéhez fűződik a technológia kiterjesztése ipari méretekre [2].

De a technológia alkalmazása meglehetősen nehézkes. A felmelegített faanyag kihűlés után, ismét nehezen hajlíthatóvá válik [3]. A Thonett-eljárás megjelenése után több mint másfél évszázaddal 1988-ban megjelent a fa tömörítésén alapuló eljárás, mely teljesen új dimenziókat nyit meg a hajlított fa alkalmazási körén belül, kiküszöbölve a Thonett-eljárás hibáit, megtartva annak előnyeit.

A tömörített fa előnye hajlításkor:

- hidegen tárolható és időbeni korlátozás nélkül hajlítható;
- nagymértékű alakváltozásokat is elvisel, lényegesen nagyobbat mint tömörítés nélkül, továbbá minden irányban hajlítható;
- az alakítás egyszerű eszközökkel és kis hajlító erővel végezhető;
- környezetbarát módon – vegyi anyagok alkalmazása nélkül – állítható elő;
- a kiszáradás utáni alaktartóssága és szívóssága igen kedvező;
- a tömörítés hatására néhány mechanikai tulajdonsága kedvezően változik.

1.1. A tömörítés technológiája

A fatömörítési eljárás lényege, hogy a rúd alakú faanyagot hossz tengelye mentén, rostirányban zömítik a keresztmetszet változása nélkül.

A tömörítés előtt a faanyagot melegíteni kell, minek következtében nyomó szilárdsága lecsökken, alakíthatóbbá válik és képes elviselni a zsugorodást jelentősebb károsodás nélkül.

A melegítés két módon valósítható meg: gőzöléses vagy nagyfrekvenciás melegítéssel.

A folyamat során a faanyagot kb. 100°C-ra hevítik. A hőközlés idejét az alkatrész geometriai méretei határozzák meg, elsősorban a keresztmetszete.

A melegített munkadarabokat egyenként vagy kötegekbe rendezve beteszik a tömörítő gépbe, ahol hossz tengely menti zsugorításon mennek keresztül. A tömörítést számítógép szabályozza. A nyomás hatására fellépő kihajlás megakadályozása céljából a tömörítés során a munkadarabokat oldalirányban meg kell támasztani.

A présnyomás fokozatos csökkenésével a rugalmas deformáció kiegyenlítődik az anyagban, miután a tömörítés fokától függő maradandó hosszcsökkenés figyelhető meg.

A tömörített faanyag tárolásakor különösen ügyelni kell a gombásodás, illetve a nedvességtartalom jelentős csökkenésére. A tömörítés után a faanyag kiválóan hajlítható, majd – száradás után - a kívánt formában „megszilárdul”.

2. Mechanikai vizsgálatok

Két, Magyarországon leggyakrabban használt keményfa, a bükk és a tölgy tömörítését végeztük el, majd mechanikai mérésekkel vizsgáltuk a tulajdonságok változását a tömörítés fokának függvényében.

Tekintettel a faanyagok tulajdonságainak általánosan jellemző rossz ismételtelőségre, minden esetben 25 párhuzamos mérést végeztünk faanyagonként, három tömörítettségi fokon.

Bükk esetében a háromféle tömörítettségi fokok a következők voltak:
tömörítetlen (normál bükk), 15 ill. 20%.

Tölgy esetében a háromféle tömörítettségi fokok a következők voltak:
tömörítetlen (normál tölgy), 10 ill. 20%.

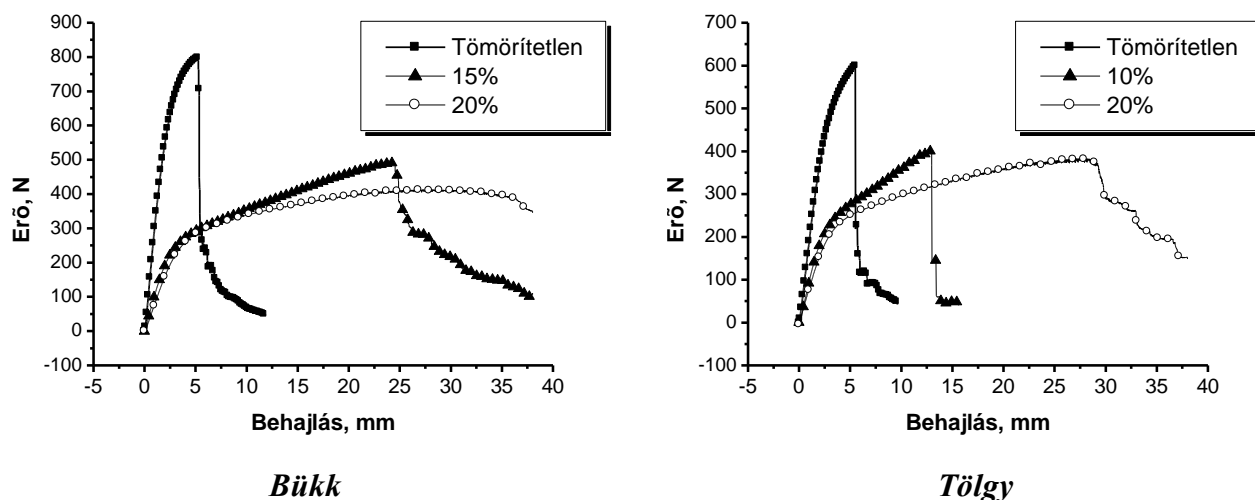
2.1. Hárompontos hajlító vizsgálat

A hajlító vizsgálatokat INSTRON 5566 típusú univerzális anyagvizsgáló berendezésen végeztük, és a Bluehill nevű szoftvercsomag segítségével értékeltük ki az eredményeket.

A vizsgálati körülményeket ill. a mintadarabok geometriáját az EN ISO 178 [4] alapján választottuk meg. Az előterhelés mértéke: 5N; terhelési sebesség: 2mm/min.

A mintadarabok keresztmetszete (a×b): 10×10mm; az alátámasztási hossz (L): 120mm.

A következő ábrán a tömörítettségi fokokra jellemző hajlító diagrammok láthatók a két vizsgált faanyag esetében.



3. ábra. Tipikus hárompontos hajlító diagrammok különböző tömörítettségi fok esetén

Az eredmények átlagolva és táblázatos formában összefoglalva az 1. táblázatban található.

1. táblázat. A hárompontos hajlító vizsgálat eredményei a tömörítés mértékének függvényében, bükk és tölgy esetében

Faanyag	Bükk			Tölgy		
	tömörítetlen	15%	20%	tömörítetlen	10%	20%
E [MPa]	12 007,45	4 448,49	3 660,03	7 200,63	4 178,05	3 931,39
F _{max} [N]	802,79	495,49	415,63	524,04	402,84	412,60
σ _{max} [MPa]	144,38	91,91	76,23	94,52	75,57	78,67
Y _{törés} [mm]	11,83	33,22	36,18*	9,61	25,81	35,11
W [Nm]	3 068,03	11 511,90	12 367,00	1 908,29	6 144,26	10 180,42

E: rugalmassági modulusz; F_{\max} : a hajlítás során elviselt legnagyobb erő; σ_{\max} : hajlítószilárdság; $y_{\text{törés}}$: a törésig elviselt maximális behajlás; W: a törésig elnyelt energia.

Mind a két faanyag esetében teljesen azonos tendencia figyelhető meg a tömörítés fokának függvényében.

- A rugalmassági modulusz nagymértékben lecsökken. 20%-os tömörítés esetén büknél mindegy harmadára, tölgyenél felére a tömörítetlenhez képest;
- Az elviselt maximális erő és ebből következően a hajlító szilárdság tömörítés hatására lecsökken;
- A törésig elviselt behajlás, alakváltozás nagymértékben megnő. Mindkét esetben a 20%-os tömörítési fok mellett négyszeresére nő a tömörítetlen faanyaghoz képest;
- A görbe alatti területek, mely tulajdonképpen a törésig elnyelt energiát jelentik, drasztikusan megnőnek, ami a szívóssági tulajdonságok jelentős javulására enged következtetni.

3. Összefoglalás

A hárompontos hajlító vizsgálatok eredménye alapján megállapítható, hogy tömörítés után a faanyag merevsége (a tömörítés mértékétől és a faanyagtól függően) kb. harmadára-felére csökken, míg az alakíthatóságának mértéke kb. négyszeresére nő, ami nagymértékben megkönnyíti a feldolgozhatóságát.

Mindezek mellett a hajlítás során az anyag által elnyelt energia négyszeresére nő, ami az anyag szívósságának növekedésére utal.

Irodalomjegyzék

- [1] Vadasné Szilágyi Éva, *Faipari anyagismeret*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001
- [2] Molnár Sándor, *Faanyagismeret*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2004
- [3] Szabó Dénes, *Faipari kézikönyv*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963
- [4] EN ISO 178 Plastics- Determination of flexural properties

Kuzsella László, okleveles mérnök-fizikus

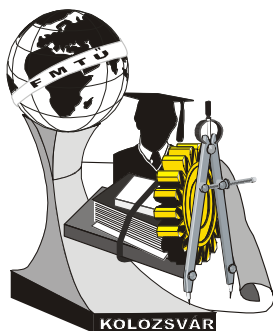
Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Polimermérnöki Tanszék

3515 Magyarország, Miskolc-Egyetemváros

Telefon: +36 70 3352552

Fax: +36 46 365924

E-mail: femkuzsy@uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MRI KÉPEK FELDOLGOZÁSA

László Sándor Elek, Szilágyi Sándor Miklós

Abstract

This Paper presents processing methods of MRI data. The program uses the raw data to create a 3D object on which we analyze each point to decide if it belongs to the entity. For this purpose I developed some methods based on approximation which can separate noise and object area based on a binary filter. In the second part of my work I analyzed the obtained data using filters and edge detectors. Segmentation is the last step of the process.

Összefoglalás

Dolgozatomban MRI (Magnetic Resonance Image) felvételek feldolgozására és elemzésére alkalmas eljárásokkal foglalkozom. A feldolgozandó fehér-fekete képekből rekonstruált térbeli objektumon meg kell határozni azokat a pontokat, melyek egy összefüggő felülethez tartoznak. Erre a célra kidolgoztam egy megközelítésen alapuló módszert, amely a képeken elkülöníti a zajokat, mialatt a hasznos információt tartalmazó részek teljes egészében megmaradnak. Ezt egy *bináris szűrő*¹ valósítja meg. A dolgozat második fele a szűrésen, él-kiemelésen és felület-meghatározó módszereken alapuló elemzésekkel foglalkozik.

1. Bevezető

Az orvostudományban rendkívül fontosak az olyan eljárások, amelyek során pontos képet kapnak egy testrész belső felépítéséről. Az MR berendezés által készített felvételek nagy felbontásban adják vissza a vizsgált testrész képét.

Az MR képeken a hidrogént tartalmazó anyagok jelennek meg. A felvételek készítésekor a berendezés ráhangolható csak meghatározott hidrogéntartalmú tartományok megjelenítésére, így tehát képes csak a csontszövet, vagy csak az izomszövet feltérképezésére.

Abban az esetben, ha egy képen minden "komponenst" (izom, csont, stb.) szeretnénk látni, akkor a képen megjeleníthető színskála eloszlik a más-más összetevők között. Célom, hogy az ily módon készített felvételeken számítógép segítségével elkülönítsem az összetevőket.

- az MR képek egyes tartományainak szétválasztása a szegmentálás [7]. A feldolgozásra váró képeken él-meghatározást kell végezni. A legelterjedtebb a Watershed [7] alapú él-meghatározó algoritmus, amelyet egyes alacsony kontraszt [7] kereső eljárásokkal egy időben hatékonyan lehet alkalmazni.
- a legtöbb ismert módszer térbeli határfelületek meghatározása céljából térfogategységekre bontva vizsgálja térbeli tartományokat [6]-[7]-[8]. Az egyes térfogategységek paramétereit figyelembe véve döntik el, hogy melyik tartomány részét képezi [5]-[7].

¹ bitműveletekre épített gyors szűrési eljárás

A fenti két pontnál említett eljárások során kapott eredményeket egybevetve meg lehet meghatározni az egyes tartományok határfelületeit [8].

Egy él-kiemelő módszert szeretnék kidolgozni, amely levágja a kis/nagy amplitúdójú zajokat egy megadott küszöbnek megfelelően és a tartományok határán lévő vonalak folytonosságát nem rontja. A kapott képekből, a folytonosságot vizsgálva, ki kell szűrni az elszórtan megjelenő 1-2 pixeles, gyenge átmeneteket jelző éleket, majd azonosítani kell az egyes tartományokat.

Mint utolsó lépés a felületek beháromszögezését [1]-[2]-[3] volna fontos elvégezni.

2. Módszer ismertetése

A programmal monokróm képeket tanulmányoztam, amelyek felbontása 256x256 pixel. Minden kép ugyanabban a síkban készült. A vizsgált területről készített metszetek száma (Y tengely szerinti felbontás) arányos kell legyen a képek a képek felbontásával (X, Z tengelyek szerinti felbontás). Ha ez nem teljesül, akkor a képek alapján rekonstruált objektum méretei nem lesznek arányosak a valódi alakzat méreteivel.

A színeképelemzés után kiderült, hogy az alacsony intenzitású háttér zajt a sötét színek adják. A véletlen előfordulású, ritka, nagy intenzitású zajok, melyek a hasznos képpontokhoz hasonlóak, a háttéren elszórtan jelennek meg. A nagy intenzitású ritka zajokat könnyen ki lehet szűrni.

Kiindulásként meg kell találni egy képen azon pontokat, amelyek egy összefüggő objektumhoz tartoznak. Az eljárást csakis néhány logikai alpműveletre építhetem figyelembe véve a feldolgozandó adatok mennyiségét (kb. 16 millió pixel).

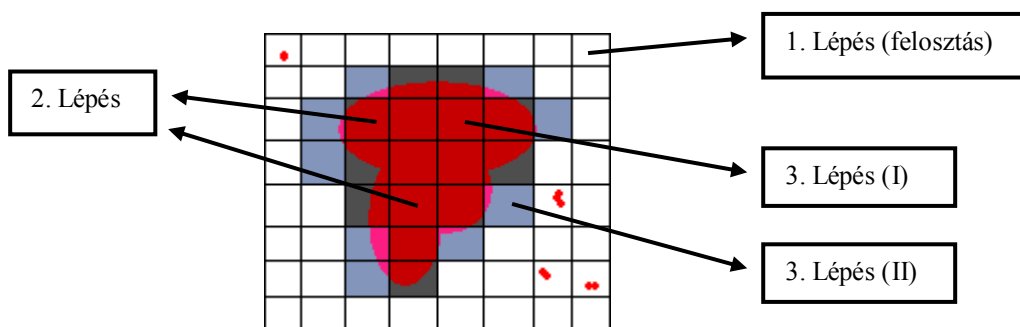
A hasznos képpontok meghatározására felépítettem a következő algoritmust:



- 1) Meghatározok a képekből nyert ponthalmazt magába-foglaló térrészre egy felosztást.
- 2) Megjelölöm azon kis térrészeket, amelyek számottevően sok hasznos képpontot tartalmaznak.
- 3) Hasznos képpontot tartalmaz az a térrész, amely:
 - a) meg van jelölve (I típus)
 - b) tartalmaz nagy intenzitású pontokat és van I típusú szomszédja (II típus).

1. ábra: Hasznos képpontok elkülönítése

Az alábbi ábra a fenti lépések során végzett műveleteket mutatja be mutatja be.



2. ábra: hasznos képpontok elkülönítése

A valós idejű megjelenítés feltétele, hogy a vizsgált képpontok számát lecsökkentsük. A vizsgált objektumok helyett célszerű csak az objektumok felületén lévő pixeleket megjeleníteni. Abban az esetben, ha az objektumról metszetet is szeretnénk készíteni, nem elég csak a külső felület meghatározni. Szükség van az összes törésvonalra, amelyek meghatározzák a metszetben megjelenítendő felületeket.

Élkiemelés

Az első próbálkozás az összefüggő tartományok szétválasztására súlyozott átlag számítással történt. Egy adott pont környezetéből kiindulva megpróbáltam következtetni magára a pontra. A számolt és a valódi érték közötti relatív hiba segítségével a más-más tulajdonságú térrészek határait lehet megjeleníteni [8]. A környező pontokat különböző súlyozással veszem figyelembe. Az egyes pontok intenzitását kifejező értékeket szorzom egy-egy (0,1) intervallumbeli n_1, n_2, n_3, \dots számmal, úgy hogy $n_1+n_2+n_3+\dots=1.00$ legyen.

0.05	0.2	0.05
0.2	1.0	0.2
0.05	0.2	0.05

3. ábra: Példa él-kiemelésnél használható súlyozásra

A módszer nagyon jól működik és legfőbb előnye, hogy kevésbé érzékeny a kis és közepes amplitúdójú zajokra. Minden egyes képpontra elvégezve a számításokat az eredeti kép egy transzformációját kapom, amely már nagyon kevés zajt tartalmaz.

$$p_szamolt = n1 * p1 + n2 * p2 + \dots + n8 * p8 \quad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{p0 - p_szamolt}{p_{Max}}$$

Az (1) –es képletben **p1,p2,...p8** a **p0** szomszédos pontjai, p_{Max} pedig a lehető legnagyobb eltérés. Az epsilon által jelzett eltérés, amely élet feltételez 15%-nál nagyobb kell legyen. A kisebb értékekre már az enyhe változások is élként jelennek meg (mint például a zajok által okozott változások).

Szegmentálás

Minden eddigi számítás ennek a műveletnek az előkészítésére szolgál. Szegmentálás alatt a hasonló tulajdonságú képpontok halmazokba rendezését értem [5]. A halmazok határainak tekintem a fenti részben meghatározott törésvonalak által leírt felületeket. A törésvonalakat tartalmazó kétdimenziós képeket felhasználva egy háromdimenziós mátrixot hozok létre.

Az egyes halmazok meghatározására a következő lépésekben történik:

- 1) A ponthalmazokat tartalmazó háromdimenziós mátrix egy olyan pontjából mely egyik halmazban sincs benne, elindítok egy floodfill eljárást.
- 2) Mikor a floodfill határfelülethez ér, akkor az adott helyen a felület részét képező pixelhez egy azonosítót rendel. Ugyanazt az azonosítót rendeli a képpontokhoz mindaddig, amíg a floodfill már nem tud tovább terjeszkedni.
- 3) Törölöm az azonosított pixeleket és az egész folyamatot ismételem az 1) művelettől kezdve, mindaddig amíg nem marad azonosítatlan felület.

A halmazokat a nekik megfeleltetett indexű felületek határolják. Konkrétan az 1. halmazt az 1. és 2. felület határolja. Ezzel a módszerrel körülbelül 3-4 halmazt lehet elkülöníteni. Az MRI képekből rekonstruált háromdimenziós testrészt ily módon könnyebben vizsgálható és lehetőség nyílik a fontosabb részek kiemelésére, vagy a kevésbé fontosak elrejtésére.

A konkrét megvalósításnál érdemes az eredeti képek két különböző hibakorlással létrehozott transzformációját elkészíteni ($\varepsilon_1, \varepsilon_2$, ahol $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$). Természetesen a két érték közti különbség megválasztásán van a hangsúly.

- kisebb hibakorlással dolgozva zajosabb képet kapok. A megjelenő zajoknál nagyobb jelentőségű, hogy a határfelületek folytonossága kisebb mértékben sérül. Ezzel a megoldással növelni lehet az elkülöníthető halmazok számát (kb. 1-2 új halmaz jelenik meg).
- a nagyobb hibakorlással készített transzformáció majdnem teljesen zajmentes, viszont a határfelületek enyhe töredezettsége miatt kevésbé alkalmas a halmazok meghatározására. Ezt a transzformációt csak a megjelenítésnél használom.

Egyszerű elemzés alapján levont következtetés:

Jelölje $D1$ az ε_1 -hez, $D2$ pedig az ε_2 -höz tartozó pixelek halmazát.

Minden esetben teljesül a $D2 \subset D1$ összefüggés.

Az előbbi következtetés alapján a $D2$ halmaz minden elemének van megfelelője a szegmentálásra alkalmas $D1$ halmazban, tehát a két transzformáció együttes használata a pontos szegmentálással egyidejűleg teszi lehetővé a zajmentes kép létrehozását.

3. Eredmények

Az optimalizálásokkal ellátott programnak az egyes műveletekre igényelt ideje, 100 darab képre (Teszt rendszer: P4 1.6 GHz; 512 Mb RAM):

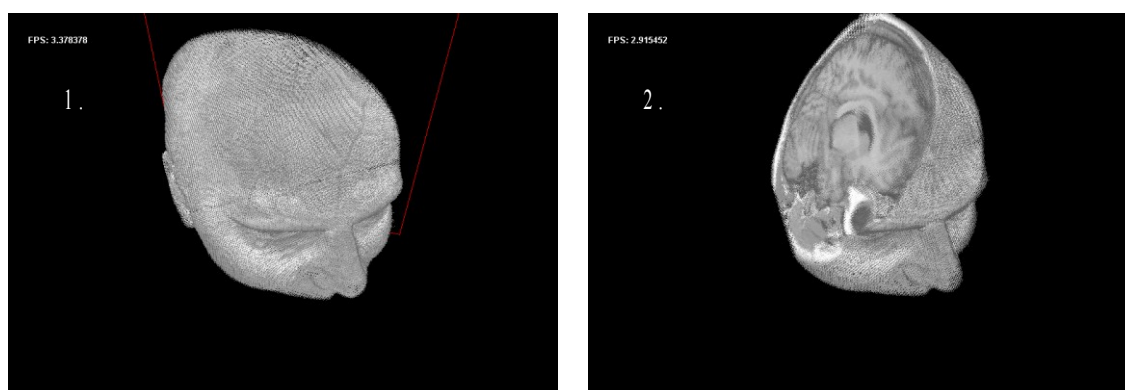
Művelet	Futási idő [ms]
Élkiemelés	3190
Hasznos pixelek meghatározása	240
Él-meghatározás	18210

Az élmeghatározásnál néhány képen a körvonalak folytonossága megszűnt (a 3. képen az orr és a fül környékén). A gyenge szín átmenetek miatt az élek nem lettek kiemelve, ezért jelentek meg a fej belsejében is a körvonalak.

A megjelenítésre kerülő képpontokat a videokártya memóriájába tárolom (lásd: vertex buffer, [1]-[2]), amely automatikusan elvégzi a megjelenítést, következésképpen másodpercenként több mint tíz frame [2] jeleníthető meg.

4. Elemzések és következtetések

Az ismertetett módszerek felhasználásával készített program képes MRI képek által ábrázolt formák háromdimenziós megjelenítésére, lehetőséget adva a belső szerkezetük feltérképezésére.



4. ábra: kép a programból

A program jellemzői:

- általános algoritmussal végzi a szegmentálást, próbálva elkerülni a megközelítő modellek bevezetését.
- meg tudja határozni az vizsgált objektumokban lévő határfelületeket, minek következtében a 16 millió bemeneti pixel helyett csak 1 milliót kell kezelni. Az 1 millió pixel már valós időben megjeleníthető.
- elvégzi a képeken található különböző tartományok elkülönítését.

A már meglévő programok a számítások gyorsítása végett bitműveletekre épülnek, ami ugyancsak hibát eredményez a közelítő modell elkerülhetetlen alkalmazása miatt. A felületek hááromszögzésének megkerülésére ideiglenesen egy jól működő helyettesítést találtam. Az OpenGL segítségével megjelenített pontok méretét növelve a folytonoshoz közel álló felületeket sikerült kirajzolni [1]-[2].

Ahhoz, hogy a képeken látható egyes tartományokat megfelelő hatékonysággal elkülönítsem, a vizsgált felvételek egymáshoz megfelelően közeliak kell legyenek, ellenkező esetben lényeges hibák jelenhetnek meg.

Végső következtetés, hogy a leírt módszer hatékonysága nagymértékben függ a feldolgozott képeken tárolt információ folytonosságától (a felvétel minőségétől) és az él-kiemelésnél alkalmazott algoritmus érzékenységétől.

A fejlesztés következő célja a kapott felületek beháromszögzése.

Irodalom

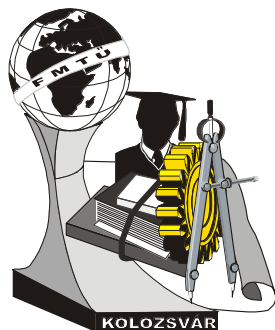
- [1] Mark J. Kilgard „*All About OpenGL Extensions*” including specifications for some significant OpenGL extensions, NVIDIA Corporation.
- [2] Jeff Molofoe „*OpenGL Tuotutorials*”, www.nehe.gamedev.net
- [3] László Sándor Elek „*A 3D modellezés lehetőségei*”, IX. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka , Kolozsvár 2004.
- [4] AF Goldszal, C Davatzikos, DL Pham, MXH Yan, RN Bryan and SM Resnick, "*An image-processing system for qualitative and quantitative volumetric analysis of brain images*" J Comput Assist Tomogr, 1998.
- [5] T Kaneko and Y Yamamoto, "*Volume-preserving surface reconstruction from volume data*", International Conference on Image Processing, 1997.
- [6] J Sijbers, P Scheunders, M Verhoye, A Vander Linden, D Van Dyck, and E Raman. "*Watershed-based segmentation of 3D MR data for volume quantization*" Magn Reson Imaging, 1997.
- [7] Peter J. Yim, Ronald M. Summers. "*Analytic Surface Reconstruction by Local Threshold Estimation in the Case of Simple Intensity Contrasts*", International Conference on Image Processing, 1999.

László Sándor Elek, hallgató

Sapientia egyetem
sankoboy@yahoo.com

Szilágyi Sándor Miklós, adjunktus

Sapientia egyetem
szs@rdslink.ro



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

DIESEL MOTOROK KÜLSŐ PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA ETANOL-GÁZOLAJ KEVERÉKŰ HAJTÓANYAG ALKALMAZÁSÁVAL

Dr. Lengyel Antal, Peidl László

Abstract

The most harmful for the environment is the particle contained in the diesel engine's exhaust gas. Its emitted quantity is determined by the loaded-up condition of the engine and the course of combustion. According to the relevant technical literatures the bioethanol mixed with diesel oil - because of the hydroxyl radical - improves the course of combustion and decreases the smoking. Using bioethanol in different mixing proportions we analyze the tendencies of the smoking and other parameters. The proportion of ethanol-diesel oil was changed by 1 % till 15% was reached. According to the results we got the following can be said:

At the same fuel rate - because of the decreasing calorific value – the decrease of the common parameters (M, P, Bt, bt) is significant.

The bioethanol advantageously influences the quantity of the exhausted particles.

According to the results we arrive at a conclusion that 10% of bioethanol mixed with the diesel oil is improves the smoking rate of the engines.

Összefoglalás

A dízelmotorok égéstermékének a legveszélyesebb környezetszennyező eleme a részecske. Emittált mennyiségét a motor terhelési állapota és a motorikus égési folyamat lejátszódása határozza meg. Szakirodalmi utalások alapján a gázolajhoz kevert bioetanol – a hidroxil gyökök miatt – javítja az égési folyamatot és csökkenti a füstölés mértékét. A bioetanol különböző részarányban alkalmazva elemezzük a külső paraméterek és a füstölés tendenciáit. A gázolaj-etanol keverék összetételét egy százalékonként változtattuk 15%-os etanol részarányig, s az így mért adatok feldolgozásából az alábbiakat állapítottuk meg:

- A bioetanol-gázolaj keverék csökkenő fűtőértéke miatt ugyanazon fajlagos fogyasztásnál jelentősen csökkennek a külső paraméterek (M, P, B_t, b_t) értékei.
- A bioetanol kedvező mértékben változtatja meg a kibocsátott részecske mennyiségét.

Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a dízelmotorok hajtóanyagában a bioetanol mintegy 10%-os részaránya kedvező hatással van a füstölésre.

BEVEZETÉS

Az Európai Unió az un. E10-es gázolaj (10% bioetanol-90% gázolaj) széleskörű bevezetésével és használatával 2010-re szeretné elérni, hogy a megújuló energiaforrások részaránya 5,75% legyen az eddig használt fosszilis motorhajtóanyagokkal szemben.

Az üvegházhatást okozó gázok szempontjából a biodízzel üzemelő motorok 55%-kal, a bioetanolal üzemelők 62%-kal kevesebb káros anyagot bocsátanak ki, mint a hagyományos fosszilis üzemanyaggal üzemelők. [1]

A részecskekibocsátás 20-39%-kal kedvezőbb, mint az alacsony kéntartalmú fosszilis gázolaj esetében. [2]

VOC (Volatile organic chemicals – illékony szerves anyagok): A 85-ös bioetanol keverék alkalmazása esetén 45%-kal csökken a kibocsátásuk a benzinmotorokkal szemben. Annak ellenére, hogy csak kevés adat áll a rendelkezésünkre, úgy tűnik, hogy a többgyűrűs aromás szénhidrogének (benzol, butadién) kibocsátása is nagymértékben csökken. [6]

A bioetanol jelentősen kisebb toxikus hatást fejt ki, magasabb a gyulladáspontja (ezáltal tűzveszélyességi szempontból biztonságosabb), mint a fosszilis üzemanyagok. [3]

A MÉRÉS MÓDSZERE

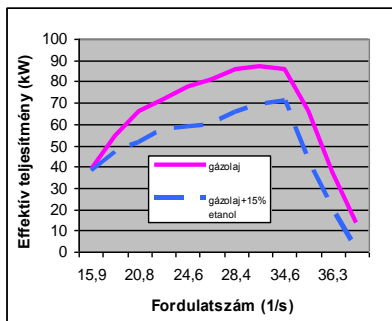
A gázolaj-bioetanol motorüzemi vizsgálatát a Nyíregyházi Főiskola Motortechikai Laboratóriumának féktermében Schönebeck D4 típusú örvényáramú motorfékpadján egy IFA 4WD közvetlen befecskendezésű motorral végeztük. A méréshez használt motor adagolószivattyúja soros elrendezésű univerzális szabályozású volt. Beállítási paraméterei megegyeztek a gyárral. A mérést maximális leszabályozási fordulatszámhoz tartozó maximális teljesítmény értékektől kezdve csökkenő fordulatszám irányába teljes terhelésnél végeztük, tiszta gázolja és gázolaj-bioetanol keverék hajtóanyaggal. A gázolaj hajtóanyaggal végzett mérést tekintettük az alapnak. A gázolja-bioetanol keverékkel végzett méréseknél 1%-kal növelve alakítottunk ki keverékeket és végeztük el a motorjelleggörbék felvételét.

A motorfékpad mérésekkel párhuzamosan AVL-465-ös füstgázelemző műszerrel vizsgáltuk a kibocsátott füstgáz füstölési jellemzőit, a bioetanol hatását a füstölés mértékére.

A MÉRÉSI ADATOK ÉRTÉKELÉSE

A mérési adatok ábrázolásánál a belsőégésű motorok szabályozási jelleggörbéjénél minden összetételű hajtóanyagra elvégeztük a mérést a jelleggörbék megszerkesztéséhez. A jelleggörbéket a hajtóanyag összetétele alapján értékelve megállapíthatók az alábbiak:

A hajtóanyagon belül a bioetanol részarányának növelésével az elérhető maximális teljesítményértékek csökkenő tendenciát mutatnak. (Az ábrákon terjedelmi okok miatt csak a 15% bioetanol tartalmú hajtóanyaggal üzemelő motor jelleggörbéit tüntettük fel.)

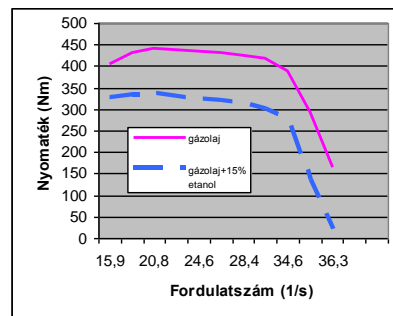


1. ábra. Teljesítmény jelleggörbe

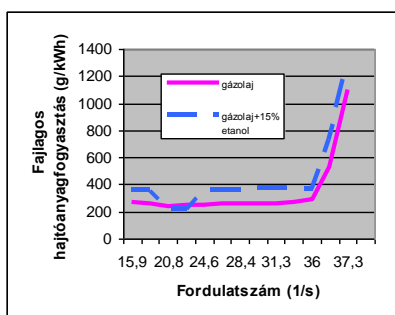
A motor teljesítményének csökkenése a mérések adatai alapján nem tekinthető lineárisnak. Ennek alakulását a keverék gyulladási hajlama is nagymértékben befolyásolja. A gázolaj – bioetanol keverékek előállításának cetánszám-növelő adalékot nem használtunk, ezért a cetánszám vizsgálatunkban nem volt stabilizálva. A bioetanol növekvő arányának cetánszám csökkentő hatását jól szemlélteti a keverék teljesítménygörbéje, a maximális teljesítményhez tartozó fordulatszámnál kisebb fordulatszámon. A jelenség a motorikus égés feltételeinek romlásával magyarázható.

A nyomatéki viszonyok alakulásáról a mérési adatok alapján elmondható, hogy a bioetanol-tartalom növekedése a nyomaték csökkenését eredményezte, és a motor nyomatéki rugalmasságát is csökkentette.

Jól látható, hogy a teljesítmény és nyomaték csökkenése az 1. ábrán ábrázolt 15% bioetanol tartalomnál elérheti a 20%-ot is. Ez a jelenség stabilizált cetánszám esetén nem valószínűsíthető.

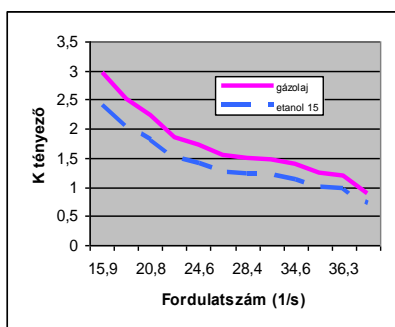


2. ábra. Nyomaték jelleggörbe



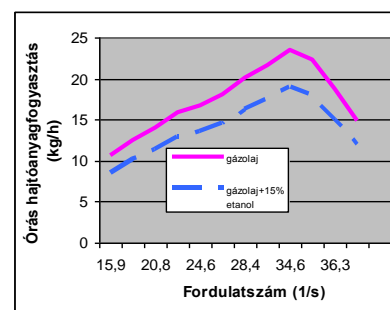
3. ábra. Fajlagos fogyasztás

Az óras fogyasztás mért értékének csökkenése leginkább azzal magyarázható, hogy a mérést változatlan adagoló beállítási paraméterekkel végeztük. A fűtőérték csökkenését a mindenkori adagnagyság utánszabályozásával lehet megoldani.



5. ábra. Füstölés mértéke

A fajlagos fogyasztásra jellemző változás az 1. ábra szerint növekedést mutat. A növekedést jelentősen befolyásolja a fűtőérték és a cetánszám csökkenése. Megállapítható, hogy a gázolaj-bioetanol keverék alkalmazásának fontos feltétele a cetánszám stabilizálása megfelelő adalékanyaggal.



4. ábra. Óras fogyasztás

A füstölést kifejező „k” tényező mért értéke gázolaj és gázolaj-bioetanol keverék üzemű motornál teljes terhelésnél a fordulatszám és a terhelés növekedésével csökken. Csökkenést mértünk a 2. ábra szerint a gázolajhoz viszonyítva minden gázolaj-bioetanol keveréknél.

ÖSSZEFOGLALÁS

A végzett mérések eredményei bizonyítják, hogy a bioetanol, a jelenős részarányt képviselő gázolaj-bioetanol keverék formájában használható motorok hajtóanyagaként. A keverék fűtőértékének és a cetánszámnak a csökkenése miatt meg kell változtatni a dózis nagyságát és az optimális befecskendezés helyét annak kimérését el kell végezni minden motorégéstér kialakításra. A bioetanol motorüzemű alkalmazásával méréseink és szakirodalmi hivatkozások a füstölés mértékének csökkenését mutatják, ezért a bioetanol alkalmazása környezetvédelmi szempontok miatt indokolt. A CO kibocsátás biohajtóanyag alkalmazása esetén 20-40%-kal kisebb volt, mint a fosszilis gázolaj esetén. A SO_x kibocsátás 80-99%-kal volt alacsonyabb, ami betudható annak, hogy a biohajtóanyagokban elhanyagolhatóan kicsi a kéntartalom. A részecske-kibocsátás szintén 20-39%-kal alacsonyabb, mint az alacsony kéntartalmú gázolaj esetében. Ugyanakkor az is látszik, hogy a NO_x esetében a biohajtóanyag használata esetén az emisszió pár százalékkal nagyobb értéket mutat, mint gázolaj esetén. A biohajtóanyagok esetében az NO_x kibocsátás jelentősen csökkenthető az előbefecskendezés idejének pontos beállításával. Fontos, hogy a gázolajjal stabil keveréket tudjunk előállítani. Fontos és elengedhetetlen feltétel a cetánszám stabilizálása. Vizsgálatunkat egy közvetlen befecskendezésű motorral végeztük, s a levont következtetések célszerűen csak a MAN-M égéstér esetén érvényesek. Megítélésünk szerint motorok égéstér kialakítása jelentősen befolyásolja a bioetanol-alkalmazás hatását a motor külső és beállítási paramétereire, a motor alkatrészeinek üzemi viselkedésére. A mért értékek motorüzemi általánosítása érdekében további tartósüzemi vizsgálatokat kell végezni.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Emőd I., Füle M., Tánczos K., Zöld M. 2005. A bioetanol magyarországi bevezetésének műszaki, gazdasági és környezetvédelmi feltételei. Magyar Tudomány 3. szám pp. 278-285.
- [2.] Lengyel A., Bodnár G. 2005. Belsőégésű motorok emissziója biohajtóanyagok alkalmazásával. X. Fiala Műszaki Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, pp. 291-298.
- [3.] Puppán D. 2005. Bioüzemanyagok. Magyar Tudomány 11. szám pp. 1306-1309.
- [6.] British Association for bio Fuels and Oils - Treasury Meeting, John Healey Esq MP, 4pm November 20th 2003. - http://www.biodiesel.co.uk/press_release/

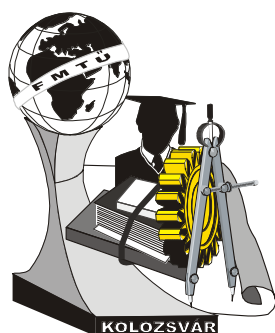
Dr. Lengyel Antal (főiskolai tanár), **Peidl László** (doktorandus hallgató),

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola, MMFK, Erőgépek és Gépjárműtechnikai Tanszék

Cím: 4400, Magyarország, Nyíregyháza, Kótaji u. 9-11.

Telefon / Fax: +36(42)599-442

E-mail: langyela@nyf.hu; peidl@nyf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

TÁJÉKOZTATÁS A GOLDFARB - FÉLE HENGERES CSIGAHAJTÁS FEJLESZTÉSÉRŐL

Lévai Imre - Nándoriné Tóth Mária

Abstract

In this paper we deal with a special case of drives with no intersection of the axis. That is with geometric planning and analysis of connection of cylindrical worm and double internal ring wheel. Analysis has done with help of geometric connections of skew axis and connection law.

Összefoglalás

V.I. Goldfarb az ISME nemzetközi hajtómű (Powertransmissions) konferencián (1991.nov.23-26., Hiroshima, Japán) ismertetett tanulmányában áttekintette a kitérő tengelyű hajtások lehetséges variációit [1]. Az eredményt táblázatban (Table 1 and Table 2) foglalta össze. Ebből figyelemre méltónak tűnt a Fig.3, Fig.4 és Fig.5 (1. ábra). Kiemelve a Fig.3-at, kísérletet tettünk a modell megvalósítására.

Első pillanatban eltekintettünk a szembetűnő esetleges előnyöktől (nagy teljesítmény, kis helyszükséglet a kettős hajtás miatt) és hátrányoktól (gyárthatóság problémái), azt vizsgáltuk, remélhető-e hatásfok javulás? A modellt a 2. ábrán még egyszer bemutatjuk.

A műszaki fejlesztés természetes törekvése a jó hatásfokú hajtások tervezése és megvalósítása. Az egyik lehetőség: biztosítani a kedvező hidrodinamikai feltételeket. Csigahajtásoknál ebben az irányban jelentős fejlesztések történtek, amelyek szakmai körökben általában ismertek.

Lehetséges azonban olyan módszer kidolgozása is, amely a fogfelületek "befeszülése" (nagy erők normális irányban) miatt előálló többlet terhelések és veszteségek csökkentéséhez vezet. Ezt a témát

szerző egyik dolgozatában [2] bemutatta. A műszaki megoldáshoz – részletezés nélkül – a következő gondolatsoron át juthatunk el.

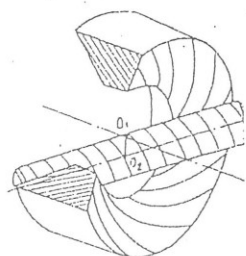


Fig. 3

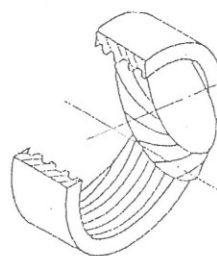


Fig. 5

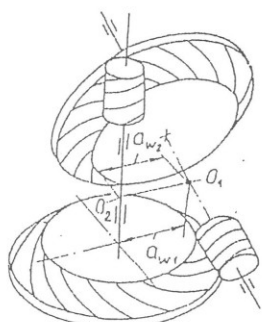


Fig. 4

1. ábra

Tegyük fel, hogy a csiga hajt.

A kerékről levehető teljesítmény alapján a hatásfok

$$\eta = \frac{F_2 v_2}{F_2 v_2 + \mu F_n v_{12}}, \text{ ahol}$$

F_2 – kerületi erő a keréken, v_2 – kerületi sebesség a keréken, μF_n - súrlódó erő, $\mu F_n v_{12}$ - teljesítmény veszteség. $F_n = F_2 / \cos \alpha_n \cos \beta_2$ normális erő, $v_n = v_2 \cos \beta_2$ normális irányú sebesség. A kifejezések helyettesítése után

$$\eta = \frac{F_2 v_2}{F_2 v_2 + F_2 v_2 \frac{\mu}{\cos \alpha_n} \frac{v_{12}}{v_n}} = \frac{1}{1 + \frac{\mu}{\cos \alpha_n} \frac{v_{12}}{v_n}}.$$

A szemlélet lényege, hogy csigahajtásoknál (és általában térbeli hajtásoknál) a hatásfok javul,

illetve javítható $\frac{v_{12}}{v_n}$ csökkentésével.

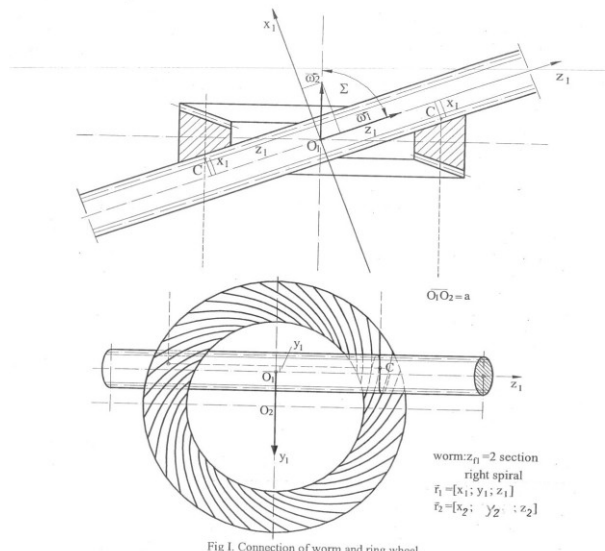
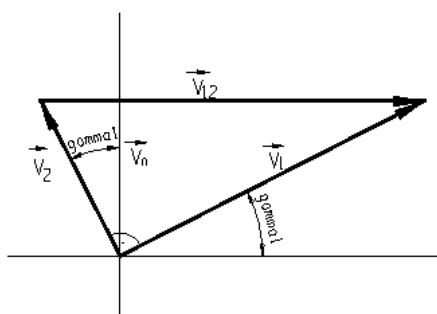


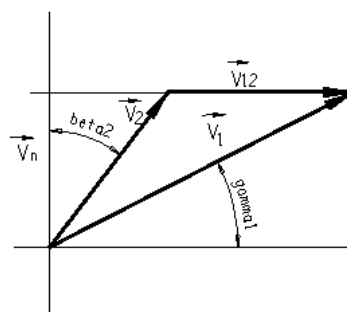
Fig 1. Connection of worm and ring wheel

2. ábra

Szemléletessé válik, ha felrajzoljuk a gördülő testek közös érintősíkját (3. ábra).



Derékszögű csigahajtás



Goldfarb-féle csigahajtás

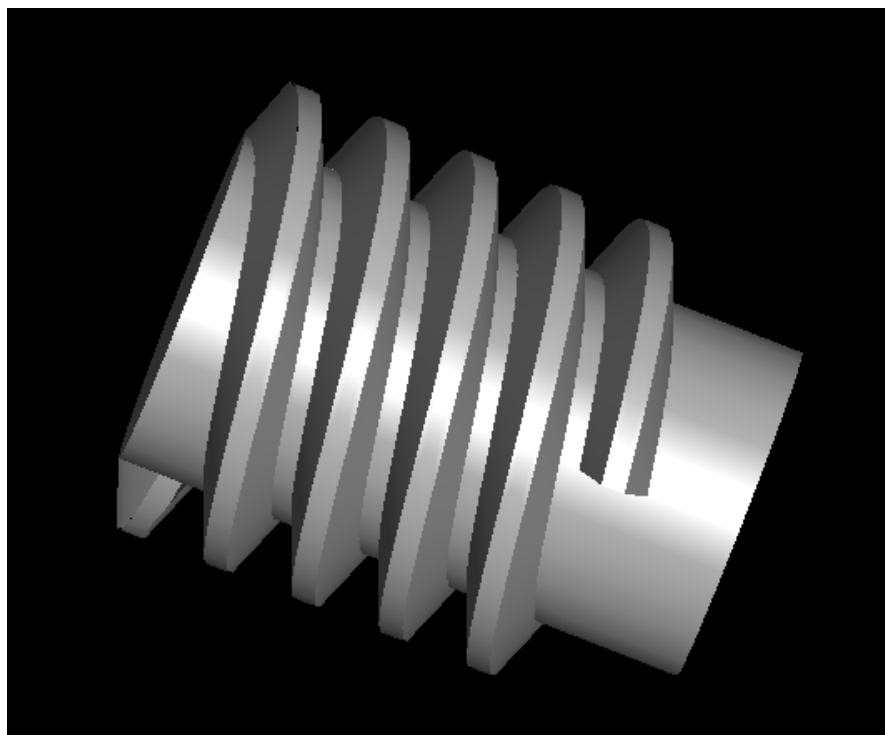
3. ábra

A számítások a derékszögű hajtással összevetve 5 – 6 % - os hatásfokjavulásra mutatnak. Természetesen a hidrodinamikai kenés kialakulásának ekkor is nagy jelentősége van.

A Miskolci Egyetemen feltérképeztük a Goldfarb-féle csigahajtás számíthatóságát (geometriai és erőtani viszonylatban) [3]. Jelenleg a kapcsolódás határainak (interferencia jelenségek) feltárása folyik. Ezek után kerülhet sor a gyártásra.

A számításokhoz az egyszerűség és jó követhetőség miatt az evolvens csigákból indulunk ki (4. ábra). A számítások eredményeit igyekszünk képi ábrázolásban szimulálni, mielőtt a gyártásra

rátérnénk. Sikeres gyárthatóság esetén végső cél egy nagypontosságú, jó hatásfokú hajtás, ívelt profilú csigával.



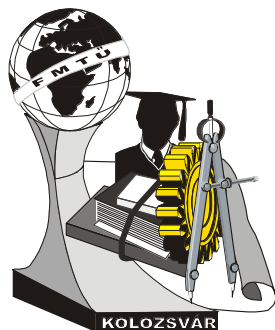
4. ábra

Irodalom

- [1] GOLDFARB, L.: Skew Axis Gearing Scheme Synthesis. MPT'91 ISME International Conference on Motion and Powertransmissions. Pp.649-653.
- [2] LÉVAI, I.: Definition of the Loss Factor in the Relative Space of Torsion Gear Trains having Skew Axes. Publications of University of Miskolc. 1997.
- [3] LÉVAI, I.: Geometric planning of cylindrical worm-double internal ring wheel, 11th International Conference on Tools. University of Miskolc, Hungary, Sept. 9-11. 2004.

Lévai Imre, Professor Emeritus,
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
H-3515, Magyarország, Miskolc,
Egyetemváros
Telefon / Fax: +36-46-565111-1779
E-mail: altlevai@uni-miskolc.hu

Nándoriné Tóth Mária, Ph D
Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Ábrázoló Geometriai Tanszék
H-3515, Magyarország, Miskolc,
Egyetemváros
Telefon / Fax: +36-46-565111-1811
E-mail: nnetm@abrg.uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ FÁZISDIAGRAM CaO -BAN DÚS SARKÁNAK SZÁMÍTÁSA ESTPHAD MÓDSZERREL

Mende Tamás, Roósz András

Abstract:

Using of the ESTPHAD (Estimation of Phase Diagrams) method the liquidus, solidus, major and minor curves and surfaces of the equilibrium phase diagrams can be created –by thermodynamic based equations and regression analysis- easy to work functions. By this determined equations the temperature and concentration values can be calculated with required precision. The advantages of the ESTPHAD method are that the parameters of functions can be calculated simply, it gives a precise result and the calculation time is short.

The article shows the writing up by ESTPHAD method of the CaO rich corner of the phase diagrams of the $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ system.

Az általunk kidolgozott ESTPHAD módszerrel az egyensúlyi fázisdiagramok likvidusz, szolidusz, ill. major, minor 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 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ oxid rendszer egyensúlyi fázisdiagramjainak CaO -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 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ egyensúlyi fázisdiagram CaO -ban dús sarkának 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

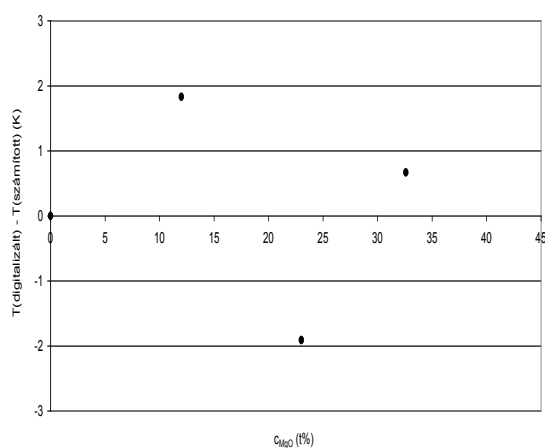
A ΔF „hibafüggvény” (melyet szintén regressziós analízissel határozzunk meg) a következő módon épül fel:

$$\begin{aligned} \Delta F(c_B^I; c_C^I) &= A(1;1) * c_B^I * c_C^I + A(2;1) * (c_B^I)^2 * c_C^I + A(1;2) * c_B^I * (c_C^I)^2 + \dots = \\ &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{q-i} A(i; j) * (c_B^I)^i * (c_C^I)^j \end{aligned} \quad (4)$$

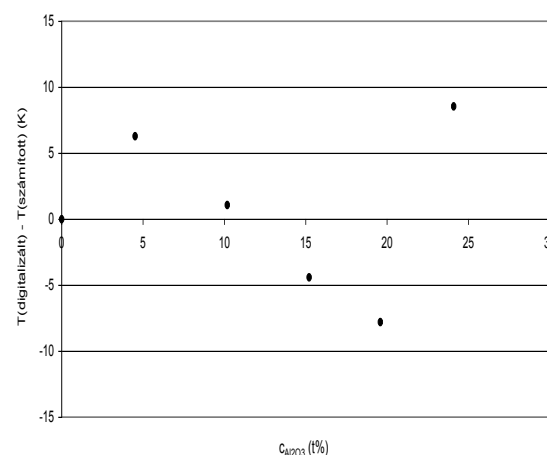
3. Eredmények bemutatása, elemzése

Az 1., 2. ábrán látható a CaO-Al₂O₃ és a CaO-MgO binér rendszerek Lime fázisának digitalizált és számított likvidusz görbéi. A számított eredmények szórása ±8,6 K eltérésen belül van. Az átlagos eltérés (melyet az összes eltérés abszolút értékéből számítottunk) a CaO-Al₂O₃ rendszerben 3,46 K, a CaO-MgO esetén pedig 1,10 K.

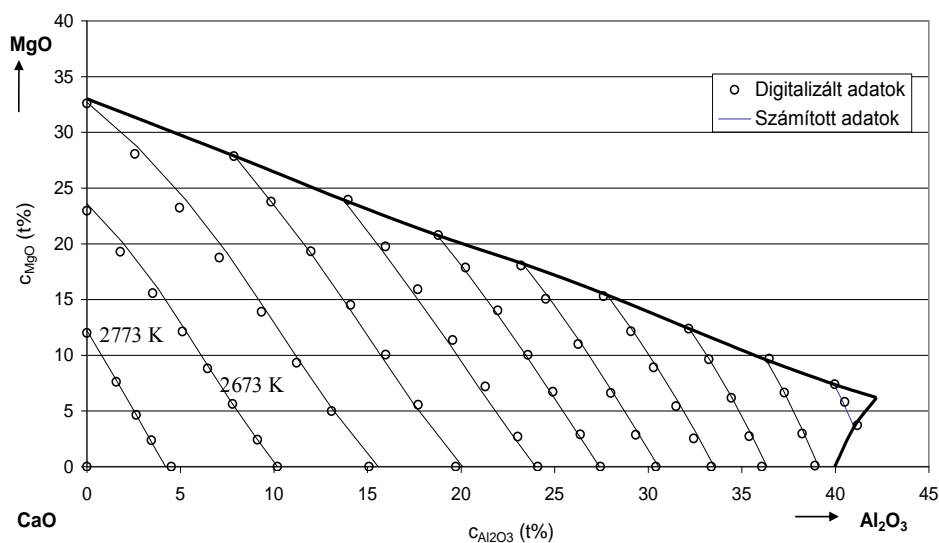
A 3. ábra a CaO-Al₂O₃-MgO ternér diagramban a CaO-ban dús rész likvidusz felületének digitalizált és számított izotermáit mutatja. Az izotermák 100 K-enként vannak feltüntetve, az első - legnagyobb hőmérsékletű - izoterma hőmérséklete 2843 K. A számított eredmények eltérése ±15 K-nél kisebb, az átlagos eltérés 5,14 K.



1. ábra A CaO-MgO fázisdiagram Lime fázisának számított és mért (digitalizált) likvidusz görbéje



2. ábra A CaO- Al₂O₃ fázisdiagram Lime fázisának számított és mért (digitalizált) likvidusz görbéje



3. ábra A ternér rendszerben a Lime 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 CaO-Al₂O₃, az $A(0;j)$ együtthatók a CaO-MgO, az $A(i;j)$ koeficiensek pedig a ternér rendszerben lettek kiszámítva. Ezek felhasználásával nagyon egyszerűen kiszámítható az adott rendszer likvidusz hőmérséklete.

CaO -	$(c_{MgO}^L)^0$		$(c_{MgO}^L)^1$		$(c_{MgO}^L)^2$		$(c_{MgO}^L)^3$	
$(c_{Al_2O_3}^L)^0$	A(0;0)		A(0;1)	0,001365373	A(0;2)	5,60707E-05		
$(c_{Al_2O_3}^L)^1$	A(1;0)	0,006196177	A(1;1)	0,000189052	A(1;2)	-1,26865E-05	A(1;3)	2,17666E-07
$(c_{Al_2O_3}^L)^2$	A(2;0)	-6,1391E-05	A(2;1)	2,99723E-06	A(2;2)	3,11188E-07		
$(c_{Al_2O_3}^L)^3$	A(3;0)	6,1703E-06	A(3;1)	-9,86346E-08				

1. táblázat A Lime fázis likvidusz hőmérsékletének számítására (binér és ternér rendszerekben) előállított polinomok együtthatói

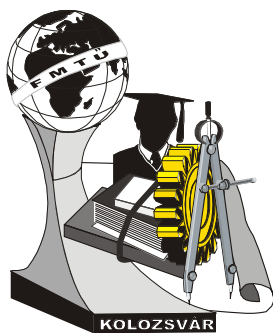
4. Összefoglalás

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 / doktorandusz¹, egyetemi tanár²
 Miskolci Egyetem, Fémteni és Képlékenyalakítástani Tanszék
 (+36-46) 565-111/15-38
 (+36-46) 565-201
 kohme@freemail.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MECHATRONIKAI TERMÉKEK GYÁRTÁSÁRA ALKALMAS SZERELŐ-TAMPONOZÓ-CSOMAGOLÓ EGYSÉGEK LOGISZTIKÁVAL INTEGRÁLT TERMELÉSÜTEMEZÉSE

Mészáros Ferenc, Dr. Cselényi József, Dr. Tóth Tibor, Dr. Kovács György,
Bálint Richárd

Abstract

The aim of this article is the elaboration of such a modelling and description system of a multi-stage (assembly-tampon printing-packaging), logistics integrated production schedule for a general mechatronical product. In the article an algorithm is presented for scheduling the tampon printing machines based on a heuristic methodology.

Összefoglalás

A dolgozatban bemutatásra kerül egy általános mechatronikai termék többfokozatú gyártási folyamatának logisztikával integrált termelésütemezésének keretrendszere, az ütemezés alapelvei, továbbá egy tamponozó egységek ütemezésére alkalmas heurisztikus algoritmus.

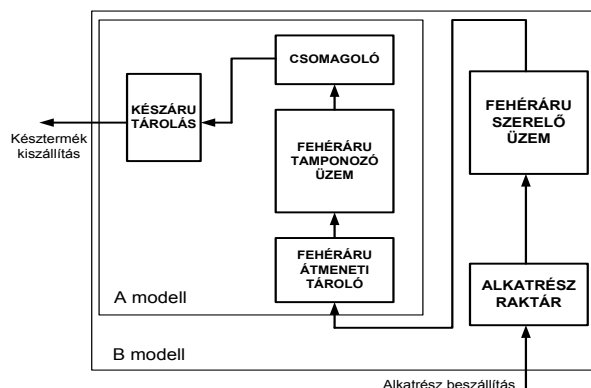
1. Bevezetés

A mechatronikai termékek szerelési folyamatának egyik jellemző sajátossága lehet, hogy a vásárlók felé kínált termékstruktúra sokféle végtermékből áll, amelyek lényegesen kisebb sokaságú általános termékből kerülnek legyártásra úgy, hogy a gyártás befejező lépéseit (finishing műveletek), illetve a csomagolást az adott piac, vagy esetleg az adott megrendelő sajátos igényeit figyelembe véve végzik el [3]. Az egyik legelterjedtebb finishing technológia a tamponnyomás (tampon printing). A tamponozási műveletek jelentős mértékben függenek a végterméktől, hiszen végtermékenként eltérőek lehetnek a nyomatképek, a tamponozandó felületek, a nyomatok színösszeállítása stb., ami gyakori átállítást igényel, amely a gépek ciklusidejéhez képest jelentős hosszúságú, és gyártási sorrend-függő (sequence dependent setup time) [1].

2. A vizsgált rendszer logisztikával integrált termelésütemezésének modelljei

A nagyszámú végterméket a következő hierarchiába szervezve érdemes kezelni: termékcsalád (azonos fő funkció), termékcsalád alcsoport (azonos márkajelleg), és késztermék. A termékhierarchia szintjeiből előállíthatóak a tamponozás technológiája szempontjából fontos ún. műveletcsoport (azonos felületeken tamponozott termékcsalád alcsoportok), illetve technológiai csoport (a

műveletcsoporton belül azonos szinkombinációt igénylő készterméksorozatok csoportja) kategóriák. Az általános termékek (fehérárúk) szerelése és az ehhez szükséges alkatrész-beszállítás integrációjára egy következő lépésben kerülhet sor, ami már túlnő e dolgozat keretein. A mechatronikai termékek egy jellegzetes finishelő-csomagoló üzemének logisztikával integrált rendszerét az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Mechatronikai termékek egy jellegzetes szerelő-finishelő-csomagoló rendszerének logisztikával integrált modellje

Az 1. ábra szerinti integrált rendszerben láthatóak a két elkülönített modell (A és B modell) a fizikai határai. A logisztikával integrált termelésütemezés kialakításánál [2] az integrációt két fokozatban érdemes végrehajtani:

1. integrációs fokozat (1. ábra, A modell):

Ennek során integráltan kerül kezelésre: a fehéráru átmeneti tároló, a tamponozó-csomagoló üzem és a készáru-raktár.

2. integrációs fokozat (1. ábra, B modell):

Ennek során integráltan kerül kezelésre az A modellen kívül még a fehéráru-szerelde és az alkatrész-raktár is.

3. Az egyszerűsített „A” modell logisztikával integrált ütemezése és annak alapelvei

Az „A” modell esetén a finomprogramozással végzett termelésütemezés elsődleges célfüggvénye a tamponozó üzem teljesítőképességének maximalizálása. A tamponozó üzem teljesítőképességének meghatározásakor a következőket kell figyelembe venni. A tamponozó egységeknél egy termék tamponnyomása esetén értelmezhető:

- **technológiai alapidő**, amely tamponozó-egység függő, de nem termékfüggő, azonban a kézi adagolás miatt sztochasztikus jellegű, szóródást mutat;
- **két gyártási sorozat közötti átállási idő**, melynek összetevői: kliséváltás ideje, illetve színváltás ideje.

A tamponozó üzem teljesítőképességének maximalizálása érdekében meg kell vizsgálni, hogy mi alapján kell a gyártási sorozatokat képezni: **technológiai csoportonként**, vagy **készterméksorozatonként**? A sorozatképzés kérdésére úgy kaphatunk választ, ha a két esetre megvizsgáljuk az

i -edik tamponozó egységnél a teljesítőképességet. Ehhez szükséges értelmezni mindkét esetben a tamponozási darabidőt:

- technológiai csoportonkénti sorozatoknál a darabidő várható értéke:

$$\overline{t_{i\omega}^S} = \overline{t_{i\omega}^G} + \overline{d_{\omega}} \frac{\overline{t_{i\alpha}^{V1}}}{N_{\omega}} + \frac{\overline{t_{i\omega}^{V2}}}{N_{\omega}} \quad (5)$$

- az késztermékenkénti sorozatoknál a darabidő várható értéke:

$$\overline{t_{i\alpha}^S} = \overline{t_{i\alpha}^G} + \frac{\overline{t_{i\alpha}^{V1}}}{N_{\alpha}} + \overline{d_{\alpha}} \frac{\overline{t_{i\omega}^{V2}}}{N_{\alpha}} \quad (6)$$

ahol:

$\overline{t_{i\omega}^G}$ és $\overline{t_{i\alpha}^G}$: az i -edik tamponozó egység esetén az ω -adik technológiai csoportnál, illetve az α -adik késztermék-típusnál az alapidő várható értéke,

$\overline{N_{\omega}}$ és $\overline{N_{\alpha}}$: a technológiai csoportoknál illetve a késztermék-típusoknál a sorozatnagyság várható értéke,

$\overline{d_{\omega}}$ és $\overline{d_{\alpha}}$: a technológiai csoportnál illetve az FG terméknel a klisé- illetve színváltások számának várható értéke,

$\overline{t_{i\alpha}^{V1}}$ és $\overline{t_{i\omega}^{V2}}$: a klisécsere illetve a színváltás előkészítési idejének a várható értéke.

A vizsgált ütemezési feladat helyes megoldásához szükség van még annak a vizsgálatára, hogy meddig érdemes a sorozatnagyságot növelni, mert a darabidőt a sorozatnagyság függvényében elemezve kiadódhat egy kritikus sorozatnagyság ($N_{\alpha k}$), amelynél nagyobb értékek esetén a (6) szerinti darabidő számottevően már nem csökken, de a későbbi kiszállítás következtében a készáru-tárolás költsége, ezáltal a logisztikai ráfordítás növekszik.

4. A tamponozó egységek logisztikával integrált ütemezésének algoritmus

Az előzőekben leírtak alapján a tamponozó üzem maximális teljesítőképessége és a minimális ráfordítás elérése érdekében a $T_0^{T\xi}$ időszakra adott tamponozási feladatok ütemezésénél a következő elvek szerint kell eljárni:

- a készáru-raktár készletszintjének csökkentése érdekében első lépésben csak a $T_0^{T\xi} / 4$ periódusra ütemezzük a késztermékeket, ezt csak akkor bővítjük, ha a készáru-kiszállítás teljesítése érdekében későbbi periódusból kell késztermékeket előre hozni, vagy a későbbi periódusban készítendő termékek részére nagy teljesítőképességű tamponozó egységnél van még szabad kapacitás, ezzel javítható a nagy teljesítőképességű egységek kihasználtsága;
- az ütemezésnél a $T_0^{T\xi} / 4$ periódus alatt elkészíteni kívánt késztermékek esetében az előállítandó

mennyiségek csökkenő sorrendjében választjuk ki a tamponozó egységeket;

- meg kell vizsgálni, hogy a $T_0^{T\xi}/4$ periódus alatt előállítandó késztermékeknél a kiadódó sorozatnagyság (N_α) hogyan viszonyul az $N_{\alpha k}$ -hoz: ha $N_\alpha > N_{\alpha k}$, akkor egy sorozat kerül ebben a periódusban indításra, $N_\alpha < N_{\alpha k}$ esetben akkor kell növelni a sorozatnagyságot, ha az előírt termékek jó hatékonysággal elkészülhetnek, illetve ha a következő periódusra nem marad vissza egyetlen termék sem, vagy ha visszamarad, akkor a visszamaradó rész kisebb, mint $N_{\alpha k}$;
- ha a kívánt késztermékekből az adott sorozat fehértermék hiányában nem tamponozható le teljes egészében, akkor az ütemezésnél a következő prioritásokat kell alkalmazni a kiszállítási határidő elsőrendű prioritása mellett:
 - a prioritást csak akkor kell módosítani, ha a periódusidőn belül elkészülő, de későbbi időpontban kiszállítandó késztermékek a változtatás eredményeképpen lényegesen hatékonyabban készíthetők el;
 - ha egy adott késztermék teljes időszakra eső mennyisége csak részben tud elkészülni, akkor vizsgálni kell, hogy nem volna-e hatékonyabb, ha a teljes sorozat a hatékonysági sorrendben következő tamponozó egységre kerülne;
 - ha a csomagoló egység teljesítménye nem lenne egyenletes mindegyik $T_0^{T\xi}/4$ periódusban, akkor úgy kell módosítani a tamponozás $T_0^{T\xi}/4$ periódusai között a késztermékek szétosztását, hogy a kiszállítási határidő továbbra is tartható legyen, továbbá a tamponozás hatékonysága ne csökkenjen, illetve a késztermék tárolása esetében a készlet szint minimálisan növekedjen.

5. Összefoglaló

Gyakorlati eredménye a dolgozatnak, hogy alkalmazásával csökkenthető a szerelési-tamponozási-csomagolási folyamatok átfutási ideje, növelhető a meglévő rendszer esetén a teljesítőképesség, csökkenthető a költség és élőmunka ráfordítás, nyomon követhető a termelési-logisztikai folyamat.

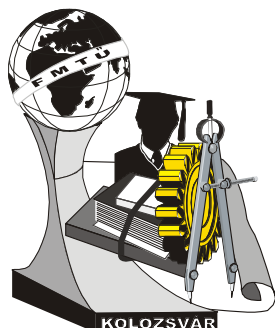
Irodalom

- [1] Conway R., Maxwell W., Miller L.,: Theory of Scheduling, Addison-Wesley, 1967
- [2] Eszes L.: Gyártásütemezési módszerek összehasonlító elemzése és alkalmazása finomprogramozási rendszerben, Gépgyártástechnológia, XXVIII. Évf. 1. szám, 1988.
- [3] Tóth T.: Tervezési elvek, modellek és módszerek a számítógéppel integrált gyártásban, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1998.

Mészáros Ferenc, Ph.D. hallgató (altmeszaros@uni-miskolc.hu)

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

Cím: H-3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros. Telefon: +36-46-565111 (17-38)



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

FORGÁSTESTEK RUGALMAS GYÁRTÁSA FÉLAUTOMATA ESZTERGAPADOKON CSOPORTTECHNOLÓGIA SEGÍTSÉGÉVEL

Mezei Sándor

Summary

Group technology can also be used in case of working on semiautomatic turning-lathe. We select the groups of pieces so that the fixing dimensions be close to one another. We solve the diameter differences by adjusting or replacing the tools, whereas the lengths are resolved by bumpers. Group technology can be used in an advantageous way on the semiautomatic lathes as there provide fixation of more than one tool and they adapt more flexibly to the changing circumstances.

Group technology requires the drawing and dimensions of the pieces, whereas the complex piece, the scheme of bumpers, the operation plan, the scheme for tools adjusting demands planning. The above group technology is recommended for working of complex pieces of similar form and size.

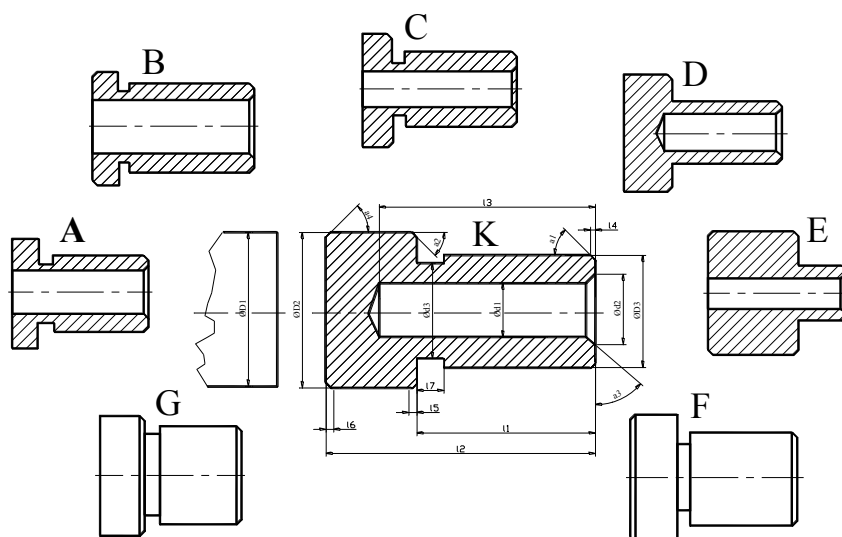
Összefoglalás

A csoporttechnológiát alkalmazni lehet a félautomata esztergapadon való megmunkálás esetében is. Az alkatrészcsoportot úgy vállasszuk meg, hogy a rögzítési méretek közeliek legyenek. Az átmérő különbségeket a szerszámok beállításával vagy cseréjével oldjuk meg, a hosszmereteket különböző ütközőkkel. A csoporttechnológia előnyösen alkalmazható a félautomata esztergapadokon, mert azok több szerszám rögzítését biztosítják és rugalmasabban alkalmazkodnak a változó körülményekhez.

A csoporttechnológia igényli a darabok rajzát és méreteit, valamint a komplexdarab rajzának, az ütközők sémájának, a műveletelemtervének, a szerszámok beállítási rajzának a megtervezését. Ajánlott a hasonló alakú és méretű bonyolult darabok megmunkálására.

Bevezetés

Az egy csoportba osztályozott alkatrészek megmunkálása csoporttechnológia segítségével a jól ismert Mitrofanov által ismertetett szabályok szerint történik. Ez által a kis- vagy közép méretű sorozatok gazdaságosan megmunkálhatók egyetemes szerszámgépeken. A közös csoporttechnológia segítségével az alkatrészcsalád minden alkatrésze elkészíthető. Így sikerül lecsökkenteni a szükséges technológiai dokumentációt és a megmunkálás idejét, egységesíteni az alkatrészek gyártási technológiáját, redukálni a felhasznált szerszámok számát, stb. Habár bonyolultabb a megmunkálás, a megszerzett tapasztalat és a munkahelyek szakosodása miatt, az elért eredmények javasolják a csoporttechnológia alkalmazását.



1. Táblázat Az alkatrészcsoport (1. ábra) csoporttechnológia

Sorszám	Műveletek és műveletelemek	A	B	C	D	E	F	G
0	Rögzítés	+	+	+	+	+	+	+
1	Adagolás, ütköztetés	+	+	+	+	+	+	+
2	Oldal esztergálás	+	+	+	+	+	+	+
3	Központfúrás $d_2 \times \alpha_3$	+	+	+	+	+	-	-
4	Fúrás $d_1 \times l_3$	+	+	+	+	+	-	-
5	Külső esztergálás $D_2 \times l_2$	+	-	+	-	-	+	+
6	Külső esztergálás $D_3 \times l_1$	+	+	+	+	+	+	+
7	Éltörés $l_4 \times \alpha_1$	+	+	+	+	+	+	+
8	Éltörés $l_5 \times \alpha_2$	-	-	+	+	+	-	+
9	Hornyesztergálás $d_3 \times l_7$	+	+	+	-	-	+	+
10	Előnyírás l_2	-	+	-	-	+	+	-
11	Éltörés $l_6 \times \alpha_4$	-	+	-	-	+	+	-
12	Nyírás l_2	+	+	+	+	+	+	+

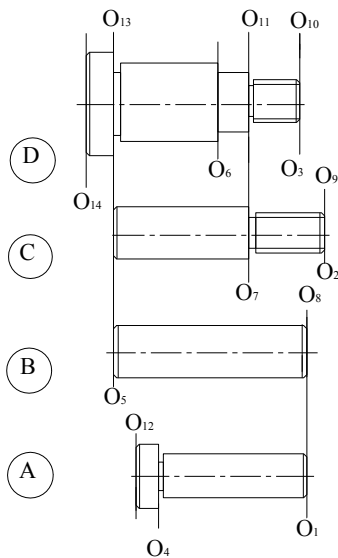
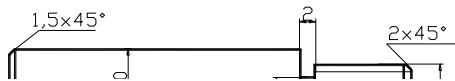
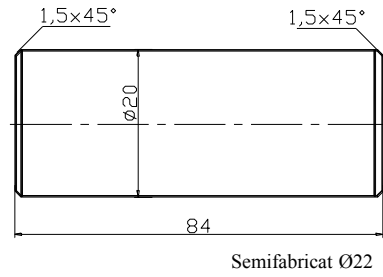
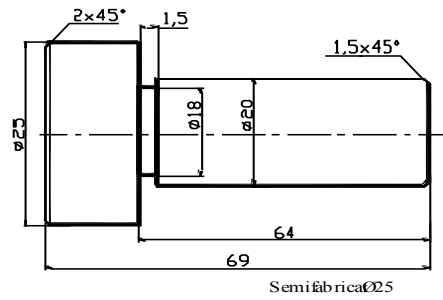
Csoporttechnológia alkalmazása félautomata esztergagépeken

A félautomata esztergapadon az alkatrész megmunkálása jól meghatározott program alapján történik, melyet előre megállapítanak és a gépen beállítanak kapcsolok, érinkezők, ütközők, stb. segítségével. Ezek szabályozzák a műveletelemek sorrendjét, a szerszámcserét, az előtolások-, fordulatszámok beállítását, a megmunkálások hosszát, stb. A nyersdarab rögzítése általában kézi művelet, ezért lehetőségünk van méretben és alakban változatosabb darabok elkészítésére is. A félautomata esztergapadoknak nagyobb a rugalmasságuk a változatos félgyártmányra és a megmunkálás bonyolultságára való tekintettel, ezért ezeket a gépeket előszeretettel alkalmazzuk a kis- és középsorozatban gyártott alkatrészek megmunkálására. A megmunkálás előkészítési ideje általában kisebb más gépekhez viszonyítva, és a gépet kezelő munkás is könnyen elvégezheti.

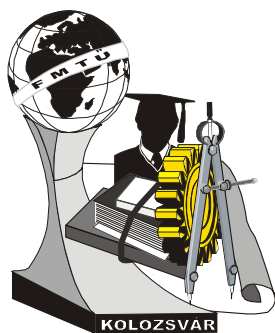
Ezekhez a gépekhez tartoznak a Romániában gyártott SRO 25 és SRO 40 revolveresztergák, melyeknek a vízszintes szerszámtartó dobjába 16 szerszám vagy szerszámtartót lehet elhelyezni. A dob végén elhelyezkedő bordázott hengerbe rögzíthetők azok a sarkantyúk, melyek kapcsolókat zárják/nyitják, ezek szabályozzák többek között a fordulatszámokat, előtolásokat, a főtengely forgásirányát, stb. A hosszúságokat ütközőkkel korlátozzuk, melyeket a gépágyra helyezünk és forgatással változtatunk. A keresztirányú megmunkálásokat a késtartódob meglazításával és forgatásával, más ütközők használatával végezzük el.

2. Táblázat A szerszámok elhelyezési sémája

Ssz.	Műveletelem	A	B	C	D	A szerszámok elhelyezési sémája
8	Előszűrés és leszűrés keresztirányú előtolással	O ₁₂	O ₅	O ₅	O ₁₄	
		OT ₆	OT ₆	OT ₆	OT ₆	
7	Menetelés M12-es menetmetszővel hosszanti előtolással			O ₇	O ₁₁	
6	Külső éltörés	O ₁	O ₁	O ₂	O ₃	
		OT ₄	OT ₄	OT ₅	OT ₅	
5	Külső esztergálás Φ12 hosszanti előtolással és hornyesztergálás b=2 és külső éltörés			O ₇	O ₁₁	
4	Külső esztergálás Φ15-re hosszanti előtolással				O ₆	
3	Külső esztergálás Φ20-ra hosszanti előtolással és hornyesztergálás b=1,5 keresztirányú előtolással	O ₄	O ₅	O ₅	O ₅	
		OT ₁			OT ₂	
2	Oldalesztergálás keresztirányú előtolással	O ₁	O ₁	O ₂	O ₃	
1	Adagolás az ütközőig és a darab megszorítása	O ₁	O ₁	O ₂	O ₃	



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



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

E ME

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ELHASZNÁLT KISMÉRETŰ ELEKTROMOS HÁZTARTÁSI ESZKÖZÖK JELLEMZŐI

Miklósi Péter*

Abstract

The increasing amount of end-of-life electrical and electronic products is a significant environmental problem. Many of them contains hazardous materials, therefore it is particularly important to find the adequate practice for their disposal, if possible, by avoiding incineration and landfill. Recently liquid crystal displays have been appeared in electrical and electronic waste in increasing rate, but there is no technology that enables LCD recycling. For developing an adaptable technology, tests are needed to examine the efficiency of disassembly-, comminution-, and separation steps, considering economic and environmental aspects.

Összefoglalás

Az utóbbi időben az elektronikai hulladékokban egyre nagyobb mennyiségben jelennek meg a folyadékkristályos megjelenítők. Hasznosításukra széles körben elterjedt technológia nem ismert, így kezelésük jelenleg a lerakásra és elégetésre korlátozódik. A gyakorlatban is alkalmazható hasznosítási technológia kialakításához a szétszerelési, aprítási és szétválasztási lépések hatékonyságának meghatározására irányuló részletes vizsgálatokra van szükség, figyelembe véve a gazdasági és környezetvédelmi szempontokat is.

Bevezetés

Néhány nyugat-európai államban és az Egyesült Államokban az elektromos és elektronikai berendezésekből származó hulladékok szervezett begyűjtése és értékes alkotórészeik hasznosítására irányuló feldolgozása az elmúlt évtizedekben bevett gyakorlattá vált. Azonban egyre növekvő mennyiségük gyakran ezeknek az országoknak is problémát okoz. A további problémák megelőzése érdekében az EU két fontosabb irányelvet bocsátott ki, amely az elektromos és elektronikai hulladékok problémakörével foglalkozik. A 2002/95/EC (RoHS) direktíva egyes különösen magas kockázatot jelentő anyagok új termékekben vagy azok gyártása során történő felhasználásának korlátozására, míg a 2002/96/EC a képződő hulladékmennyiség begyűjtésének és feldolgozásának fő szempontjaira ad a tagállamok számára az erre vonatkozó jogszabályok módosítása és megalkotása során szem előtt tartandó útmutatást.

A 96/2002/EC irányelv az elektromos és elektronikai berendezéseket jellemző funkciójuk alapján termékcsoportokra osztja. A kisméretű háztartási eszközök termékcsoportja egymástól nagymértékben

*Témavezetők: Prof. Dr. habil. Csóke Barnabás, Miskolci Egyetem;
István Zsolt, Bay Zoltán Alkalmazott kutatási Közalapítvány

eltérő sajátosságokkal rendelkező és eltérő összetételű terméket foglal magában. A hozzáférhető információk szerint a begyűjtés és a feldolgozás főként a nagyméretű háztartási eszközökre, valamint az IT- és telekommunikációs eszközökre korlátozódik. Ennek oka főként a nagyméretű háztartási eszközök nagy egyedi tömege, és jelentős, könnyen hasznosítható ferromágneses fém tartalma, valamint az IT- és telekommunikációs eszközök többi eszközhöz képest magas színes- és nemesfém tartalma, és mivel az irányelv által meghatározott 4 kg/fő/év begyűjtési arány a termékcsoporthoz összességére vonatkozik, a kötelezettségek így teljesíthetők a leghatékonyabban. Emellett a környezetre vagy egészségre kiemelten veszélyt jelentő komponenseket tartalmazó termékekre szintén fokozott figyelmet fordítanak.

Ezzel szemben a kisméretű háztartási eszközökről kevés információ áll rendelkezésre. Az elektromos és elektronikai hulladékokban való magas arányuk azonban indokolja, hogy hosszú távon nagyobb figyelmet kapjon ezen termékcsoporthoz begyűjtése és hasznosítása is. A hulladékká vált kisméretű háztartási eszközök begyűjtésének és feldolgozásának hazai megalapozását célozza az „Elhasznált háztartási elektromos és elektronikai kisgépek mechanikai-technológiai feldolgozó rendszerének kifejlesztése (GVOP – 3.1.1.2004 – 05 0473/3.0)” című projektje, melynek résztvevői a DEPÓNIA Kft. (témafelelős: Ferencz Károly), a SZÉKOM Rt. (témafelelős: Farkas Endre, Király Vince), Miskolci Egyetem Eljárástechnikai Tanszéke (témafelelős: Prof. Dr. habil. Csöke Barnabás), és a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Logisztikai és Gyártástechnikai Intézetének Újrahasznosítás és Logisztika Osztálya (témafelelős: István Zsolt).

A kis háztartási eszközök aránya az elektromos hulladékban

A keletkező elektromos és elektronikai hulladékok mennyiségére és ezen belül az egyes termékcsoporthoz részarányára főként becslést adó adatok állnak rendelkezésre, amelyek eladási statisztikákon, a várható élettartam becslésén, és a piac telítettségét jellemző mutatókon alapulnak. Másik fontos forrást jelentenek a szervezett begyűjtési kísérletek, amelyek az elméletileg keletkező mennyiséggel szemben a kidobásra kerülő mennyiséget tükrözik, emellett hasznos tapasztalatokat szolgáltatnak a lakosságnak a begyűjtéshez való viszonyáról, valamint a begyűjtésre kerülő termékek jellemző fizikai állapotáról, minőségéről [1, 2].

A hozzáférhető források rendkívül kevés adatot tartalmaznak a kisméretű háztartási eszközök arányáról. Ezek főként a begyűjtésre kerülő és nem az évente keletkező mennyiséget mutatják, és az is előfordul, hogy a termékek csoportosítása eltérő lehet, így a kis háztartási berendezésekre vonatkozó adatok nem ismertek pontosan.

Forrás	Kis háztartási eszközök tömegének aránya a begyűjtött elektromos és elektronikai hulladékokban
ICER, 2000 ^[3]	3%
El-Retur, 2003 ^[4]	3,3%
El-Kretsen, 2004 (együtt az elektromos kézi- és kerti szerszámokkal) ^[5]	12%

Például az El-Kretsen éves riportja a kis háztartási eszközöket és az elektromos kéziszersámokat egy csoportba sorolja. Magyarországon a begyűjtés még csak a közelmúltban indult, így erre vonatkozó adatok nem állnak rendelkezésre. Az évente keletkező elektromos és elektronikai hulladékban a kis háztartási gépek becsült részaránya mintegy 15%.

A kis háztartási eszközök anyagösszetétele

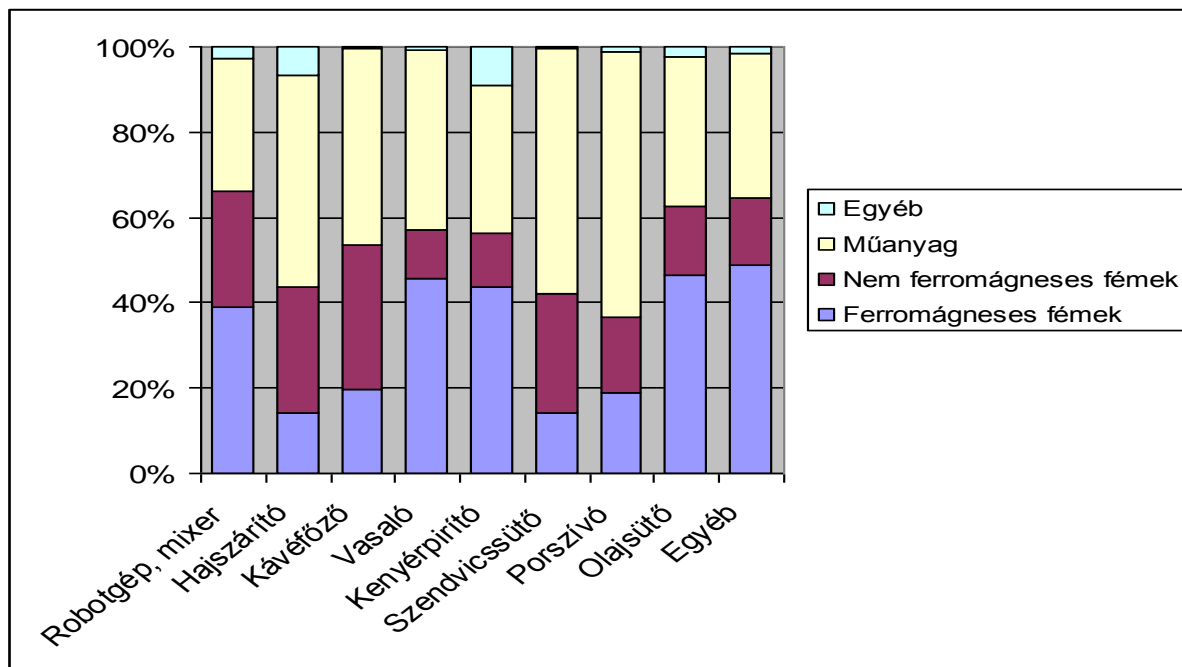
A feldolgozási technológia kialakításának, valamint az idő- munkaerő- és eszközigény, várható költségek és bevételek becslésének alapja a feldolgozandó hulladék összetételének, minőségének ismerete. Erről néhány termék, termékcsoporthoz részletes információk állnak rendelkezésre, amelyek bontási kísérletekből vagy a gyártótól származnak. Azonban a kis háztartási gépekről csak kevés információ található, mivel szervezett begyűjtésük és feldolgozásuk eddig nem terjedt el széles körben.

Mivel a termékcsoporthoz sokféle eltérő funkciójú eszközt tartalmaz, melyek összetétele és tömege függ funkciójuktól, eredetüktől és gyakran a gyártás évétől is, az ezeket feldolgozó üzem termékeinek minőségét befolyásolja a feldolgozott eszközök aránya, emiatt a teljes termékcsoporthoz átlagos összetétele csak tájékoztató jellegű adat, amely durva becslésre alkalmas.

	Ferromágneses fémek	Nem ferromágneses fémek	Üveg	Műanyag	Egyéb
Skócia, 2000 [6]	11,1%	2,4%	0,4%	59,8%	26,3%
ICER, 2000	19%	1%	0%	48%	32%

A termékcsoporthoz jellemző termékek (pl. robotgép, turmixgép, hajszárító, kávéfőző, vízforraló, vasaló kenyérpíró, porszívó, olajsütő, kávédaráló, stb.) anyagösszetételének megismerésére a Miskolci Egyetem Eljárástechnikai Tanszékén elvégzésre került egy bontási kísérlet. Az ennek során szerzett tapasztalatok szerint legtöbb esetben az egyes alkotórészek azonosíthatóak voltak, tömegük meghatározható volt kézi bontást és válogatást követően. Azonban néhány alkatrész esetén (pl. villanymotorok nyomtatott áramköri lapok, egyéb kis méretű, összetett alkatrészek) az anyagösszetétel csak mechanikai feldolgozást követően határozható meg.

A bontási próba eredményei azt mutatták, hogy a műanyagok és fémek együttes mennyisége a termékek mintegy 90%-a, néhány termékénél a 98%-ot is meghaladja. A legtöbb termékben a fémek képviselik a legnagyobb részarányt (35-50%), míg másoknál a műanyagok dominálnak. Az egyéb komponensek részaránya alacsony, a veszélyes komponenseké pedig szinte elhanyagolható.



1. Ábra

A többi termékcsoporthal összehasonlítva az egyik szembetűnő különbség az üveg és a nyomtatott áramköri lapok kis aránya.

A fémek 30-75%-a ferromágneses, de néhány eszköznél (pl. kávéfőző, szendvicssütő) az alumínium volt a fő összetevő. A réz mennyisége szintén említésre méltó (a fémtartalom 12-20%-a), bár jelentős része kábelekből és motorokban van jelen.

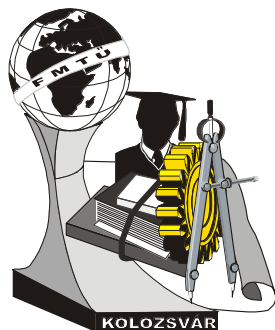
A műanyagtartalom a vizsgált eszközökben 35-65% között volt. Az azonosítható műanyagfajták közül főként ABS, PC, PP, PET és PA volt jelen. Azonban a műanyagok nagy része (több mint 50%-a) jelzések híján nem volt pontosan azonosítható. Brómozott égésgátlókra utaló jelölés szintén nem volt található.

Az egyéb azonosítható anyagok, amelyek az előzőekhez képest csaknem elhanyagolható mennyiségben voltak jelen: üveg, textil, csillám, grafit, LCD kijelzők, ellenállások, mágnesek.

Irodalom

- [1] Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Pilot Scheme Report, Environment and Heritage Service, 2005;
- [2] Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Collection Trials in Ireland, Clean Technology Centre, 2003;
- [3] WEEE & Hazardous Waste – A report produced for DEFRA, AEA Technology, 2004;
- [4] Environmental Report 2003, El-retur;
- [5] Collecting and recycling of WEEE in Sweden – Annual Report 2004-2005, El-Kretsen AB;
- [6] <http://www.scotland.gov.uk/cru/kd01/green/weee-06.asp>

Miklósi Péter / doktorandusz
 Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány
 Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet
 H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2.
 E-mail: miklosi@bzlogi.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

BESZÁLLÍTÓI LÁNCOK ELEMZÉSE ANALITIKUS, JÁTÉKELMÉLETI ÉS KORLÁTOZÁS PROGRAMOZÁS MÓDSZERÉVEL

Mileff Péter, Nehéz Károly

Abstract. In recent years numerous new models have been developed to investigating supply chains. The inventory control is a critical problem of the management of supplier companies. In this paper, based on the demand of a major Hungarian mass production company we investigate the three possible base models of the classical one-customer and one-supplier problem. Our basic aim is to give an overall notion of inventory controll models, and we present the advantage, drawback and possibility of realization of each method.

Összefoglalás. Az ellátási láncok (supply chain) vizsgálatához az utóbbi években számos új modellt dolgoztak ki világszerte. A készletgazdálkodás (inventory control) a beszállító cégek menedzsméntjének egyik kritikus problémája. Jelen cikkben egy jelentős magyarországi tömeggyártással foglalkozó cég igényei alapján megvizsgáltuk a klasszikus egy vevő és egy beszállító probléma három lehetséges alapmodelljét. Célunk egy átfogó kép nyújtása a készletgazdálkodási modellekről, valamint bemutatjuk az egyes módszerek előnyeit, hátrányait, és megvalósítási lehetőségeit.

1. Bevezetés

1990 óta a tömeggyártás területén működő cégek üzleti környezete jelentősen megváltozott. A termékeik iránti igény intenzitása továbbra is magas szinten maradt, de a piacon új követelmények egész sora jelent meg. A termékek életciklusa rövidebb lett, jelentősen megnőtt a vevők igénye az új formákra, speciális csomagolásokra, még jobb termék tulajdonságokra. Ezek a cégek termékeiket általában nagy részben komponensekből szerelik össze és csomagolják készre. A komponenseket és a csomagoló anyagokat beszállító láncok szállítják. A tömeggyártás teljes termelő- értékesítő lánc meglehetősen hosszú. A lánc végén az egyes beszállítók állnak, akik mint alapanyag gyártó üzemek nyersanyagot szolgáltatnak a piaci megrendelések kielégítésére. Közös céljuk, a beérkező igények meghatározott időhorizonton belüli maradéktalan kielégítése. A beszállítói láncban terjedő igényekre vonatkozó információk azonban bizonytalanságokkal terheltek, melyekből fakadóan a vásárlói igények nem, vagy csak részleges kielégítése back – order költséggel jár.

A hiánnyal szemben való védekezés legősibb fajtája a megfelelő szintű biztonsági készletek [2] tartása. Ez a megoldás azonban sok esetben nem hoz kielégítő eredményt, így a történelem során kialakultak az úgynevezett inventory controll modellek, és az azokat alkalmazó inventory controll

rendszerek. Ezekből a rendszerekből fejlődtek ki később az MRP I, MRP II, ERP, és a Supply Chain Management rendszerek. Jelen cikkben a készletezési politikák három olyan alapvető csoportját mutatjuk be, melyek a mai SCM rendszerek inventory controll moduljainak szerves részét alkotják.

2. A beszállítói probléma analitikus megközelítése

A készletgazdálkodási problémák egyik klasszikus, de napjainkban is hatékonyan alkalmazható megközelítési módszere az analitikus IC modell. Részletes irodalmi tanulmányozás alapján mondhatjuk, hogy már a '60 -as évektől napjainkig születnek analitikus modellek [2]. A modellek sokfélesége egyértelműen tükrözi a probléma bonyolultságát. A készletgazdálkodási modellek közös célja a beérkező igények maradéktalan kielégítése, valamint a költségek minimális szinten tartása. Jelen cikkben egy nem determinisztikus egy termékes, eseményorientált modellt [1] vizsgálunk, melynek a költségfüggvénye a következőképpen írható fel:

$$K_{sz}(q) = c_f + c_v(q - x) + pE[\max(D - q, 0)] + hE[\max(q - D, 0)], \quad (1)$$

ahol c_f a gyártási sorozat induló költségét (pl.: *setup*), c_v pedig a termékenkénti változó költség. x jelöli a kezdeti raktárkészletet, q pedig a gyártandó mennyiséget. A keletkező back-order költséget az egyenlet középső tagja, a termékek raktározásának költségét pedig az utolsó tag fejezi ki, ahol D a beérkező igények változója. A hosszú távú költség optimális politika eléréséhez optimális gyártási sorozatok indítása indokolt. Az analitikus modellek esetében az optimális q gyártási mennyiségnek a meghatározása, az adott költségfüggvény q szerinti szélsőértékszámítási feladatoként értelmezett [2]. Modellünkben a számításokat elvégezve kapjuk a következő összefüggést:

$$F(q^*) = \frac{p - c_v}{p + h}, \text{ ahol } F(D) \text{ az igény eloszlásfüggvénye.} \quad (2)$$

A q^* értéke kifejezi, hogy mennyi késztermék legyen a raktáron az igény megjelenésekor. Ha éppen nem áll rendelkezésre az igényt kielégítő mennyiség, akkor nem feltétlenül kell gyártani, mivel a gyártásindítás egy olyan fix költséggel jár, ami a kis mennyiség gyártását költségessé teszi. Ezt a problémát a kritikus raktárkészlet [1] bevezetésével kompenzáltuk, amely készletek esetén a gyártás és a nem gyártás költségei megegyeznek. A kritikus raktárkészlet alkalmazását a vevő és a beszállító közötti kapcsolat kollaborativitása határozza meg. Az analitikus modellek erős korlátokkal rendelkeznek. A korlátok feloldása, enyhítése nehezen elvégezhető, bonyolult matematikai szakértelmet kívánó feladat. A modellt későbbi tanulmányaink során kibővítettük az n darab gyártási ciklus együttes gyártásának lehetőségével, valamint az igényekre való előrejelzési információk (*forecast*) alkalmazásával.

3. A beszállítói probléma játékelméleti megközelítése

A készletgazdálkodási modellek másik jellegzetes csoportját a játékelméleti megoldások alkotják, melyek csak az utóbbi években váltak az ellátási láncok problémavizsgálatának eszközeivé. A játékelmélet segítségével a probléma egy n személyes játékként realizálható [3], ahol minden játékos gyártási mennyiségekre vonatkozó stratégiákkal játszik. Jelen esetben korlátozzuk a feladatot kétszemélyes, nem

kooperatív játékok kategóriájára, ahol a két fél szerepét a beszállító és a vevő alkotja. A játékot a beszállító oldaláról vizsgáljuk, mely során célunk annak az optimális stratégiának a megtalálása, melyben a beszállító a legkisebb veszteséget szenved. A játékelmélet szemléletű készletgazdálkodási modellek egyik jellegzetes közös tulajdonsága a NASH – féle egyensúlyi pont [4] tételre való épülés, amely segítségével egyértelműen meghatározható a játék egyensúlyi pontja. Természetesen az egyensúlyi pont(ok) nem feltétlenül jelenti(k) azt, hogy a döntéshozó a legjobban jár [3]. Jelen cikkben a fent vázolt analitikus problémát oldjuk meg a játékelmélet felhasználásával. Felhasználjuk a (1) költségfüggvényt (az igények várható értékét kivéve), és mivel a játék nem zéróösszegű, bevezetjük a vásárlói költségfüggvényt is a következőképpen:

$$K_r(q, D) = c_s + c_r [\min(D, q)]. \quad (3)$$

A költségfüggvényben c_s valamilyen fix költséget (pl: szállítás, stb.) jelöl, c_r pedig a termék darabonkénti vételi ára. $\min(D, q)$ jelöli azt a mennyiséget, amit a vásárló az üzlet lebonyolítása után birtokolni fog. A játékelméleti *megoldások* további közös tulajdonsága a sok esetben számokkal nem mérhető kifizető függvények alkalmazása. Esetünkben maguk a költségfüggvények töltik be ezt a szerepet. Az n személyes játékok visszavezethetők zéróösszegű játékokra [4]. Jelen esetben a beszállítói oldalra vonatkozó hasznossági függvényt hozunk létre a következőképpen: $H(s, D) = K_{sz} - K_r$, $H : S \rightarrow R$. Mivel az egyes felek stratégiahalmazai végesek (véges darab termék gyártható és rendelhető), ezért a hasznossági függvény segítségével a játék felírható egy polimátrixszal [3]. A modell további tanulmányozása a domináns stratégiák hiányának tényét eredményezi. Ez a hiány a megoldásokban a kevert stratégiák alkalmazását követeli meg, mely során több megoldás születik. A megoldások stratégiákat jelentő valószínűségi értékek formájában jelennek meg. Az eredmények ellenőrzésére elvégzett szimulációk az analitikushoz hasonlóan jó megoldást kínáltak, melyek körülbelül 1 % -os eltérést mutattak valamelyik módszer javára.

4. A beszállítói probléma megközelítése korlátozás programozás módszerével

A beszállítói lánc elemzésének egyik legkorszerűbb, és leghatékonyabb módszereihez tartozik a korlátozás programozás módszere. A *constratint programming* általános szemlélete az algoritmikus megközelítéshez áll közel. Az eljárás az optimumot az előre definiált feltételrendszer alapján keresi, amely során lehetőség nyílik különböző korlátozó tényezők, feltételek figyelembevételére is [2]. A módszert alkalmazva ismét a klasszikus egy vevő-egy beszállító problémát oldjuk meg, amelyhez felhasználjuk az analitikus megoldás költségfüggvényét. A módszer segítségével lehetőség nyílik az n hetes együttes gyártás problémájának vizsgálatára is, amely az egyes hetekre vetített átlagos költségek minimalizálását jelenti. Az n hetes célfüggvény ezek alapján a következőképpen írható fel:

$$\sum_1^n Pr_i + \sum_1^n H_i + \sum_1^n P_i = \sum_1^n (Pr_i + H_i + P_i) \longrightarrow \min \quad (4)$$

Ahol $Pr_i = C_f \left(\frac{1 + \text{sgn}(q_i - x_i - 1)}{2} \right) + C_v(q_i - x_i)$ jelöli az egyes hetekre vetített gyártás költségét.

$H_i = hE(\max(q_i - D_i, 0))$ jelöli a legyártott termékek tárolási költségeit hetenként. Továbbá a back-order költség pedig $P_i = hE(\max(D_i - q_i, 0))$. A modell algoritmizálásához fontos első feltétel az $i+1$. raktárszint meghatározása, amely mindig az i . heti igény várható értékének segítségével számolható: $II_{i+1} = q_i - E(D_i)$. A következő feltétel a raktáron lévő mennyiségekre vonatkozik. Csak azokat az eseteket vizsgáljuk, amikor az aktuális raktárszint kisebb, mint a meghatározandó. Fordított eset nem lehetséges. Tehát: $q_i > x_i$. Constraint programming alkalmazása esetén a modellek könnyen bővíthetőek. Minden kiegészítés egy újabb feltétel definiálását jelenti. Jelen esetben kapacitáskorlát beépítése a modellbe a $q_i - x_i \leq K$ feltétel definiálásával történhet. A korlátozás programozás módszerek alkalmazási rugalmasságával szemben hátrányként megjelenik a nagyobb feladatok megoldásának kombinatorikus robbanása (NP hard). Ekkor elengedhetetlen valamilyen globális optimum kereső eljárás alkalmazása. Modellünk NP hard típusú feladatnak felel meg, amely optimumának megtalálásához genetikus algoritmust alkalmaztunk. Az algoritmus megfelelő időn belül képes az optimum, vagy esetekben a kvázi optimum megtalálására.

5. Összegzés

Jelen cikkben a beszállítói láncok készletgazdálkodási problémáját vizsgáltuk. A probléma megközelítési módszereit három alapvető csoportra, az analitikus, játékelméleti, és a korlátozás programozásra bontottuk. Felhasználva az [1] publikáció eredményeit összefoglalóan tárgyaltuk az egyes modellek megoldásához tartozó fontosabb lépéseket, észrevételeket.

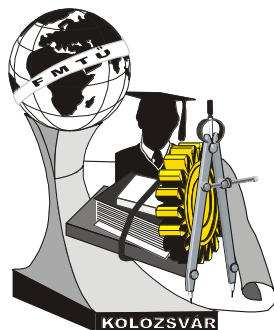
6. Köszönetnyilvánítás

A cikkben összefoglalt kutatási és fejlesztési munkát a Magyar Tudományos Akadémia Termelés Informatikai Kutatóhelye (alapítva a Miskolci Egyetem Alkalmazott Informatikai Tanszékén, Grant No. MTA – TKI 06108) támogatta. Az ismertett eredmények a „VITAL” nevű projekthez (Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal, Grant No.: 2/010/2004) kapcsoló kutatási munkák során születtek.

7. Irodalomjegyzék

- [1] Mileff Péter, Nehéz Károly, **Collaborative Inventory control policies in supply chains**, Production Systems and Information Engineering, University of Miskolc, 2006.
- [2] Taylor, A. David: **Supply Chains A Managers Guide**, Addison Wesley, 2003, pp. 89-223.
- [3] Mileff Péter, Nehéz Károly, **Applying Game Theory in Inventory Control Problems**, MicroCAD, 2006.
- [4] Forgó Ferenc, Pintér Miklós, Simonovits András, Solymosi Tamás, **Játékelmélet**. OTKA T046194 pályázat, 2005, pp. 12 – 146.

Mileff Péter, Ph.D hallgató. Miskolci Egyetem Alkalmazott Informatikai Tanszék, H-3515 Miskolc, Miskolc – Egyetemváros. +36 (46) 565 111 / 1952 Email: mileff@ait.iit.uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ACÉL PRÓBATESTEK KOPÁSVIZSGÁLATA

Molnár Gyula, Kovács Tünde, Nagyné Halász Erzsébet

Abstract

Wear, as known in common, is defined as a progressive material loss from a surface as a result of relative motion between two or more surfaces, has long been a subject of practical interest, yet until recently has not received a great deal of theoretical attention. Wear testing has been used in engineering to be able to select the most appropriate material, or solution for a given application. There is strong need to carry out a test, which are standardised, repeatable, convenient, do have short testing time, and not to forget the simple measuring and ranking techniques. In this essay firstly we reflect on the main types of wear, then we introduce an abrasive type wear measuring method, based on the ball-plane impact that has been developed recently in the institute. We would like to point to the correlation between wear rates, hardness, and microstructure.

Összefoglalás

A kopást általánosságban anyagvesztésként definiáljuk, mely két vagy több felület súrlódása eredménye képen jön létre. A kopás mérése a mérnöki munkában az anyagok kiválasztásában lehet segítségünkre. Ehhez szükség van egy olyan mérési rendszerre, mely megismételhető, szabványos, rövid időintervallumban lefuttatható, továbbá egyszerű mérési technikákat alkalmaz. A dolgozatban először áttekintjük a főbb kopásfajtákat, majd bemutatjuk az intézetben kifejlesztett golyó-sík érintkezés elvén működő abrázációs koptatóeljárást. Végül szeretnénk rávilágítani a kopás, a keménység és a szövetszerkezet közötti kapcsolatra.

1. Bevezetés

A kopás a súrlódási folyamatnak mindig fellépő jelensége. Az egymással súrlódó felületekről anyagrészecskék válnak le. A felület alakja mérete minden esetben megváltozik. A kopás mértékét a kopási folyamat során leváló anyagmennyiséggel jellemezhetjük. A súrlódó szerkezetek tehát olyan rendszereknek tekinthetők, amelyek legfontosabb elemei a két kölcsönhatásban levő szilárd test, az azok érintkező felületei között levő közbenső anyag (pl. kenőanyag, kopadék vagy szennyezés) és az ezeket az elemeket körülvevő környezet. A rendszer elemek, azok fizikai-mechanikai és kémiai tulajdonságai, valamint az elemek közötti kapcsolatok, kölcsönhatások együttesen alkotják a rendszer szerkezetét.

2. Kopásformák

2.1. Adhéziós kopás

Az adhéziós vagy hegedéses kopás elsősorban fémek egymáson kis sebességgel de nagy felületi nyomás mellett történő elmozdulásakor jön létre. A hegedéses kopás a súrlódó felületek

intenzív elroncsolódását okozzák. A tökéletesen tiszta, szennyeződéstől, oxidoktól, kenőanyagtól és egyéb adszorbeált molekuláktól mentes, felületek érintkezésekor a felületi atomok kölcsönhatásba lépnek egymással, adhéziós kötés jön létre. A további elmozdulás során a lágyabb anyagból a szilárdabb anyag fémrészecskéket szakít ki. Az adhéziós kopás kialakulásában szerepet játszanak vegyi hatások is amelyek méretnövekedéssel, feszültségkoncentrációval járnak, és elősegítik a kopási részecske leválását. A hegedéses kopás kent felületeknél is előfordulhat mert az induláskor a hidraulikus kenőanyag film nem jön létre.

2.2. Abráziós kopás

Abráziós kopás folyamán a keményebb felületből kiálló csúcsok elmozdulás közben a lágyabb felületet karcolják. A súrlódási felületek érintkezésénél, ha a behatoló kemény idegen részecske lényegesen keményebb, mint a karcolt felület, és a behatolás mélysége elég nagy, a súrlódás során a benyomódó csúcsok képlékenyen alakítják, karcolják, forgácsolják a lágyabb ellenfelületet. A karcolt árok nagysága az érintkező felületek keménység különbségétől és a csúcs élességétől függ. Az árok nagyságát, s így a kopási térfogatot a behatoló kemény csúcs alakja, (lekerekítési sugara, élessége) az árok hossza (súrlódási úthossz) és a behatolás mélysége (a terhelés és az anyag keménysége) határozza meg.

2.3. Fáradásos kopás

Súrlódó felületek elroncsolódásának mechanizmusa. Az ismétlődő feszültségek kifárasztják a felületi réteget, aminek a hatására mikro repedések keletkeznek, ami a felület gödrösödéséhez, lepattogzásához vezet. Az egymással érintkező testek tényleges érintkezési felületein kialakuló rugalmas és képlékeny alakváltozások nagy igénybevételeket idéznek elő, amelyek az elmozdulás során állandóan ismétlődnek. A fáradásos kopást külső súrlódás esetén a szilárd test felszíni rétegének ez az ismétlődő alakváltozása okozza. A felület kifáradása szempontjából a felszín alatt, a felülettel párhuzamosan keletkező, váltakozó nyíró feszültség a legkritikusabb. Jelentős súrlódás mellett a maximális nyírófeszültség a súrlódó felület irányába eltolódik, adott esetben a súrlódó felületen helyezkedhet el. Ez a kopásforma a normális üzemi körülmények között működő súrlódó kapcsolatokban gyakran előfordul és ha más, intenzívebb hatású kopásformával nem párosul, gyors tönkremenetelt nem idéz elő.

3. Kopást meghatározó tényezők:

Igénybevétel szempontjából: súrlódás jellege, terhelés, hőhatás.

Súrlódó anyagok szempontjából: mechanikai tulajdonságok, fizikai tulajdonságok, kémiai tulajdonságok.

A próbát a hűtőberendezésben függőleges helyzetben kell elhelyezni, majd a véglapjára irányított, egyenletes vízszugárral kell hűteni. A készüléknél fontos beállíthatóság, hogy a vizsgálat alatt a

víznyomás állandó maradjon. A víz hőmérsékletének 5-30 °C között kell lenni. A vízszugárral történő hűtés időtartamának legalább 10 percnél kell lennie. A próbatest lehülését követően elkezdhető az edzés utáni keménységmérés. A keménységméréshez két vizsgálati síkot kell készíteni amelyek egymással párhuzamosak. A készítés közben ügyelni kell a hűtésre mert a felület megváltozhat ami a mérési eredményeket befolyásolhatja. A keménységmérést Vickers, vagy Rockwell eljárással végezzük. A mérés távolságát a véglaptól pontosan meg kell határozni. A keménység a vízzel hűtött véglap közelébe eső része (0...15mm) igen gyorsan ($\approx 700^\circ\text{C/s}$), a véglaptól távolabb eső része sokkal lassabban ($\approx 3^\circ\text{C/s}$) hűl. A lehülés sebességének irányításával olyan szövetszerkezetet tudunk létrehozni, amelyre a leginkább szükségünk van. Az edzés folyamatát az ausztenitesedési hőmérséklet és az ausztenit átalakulás jellemzi. Az ausztenitesítés hőmérséklete hosszú hevítés esetén ötvözetlen és gyengén ötvözött acélokra az egyensúlyi diagramban is kijelölhető a C tartalom függvényében. Hevítés esetén ausztenitesítési diagram ismerete szükséges, mely a hevítési sebesség függvényében mutatja az átalakulások idő és hőmérséklet szükségletét. Az ausztenitesítési idő hosszának megválasztásánál az ausztenit szükséges homogenitását és szemcsenagyságát kell figyelembe venni.

Az ausztenit átalakulását az átalakulási diagram (C görbe) szemlélteti, mely a lehülési sebesség függvényében adja meg az átalakulások időszükségletét, a létrejövő szövetszerkezetet, valamint az elérhető keménységet. A koptató vizsgálatokhoz felhasznált próbatesteket a hőkezelt darabból állítjuk elő. A Jominy próbatestet feldaraboljuk úgynevezett pogácsákat készítünk belőle. Darabolás után köszörüléssel előkészítjük a koptatni kívánt felületet a polírozáshoz. A polírozással elérjük, hogy az átlagos felületi érdesség $Ra \sim 0,25\mu\text{m}$ legyen. Megállapítható, hogy a szövetszerkezet változása kopásállósági szempontból egy adott összetételű acélon belül is kapcsolatot mutat. A próbatestek vizsgált felületét a metallográfiai csiszolatkészítés módszerével, polírozva, készítettük elő a vizsgálatokhoz. Az átlagos felületi érdesség $Ra \sim 0,75\mu\text{m}$ volt. A kopást vizsgáló rugócsuklós mechanizmust az esztergagép keresztmetszénél található szerszámbevitelbe rögzítjük. A rögzítés oly módon történik, hogy a tálcára felragasztott próbadarab, terhelés nélkül érintse a golyó egy pontját. A golyót nem ragasztjuk be a tokmányba fogott kúpos hengerbe. A támasztást egy csapággal biztosítjuk, hogy a terhelés miatt ne essen ki a golyó belső kúpból. Egy koptatóvizsgálatot 15 percig végzünk. Egy próbatesten a vizsgálatot háromszor végezzük el majd a kapott eredményeket átlagoljuk. Az esztergagépen 752 fordulat/perc fordulaton állítunk be. A golyó/sík érintkezés elvén működő kopás vizsgálati módszerek egyszerűségük és kiértékelhetőségük miatt széles körben elterjedtek. Ezen módszerek nagy előnye, hogy a kopási folyamat lokálisan vizsgálható. A golyó gömbsüveg alakú kopási nyomot hoz létre a próbadarabokon. A vizsgálat során a gömbsüveg nagysága növekszik. A koptatott felület növekedésével fajlagos felületi terhelés csökkenés megy végbe az idő függvényében. A vizsgálatok során alkalmazott készülék az irodalomban található berendezésektől eltér, de elve a golyó/sík érintkezésen alapul. A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy azonos keménységű próbatestek lehetnek különböző szövetszerkezetűek is. A

kopásállóság a keménységgel jól korrelál (hasonló trend) de nem használható a kopásállóság egyértelmű jellemzésére. A kopásállóság meghatározására nem elegendő a keménység ismerete a szövetszerkezet vizsgálata is lényeges ennek meghatározásához. A mérési eredményeinkből jó látható, hogy nem a legkeményebb próbatestek voltak a leginkább kopásállóbbak, hanem a kevésbé rideg szövetszerkezetű darabok. A martenzites szövetű darabok keménysége a legnagyobb. A martenzit szilárdsága nagy szívóssága kicsi, ez magyarázhatja a kapott eredményeket.

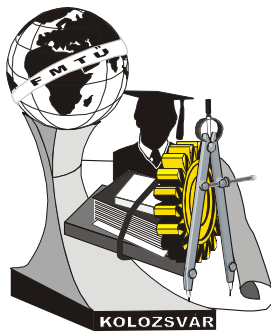
Összefoglalás

A kopási folyamatot befolyásoló tényezők vizsgálata során kapcsolatot kerestünk a keménység, szövetszerkezet és a kopásállóság között. Megállapítható, hogy a szövetszerkezet változása kopásállósági szempontból egy adott összetételű acélon belül is kapcsolatot mutat. Az azonos keménységgel rendelkező, különböző kémiai összetételű anyagok esetén a különböző szövetszerkezet különböző kopásállósági értéket eredményez. A vizsgálatok lehetőséget adhatnak arra, hogy a kopásállóságot ne a keménység, hanem tisztán a szövetszerkezet függvényében vizsgálhassuk.

Irodalom

- [1] K-H. Zum Gahr: Microstructure and wear of materials, Elsevier, Amsterdam, 1987.
- [2] Bharat Bhushan: Handbook of Micro/Nano tribology, CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C. 1999.
- [3] Gy. Bagyinszki: Wear Resistance Characterization of Surface Treatment Layers, Eurotrib'93 - 6th International Congress of Tribology, Budapest - Hungary, August 30 - September 2, 1993, Volume 3., pp. 350-353.
- [4] T. Kovács, L. Dévényi: The analysis of the application conditions in local wear-testing phenomenon based on the theory of ball-plane impact Proceedings of the fourth conference on mechanical engineering 2004. p. 107-110. Gépészet 2004. Konferencia
- [5] Bitay Enikő: Lézeresen kezelt felületek kopásállóvizsgálata, VI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, FMTÜ 2001, Cluj-Napoca, Romania, 23. 03. 2001, ISBN 973-8231-03-5, 111-118 oldal.

Molnár Gyula, főiskolai hallgató
 Kovács Tünde főiskolai adjunktus
 Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar,
 Anyag és Alakítástechnológiai Tanszék, Budapest 1081 Népszínház u. 8.
 Kovacs.tunde@bgk.bmf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

BESZÁLLÍTÓI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSA KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A BESZÁLLÍTÓK KAPACITÁSKORLÁTAIRA

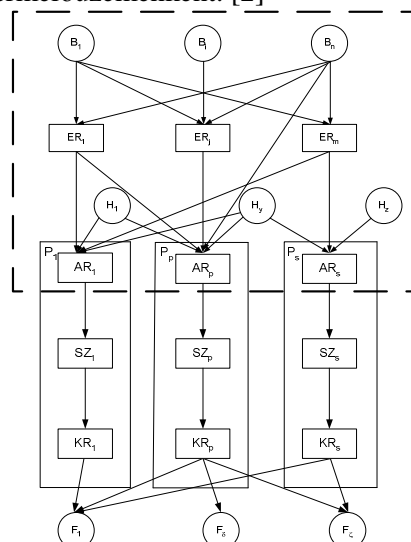
Nagyné Gyüker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József

1. Abstract

The aim of paper, that we summarize the published results till now and present the operating of purchasing-assembling logistic system operating in networks, the simplified object function and its components (we determine the optimal choice of the suppliers and the optimisation of the yearly transport number by this). Among our aims is, that we analyse the change of costs in case of single components in respect of analysed four components (we deal with more users and more suppliers in this case). In the determinant parts of paper we present the analysis of capacity limits of suppliers and effects of these to our costs.

2. Bevezetés

Az összeszerelő hálózatok működésében a beszerzési logisztikai rendszer optimalizálása igen jelentős feladat, amely során különböző célfüggvényeket és feltételeket kell, illetve lehet figyelembe venni. [1] Eddigi kutatómunkánk során olyan optimalizálásokat dolgoztunk ki, amelynél egy költségfüggvényt választottunk, mindezeket előző dolgozatokban részleteiben elemeztük. Az eddigi vizsgálat egy sok paraméteres optimalizálási feladat úgynevezett redukált teljes leszámítolást igényel, a korlátozott teljes leszámítás módszere mint alternatíva, de hosszadalmasabb eljárás mellett. Az előbbi módszer több lépésben, lépések után visszacsatolásos (feedback) eljárást indokol. E dolgozatban először nagyvonalakban bemutatjuk a hálózatszerűen működő logisztikai rendszerünk elemeit, felépítését, majd röviden felvázoljuk a két módszer elvét. Megadjuk a beszállítók kapacitáskorlátainak figyelembevételére szolgáló algoritmust, majd ezt alkalmazzuk a két módszer eredményeire. A dolgozat befejező részében összehasonlítást végzünk az eredményül kapott költségek vonatkozásában alkatrészenként, termelőüzemenként. [2]



1. ábra: Hálózatszerűen működő beszállítói-összeszerelői logisztikai rendszer

A rendszer a következő egységekből épül fel: termelő vállalatok (P_p), amelyen belül alkatrész raktárakat (AR_p), szerelőüzemeket ($SZÜ_p$), készáruraktárakat (KR_p) (innen történik a késztermékek kiszállítása a felhasználókhoz (F_δ)) tüntetünk fel. Az alkatrészeink beszállítása a fent említett alkatrészraktárakba történhet: a kiemelt beszállítók csoportjától (B_i) közvetett módon, azaz elosztóraktárakon (ER_j) keresztül, illetve közvetlen beszállítással az elosztóraktár elkerülése esetén. A kiemelt beszállítók szállítják az úgynevezett márkajellegű alkatrészeket, azokat a fontos elemeit a késztermékeknek, amelyek garantálják a felhasználók számára a márkanévhez kapcsolódó minőséget. A szerelőüzemek telephelyeihez megfelelő közelségben elhelyezkedő beszállítók a helyi beszállítók csoportját (H_y) alkotják, ahonnan csak közvetlen beszállítás valósítható meg a termelőüzemeink felé.

3. Költségfüggvény

E dolgozatban röviden bemutatnánk az optimalizálásunkhoz eddig használt költségfüggvényt. Ezt felhasználva az eddigi vizsgálataink során a későbbiekben röviden leírt módszerek segítségével meghatároztuk az évi optimális beszállítási számot, illetve megválasztottuk az optimális beszállítót.

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

A K_{gpi}^B az évi összköltsége a g-edik alkatrésznek a p-edik termelőüzem vonatkozásában az i-edik beszállítótól szállítva, 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.

4. Optimalizálási módszerek

A kitűzött optimalizálási feladatnál két módszert alkalmaztunk és hasonlítottunk össze a korábbi dolgozatokban bemutatott költségfüggvényt felhasználva, majd ennek a két módszernek az eredményeire vizsgáltuk a beszállítók kapacitáskorlátozásait. [3, 4]

3.1. Korlátozott teljes leszámítolás (I.)

A felvett alapadatok alapján több alkatrész ($g=4$), több beszállító ($i=7$) és több termelőüzem ($p=3$) vonatkozásában különböző beszállítási számokra kiszámoltuk az optimális költséget, illetve ezzel megkaptuk az ehhez tartozó optimális beszállítót is. Vizsgálatainkat a feladat nagy mérete miatt csak $n_{gpi} = 1, 2, 3, 12, 48$ évi beszállításra végeztük el. A leírt teljes leszámítolás természetesen nem adja meg az optimumot, csak a felvett évi beszállítások száma közül választja ki a legkedvezőbb változatot, ezért korlátozott a teljes leszámítolás.. Természetesen ha növeljük az évi beszállítások számának változatait, akkor egyre nagyobb a valószínűsége, hogy az optimumhoz jutunk.

3.2. Redukált teljes leszámítolás(II.)

Korábbi publikációkban bemutatottuk a redukált teljes leszámítolásunk elvét. Ennek az algoritmusnak a termékenkénti beszállítások optimalizálására vonatkozó részét végeztük el a korábbi dolgozatokban megadott alapadatok alapján. Az algoritmus lényegi része abban nyilvánul meg, hogy a megadott fajlagos költségfüggvényeinken megnézzük, hol vannak töréspontok: a vásárlási költség töréspontjait levetítjük a szállítási költség függvényére, majd az így kapott töréspontokban lépésről lépésre kiszámoljuk a költségeinket, majd az összköltséget. Mindezt addig tesszük, amíg az összköltségünk csökken. Az így kapott optimális esetben kiadódik, hogy melyik alkatrészt melyik beszállítóval évente hányszor kell szállíttatnunk. A módszert azért neveztük redukált leszámítolásnak, mert feltártuk az összes optimum helyet és ezekre mind kiszámoltuk a költségfüggvény értékét. Ugyanakkor ez a megoldás lényegesen kevesebb számítási lépést jelent, mint a korlátozott teljes leszámítolás.

3.3. Beszállítók kapacitáskorlátozásainak figyelembevétele (III.)

Az 1. táblázat az 1. alkatrész esetén szemlélteti az egyes beszállítók kapacitáskorlátozásait, valamint az évi rendelési mennyiségeket is. (Hasonló táblázatok készültek a többi alkatrésze.) A táblázatban 1

jelöli, ha adott beszállító **rendelkezik** olyan kapacitással, hogy az adott termelőüzem rendelési mennyiségét biztosítani tudja; 0 jelöli, ha adott beszállító **nem rendelkezik** olyan kapacitással, hogy adott termelőüzem rendelési mennyiségét biztosítani tudja.

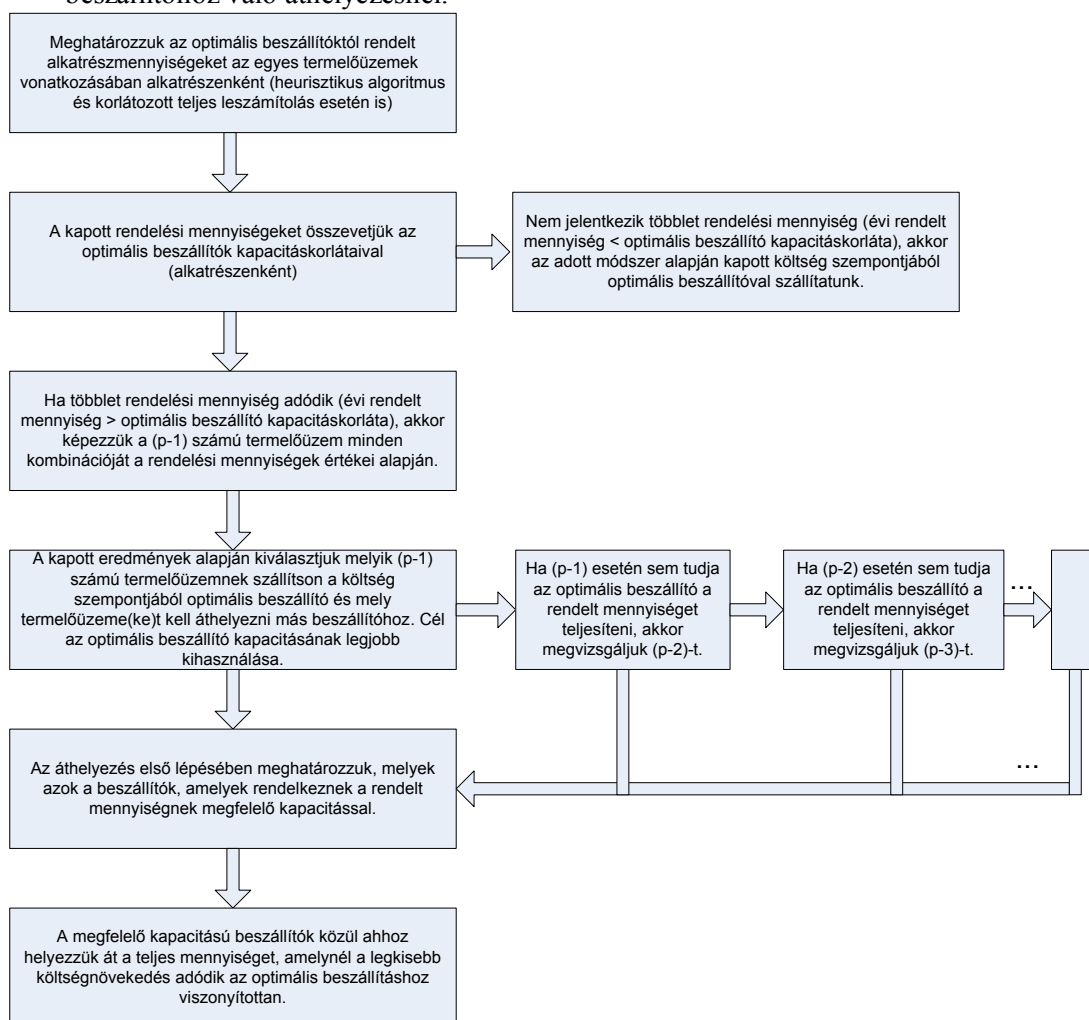
1. alkatrész	beszállítók							Évi rendelési mennyiség
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
1. termelőüzem	1	1	0	0	1	1	0	120
2. termelőüzem	1	1	1	0	1	0	0	100
3. termelőüzem	0	1	0	0	1	1	0	150
Beszállítók kapacitásai	130	350	100	80	250	120	50	

1. táblázat Beszállítók kapacitásainak vizsgálata az egyes termelőüzemek vonatkozásában az 1. alkatrész esetén

Beszállítók kapacitáskorlátainak figyelembevételére szolgáló algoritmus

Feltételek:

- i (beszállítók száma) $>$ p (termelőüzemek száma),
- egy felhasználónak csak egy beszállító szállíthatja az adott alkatrészből rendelt mennyiséget,
- mindig van legalább egy olyan beszállító, amely az egyes termelőüzemek adott alkatrésze vonatkozó összes rendelési mennyiségét szolgáltatni tudja,
- mindig a nagyobb rendelési mennyiséget igénylő termelőüzemnek van prioritása más beszállítóhoz való áthelyezésnél.



2. ábra: Beszállítások optimalizálására szolgáló algoritmus kapacitáskorlátozások figyelembevételére

Megjegyzés: A (p-1) számú termelőüzem kombinációinak képzése alatt, azt értjük, hogy mindig elhagyunk egy termelőüzemet a vizsgálataink során, de mindig egy különbözőt és ezáltal tudjuk megállapítani, hogy a maradék termelőüzemek igényeit mely beszállító és milyen mértékben tudja kielégíteni. A kapacitáskorlátozásokat figyelembe vevő algoritmusrész lényegében teljes leszámítolást jelent, mert minden lehetséges kombinációt megvizsgál és ez alapján választja ki a célfüggvény szerinti legjobb megoldást. Vagyis nem ismert optimalizálást használunk, de olyan algoritmust adunk, amely egy redukált leszámítolást jelent.

A következő táblázat az egyes termelőüzemek beszállítókhöz tartozó optimális költségeit, optimális beszállítási számait, illetve termelőüzemenként a beszállítói sorrendet mutatja az 1. alkatrész vonatkozásában. Természetesen minden vizsgált alkatrésze készítettünk hasonló jellegű táblázatokat a mintapéldánk során, amely táblázatok jelentős segítséget nyújtanak a kapacitáskorlátokból adódóan elvégzendő új hozzárendelésekhez a termelőüzemek-beszállítók viszonylatában.

1. alkatrész	beszállítók	1	2	3	4	5	6	7
1. termelő-üzem	költség	178768	173500	180577	192100	160336	215185	172600
	beszállítás száma	3	12	48	12	3	48	3
2. termelő-üzem	költség	150094	148433	150737	158433	134126	173433	152006
	beszállítás száma	3	48	48	48	3	48	3
3. termelő-üzem	költség	237236	223427	225721	243041	203780	264677	206096
	beszállítás száma	3	12	48	12	3	12	3
beszállítói sorrend								
1. termelőüzem		4	3	5	6	1	7	2
2. termelőüzem		3	2	4	6	1	7	5
3. termelőüzem		5	3	4	6	1	7	2
beszállítói kapacitás		400	350	370	380	500	300	400

2. táblázat Az egyes termelőüzemek különböző beszállítókhöz tartozó optimális költségei, optimális beszállítási számai, illetve termelőüzemenként a beszállítói sorrend az 1. alkatrész vonatkozásában

A táblázatban összefoglaltuk az 1. alkatrész vonatkozásában, hogy melyik beszállítónál milyen beszállítási szám mellett adódik a legkisebb összköltség mindhárom vizsgált termelőüzem vonatkozásában. Ezek a költségek alapján felállítottunk egy beszállítói sorrendet is termelőüzemenként, valamint jelöltük az egyes beszállítók kapacitásait is.

5. Vizsgálatnál felhasznált és a kapott eredmények kapacitáskorlátainak figyelembe vétele a beszállítások optimalizálásánál

Az összköltség a négy alkatrész vonatkozásában teljes leszámítolással $523402,2k_0$, redukált teljes leszámítolással $495341k_0$ [$k_0 = [\text{EURO}/\text{db}]$ dimenziójú szorzó]. Láthatjuk, hogy a redukált teljes leszámítolásunk eredménye összköltség vonatkozásában jobb. Ez a már említett okból adódik, azaz teljes leszámítolással csak a megadott beszállítási számok esetén lett meghatározva az optimális eset a feladat nagy mérete miatt.

Az eredményeket szemlélteti az alábbi diagram. A kapacitáskorlátok figyelembevételével azt mondhatjuk, hogy néhány kivétellel mindenhol növekedett a termelőüzemek alkatrészenkénti összköltsége, hiszen a beszállítók kapacitáskorlátaiból adódóan nem az optimális beszállító szállítja az adott alkatrészt az adott termelőüzemhez. (Az ábra jelölései a 4. fejezetben leírtakat követik, azaz I. jelöli a korlátozott teljes leszámítolást, II. jelöli a redukált teljes leszámítolást, III. jelöli a beszállítók kapacitáskorlátainak figyelembevételét.) Ha a 3. ábrán elemezzük az egyes alkatrészeknél és termelőüzemknél az összköltséget, akkor a következők állapíthatók meg:

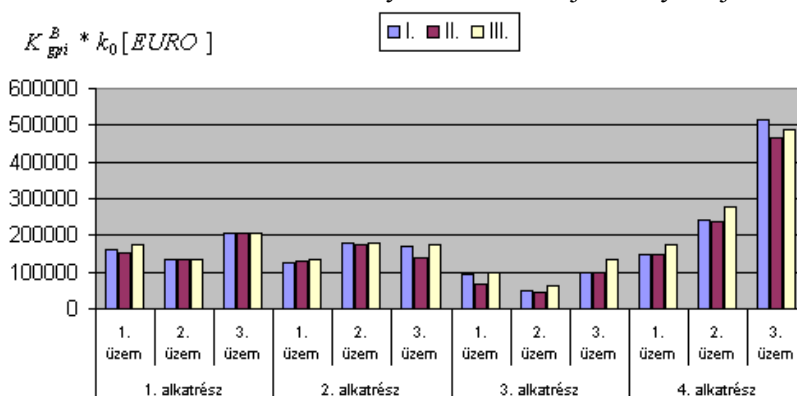
- természetes, hogy az egyes alkatrészeknél eltérő költségek adódnak, ugyanakkor, ha növekvő sorrendbe tesszük alkatrészenként az egyes termelőüzemknél kiadódó összköltségeket, akkor azt kapjuk, hogy 1.alkatrésznél $K_{12}^B < K_{11}^B < K_{13}^B$, 2. alkatrésznél

$K_{21}^B < K_{23}^B < K_{22}^B$, 3. alkatrésznél $K_{32}^B < K_{31}^B < K_{33}^B$, 4. alkatrésznél $K_{41}^B < K_{42}^B < K_{43}^B$,

ahol például a K_{12}^B az 1. alkatrész évi összköltségét jelenti a 2. termelőüzem vonatkozásában,

- mind a 4 alkatrész esetén az összköltség a 3. termelőüzemnél a legnagyobb, a legkisebb költség 2-2 alkatrésznél felváltva adódik,
- az összköltséget tekintve a 3 termelőüzemet figyelembe véve alkatrészenként $K_3^B < K_2^B < K_1^B < K_4^B$ vagyis a legkisebb költsége a 3. alkatrésznél, a legnagyobb a 4. alkatrésznél adódik,
- meg kell jegyezni, hogy 1., 2., 3., alkatrésznél nincs jelentős eltérés, de a 4. alkatrésznél nagyobbak az alkatrészenkénti költségek.

Kiemelendő, hogy a könnyebb áttekinthetőség érdekében viszonylag kis méretű számpéldát mutattunk be. Ennek elsődleges célja nem annak a bizonyítása, hogy a kidolgozott redukált leszámítolási módszer valóban optimumot ad, mert elméletileg már bizonyítást nyert. A számpélda célja az eredmények struktúrájának elemzése. Az eredmény struktúráját a fajlagos költségkomponensek arányai illetve a beszállítók és termelőüzemek elhelyezési struktúrája befolyásolja.



3. ábra: Kapacitáskorlát figyelembevétele miatt jelentkező költségváltozások összehasonlítása a teljes leszámítolás és a redukált teljes leszámítolás eredményeivel

6. Összefoglalás

A dolgozat bemutatja több alkatrész, több beszállító és több termelőüzem esetén hogyan lehet figyelembe venni a beszállítók kapacitáskorlátaira vonatkozó algoritmust a korábbi dolgozatokban kapott alkatrészenkénti korlátozás nélküli mennyiségek esetére a beszállítók és az évi beszállítási számok optimális változatára célfüggvényként költségfüggvényt használva. Az optimalizálásnál egy egyszerűsített célfüggvényt használtunk, amely a vásárlási-, szállítási-, raktározási költségkomponensek összegeként áll elő. Feltételezésre került, hogy az alkatrészek az év folyamán kvázi egyenletesen kerülnek felhasználásra. Az optimalizálásra két módszert fejlesztettünk ki a korlátozott teljes leszámítolás illetve a redukált leszámítolás módszerét. A későbbiekben a dolgozatban a beszállított mennyiségre, beszállítóknak korlátozott esetére mutatjuk be az optimalizálási módszerek további bővítését. Az algoritmusok működésének kipróbálására, az eredmény struktúra értékelésére egy számpéldán keresztül került sor. Az is megállapítható, hogy a beszállított mennyiségre vonatkozó kapacitáskorlátozásból 1-17% közötti költségnövekedés adódik. Ugyanakkor ezek az arányok jelentős mértékben változhatnak a költségarányoktól illetve a beszállítók és termelőüzemek elhelyezésének térbeli struktúrájától függően.

7. Köszönetnyilvánítás

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

8. Irodalomjegyzék

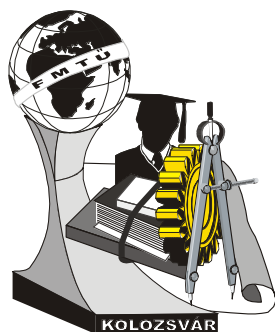
- [1] József Cselényi, Tibor Tóth: **Matematical model for optimisation of a product assembly system integrated by logistics and operating in a network like way.** WESIC 2001. Workshop on European Scientific and Industrial Colleberation. University of Twente. Published by Drubbel Institute for Mechatronics. Proc. pp.: 81-92.
- [2] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Sensibility analysis of optimization of purchasing logistic system as a function of yearly transport number.** Logistics Networks –Models, Methods and Applications-, Miskolc, 2004, ISBN 963 661 641 8, pp. 183-194.
- [3] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Sensibility analysis of optimization of purchasing system in specially consideration of users.** Annals of MTeM for 2005& Proceedings of the 7th International Conference Modern Technologies in Manufacturing, Technical University of Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 6-8th October 2005, ISBN 973-9087-83-3, pp. 293-296.
- [4] Mónika Nagy, Ágota Bányai, József Cselényi: **Optimal selection of purchasing system of assembly plant operating in network considering possibilities of direct transport and transport through the distribution stores.** 3rd International Logistics & Supply Chain Congress 2005, Galatasaray University and Logistics Association Publication, 23-24 November 2005, Istanbul, Turkey, ISBN 975-8400-07-X, pp. 238-242.

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



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A LINEÁRIS NONIZOTERM PLAZMAREAKTOR FIZIKAI FOLYAMATAI

Nemes Zoltán, Zsakó Zoltán
Dr.Filep Emőd, Dr.Kenéz Lajos

Abstract

The linear nonisoterm plasma reactor is a tool wich has many usages in laboratoryes as well as in industrial surface treating. It is used in a wide range for plazmnitridinding, for parts made from steel or oder metal like materials, but it can be used for dissotiation of boron and titanium compounds. This is the base of a technolgy that has endles ussages in every aspect of life.

The purpose of this composition as the title shows is the study of the phisycal processes and beside this is the numerical study of proceses in a reactor in our univerty, like the gas output, pressure ballance, continous current gas discharge and the cathodic vaporization.

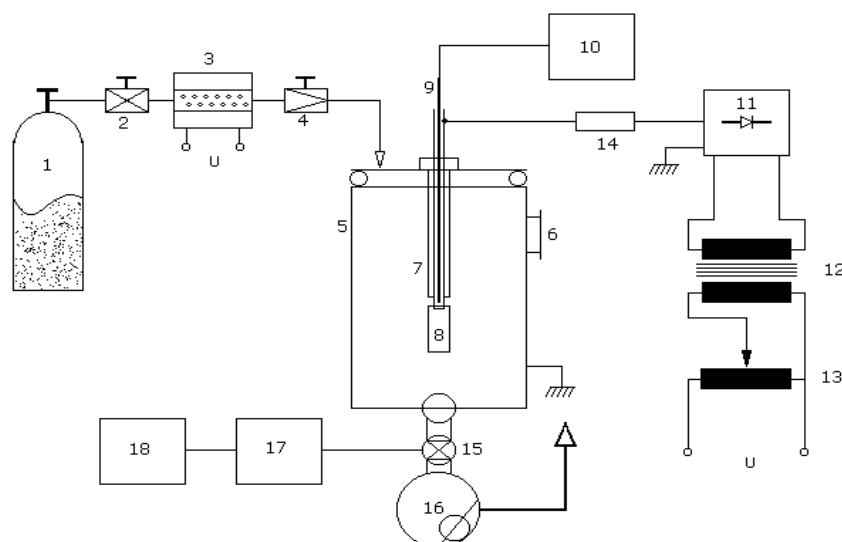
Összefoglalás

A lineáris nonizoterm plazmareaktor egy labororiumban és iparban felület kezelésre alkalmazott eszköz. Széles körben alkalmazzák plazmanitridálásra, acélból vagy egyéb ötvözetekből készült alkatrészek felületének keményítésére felületi ötvözés útján, de használható metán, ammónia vagy bor és titán vegyületek bontására is. Egy olyan új technológia alapeszköze, amely előtt kimeríthetetlen lehetőségek állnak.

A dolgozat célja az általános fizikai folyamatok tanulmányozása mellett az egyetem labororiumában építés alatt álló reaktor folyamatainak számszerű tanulmányozása mint a gázhozam, nyomásegyensúly, egyenáramú gázkisülés és a katódporlasztás .

Bevezető

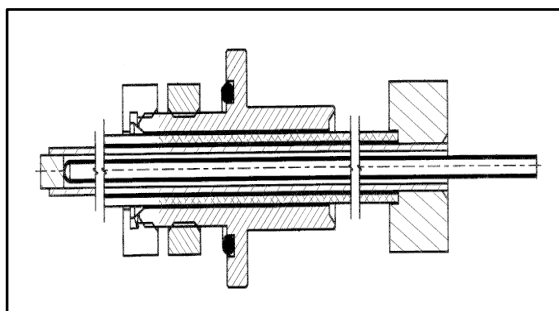
Első lépésben a gázhozam és nyomásegyensúly, az egyenáramú gázkisülés és a katódporlasztás kérdését tárgyaljuk. A berendezés tömbvázlatát az 1.ábra mutatja.



1.ábra. Tömbvázlat

1. NH₃ tartály, 2. Csap, 3. Kemence, 4. Tűszelep, 5. Retorta, 6. Ablak, 7. Katód, 8. Alkatrész, 9. Hőelem, 10. Hőmérséklet kijelzés, 11. Egyenirányító, 12. Magasfeszültségű transzformátor, 13. Autotranszformátor, 14. Védőellenállás, 15. Csap, 16. Szivattyú, 17. Nyomástraduktor, 18. Nyomás kijelzés.

Műszaki szempontból a berendezés egyik bonyolult része a 7. katód, egy nagyfeszültségű áramátvezetés légnyomásról vákumra 500 – 800 °C hőmérséklet mellett. A katód szerkezetileg biztosítja a hőmérsékletmérést a próbatestben. A katód magas hőmérsékletű vége biztosítja az elektromos szigetelést a gázkisülés jelenlétében fellépő katódporlasztás esetében is.



2. ábra. A katód szerkezete

Nyomásegyensúly a lineáris plazmareaktorban:

A tanulmányozott rendszer esetében a rendszerbe belépő nyomás az atmoszférikus nyomás. $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$. A szivattyú geometriai hozama $Q_v = 5 \text{ m}^3/\text{h}$. A belépő térfogati hozamot a be és kilépő gázra vonatkozó termikus állapotegyenletekből kaphatjuk meg.

$$p_0 \cdot V_0 = p \cdot V \Rightarrow \frac{p_0 \cdot V_0}{t} = \frac{p \cdot V}{t}$$

p_0 a belépő gáz nyomása, V_0 a belépő gáz térfogata, míg p a kilépő gáz nyomása, V a kilépő gáz térfogata. Az egyensúly feltétele az, hogy a két hozam egyenlő legyen.

A be és kilépő térfogati hozamok:

$$Q_{v_0} = \frac{V_0}{t}, \quad Q_v = \frac{V}{t}$$

Ezt behelyettesítve a következő eredményhez jutunk: $Q_{v_0} = \frac{p \cdot Q_v}{p_0}$.

$$Q_v = \frac{100 \text{ Pa} \cdot \frac{5}{3600}}{10^5 \text{ Pa}} \approx 1.38 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{s}, \quad \text{ha } p = 100 \text{ Pa.}$$

Az itt megadott értékből bármilyen esetre megbecsülhetjük a gázhozamot.

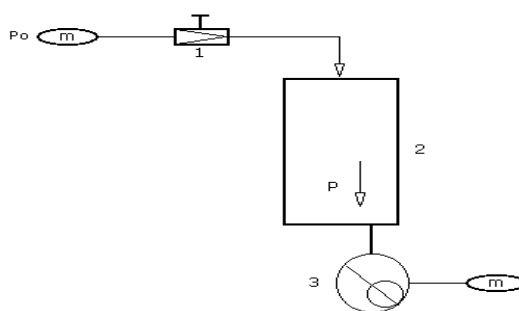
A bemeneti hozamot egy kapilárison keresztül szabályozzuk. A kapiláris méreteinek kiszámítására a Hagen Poisseuille képletet használjuk.

$$Q_v = \frac{p_1 - p_2}{l} \cdot \frac{\pi}{8\eta} \cdot R^4.$$

Ebben a képletben $p_1 - p_2$ a kapiláris végei közti nyomáskülönbség, l – a kapiláris hossza, η - a gáz viszkozitási együtthatója és R a kapiláris sugara.

A rendszer tömbvázlata (3.ábra):

1. Tűszelep, 2. Retorta, 3. Szivattyú. A rajzban szereplő 1. Tűszelepet helyettesítjük a kapilárisal



3.ábra. Gázellátás tömbvázlata

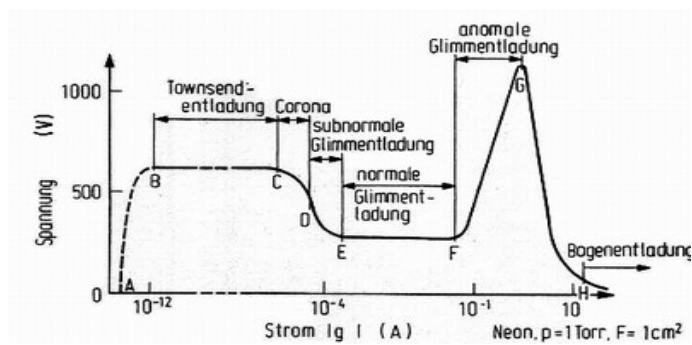
Lavina Kisülés, egyenáramú gázkisülés

Az irodalom alapján megvizsgáltuk a lavina kisülés és az egyenáramú gázkisülés fizikai folyamatait. A vizsgálat eredményeit egy külön dolgozat tartalmazza. A továbbiakban bemutatjuk a ködfénykisülésnek azt a formáját, amely a berendezésben megjelenik.

A ködfénykisülés

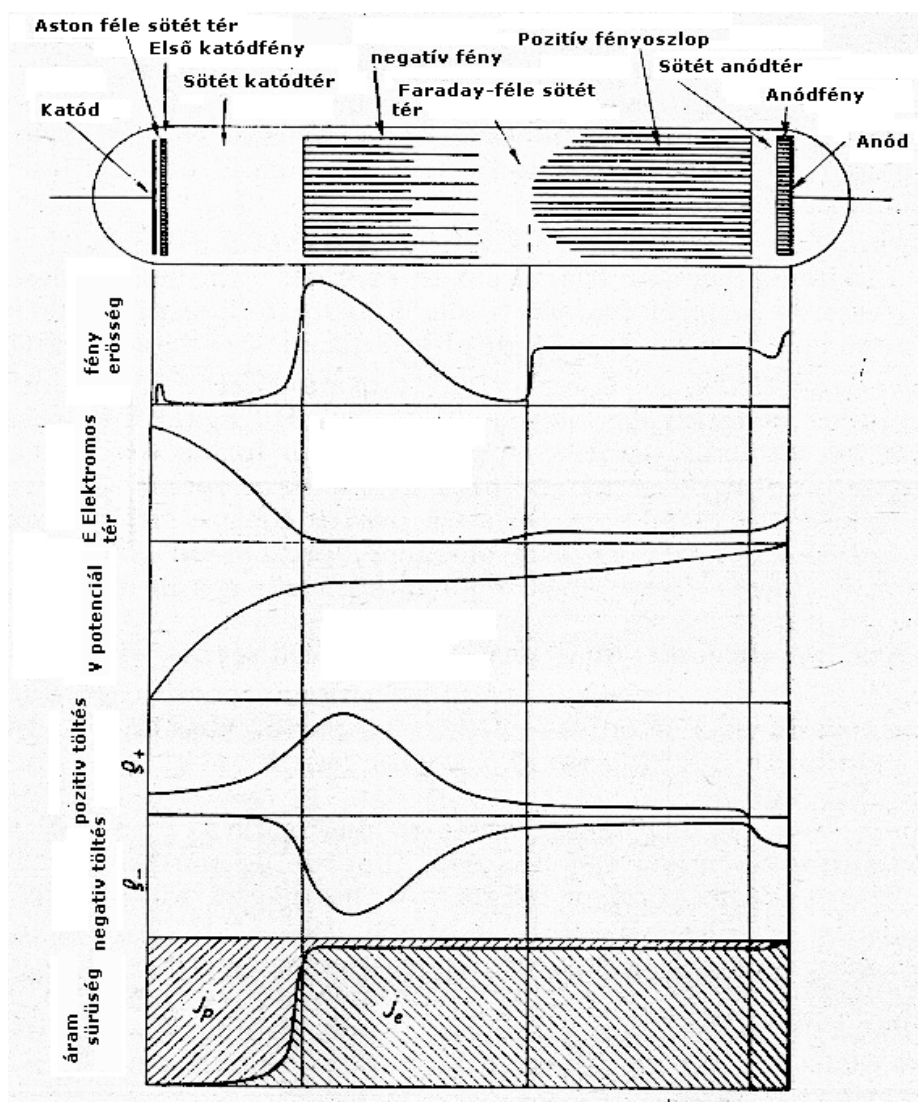
A lineáris plazmareaktor jellemző működési állapota a **ködfénykisülés**, másnéven **abnormális lumineszcens gázkisülés (glow discharge, glimmentladung)** erősáramú változata.

Ha a kisülési közt egy mérhető belsőellenállású generátorról tápláljuk, a feszültséget növelve egy kritikus értéknél a kisülés begyúl, a katód közelében megjelenik egy jellemző fényjelenség, a **negatív fény**, úgy, hogy a katódfelület kis részét borítja. Ha az áramot növeljük, a kisülési feszültség nem nő, de állandó áramsűrűség mellett a katódnak egyre nagyobb felületét borítja a negatív fény. Tovább növelve az áramot, a kisülés az egész katód felületét beborítja, ettől kezdve az áramnövelés feszültségnövelést von maga után, a voltamper karakterisztika pozitív. A jelentős feszültségnövelésnek korlátot szab a kisülés instabilitása, minek folytán az erősáramú ködfénykisülés átbillenhet elektromos ívbe (4.ábra)(Edenhofer).



4. ábra. Különböző kisülések voltamper-karakterisztikája

Az erősáramú ködfénykisülésben számos, egymástól jól elhatárolható, különböző fényességű tartományt találunk. A kisülés szerkezetét vázlatosan a 5. ábra mutatja, a potenciál, a tértöltés és az árameloszlással együtt (Bădărău).



5. ábra. Ködfénykisülés szerkezete, potenciál, tértöltés és árameloszlása a katód-anód térben

1. Az *Aston-féle sötét tér* a katód felületén egy tízedmiliméter vastagságú, teljesen sötét, fénymentes réteg. A katódból kilépő elektronok ezen a szakaszon gyorsulnak, de energiájuk nem éri el a gázatomok gerjesztési energiáját.
2. *Első katódfény*: a katód felőli oldala jól elhatárolt, a külső felülete kevésbé. A fényjelenség két okból gyenge. Egyrészt az elektronok eléri a gerjesztési energiát, majd az anód felé haladva hamarosan meg is haladják, így a gerjesztési valószínűség lecsökken. Másrészt az elektronlavina még a kezdetén van, az elektronok száma kicsi, a fény gyenge, mert kevés elektron vesz részt a folyamatban.
3. *Sötét katódtér, Hittorf- vagy Crookes-féle sötét tér*. Milliméter nagyságrendű, gyenge fénykibocsájtó képességű tartomány. Elsősorban azért látjuk sötétnek, mert a tőle jobbra helyezkedő következő tartomány erősen fényes. Ebben a részben az elektronlavina tovább fejlődik, az elektromos tér erős, az elektronáram az anód felé, az ionáram a katód felé nő.
4. *Negatív fény (glow, glimmlight)*: A ködfénykisülés legfényesebb tartománya, a katód felőli oldala jól elhatárolt, az anód felőli oldala diffúz. Ez a réteg az erősáramú kisülésben centiméter nagyságrendű, színe a térben lévő gázra jellemző. A fény a pozitív ionok és a kisenergiájú elektronok rekombinációjából származik. Ebben a térrészben a pozitív és negatív tértöltés azonos értékű, teljesül a plazmára jellemző kvazineutralitás feltétele. Ugyanakkor jelentős az anód felé folyó elektronáram értéke, míg a katód felé folyó pozitív ionáram kicsi. A negatív fény jól elhatárolt katód felőli oldalán kilépő pozitív ionok az erős elektromos térben gyorsulva esnek a katód felületére és elektronkibocsájtást okoznak. A negatív fényből a katód felületére eső nagyenergiájú fotonok szintén okozhatnak elektronkibocsájtást.
5. *Faraday-féle sötét tér*: Gyenge luminozitású tartomány, amelyben a potenciál állandó, az elektromos tér gyenge, állandó ion és elektronáram mellett. Az erősáramú kisülésben ez a tartomány akár az anódig terjedhet.
6. *Pozitív fényoszlop*: Csak a nagyméretű kisülési térben jelenik meg, ha elég hely van a képződéséhez. Ez egy „híg” plazma, a kisugárzott fény a gázra jellemző.
7. *Sötét anódtér*: egyik oldalról a pozitív fényoszlop, másik oldalról az anódfény határolja. Kiterjedése kicsi, általában elhanyagolható.

Anódfény: Az anód felületére lokalizált fényjelenség. Ha az anód felülete nagyobb mint a katódfelület, az anódfény pettyek vagy foltok formájában jelentkezik, sokszor az anódfelület mechanikai sérüléseire, karcolásokra, megmunkálási nyomokra lokalizálva. Az anódfény különösen erős és nagy kiterjedésű elektronegatív gázokban.

Következtetések:

A lavina kisülés, a ködfény kisülés szerkezete és voltamper karakterisztikája valamint a katódporlasztás, azok a tényezők, melyeket a plazmareaktorban zajló folyamatok vizsgálatánál figyelembe kell vennünk. Ezeket a folyamatokat az adott alkalmazás függvényében újratárgyaljuk. Első célpontunk a plazmanitridálás során a katódporlasztás végtermékeként lerakódó vasnitrid réteg szerkezetének, tulajdonságainak és keletkezési mechanizmusának vizsgálata.

A **SAPIENTIA-EMTE**, Marosvásárhely, Műszaki és Humántudományok Karának „LINEÁRIS NONIZOTERM PLAZMAREAKTOR” kutatási témáját a **KUTATÁSI PROGRAMOK INTÉZETE** kutatási ösztöndíjjal támogatja.

A marosvásárhelyi **PLAZMATERM** cég a berendezésfejlesztést anyagi eszközökkel támogatja, mint vákuumszivattyú, retorta, transzformátor, nyomásmérő egység és megmunkálási problémák megoldása.

A kutatócsoport tagjai ezúton köszönetüket fejezik ki mindkét intézménynek.

Irodalom:

SIMONYI Károly *Elektronfizika*. Budapest, Tankönyvkiadó, 1987

EDENHOFER, B. *Physikalische und metallkundliche Vorgänge beim Nitrieren im Plasma einer Glimmentladung*. Harterei-Technische Mitteilungen, 1974

BĂDĂRĂU-POPESCU *Desc. electr. in gaze*. Ed. Did. Ped., Bucuresti, 1968

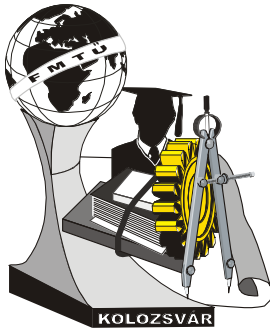
Nemes Zoltán, Zsakó Zoltán egyetemi hallgatók

Dr. Filep Emőd, előadótanár, **Dr. Kenéz Lajos**, adjunktus

Sapientia EMTE Műszaki és Humántudományok kar, Villamosmérnöki tanszék,.

Cím: Egyetemi Campus: Marosvásárhely/Koronka, Segesvári út 1 C.

Telefon: +40 – 256 – 208170, fax: - 206211, e-mail: office@ms.sapientia.ro



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ EGY ELOSZTÓ- RAKTÁRRAL RENDELKEZŐ LOGISZTIKÁVAL INTEGRÁLT ÖSSZESZERELŐ RENDSZER VÁLTOZATAINAK ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA

Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József

Abstract: The events that led up to this scientific work that the detailed in the former publications analysis of assignment algorithms of assembly plants to the final product requirements of the end users in a cooperative assembly system we take direct deliveries into account by the determination of the objective function as a simplified cost function. Leaning on the before-described model the work details that the solution of distribution tasks by the application of a distribution warehouse generates a cost variation for direct deliveries. Authors review the description and heuristic algorithm of the model of one distribution warehouse in the next chapter. Finally testing and sensitivity analysis of the assignment algorithms is completed by a simple example.

1. Bevezetés

A korábban felvázolt modellben a teljes költségfüggvény a következőképp nézett ki [1]:

$$K = K_V + K_{SZ} + K_T + K_M + K_{AM} + K_\Psi + K_R + K_D \rightarrow \min. \quad (1)$$

ami az alkatrész vásárlási költség (K_V), szállítási költség (K_{SZ}), tárolási költség (K_T), a szerelési költség (K_M), a szerelősorok átállítási költség (K_{AM}), a sorok állásából származó veszteségi költség (K_Ψ), a késztermék raktározási költség (K_R), és az elosztási költség (K_D) összegeként adódik.

Közvetlen kiszállításkor az (1) teljes költségfüggvényt leegyszerűsítettük és csak az elosztási- és a szerelési költségeket vettük figyelembe az évi késztermék igények üzemek közötti optimális elosztásnak kielégítése során [2]:

$$K_K^k = K_M^k + K_D^k \rightarrow \min. \quad (2)$$

ahol K_M^k a szerelési költség, K_D^k pedig az elosztási költség.

A feladat során adott a Q mátrix, amely megadja az μ -edik felhasználó által a k -edik késztermékből megrendelt mennyiséget az r -edik ütemben. Keressük az Y mátrixot, amely vagy azt mutatja meg, hogy a k -edik terméket a μ -edik felhasználó melyik szerelőüzemből kapja az r -edik ütemben (a eset),

tehát $y_{r\mu\lambda}^k$ csak 0 vagy 1 értéket vehet fel a következő feltétellel: $\sum_{\lambda=1}^n y_{r\mu\lambda}^k = 1$, vagy azt hogy a k -edik készterméket a μ -edik felhasználó milyen arányban kapja a λ -edik szerelőüzemből az r -edik ütemben

(b eset) az alábbi feltételekkel: $0 \leq y_{r\mu\lambda}^k \leq 1$ és $\sum_{\lambda=1}^n y_{r\mu\lambda}^k = 1$. (3)

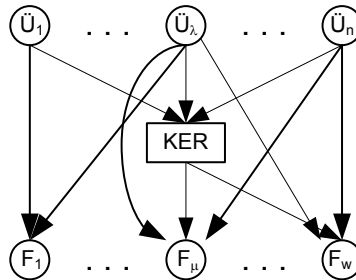
A számításba vett egyszerűsített költségfüggvények alapján a (2) célfüggvény minden ütemre a következő formában írható fel [3]:

$$K_K^k = \sum_{\lambda=1}^n \sum_{\mu=1}^w Q_{k\mu} y_{\mu\lambda}^k (k_k^{SZ} s_{\mu\lambda} + k_{k\lambda}^M) \rightarrow \min. \quad (4)$$

ahol k_k^{SZ} a fajlagos szállítási költség, $s_{\mu\lambda}$ a szállítási úthossz és $k_{k\lambda}^M$ a fajlagos szerelési költsége a k -edik terméknek a λ -edik üzemben.

Első lépésben megvizsgáljuk, hogy az egy elosztóraktáras modellnél az egyszerűsített költségfüggvény (vásárlási és szállítási költség) hogyan módosul a közvetlen beszállításhoz képest.

2. Egy elosztóraktáras modell



1. ábra: Egy elosztóraktáras modell

Elosztóraktár (közvetett szállítás) esetén a következőképpen alakulnak a költségek:

$$K = K_{VE} + K_{RE} + K_{DE} \rightarrow \min. \tag{5}$$

ahol K_{VE} a vásárlási költség, K_{RE} a raktározási költség és K_{DE} az elosztási költség.

A hozzárendelés célfüggvénye a k-adik terméknel közvetett beszállítás estén:

$$K_E^k = K_{VE}^k + K_{DE}^k \rightarrow \min. \tag{6}$$

A raktározási költséget azért nem kell figyelembe venni, mert az ER azt beépíti a vásárlási költségébe. Az elosztóraktárnál az (6) költségfüggvény a következőképpen alakul (vagyis formailag hasonló összefüggés adódik, mint közvetlen beszállítás esetén):

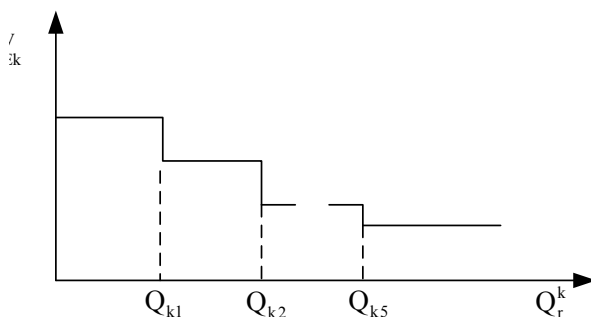
$$K_E^k = K_{VE}^k + K_{DE}^k = \sum_{\mu=1}^w Q_{k\mu} y_{\mu E}^k (k_k^{SZ} s_{\mu E} + k_{Ek}^V) \tag{7}$$

Fajlagos vásárlási költség:

$$k_{Ek}^V = \delta_k \{Q^k\} \alpha_k \{t_{RE} - t_{RF}\} \bar{k}_{Mk}. \tag{8}$$

a szerelőüzemek maximális szerelőkapacitással súlyozott értéke $\bar{k}_{Mk} = \sum_{\lambda=1}^n \frac{C_{\lambda}^k}{C_0^k} k_{k\lambda}^M$, ahol $C_0^k = \sum_{\lambda=1}^n C_{\lambda}^k$.

A $\delta\{Q^k\}$ függvény:



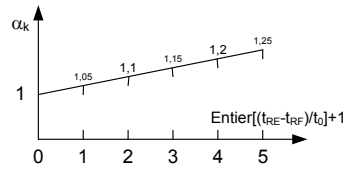
ahol

- $\delta_{k1} = 1,3 \quad 0 < Q_k \leq 1000$
- $\delta_{k2} = 1,2 \quad 1000 < Q_k \leq 2000$
- $\delta_{k3} = 1,1 \quad 2000 < Q_k \leq 3000$
- $\delta_{k4} = 1,0 \quad 3000 < Q_k \leq 4000$
- $\delta_{k5} = 0,9 \quad 4000 < Q_k \leq 5000$
- $\delta_{k6} = 0,8 \quad 5000 < Q_k$

2. ábra: fajlagos vásárlási költség

t_{RF}^k a k-adik terméknel a rendelési idő: $t_{RF}^k = t_0 \Delta^k$, azaz az elosztóraktárba való rendelésbeérkezést követően az igényt ekkor kell kielégíteni, t_{RE}^k az elosztóraktárnál a k-adik termék megrendelési ideje. $\Delta_r^k = [\Delta_{r1}^k \dots \Delta_{r\mu}^k \dots \Delta_{rw}^k]$ a k-adik termékből, az r-edik ütemre a μ -edik felhasználó által megrendelt mennyiség rendelési ideje az igénymegjelenés időpontját megelőző ütemekben

mérve, t_0 pedig az ütemidő (egy hét). Ha $t_{RF}^k \geq t_{RE}^k$, akkor $\alpha_k=1$, nincs késve rendelési felár, ha $t_{RF}^k < t_{RE}^k$, akkor α_k értékét az ábrán látható módon határozzuk meg.



3. ábra: Az α_k érték meghatározása

3. Érzékenységi vizsgálat

Az alapadatok a következők: $\lambda=3$, $\mu=6$, $k=8$. A további alapadatokat célszerű úgy felvenni, hogy:

- o legyenek olyan termékek ill. megrendelések, amelyeket egyetlen egy λ üzem sem tud kielégíteni (kb.: 30-40%);
- o legyenek olyan esetek, amikor olyan szerelőüzem jön be, amelynél a költségek nagyobbak, mint ER-ból való szállításnál (kb.: 30%).

$$Q_{1\mu}^k = 2 \begin{bmatrix} 0.5 & 2.5 & 0 & 0 & 1.5 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 2 & 0 \\ 3 & 0 & 1 & 0.5 & 0 & 0 \\ 1.5 & 0 & 0 & 1 & 2.5 & 0 \\ 2 & 1.5 & 1 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 0 & 0.5 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{edb} \\ \text{1.ütem} \end{bmatrix}, C_{1\lambda}^k = 4 \begin{bmatrix} 1.5 & 1 & 0.5 \\ 0 & 2 & 2 \\ 0.5 & 0.5 & 1.5 \\ 1 & 1.5 & 0 \\ 1.5 & 0 & 2.5 \\ 0.5 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1.5 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{edb} \\ \text{1.ütem} \end{bmatrix}$$

Az S útmátrix értékei 20 és 250 km között változhatnak, átlaguk 100 km körül legyen. A fajlagos szerelési és szállítási költségek viszonya: $\delta = k_0^M / k_0^{SZ} = 0.2, \dots, 2$ értékeket veheti fel. Az S_E útmátrix értékei 8 km és 100 km között változhatnak, átlaguk 40 km körüli, mert a vevői igény kielégítése érdekében közelebb található a felhasználóhoz, mint a szerelőüzemek.

$$S = 100 \begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 & 1.5 \\ 2.5 & 0.6 & 1.2 \\ 1.8 & 2 & 1 \\ 0.6 & 0.5 & 1.5 \\ 2 & 1 & 2.5 \\ 2.2 & 1.2 & 0.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{km} \\ K^{SZ} = k_0 \delta \end{bmatrix}, K^M = k_0 \begin{bmatrix} 0.6 \\ 0.7 \\ 0.8 \\ 0.9 \\ 1 \\ 1.1 \\ 1.2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Ft/db} \\ \text{100km} \end{bmatrix}, K^M = k_0 \begin{bmatrix} 0.7 & 0.525 & 0.875 \\ 1 & 0.75 & 1.25 \\ 1.2 & 0.9 & 1.5 \\ 0.8 & 0.6 & 1 \\ 1.3 & 0.975 & 1.625 \\ 0.9 & 0.675 & 1.125 \\ 1.4 & 1.05 & 1.75 \\ 1.1 & 0.825 & 1.375 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Ft/db} \end{bmatrix}$$

Olyan adatstruktúrát adtunk meg, amely egyaránt alkalmas érzékenységi vizsgálatra, ill. a különböző optimalizálható módszerek összehasonlítására is. Az adatmodell felhasználható a fajlagos költségek érzékenységi vizsgálatára. Vizsgálódás során a Q, az C és az S mátrixok állandóak. Állandónak tételezzük fel továbbá a k_0 értéket és a δ értékeket változtatjuk 0,2 és 2 között. A szállítási arányossági paraméter független a szállítójárművektől, azaz a szállítójárművet adottnak vesszük.

$$\Delta_{1\mu}^k = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 0 & 0 & 3 & 4 \\ 0 & 5 & 2 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 2 & 1 & 3 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 5 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 3 & 0 & 4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{ütem} \\ t_{RF1\mu}^k \end{bmatrix}, t_{RE}^k = \begin{bmatrix} 7 & 14 & 0 & 0 & 21 & 28 \\ 0 & 35 & 14 & 7 & 14 & 0 \\ 7 & 0 & 7 & 14 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 7 & 14 & 0 \\ 14 & 7 & 21 & 0 & 21 & 0 \\ 0 & 0 & 14 & 0 & 0 & 7 \\ 0 & 35 & 0 & 0 & 7 & 14 \\ 7 & 0 & 21 & 0 & 28 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{nap} \\ t_{RE}^k \end{bmatrix}, S_E = 100 \begin{bmatrix} 6 \\ 13 \\ 5 \\ 10 \\ 12 \\ 7 \\ 8 \\ 15 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.1 \\ 0.3 \\ 0.9 \\ 0.5 \\ 0.2 \\ 0.7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{km} \end{bmatrix}$$

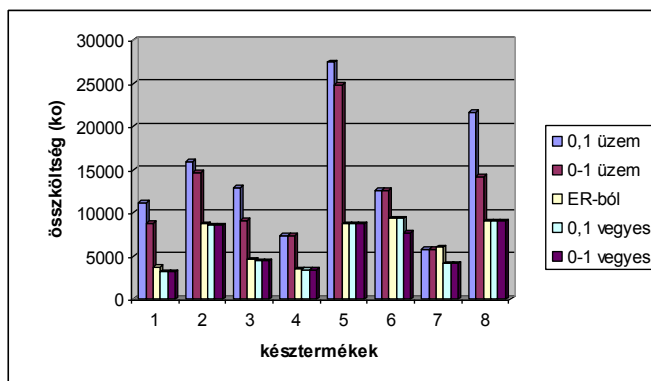
A paraméterek segítségével lehet egyszerűen változtatni a célfüggvényben szereplő fajlagos költségek és rendelések értékeit, és így a későbbiek során paraméter érzékenységet vizsgálhatunk. Az Y háromdimenziós mátrix, úgy írjuk át a tömörebb ábrázolás érdekében, hogy a síkban az $y_{\mu k}$ mátrix szerepel, és a λ értéke kisebb számokkal a lapméliséget kifejezve oldalt kissé eltolva jelenik meg. Az Y mátrix $a\bar{U}$, $b\bar{U}$, ER , aV és bV indexe az egyes módszerekre utal. $\delta=1$ értékre különböző esetekben megoldva a példát az Y eredménymátrixokat és a hozzájuk kapcsolódó táblázatokat, diagramokat valamint következtetéseket már korábban közzétettük. Ez a dolgozat a $\delta=0,2$ és $\delta=2$ értékre vizsgálja meg a kapott eredményeket. Az $y=0,1$ [a eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=0,2$ esetében a ugyanazt az eredményt kapjuk Y mátrixra, mint $\delta=1$ értéknél! Tehát a szerelési költség minden hozzárendelés során az ötödére csökken! Ugyanez a helyzet, akkor is ha a $0 \leq y \leq 1$ [b eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal (Magyar módszerrel) oldjuk meg a példát, Y mátrix minden eleme megegyezik a $\delta=1$ értékre vonatkozó eredménnyel. Tisztán ER -ből megoldva a példát Y mátrixban – éppúgy, mint $\delta=1$ -nél – csak E betű szerepel, azaz minden egyes felhasználói igényt az elosztóraktárból elégítünk ki. (Itt csak az a eset lehetséges!) $y=0,1$ [a eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=0,2$ -re az Y mátrix néhány eleme eltér a $\delta=1$ értékre kapott eredménytől! A 26 felhasználói igény esetében 21 alkalommal (80,77%) az ER -ből történő hozzárendelés lesz a legmegfelelőbb, míg a másik 5 esetben a három szerelőüzem osztozik meg (0, 3, 2 arányban). Ezek az arányok már kevésbé felelnek meg a kívánatosnak. Jól leszűrhető, hogy ha a fajlagos szerelési költséget ötödére csökkentjük, akkor a hozzárendelő algoritmusok során a szállítási költségek dominálnak, azaz mivel az ER közelebb helyezkedik el a felhasználókhoz, így az ER -ből történő hozzárendelés gyakorisága megnő! $y=0-1$ [b eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát Y mátrix szintén különbözik a $\delta=1$ -nél kapott eredményektől, ill. egy eleme tér el ugyanezen módszer a esetétől! Táblázatba (1. és 2. táblázat) foglalva a futási eredményeket megállapítható, hogy az $y=0-1$ vegyes módszer a legjobb, ami több mint 57 %-kal jobb ($49119k_0/114995k_0=0,4271$), mint a leggyengébb $y=0,1$ csak üzem algoritmus. Már $y=0-1$ csak üzem algoritmus is 15,25 %-kal jobb ($97455k_0/114995k_0=0,8475$) eredményt szolgáltat a legrosszabb megoldásnál. A táblázat is kiválóan tükrözi, hogy a csak ER -ből algoritmus alig 10 százalékkal ($53661k_0/49119k_0=1,0925$) közelíti rosszabbul az optimális megoldást, hasonlóan az $y=0,1$ vegyes módszerhez, ami csak 3,3%-kal ad rosszabb eredményt.

1. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termék	0,1 üzem algoritmus			0-1 üzem algoritmus			ER algoritmus		
	szállít	szerele	össz	szállít	szerele	össz	szállít	vásárol	össz
1.	9660	1505	11165	7320	1470	8790	2160	1543	3703
2.	12740	3200	15940	11480	3200	14680	5600	3088	8688
3.	10480	2460	12940	6800	2340	9140	2320	2244	4564
4.	6030	1360	7390	6030	1360	7390	2070	1426	3496
5.	23000	4485	27485	20400	4485	24885	4300	4410	8710
6.	10800	1800	12600	10800	1800	12600	7800	1584	9384
7.	3740	2030	5770	3740	2030	5770	3850	2190	6040
8.	19560	2145	21705	12000	2200	14200	6960	2116	9076
Össz.	96010	18985	114995	78570	18885	97455	35060	18601	53661

2. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termé	0,1 vegyes algoritmus					0-1 vegyes algoritmus				
	vásárl.	szerele	ktlen.	ktett.	össz.	vásárl.	szerele	ktlen.	ktett.	össz.
1.	1221	350	240	1320	3131	1221	350	240	1320	3131
2.	2080	900	2100	3500	8580	2080	900	2100	3500	8580
3.	1901	180	400	1920	4401	1901	180	400	1920	4401
4.	1083	240	900	1170	3393	1083	240	900	1170	3393
5.	4410	0	0	4300	8710	4410	0	0	4300	8710
6.	1584	0	0	7800	9384	1008	900	800	5000	7708
7.	1070	1400	880	770	4120	1070	1400	880	770	4120
8.	2116	0	0	6960	9076	2116	0	0	6960	9076
Össz.	15465	3070	4520	27740	50795	14889	3970	5320	24940	49119



4. ábra: Az egyes módszerek eredményei termékenként $\delta=0,2$ esetén

Az $y=0,1$ [a eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=2$ esetében már nem ugyanazt az eredményt kapjuk Y mátrixra, mint $\delta=1$ -nél, ugyanis a két esetben eltérés mutatkozik (3 elem esetében nem is lehet tisztán 0,1 hozzárendeléssel megoldani a példát).

Tisztán ER-ból megoldva a példát Y mátrixban – ahogy már korábban is – szintén csak E betű szerepel, azaz minden egyes felhasználói igényt elosztóraktárból elégítünk ki. (Csak a eset lehetséges!)

$0 \leq y \leq 1$ [b eset] csak üzemből heurisztikus algoritmussal (Magyar módszerrel) megoldva a példát Y mátrixban 1 esetben (7. termék, 6. vevő) ugyancsak eltérés mutatkozik $\delta=2$ -re.

$y=0,1$ [a eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát $\delta=2$ -re az Y mátrix 5 eleme tér el a $\delta=1$ értékre kapott eredménytől!

A 26 felhasználói igény esetében 14 alkalommal az ER-ból történő hozzárendelés lesz a legmegfelelőbb, míg a másik 12 esetben a három szerelőüzem osztozik meg (4, 7, 1 arányban). Ezek az arányok még mindig megfelelnek az általunk elvártaknak.

$y=0-1$ [b eset] vegyes heurisztikus algoritmussal megoldva a példát Y mátrixra a jobb oldali eredményt kapjuk $\delta=2$ -re. (Itt 2 elem tér el a $\delta=1$ -nél kapott eredményektől, ill. 3 elem különbözik ugyanezen módszer a esetétől!)

Táblázatba (3. és 4. táblázat) foglalva a futási eredményeket megállapítható, hogy az $y=0-1$ vegyes módszer a legjobb, ami közel 27 %-kal jobb ($208599k_0/285660k_0=0,7302$), mint a leggyengébb $y=0,1$ csak üzem algoritmus. Már $y=0-1$ csak üzem algoritmus is 6,5 %-kal jobb ($267120k_0/285660k_0=0,9351$) eredményt szolgáltat a legrosszabb megoldásnál. A táblázat is kiválóan tükrözi, hogy a csak ER-ból algoritmus is közel 6 százalékkal ($221044k_0/208599k_0=1,0597$) közelíti rosszabbul az optimális megoldást, hasonlóan az $y=0,1$ vegyes módszerhez, ami csak 0,2 %-kal ad rosszabb eredményt.

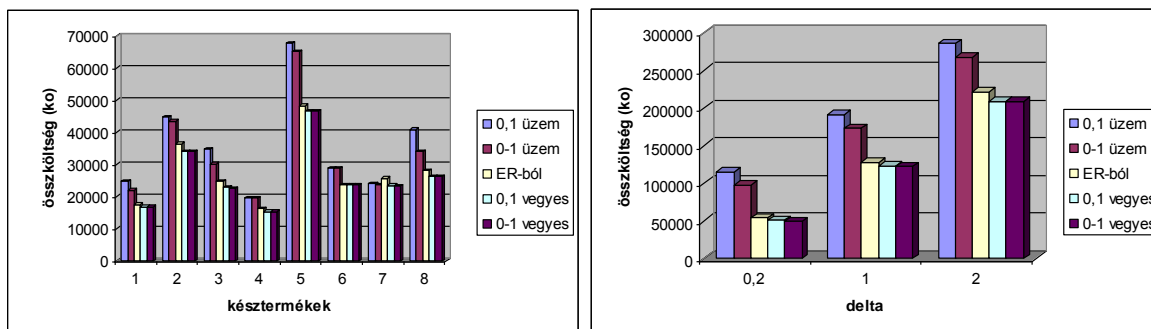
Megfigyelhető, ha a fajlagos szerelési költséget duplájára növeljük, akkor a hozzárendelő algoritmusok során már inkább a szerelési költségek dominálnak, azaz a szerelőüzemből történő hozzárendelés sokkal jobban közelíti az optimumot (21,9 %-kal), mint korábban ($208599k_0/267120k_0=0,7809$). Valószínűleg a szerelési költség további növelése esetén az ER-ból történő hozzárendelés gyakorisága lecsökken.

3. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termék	0,1 üzem algoritmus			0-1 üzem algoritmus			ER algoritmus		
	szállít	szerel	össz	szállít	szerel	össz	szállít	vásárol	össz
1.	9660	15050	24710	7320	14700	22020	2160	15430	17590
2.	12740	32000	44740	11480	32000	43480	5600	30880	36480
3.	10880	24000	34880	6800	23400	30200	2320	22440	24760
4.	6030	13600	19630	6030	13600	19630	2070	14260	16330
5.	23000	44850	67850	20400	44850	65250	4300	44088	48388
6.	10800	18000	28800	10800	18000	28800	7800	15840	23640
7.	3740	20300	24040	4840	18900	23740	3850	21896	25746
8.	19560	21450	41010	12000	22000	34000	6960	21150	28110
Össz.	96410	189250	285660	79670	187450	267120	35060	185984	221044

4. táblázat: A hozzárendelési algoritmusok futási eredményei

Termé	0,1 vegyes algoritmus					0-1 vegyes algoritmus				
	vásárl.	szere	ktlen.	ktett.	össz.	vásárl.	szere	ktlen.	ktett.	össz.
1.	10466	3500	1560	1260	16786	10466	3500	1560	1260	16786
2.	16000	12000	2940	3080	34020	16000	12000	2940	3080	34020
3.	12672	6000	3680	480	22832	12672	6600	2800	480	22552
4.	10832	2400	900	1170	15302	10832	2400	900	1170	15302
5.	24847	16900	2800	2100	46647	24847	16900	2800	2100	46647
6.	15840	0	0	7800	23640	15840	0	0	7800	23640
7.	11200	6300	2860	3080	23440	8400	8400	4180	2310	23290
8.	14762	4400	480	6720	26362	14762	4400	480	6720	26362
Össz.	116619	51500	15220	25690	209029	113819	54200	15660	24920	208599



5. ábra: $\delta=2$ esetén az egyes módszerek eredményei termékenként, ill. különböző δ értékek esetén

A 5/b. ábrában tüntettük fel különböző δ értékek (0,2; 1; 2) esetén a kapott összköltségeredményeket minden egyes algoritmusnál. A 5/b. ábra is jól tükrözi, δ értékének növekedésével az egyes módszerek által adott összköltség eredmények is nőnek, de nem lineárisan. Ugyanakkor, ha a $\delta=0,2$ -ről $\delta=2$ -re, vagyis 10-szeresére nő, az összköltség átlagosan 2,5-szörösére növekszik meg. Ha a δ értéket ötödére csökkentjük, akkor tulajdonképp a szállítási költségek alapján kerültek kiosztásra a felhasználók késztermék igényei.

3. Összefoglalás

A dolgozat bebizonyítja, hogy a hálózatszerű szerelőrendszereknél az egyes felhasználók által igényelt termékek az egyszerűsített költségfüggvények alapján a szerelőüzemekhez történő optimális hozzárendelésére kidolgozott heurisztikus módszer és az elosztóraktárral bővített modellnél használható módszer igen eltérő eredményt ad. Ha változtatjuk a szerelési és a szállítási fajlagos alapköltségek arányát - feltételezve, hogy a fajlagos szállítási költséget állandó értéken tartjuk - akkor a fajlagos szerelési alapköltség növelésével az összköltség is növekszik, de 10-szeres szerelési költségnövekedés csak kb. 2,5-szeres összköltség növekedést eredményez.

Jelen tudományos dolgozatban ismertetésre került az egy elosztóraktáros modell, illetve vázolva lett annak leírása és algoritmusai, amelyek alapján elkészítésre, tesztelésre és érzékenységi vizsgálatra kerültek a bemutatott optimalizálási eljárások.

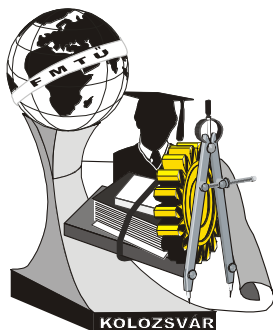
4. Irodalomjegyzék

- [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.: **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.
- [3] OLÁH, B., BÁNYAI, T., CSELÉNYI, J.: **Sensitivity analysis of optimums concerning to assembly plants and comparison of algorithms for assignment of plants to the product requirements of the users.** microCAD, Miskolc, 2005. 107-113. old.

Oláh Béla főiskolai adjunktus

Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, H-5400 Mezőtúr, Petőfi tér 1.

tel: 06/56 551-015, fax: 06/56 551-017, e-mail: olahb@mfk.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

DIASZTEREOMEREK ELVÁLASZTÁSA NORMÁL FÁZISÚ FOLYADÉKKROMATOGRÁFIÁVAL

Oláh Erzsébet

To increase the agricultural production insecticides must be used but their residues in the environment cause some difficulties. For example the cypermethrin residues are fatal for fish at ppm level. Recent study pointed out of its risk because large scale application.(ide a TRAC cikk). The structure of cypermethrin can be seen in figure 1. Cypermethrin has three asymmetric carbon atoms, so it has four diastereomers and their biological activity against pests are largely different. In spite of well known fact that their hydrolysis in the environment is quite fast the bioaccumulation of diastereomers might be different. To get information about this phenomenon a reasonable analytical method must be worked out both cypermethrin and their metabolites or degradation products. A systematic study was conducted. First we started to apply the popular reversed phase chromatography. Several different type RP phase was tested (Silica A, Silica B C-18, C-30) but no diastereomer separation was achieved. The less popular normal phase chromatography was successfully applied and both stationary and mobile phase effect was carefully studied. Both silica and alumina columns showed high stereoselectivity but bonded phase (nitril) can be used only with n-hexane – acetonitrile binary mixture at near the miscibility concentration. In details will be discussed in the lecture and the practical application of method worked out for residues determination from water.

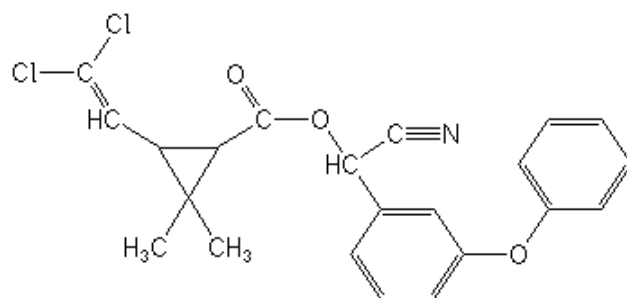
Manapság egyre nagyobb környezetvédelmi problémát jelentenek a rovarölő szerek. Munkám során a piretroidok családjába tartozó cipermetrin diasztereomereket választottam el normál fázisú nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával. Ezt a vegyületet inszekticidként alkalmazzák. A cipermetrinnek három optikailag aktív szénatomja van, ebből adódóan 8 enantiomerje, a diasztereomerek száma fele az enantiomerek számának, azaz 4. A diasztereomerek elválasztása fordított fázisú folyadékkromatográfiás módszerekkel nem lehetséges. Feladatom az volt, hogy optimalizáljam az álló ill. mozgó fázist, valamint egy módszert dolgozzak ki a cipermetrin diasztereomerek kimutatására vízből. Kísérleteim során kiderült, hogy az acetonnitril a diasztereomerek elválasztásában másként viselkedik, mint az általam vizsgált többi mozgó fázis. Ez feltevésünk szerint az acetonnitril pórus kitöltő mechanizmusával

magyarázható. Munkám során sikerült kidolgoznom egy módszert cipermetrin diasztereomerek kvalitatív kimutatására vízből.

1. A β -cipermetrin

A β -cipermetrin a cipermetrin, mint ipari termék a növényvédelem szempontjából a két legnagyobb biológiai aktivitású diasztereomert tartalmazza főalkotóként, kettőt pedig szennyezőként.

Tesztvegyületnek a β -cipermetrint választottam, ami annyiban tér el a cipermetrintől, hogy a négy diasztereomer közül kettőt főalkotóként, kettőt pedig szennyezőként tartalmaz. A cipermetrin molekula 3 kiralitáscentrumot tartalmaz, lásd (1.) ábra



1. ábra: cipermetrin szerkezeti képlete

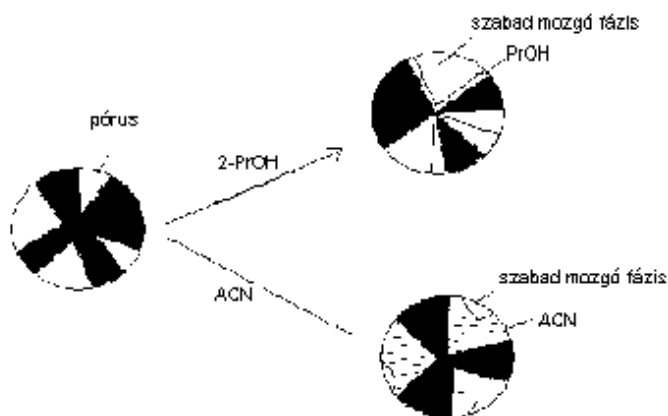
A mezőgazdasági termékek károsításában az egyik legjelentősebb szerepet a rovarok játsszák. Az ellenük való kémiai védekezés rovarölő szerekkel történik. A pyrethrum – a *Chrysanthemum cinerariaefolium* növény porított virága – és e növény virágaiból kivont pyrethrinek több évszázada alkalmazott rovarölőszerek. A növényt a mediterrán országokban, valamint Kenyában és Japánban termelik. A piretroidok a rovarok szervezetében specifikus idegméregként hatnak. Melegvérű élőlényekre alig toxikusak, ezért háztartásokban kiterjedten használhatók legyek és más élősködők ellen. További nagy előnyük, hogy a rovarokban nem fejlődik ki rezisztencia [1].

2. Normál fázisú folyadékkromatográfiás mérések

A normál fázisú rendszerben végzett mérések során arra a következtetésre jutottunk, hogy a legkülönbözőbb poláris modifikátort tartalmazó hexán mozgófázis esetén a Novapak állófázis bizonyult az adott körülmények között megfelelőnek a β -cipermetrin szennyezők elválasztására. Ennél az oszlopnál kaptunk a legtöbb poláris modifikátor esetén megfelelő elválasztást ($1 < k < 10$).

Az acetonitril azért is különleges a vizsgálatok szempontjából, mert a mérés során a második és a harmadik diasztereomer elválasztása okozott problémát, míg a többi poláris modifikátor esetében az első, második illetve a harmadik, negyedik diasztereomer elválasztása volt kritikus.

Az acetonitrilnek a többi poláris modifikátortól való eltérése a pórusok kitöltésének mechanizmusából következik, lásd (2.) ábra.



2. ábra: Acetonitril pórus kitöltő mechanizmusa

Míg más poláris modifikátorok, mint például az ábrán is jelölt propanol csak a pórusok egy részét töltik ki, addig az acetonitril elfoglalja a pórus nagy részét. Ennek a viselkedésnek köszönhetően a szabad mozgó fázis csak kis mértékben van jelen a pórusokban. Acetonitril esetén gyakorlatilag folyadék-folyadék megoszlásról lehet beszélni, míg a többi poláris modifikátor (etil-acetát, di-izopropil-éter, terc-butil-metil-éter, acetonitril, diklór-metán) esetén folyadék szilárd megoszlás van.

4. Módszer alkalmazása természetes vízmintákra

4.1. Mintaelőkészítés

A Dunából a part mentén 30 cm mélyről vízmintát vettem [3] Vizsgálataink során választ kerestünk arra is, hogy a β -cipermetrin megkötődik-e a Dunában lévő szilárd szennyeződések felületén. Ezért kétféle módon készítettük elő a mintákat. Az egyik esetben a vizet durva szűrőn leszűrtük (hogy a lebegő anyagot eltávolítsuk), majd β -cipermetrint addíciónáltattunk a mintához, míg a másik esetben a vízmintákhoz β -cipermetrint adtunk és csak aztán szűrtük le durva szűrőn.

β -cipermetrinre nézve 0,1; 0,5; 1; 5 ppm-es oldatokat készítettünk.

Majd az oldatokat oldatokat C-18-as Sep-Pakokon vákuum segítségével átszívattuk. A víz átszívása után 15 percig levegővel szárítottuk a Sep-Pakokat. Végül a Sep-Pakon fennmaradt β -cipermetrint 5 ml diklór-metánnal oldottuk vissza.

4.2. Vizsgált oszlopok és oldószerek:

- Licrosorb Si 60 (5 μ m, 250 x 4 mm, Merck) – továbbiakban **Silica 1**
- Micropak Si-10, (30 cm x 4 mm) – továbbiakban **Silica 2**
- Spherisorb Alumina (5 μ m, 250 x 4 mm) – továbbiakban **Alumina**
- Aluspher Al-100, (5 μ m, 250 x 4 mm, Merck) – továbbiakban **Aluspher**
- Nova Pak Silica (3,9 x 150 mm, Waters) – továbbiakban **NovaPak**
- LiChrosorb CN (5 μ m, 250 x 4 mm) – továbbiakban **Nitril**

- Purospher Star Si (5 μ m, 250 x 4 mm) – továbbiakban **PurospherStar**Poláris modifikátorok: terc-butil-metil-éter, diklór-metán, di-izo-propiléter, etil-acetát, acetonitril

4.2. Mérések értékelése

Nincsenek irodalmi adatok a cipermetrin oldhatóságára vonatkozóan. Ezért megvizsgálva hasonló vegyületek IgP értékét következtethetünk a cipermetrin oldhatóságára. A benz(a)pirin IgP értéke 6,48 míg a cipermetrin IgP értéke 6,09 [4] Figyelembe véve, hogy a benz(a)pirin oldhatósága 1-12 ppb, így feltételezhető hogy a cipermetrin oldhatósága is ppb szinten van. Méréseink során a cipermetrin oldhatósága is határt szabott az adott koncentráció tartományon belül történő meghatározásnak.

Különböző laboratóriumokban azonos típusú műszerek is eltérő érzékenységet mutatnak. Éppen ezért laborról-laborra változik a kimutatási határ. Kis mennyiségek esetén bizonytalan a kvantitatív meghatározás, de a módszer kvalitatív meghatározásra alkalmas lehet. Különböző vizsgáló szervezeteket bizonyos anyagok esetén (pl.: hormonok, teljesítmény fokozók) csak kvantitatív meghatározás érdekli. Ezekben az esetekben megadnak egy ún. beavatkozási határt (action limit, AL), ezen határ felett a vizsgált anyagot jelen lévőnek tekintik, ha pedig a mérési eredmény ez alatt az érték alatt van, akkor nemleges választ adnak.[5] β -cipermetrin esetén sem beszélhetünk mennyiségi meghatározásról, csak minőségiről, hiszen az általunk vizsgált 0,1-5 ppm-es tartományban problémát okoz a β -cipermetrin oldhatósága, apoláris jellegéből származó megkötődése a különböző felületeken.

5. Irodalom jegyzék

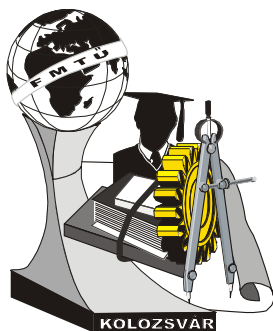
- [1] K. Naumann: Synthetic Pyrethroid Insecticides. Structure and Properties. Springer-Verlag, Berlin, 1990
- [2] S. Görög, M. Gazdag: *J. Chromatogr. B*, **659** (1994), 51-84
- [3] MSZ ISO 5667-6
- [4] Pallas 3.0 CompuDrug International Institute, Inc., POB 160, Budapest 1255, Hungary
- [5] Hubert F. De Brabander, Peter Batjaens, Katia De Wasch, Dirk Courtheyn, Gaspard Pattie, Felis Smets: Qualitative or quantitative methods for residue analysis

Név: **Oláh Erzsébet** (hallgató)

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest Gellért tér 4.

Telefon: 061 463-3409

e-mail: e.olah@freemail.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

AZ ÉPÍTÉSZETI INFORMÁCIÓ ÉRTELMEZÉSE 4 DIMENZIÓS, PROJEKTÍV SZEMPONTBÓL

Orbán György

Abstract

The n-dimensional geometric spaces in case of $n > 3$ does't can intuitiv interpretate. The geometry of this spaces has a perfect elaborated algebraical model. There are many calculations but they can effectuate easy with the help of calculator.

In this study it presente projections of a 3D spatial solid (construction) from a point that isn't in the space of this element. Is determinated a 4 dimensional con that have direction surface the construction and vertex a point that isn't in the space of construction. We obtain a set of spatial solids after the intersection of con with different hiperplans that have the same biraports of 4 elements. This can be attached to the construction in the function of different architectural criterias.

The vizualization of metod is made with GDL language (Geometrie Description Language) in case of Parthenon from Athen.

Összefoglalás

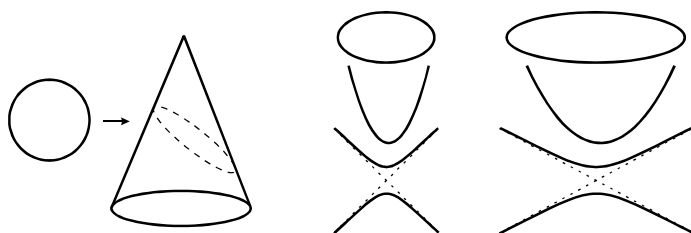
A háromnál több dimenziós tereket nem lehet intuitívan értelmezni, de ennek ellenére tökéletesen kifejlesztett algebrai modellel rendelkeznek, aminek segítségével tanulmányozhatóak. A számítások bonyolultabbak, de számítógép segítségével könnyen elvégezhetőek.

Ebben a dolgozatban egy háromdimenziós alakzatról (épületről) egy nem az alakzat terében fekvő pontból készült vetítések lesznek bemutatva. Meghatározunk egy négydimenziós kúpot melynek csúcsa nincs az épület terében és vezérfelülete az épület, majd elmetsszük különböző hipersíkokkal (háromdimenziós terekkel). Az így kapott alakzatok megőrzik projektív tulajdonságaikat és a belőlük alkotott halmazt az épülethez rendelhetjük különböző építészti szempontok szerint.

A folyamat vizualizálásához a GDL nyelvezetet használjuk (Geometric Description Language) az athéni Parthenon esetében.

1. Elméleti megalapozás

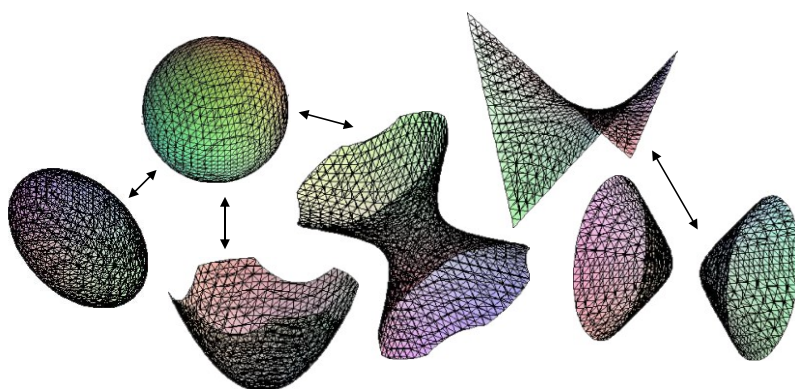
Egy sík kúpszeleteinek halmaza egy olyan kúp síkmetszeteiként lehet értelmezni melynek vezérgörbéje egy adott kúpszelet (pl. egy kör). Ilymódon egy körhöz egy kúpszelethalmazt lehet rendelni, mely egy olyan kúp síkmetszeteiből áll melynek vezérgörbéje az illető kör. E halmaz görbéi



mind másodrendű görbék (mivel a vezérgörbe is másodrendű) és ezeket a vezérgörbe es a kúp csúcsa teljesen meghatározza. (1. ábra)

1. ábra kúpszeletek

Hasonló módon a háromdimenziós térben egy gömbhöz vagy egypalástú hiperboloidhoz másodrendű felületek halmazát lehet hozzárendelni, melyek egy olyan négydimenziós kúp hipersíkokkal való metszetei lesznek, melyeknek vezérfelülete az illető gömb vagy egypalástú hiperboloid, a csúcsa pedig egy pont, amely nem tartozik hozzá ahhoz a háromdimenziós térhez amely tartalmazza a vezérfelületet. (2. ábra)



2. ábra másodrendű felületek

A fenti művelet segítségével egy mértani halmazban (görbék, felületek, térfogatok) rejlő információk újszerű módon értelmezhetők. Az információ értelmezése egy olyan tér segítségével történik, melynek dimenziója eggyel nagyobb az illető halmazt tartalmazó tér

dimenziójánál. Ez a művelet egy projektív transzformáció, amely megőrzi az elemnégyesek (pontosor, sugársor, síksor) kettősviszonyát.

Más megvilágításban a fenti művelet egy háromdimenziós tárgy “fényképeként” fogható fel, egy olyan pontból mely nem tartozik hozzá az illető háromdimenziós térhez.

Az emberi látás a centrális projekciónak (egy pontból egy síkra való vetítésnek) felel meg és ezért az elemekből alkothaó négyes csoportok kettősviszonya invariáns.

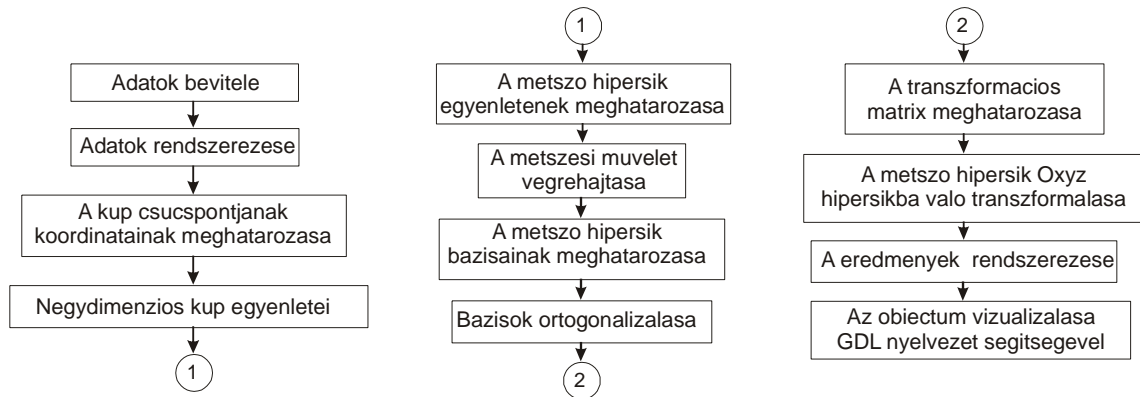
Számos nevezetes építészeti alkotás tudatosan szerkesztett kettősviszonyokon alapuló vezérvonalakkal (domináns irányok, karakterisztikus pontok, jellegzetes fény-árnyék hatások) rendelkezik, mint például az athéni Akropoliszon található Parthenon vagy a görög építészet jellegzetes oszlopfői. Ezek a tulajdonságok megőrződnek bármely centrális vetítés során. A kettősviszony invarianciájának köszönhetően egy épület kettősviszonyokon alapuló arányai érzékelhetővé válnak az időbeni megtekintés alkalmával is és nem csak a homlokzatok elméletileg elvonatkoztatott egyszerű viszonyainak tanulmányozása során, ami az átlagos szemlélőnek is esztétikai élményt nyújthat.

Bármely épület pontthalmazként fogható fel. Az épülethez (ponthalmazhoz) végtelen sok más épület rendelhető hozzá, mely egy olyan négydimenziós kúpnak hipersíkokkal való metszeteként kapható meg, melynek vezérfelülete az illető épület, a csúcsa pedig egy pont, ami nincs benne az épületet tartalmazó háromdimenziós térben. Minden ilyen módon kapott “épület” megőrzi az eredeti épület kettősviszonyait.

Egy építészeti alkotás a valóságtól elvonatkoztatva olyan különböző épületek halmazaként értelmezhető, melyek azonos kettősviszonyokon alapuló arányrendszerrel rendelkeznek. Ily módon egy épülethez eszmeileg egy egész új formavilágot lehet társítani.

2. Alkalmazások

Az athéni Akropoliszon épült Parthenon az építészet egyik gyöngyszeme. Homlokzatait kettősviszonyokon alapuló arányok rendezik a szemlélő számára megkapó egységgé. Az említett módszernek megfelelően a Parthenonhoz egy halmazt lehet hozzárendelni.



3. ábra logikai séma

A Parthenont határoló felület a topológia elvének megfelelően egy háromszöghálóval közelíthető meg. Az adatok bevétele egy olyan halmaz formájában történik amelynek elemei rendezett valós számhármassok, amelyek a háromszögháló csúcspontjai koordinátáinak felelnek meg.

$$V_i = [[x_k, y_k, z_k], [x_j, y_j, z_j], [x_l, y_l, z_l]] \quad (1)$$

Az adatok rendszerezése a négydimenziós térnek megfelelő negyedik koordináta hozzávételével történik. $V_i = [[x_k, y_k, z_k, 0], [x_j, y_j, z_j, 0], [x_l, y_l, z_l, 0]]$

A számítások egyszerűsítése végett feltételezzük, hogy a kúp csúcsa rajta van az Oxyz hipersíkra az épületet befogadó legkisebb térfogatú téglatest középpontjában emelt merőlegesen.

$$W = \left[\frac{x_{\max} - x_{\min}}{2}, \frac{y_{\max} - y_{\min}}{2}, \frac{z_{\max} - z_{\min}}{2}, c \right] \quad (3)$$

A négydimenziós kúp alkotóinak paraméters egyenletei a következők:

$$\begin{aligned} G_{i,1,1} &= (W_1 - V_{i,1,1}) \cdot \lambda + V_{i,1,1} & G_{i,2,1} &= (W_1 - V_{i,2,1}) \cdot \lambda + V_{i,2,1} & G_{i,3,1} &= (W_1 - V_{i,3,1}) \cdot \lambda + V_{i,3,1} \\ G_{i,1,2} &= (W_2 - V_{i,1,2}) \cdot \lambda + V_{i,1,2} & G_{i,2,2} &= (W_2 - V_{i,2,2}) \cdot \lambda + V_{i,2,2} & G_{i,3,2} &= (W_2 - V_{i,3,2}) \cdot \lambda + V_{i,3,2} \\ G_{i,1,3} &= (W_3 - V_{i,1,3}) \cdot \lambda + V_{i,1,3} & G_{i,2,3} &= (W_3 - V_{i,2,3}) \cdot \lambda + V_{i,2,3} & G_{i,3,3} &= (W_3 - V_{i,3,3}) \cdot \lambda + V_{i,3,3} \\ G_{i,1,4} &= (W_4 - V_{i,1,4}) \cdot \lambda + V_{i,1,4} & G_{i,2,4} &= (W_4 - V_{i,2,4}) \cdot \lambda + V_{i,2,4} & G_{i,3,4} &= (W_4 - V_{i,3,4}) \cdot \lambda + V_{i,3,4} \end{aligned} \quad (4)$$

Tekintsük azt a négydimenziós gúlát melynek alapja a téglatest és csúcsa a kúp csúcsával egyezik meg. A metsző hipersíkot olyan négy ponttal határozzuk meg melyek a fenti gúla élein adott arányban helyezkednek el. Ilymódon könnyebben elképzelhetővé válik a leendő hipersíkmetszet.

$$P_1 = A_1 + \alpha \cdot (W - A_1) \quad P_2 = A_2 + \beta \cdot (W - A_2) \quad P_3 = A_3 + \gamma \cdot (W - A_3) \quad P_4 = A_4 + \delta \cdot (W - A_4) \quad (5)$$

A hipersík kanonikus egyenlete: $A \cdot x + B \cdot y + C \cdot z + D \cdot w + E = 0$

Az (5) ben szereplő pontokat a (6) egyenletbe helyettesítve és az (5) és (6) egyenletekből álló rendszert megoldva megkapjuk a hipersíkmetszetet amit paraméters formában így írhatunk:

$$H = [p, r, t, \varepsilon \cdot p + \mu \cdot r + \sigma \cdot t + c] \quad (7)$$

A kúp metszését úgy végezzük, hogy mindegyik alkotót a hipersíkkal metszük és megoldjuk az alábbi egyenletrendszer: $G_{i,j,1} = H_1 \quad G_{i,j,2} = H_2 \quad G_{i,j,3} = H_3 \quad G_{i,j,4} = H_4 \quad j = \overline{1..3}$ (8)

Következik a H hipersíkban fekvő felület egyenlete: $E_i = [[x_k, y_k, z_k, w_k], [x_j, y_j, z_j, w_j], [x_l, y_l, z_l, w_l]]$ (9)

Az eredmény szemléltetése céljából szükséges a H hipersíkot az Oxyz hipersíkba transzformálni.

A hipersíkot tartalmazó tér egy B bázisa: $v_1 = [1, 0, 0, \varepsilon] \quad v_2 = [0, 1, 0, \mu] \quad v_3 = [0, 0, 1, \sigma]$ (10)

Schmidt féle módszerrel ortogonalizálva B' ortonormált bázist kapjuk $B'(u_1, u_2, u_3)$ (11)

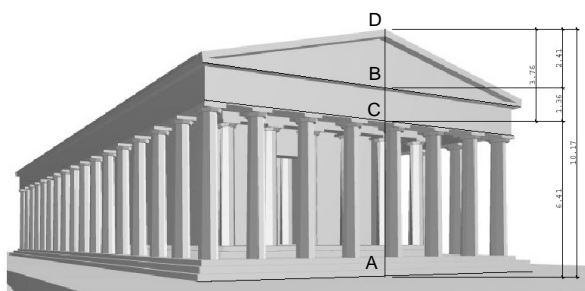
Ha ezt kiegészítjük a bázisvektorok vektori szorzatával: $u_4 = u_1 \times u_2 \times u_3$ (12)

A négydimenziós tér ortonormált bázisát kapjuk: $u_i(x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4}) \quad i = \overline{1,4}$ (13)

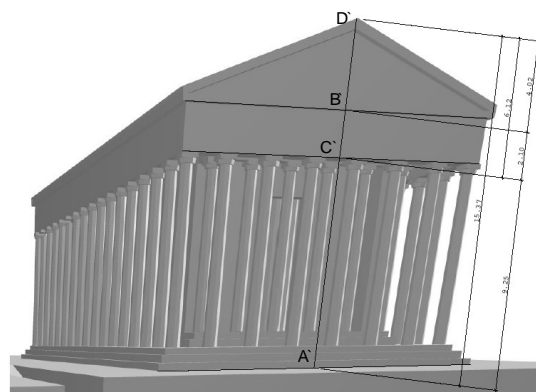
A B bázisból a B' be való áttérési mátrix a következő: $M = [x_{i,j}] \quad i, j = \overline{1..4}$ (14)

A koordinátarendszer transzformáció a következő formulával történik: $R_i = M^t \cdot E_i - O'$ (15)

Az így kapott adatokat a GDL nyelvezet (Geometric Description Language) segítségével megjeleníthetjük. A végeredmény egy háromdimenziós épület, ami megőrzi az eredeti arányrendszer projektív tulajdonságait, ugyanakkor formailag különbözik tőle. (ABCD) = (A'B'C'D'). Az 5. ábra a Parthenon épületének egy új variánsát szemlélteti összehasonlítva az eredeti Athénban található



4.ábra Az athéni Parthenon



5.ábra "II. Parthenon"

Irodalom

- [1] COXETER H.S.M: *Bevezetés a geometriába*, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1973
- [2] VRÂNCEANU G.: *Geometrie analitică, proiectivă și diferențială*, Editura de Stat Didactică și Pedagogică, București, 1961.
- [3] GUY PILATE: *Mathematiques les lois de l'harmonie*, Edition 1996-97, Bruxelles
- [4] GUY PILATE: *Mathematiques complements*, Edition 1997-98, Bruxelles

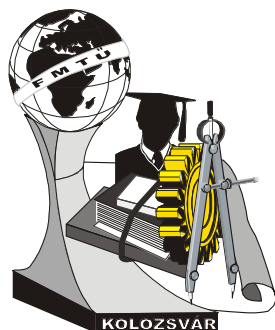
Orbán György, hallgató

Kolozsvári Műszaki Egyetem - Építészeti Kar

Cím(egyetem): 400020, Románia, Kolozsvár (Cluj-Napoca), Str. Constantin Daicoviciu nr 15

Telefon / Fax: +40-(0)264-520261

E-mail: orban.gyorgy@gmail.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A MÁGNESES TISZTÍTÁS HATÉKONYSÁGÁNAK ELEMZÉSE NÉHÁNY ÜVEGIPARI ALAPANYAG ESETÉN

Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László

Abstract

One of the most important properties of the clear glass is the transparency [1] [2]. The present study was aimed at produce a glass which has prominently high transparency. The most adverse are the metal-oxides appears in the glass melt, because these oxides cause significant discolouration.[3] [4] These metal-oxides usually get into the melt with the raw-materials of the glass industries[5] [6] [7]. The mined raw-materials in all the raw materials are more contaminated. Accordingly we investigated the quartz-sand, the dolomite, the feldspar and the limestone.[8] We cleaned all this raw-materials with CMT-5 magnetic trap [9] [10]. We estimated the several range of grain size of the raw-materials so that we can see what the discrepancy among amount of contaminated. We calculated the amount of separable impurities in a compound of raw-materials which we know. The results of the present study highlight the necessity of the cleaning, not only the quartz sand, but the dolomite and the feldspar too, because these raw-materials (dolomite and feldspar) together more impurities get into the melt than quartz sand.

Összefoglalás

A „clear”, azaz a színtelen üveg egyik legfontosabb tulajdonsága a fényáteresztő képessége.[1] [2] Vizsgálataink során célként tűztük ki a minél nagyobb fényáteresztésű üveg előállítását. Az üveg fényáteresztését legintenzívebben az üveg-olvadékba bekerülő fémes-oxidok rontják le [3] [4]. Ezek az oxidok főleg az üvegolvasztáshoz felhasznált alapanyagokkal kerülnek be az olvadékba. [5] [6] [7] Az üvegyártáshoz többféle alapanyagot használnak, ezek közül a bányászott alapanyagok a legszennyezettebbek. [8] Ezért vizsgálataink során a kvarchomokot, a dolomitot, a földpátot és a mészkövet tisztítottuk mágnes segítségével. [9] [10] Vizsgáltuk, hogy az alapanyagok különböző szemcseméret-tartományai között milyen eltérés van a mágnessel leválasztható szennyezők mennyiségét illetően. Kiszámítottuk, hogy egy általunk ismert üvegolvasztásra használt alapanyag-összetétel esetében, az alapanyagok külön-külön és együttesen mennyi mágnessel leválasztható szennyezőanyagot juttatnak a rendszerbe. Vizsgálataink során arra a megállapításra jutottunk, hogy az eddigi gyakorlattal szemben, nem elég csak a kvarchomokot tisztítani, mivel a dolomittal és a földpáttal a

keverékbe juttatott, mágnessel leválasztható szennyezők mennyisége együttesen nézve meghaladja a kvarchomokkal bejuttatott szennyezőanyag mennyiségét.

1. A mágneses leválasztás

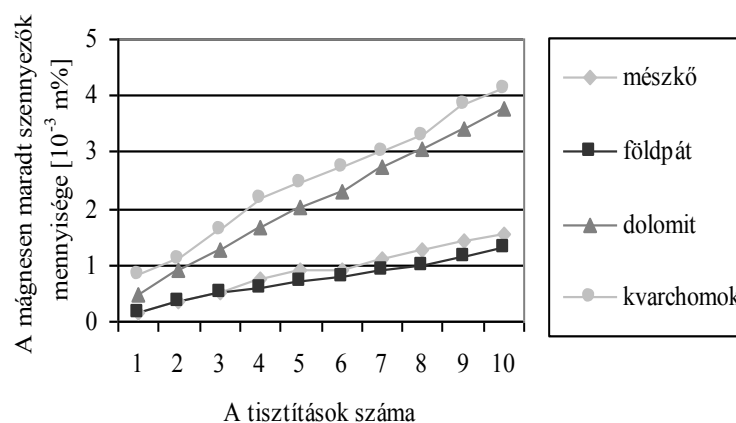
Az összefoglalóban már említett fémes (főleg vas-oxid), illetve mágnesezhető oxidok eltávolítására ideális eszköz a mágnes. [9] [10] Különböző feladatokra más-más mágnest használnak. Ha az adott technológiához a legmegfelelőbb mágneses tisztító berendezést használják, akkor rendkívül jó a leválasztás hatásfoka.[9] Ezen túl ez a fajta tisztítási mód környezetkímélő, ellentétben a savas kezelésekkel, flotálásokkal.

1.1. A vizsgálat menete

Vizsgálataink során kvarchomokot (SiO_2), dolomitot ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), földpátot ($\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) és mészkövet (CaCO_3) tisztítottunk a már előzetesen bemutatott készüléken [11] [12] [13]. Minden esetben kb. 2kg alapanyagot engedtünk át a berendezésen és minden egyes átengedés után mértük a mágnes által leválasztott anyag tömegét. Az egyszeri átengedés gyakorlatilag hatszori mágneses tisztítást jelent, mivel a mágnestrúdon belül 6db. pórusváltás van. A kapott eredményeket diagramokon ábrázoltuk.

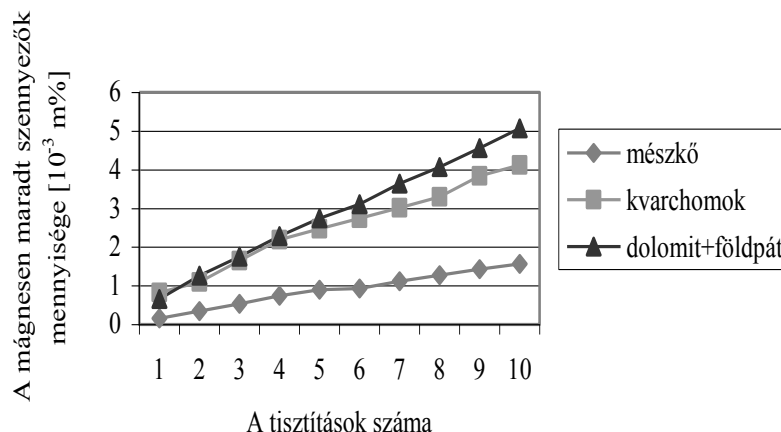
2. A szennyezettség mértékének és a tisztítás hatékonyságának elemzése

Az eredmények gyakorlati felhasználhatósága érdekében egy „clear” üveg előállítására alkalmas összetételnek megfelelően számoltuk ki, hogy az egyes alapanyagok, ha a keverékbeni arányukat is figyelembe vesszük, milyen mértékű szennyezést okoznak. [14] [15] Az összehasonlíthatóság érdekében több görbét is ábrázoltunk a 1-2. ábrákon. Az üvegolvadékba az általunk vizsgált alapanyagok közül a legtöbb mágnesezhető szennyező a kvarchomokkal, illetve a dolomittal kerül be (1. ábra).



1. ábra Az alapanyagok mágneses tisztítása (kumulatív görbe)

Ha megnézzük, hogy a dolomit és a földpát együtt mennyi szennyezőt visz a rendszerbe (2. ábra) érdekes eredményt kapunk. Ugyanis a dolomittal és a földpáttal együttesen bevitt szennyező mennyisége nagyobb, mint a kvarchomoké.[16]



2. ábra Alapanyagok mágnesezhető szennyezettségének összehasonlítása

3. Eredmények összegzése

Az eredmények kiértékelésekor a következőket tapasztaltuk:

- Amikor a különböző anyagok szennyezettségét hasonlítottuk össze a következőket kaptuk: leginkább szennyezett a földpát, ezt követi a mészke, majd a dolomit és a legkevésbé szennyezett a kvarchomok.
- Abban az esetben, amikor egy üvegolvasztáshoz használt alapanyag-összetétel szerint határoztuk meg a keverékbe kerülő szennyezők mennyiségét a következőket tapasztaltuk: bár a kvarchomokkal kerül be a keverékbe a legtöbb szennyező, de ha a dolomit és földpát szennyezettségét összeadjuk, akkor az meghaladja a kvarchomok szennyezettségét.

Mindezekből arra lehet következtetni, hogy abban az esetben, ha javítani akarunk az üveg optikai tulajdonságain, oda kell figyelni a dolomit és a földpát együttes szennyezőanyag tartalmára is, mivel ezek együttes vas és vasoxid tartalma a keverékben meghaladja a kvarchomok szennyezettségét.

Felhasznált irodalom:

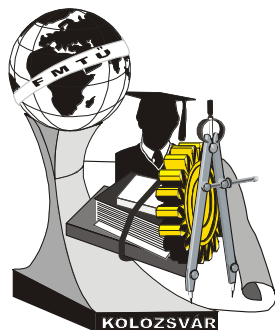
- [1] - Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László: Investigation of parameters influence on optical properties of silicon glasses; MicroCAD 2004 (ISBN 963 661 608 6), Miskolc
- [2] - Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László: Az üveghibák, azok okai és csökkentésének módjai VII. Bányászati – Kohászati – Földtani Konferencia, 2005, április 1-2., Nagyvárad
- [3] - Paróczai Csilla: Float üvegek optikai tulajdonságait befolyásoló tényezők feltárása, hatásmechanizmusának vizsgálata; Diplomamunka, 2004, Miskolc
- [4] - Paróczai Csilla: A nyersanyag összetétele és a technológiai paraméterek hatása a gyártott üveg tulajdonságaira; I. Kutatószeminárium, Témavezető: Dr. Gömze A. László, 2005, Miskolc

- [5] - Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László: A keverék-összetétel hatása az üveghibák jellegére és gyakoriságára; Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka kiadványa (ISBN 973 8231 44 2) 2005. március 18-19., Kolozsvár
- [6] - Paróczai Csilla: A kvarchomoknak– mint az üvegyipari technológiák legfontosabb alapanyagának néhány vizsgálata; II. Kutatószeminárium, Témavezető: Dr. Gömze A. László 2005. Július 15., Miskolc
- [7] - Paróczai Csilla: Az üvegyártásban használt alapanyagok vas-oxid tartalmának csökkentési lehetőségei; MTA Kihelyezett Ülése, 2005. Május 11., Miskolc
- [8] - Paróczai Csilla, Dr. Gömze A. László: How do the Different cleaning Technologies of Row Materials Influence on Optical Properties of Clear Glasses; MicroCAD 2005 Miskolc
- [9] - Paul Fears, Dr. Gömze A. László, John Curwen: Üveg és kerámia nyersanyagok mágnesezhető szennyezőanyagainak mágneses leválasztása; Kerámia- és Szilikátipari Kutatások és Mérnökképzés a Miskolci Egyetemen; Szakmai Tudományos Konferencia kiadványa (ISBN 963 9466 026); 2003. május 20-21., Miskolc
- [10] - Magnetic Separation for the Minerals and Ceramics Industrie; Eriez Magnetics Europe Limited www.eriez.com
- [11] - Dr. Knapp Oszkár, Dr. Korányi György; Üvegyipari kézikönyv Műszaki könyvkiadó, Budapest
- [12] - Dr. Tamás Ferenc: Szilikátipari Kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1989.
- [13] - Dr Knapp Oszkár: A kémia és vívmányai I.rész ; Kir. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest 1940
- [14] - Dr. Erdey-Grúz Tibor: A szilícium és a szilikátok
- [15] - Dr. Gömze A. László: Kerámia és kompozit technológia című előadás, 4. évfolyam 2. félév
- [16] - Dr. Gömze A. László, Paróczai Csilla, Simcsák Irén: Üvegyipari ásványi nyersanyagok mágneses leválasztási technológiák alkalmazásával történő vastalanításának laboratóriumi vizsgálata, vizsgálati eredmények kiértékelése, összehasonlítása; Kutatási Zárójelentés 2005. június 15., Miskolc

Paróczai Csilla / Okleveles anyagmérnök, Doktorandusz

Miskolci Egyetem, Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék / Miskolc-Egyetemváros

Tel:+36/0646/565-111(15-60) E-mail: femparcs@uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

AZ ANDEZIT SZIKLAFALAK FELÜLETI TULAJDONSÁGAINAK VÁLTOZÁSA MAGNÉZIA HATÁSÁRA

Petz Zsuzsanna, Török Ákos

It is a common experience among the rock climbers, that „magnesia” causes the rock slippery. The aim of my work is to explain this phenomenon. Selected samples of andesite were studied by using Optical Microscopy, SRT-pendulum, Atomic Force Microscopy, Scanning Electron Microscope, X-Ray Diffractography, Derivatography, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. The result of the experiments have shown, that the slipperiness of andesite walls is caused by a combination of physical, chemical and microbiological factors. The magnesia fills the pores of the andesite and causing a decrease in SRT values. AFM investigations indicated, that even by extensive washing, the magnesia particles can not be removed from the andesite surface. The microorganisms such as fungal hyphae also contribute to the slipperiness. Magnesia-treated and washed rock surfaces have a markedly different composition according to EPMA (Electron Probe Micro Analysis) and ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) since an increase in calcium and in lower extent in potassium was detected. This change in concentration could be caused by diffusion of appropriate ions, but it also could have some connection to the lifecycle of the microorganism.

Összefoglalás

A sziklamászók gyakran használnak magnéziát a sziklafalakon. Tapasztalatok azt mutatják, hogy sok esetben, különösen andezit falakon a kőzet később, a magnéziával kezelt felületen csúszóssá válik. Erre a jelenségre kerestünk magyarázatot andezit sziklafalak helyszíni és magnéziával kezelt andezit próbatetek laboratórium vizsgálatával. A laborvizsgálatok részét képezték az optikai mikroszkópos, SRT-ingás, AFM mikroszkópos, pásztázó elektronmikroszkópos, röntgendiffrakciós, derivatográfias, ICP-MS elemzések. A vizsgálatok alapján arra a következtetésre lehetett jutni, hogy a csúszósságnak mind fizikai, mind kémiai, mind mikrobiológiai okai lehetnek. A csúszósság egyik oka, hogy az andezit pórusaiba bejutó magnézia, a felületet síkosítja, amit az SRT-ingás mérések is igazoltak. Az ICP-MS és a mikroszondás elemzések alapján a kalcium-, és kismértékben a kálium is feldúsult a magnézia masszával kezelt majd lemosott felületen. A pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok azt tükrözik, hogy az andezit felületén gombafonalak és egyéb mikroorganizmusok vannak, amelyek magnézia hatására elszaporodhatnak és ezzel is hozzájárulva a felület síkossá válásához.

Bevezetés

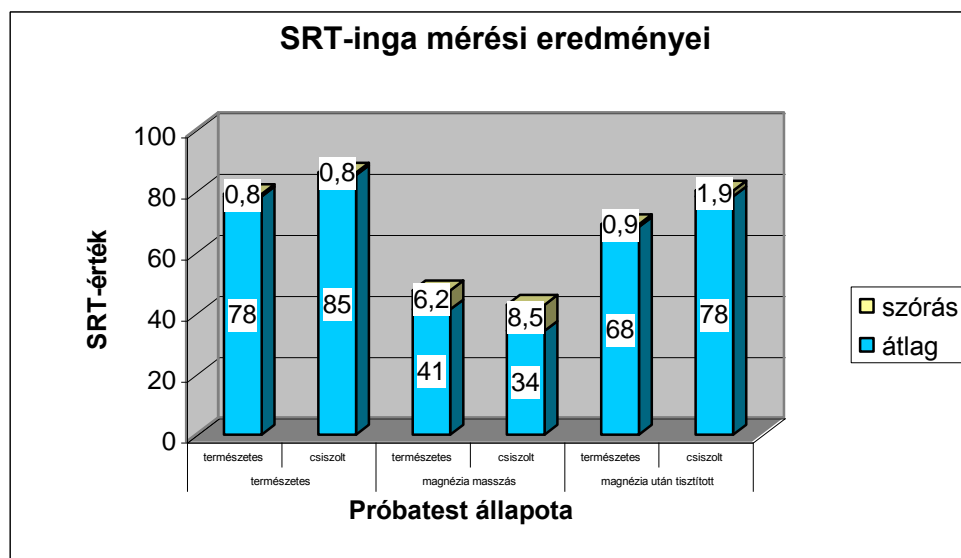
A magnéziát a sziklamászók a kezük izzadáستól való csúszásának megakadályozására használják. A tapasztalatok azt mutatják, hogy andezit sziklafalalnál egy idő után az andezit felülete csúszóssá válik a magnéziától. A vizsgálatok célja az volt, hogy bebizonyítsa, hogy ez a csúszósság miből ered és vajon mérhető-e. Ehhez a Mátrából származó andezit mintákat és magnéziát használtunk, úgy hogy a természetes kőfelület tulajdonságait a magnéziával kezelt kőfelülettel összehasonlítottuk. Nehezítette a méréseket, hogy nem állt rendelkezésre a témával foglalkozó szakirodalom, csak a Mátra geológiáját (Horváth, 1997) és a sziklamászó kalauzok (Babcsán és társai, 1997) állt rendelkezésre.

Vizsgálati módszerek

A Mátrából származó andezit tömbökből próbatestek készültek, amelyek egyik felét magnézia masszával kezeltük, másik fele természetes felszínű maradt. Az így kialakított próbatestek és az andezitből valamint a magnéziából származó pormintákat változatos vizsgálatoknak vetettük alá. A szöveti jelleg meghatározására vékonycsiszolatok és optikai mikroszkópos elemzés készült. A felület síkosságát SRT-ingás méréssel lehetett kimutatni. Az AFM mikroszkópos, a pásztázó elektronmikroszkópos, a röntgendiffrakciós, a derivatográfias, és az ICP-MS elemzések szolgáltak arra, hogy az ásványtani, szöveti és kémiai változásokat nyomon kövessük.

Eredmények

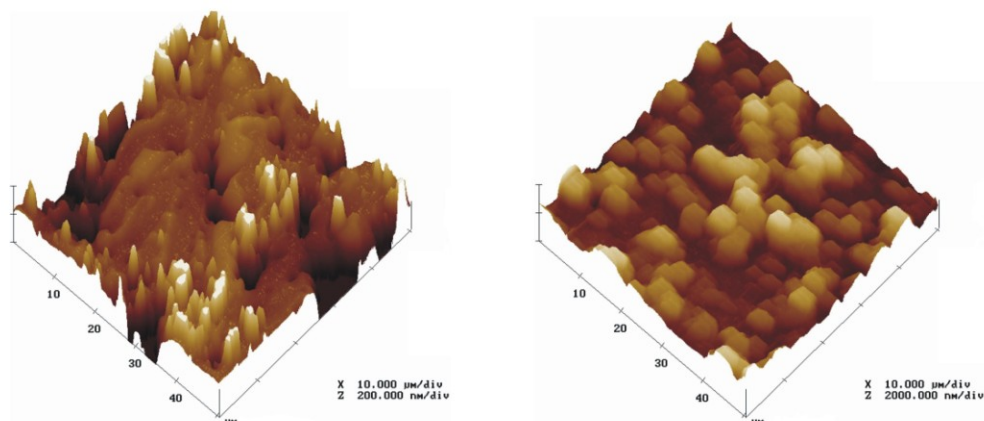
Az SRT-ingás mérés (útfelületek csúszósságának mérésre kifejlesztett vizsgálat) alapján a nagyobb SRT-érték nagyobb csúszási ellenállást jelent. Két különböző felszínű andezit - természetes- és csiszolt felület – 3 hetes magnézia masszázs kezelése után készültek a mérések. Grafikonon ábrázolva a mérési sorozat eredményeinek számtani közepét és a szórását, a különbség szembeütő (1. ábra). A magnézia masszával kezelt felületen végzett mérések során kisebb SRT értékeket kapunk, mint a természetes felületen azaz kisebb a csúszási ellenállás, így csúszósabb a felület.



1. ábra. SRT ingás mérési eredmények, természetes, csiszolt és magnéziával kezelt.

Az AFM-mikroszkóppal a polírozott felületű andeziten, a természetes és a magnézia masszával kezelt területek összehasonlítására törekedtünk. Az AFM mikroszkóp egy mechanikus letapogatóval pásztázza a mintát és az így letapogatott domborzatot rekonstruálja nagyított kép formájában. A 2. ábrán az andezit próbatest természetes és magnézia masszával kezelt felszíne látható, a képek 50 µm-es felületet ábrázolnak. A két AFM mikroszkópos felvételt, összehasonlítva jól látszik, hogy a magnézia hatására a pórusok feltöltődtek, simább lett a felület. Kisebbségek lettek a domborulatok, a csúcsok eltompultak. A természetes felszínű andeziten pórusok még láthatóak, míg a magnézia

masszával kezelt felületen a massa eltávolítása után is megfigyelhető, hogy a felületen megragadt a magnézia.



2. ábra. Természetes (bal) és magnéziás (jobb) andezit AFM mikroszkópos képe (50 μm).

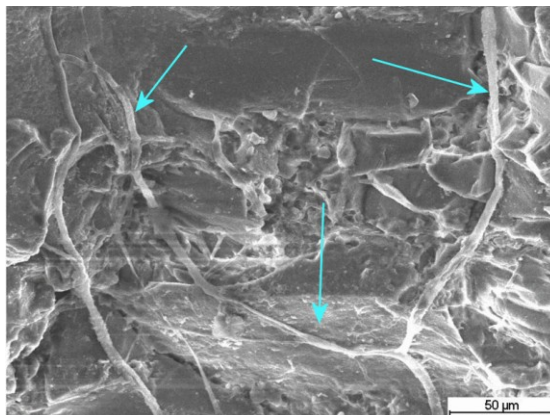
Pásztázó elektronmikroszkóp elektronsugaras mikroanalízisével az andezit felületének elemi összetételének változását próbáltuk nyomon követni a természetes és a magnézia masszával bekent andezit próbatesteken. A spektrumról leolvasható (1. táblázat), hogy a magnézia masszás kezelés után nőtt a próbatest magnézium-, szén- és kalciumtartalma. Az ilyen mértékű kalciumtartalom növekedésnek az egyik lehetséges oka, hogy a gyógyszerárban árult magnézium-karbonát nem tiszta, hanem magnézium-karbonát és kalcium-karbonát keveréke. Másik lehetséges ok, hogy az andezit felületére fizikai, kémiai illetve mikrobiológiai folyamatok következtében kalcium kerül. A vizsgált andezitfelületen a szilícium- és alumíniumtartalom jelentősen csökkent, ami azzal is magyarázható, hogy a szilícium- és alumínium-oxidokból képződött csúszós nyákot eltávolítottuk a mérések előtt.

	C	O	NA	MG	AL	SI	K	CA	FE
Eredeti 1.	11.37	23.96	02.05	01.92	13.77	36.40	02.67	04.15	03.70
Magnéziás 1.	24.43	25.47	00.93	03.61	06.03	19.20	01.79	15.59	02.95
Eredeti 2.	11.42	21.48	02.30	01.62	15.94	36.71	02.64	05.32	02.59
Magnéziás 2.	19.00	31.33	01.20	06.75	07.11	15.39	01.40	16.18	01.65

1. táblázat. Az természetes és a magnézia masszával bekent andezit felület elemi összetétele

Pásztázó elektronmikroszkópos felvételen, ami az andezit tört felszínéről készült (3. ábra) jól láthatóak a gombafonalak. A felvétel 50 μm felbontású. Az andezit felszínének a környezete révén van szervesanyag-tartalma, továbbá pórusossága révén, a nagy felületén mikroorganizmusok tapadnak meg, amelyen gombafonalak tudnak megtelepedni. Feltételezések szerint a mállott andezit savas pH-ját a lúgos kémhatású magnézia eltolhatja a semleges, esetleg lúgos pH felé. Ezzel kedvezőbb táptalajt biztosítva a gombafonalaknak. A gombafonalak anyagcseréjéhez hozzájárul a kézzől a sziklafalra kerülő zsírok, enzimek, szénhidrát és fehérjék is. A leírt feltételezés alapjául szolgál a magnézia masszával bekent andezit felszínén pásztázó elektronmikroszkópos mikroanalízissel kapott szignifikáns kalciummennyiség növekedés (1 táblázat). Így a gyakorlatban a magnéziás andezit

sziklafalon tapasztalt nyákosodás mikrobiológiai folyamatokkal megmagyarázhatóvá válik. Ennek igazolása azonban további vizsgálatokat igényel.



3. ábra. Gombafonalak (lásd nyíl) az andezit felszínén

Következtetések

Az eddigi vizsgálatok alapján a csúszósságnak mind fizikai, mind kémiai, mind mikrobiológiai okai lehetnek. A csúszósság egyik legfontosabb okozója az, hogy az andezit pórusaiba beveddik a magnézia, amit az SRT-ingás mérések is igazoltak. Az andezit felszínéről nehéz eltávolítani ezt a ráragadt magnéziát, ezt mutatják az AFM mikroszkópos felvételek is. A csúszósság mikrobiológia háttérében azok a mikroorganizmusok állhatnak, amelyek jelenlétét a pásztázó elektronmikroszkóppal fedeztem fel. A különböző elemösszetélteli vizsgálatok (elektronsugaras mikroanalízis, ICP-MS vizsgálat) eredményeit analizálva szembevetve a kalcium-, kismértékben a kálium mennyiségének változása is a magnézia masszával kezelt majd lemosott felületen. Ez a változás lehet ionvándorlás következménye, de esetleg összefüggésbe hozható a mikroorganizmusok jelenlétével is.

Köszönetnyilvánítás

A vizsgálataimban nyújtott segítségért köszönettel tartozom: konzulensemnek, Dr. Török Ákosnak továbbá Dr. Nagy Péter Miklósnak a KKKI munkatársának.

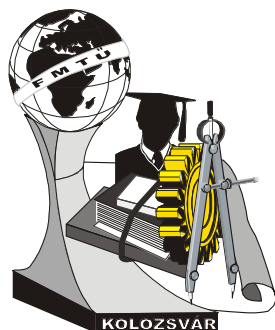
Irodalom

Horváth Gergely, 1997. A Mátra- In: Karátson Dániel (szerk.) Magyarország földje: Kitekintéssel a Kárpát-medence egészére, Magyar Könyvklub, Budapest, 362-364.

Babcsán Gábor, Kangyal András, Ravadits Kornél, 1997. Magyarország sziklái – sziklamászó kalauz (3. javított, bővített kiadás), Mega Print, 121

Petz Zsuzsanna / egyetemi hallgató
BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék
Tel: +36-20-521-3360
e-mail: zsazsi4@yahoo.com

Dr. Török Ákos / docens
BME Építőanyagok és
Mérnökgeológiai Tanszék
Tel: +36-1-4632414



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

Ti6Al4V JELÖLÉSŰ ÖNTÖTT TITÁNÖTVÖZET HŐKEZELÉS UTÁNI SZÖVETSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA

Pinke Péter, Réger Mihály, Marcinka Roderik

Abstract

This paper deals with the changes in the microstructure of the casted Ti6Al4V titanium alloy by a solution treatment at 1050 °C, 950 °C and 800 °C followed by water or air cooling. The specimens after solution treatment were treated by an aging treatment at 550 °C. The solution treatments at 1050 °C and 950 °C followed by water cooling process lead to α' martensite structure. In other cases after the solution treatment a lamellar structure of $\alpha + \beta$ phases was detected. The effects of the applied heat treatment parameters on the microstructure were investigated by optical and electron microscopes as well as by hardness tests.

A dolgozat Ti6Al4V jelölésű öntött titánötvözet szövetszerkezeti változásait mutatja be 1050 °C, 950 °C és 800 °C-on alkalmazott oldó izzítást követő víz- illetve léghűtés után. Oldó izzítás után a próbadarabokat 550 °C hőmérsékletű keményítő hőkezelésnek vetettük alá. Az 1050 °C és a 950 °C-os hőntartást követően vízhűtést alkalmazva α' martenzites szerkezet jött létre. Egyéb esetekben az oldó izzítás utáni szövetszerkezet lemezes $\alpha + \beta$ fázisú volt. Az alkalmazott hőkezelési paraméterek hatását a szövetszerkezet vonatkozásában fény- és elektronmikroszkópos vizsgálatok valamint keménységmérés segítségével tanulmányoztuk.

Bevezetés

Titánt és titánötvözeteket napjainkban széleskörűen alkalmaznak a repülés, az energetika, a vegyipar és az autóipar számos területén. Több titánötvözet, biokompatibilitása folytán, kitűnően alkalmazható sebészeti protézisek, orvostechnikai eszközök anyagaként. Az orvosbiológiai titánötvözetek magas szilárdsággal és fáradási határfeszítéssel, alacsony rugalmassági modulussal, kitűnő korrózióállósággal és kiváló biokompatibilitással kell hogy rendelkezzenek.

A protézisek, orvosi eszközök egyik legelterjedtebb titánötvözete a Ti6Al4V jelölésű ötvözet, amely a kemény szövetek (csontok) pótlásának irányadó anyaga [1]. Beültethető implantátumok hagyományos gyártástechnológiája a kiinduló félgyártmányok melegalakítására és az azt követő befejező forgácsoló és finomfelületi megmunkálásokra épül. A vákuum- és plazma metallurgia valamint az ezekhez társuló precíziós öntés napjainkban egyre jobban a figyelem középpontjába kerül. Ezekkel a technológiákkal, költségkímélő módon, kívánt alakhűségű és méretpontos implantátumok készíthetők. Természetesen fontos kérdés az implantátumok bevonatolása [2] is a jó csontintegráció elérése érdekében.

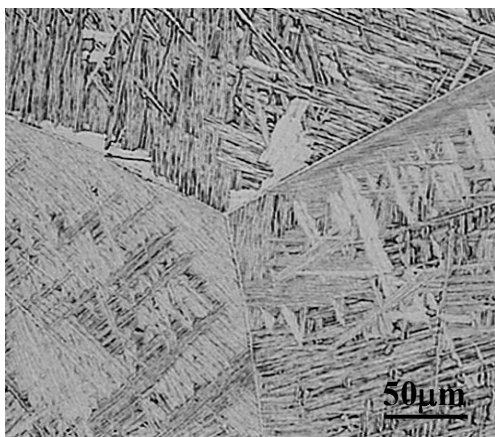
Jelen munkánkban professzor Žitňanský (Szlovák Műszaki Egyetem, Pozsony) vezetésével előállított öntött Ti6Al4V titánötvözetből készült próbadarabok [3] hőkezelésével, szövetszerkezeti változásaival foglalkozunk. Dolgozatunk kötődik az e tárgykörben korábban megjelent tanulmányunkhoz [4].

Kísérleti anyag és technika

Munkánkban plazma metallurgia és precíziós öntés által, laboratóriumi körülmények közt előállított, Ti6Al4V titánötvözetet vizsgáltunk. Az ötvözet irányadó vegyi összetétele (tömeg %) 6% Al, 4%V a fennmaradó mennyiség Ti. Az ötvözetből levágott próbadarabokon 1050 °C/1h, 950 °C/1h és 800 °C/1h oldó izzítást alkalmaztunk, amelyet vízhűtés vagy léghűtés követett. Az oldó izzítás után 550 °C/4h keményítő hőkezelést is beiktattunk, amelyet léghűtés követett. A hőkezelést LM 212.11 indukciós kemencében végeztük. A szövetszerkezetet Neophot 30 fény- JEOL JSM 5310 pásztázó elektron- és JEOL 200 CX típusú átsugárzásos elektronmikroszkópon vizsgáltuk. Vickers keménységmérésre (HV10) Briviskop BVR 187.5H berendezést használtunk.

Vizsgálati eredmények

A Ti6Al4V titánötvözet öntés utáni szövetszerkezetét az 1.a és b. ábra mutatja. A mikroszerkezet kétfázisú: α és β szilárd oldatokból tevődik össze. Az α fázis (világos alakzatok) viszonylag szabályos, lemez alakú, amelyek között vékony β fázis (sötét alakzatok) található. Ez az $\alpha + \beta$ szerkezet $\beta \rightarrow (\alpha + \beta)$ átalakulás eredményeként jött létre. Az eredeti β fázis szemcsehatárain α fázis vált ki, amelyeket α_{GB} fázisként (grain boundary) értelmezhetünk. Az eredeti β szemcséken belül ($\alpha + \beta$) kolóniák jöttek létre, a kolóniák azonos kristálytani irányultságú α lemezekből épülnek fel.



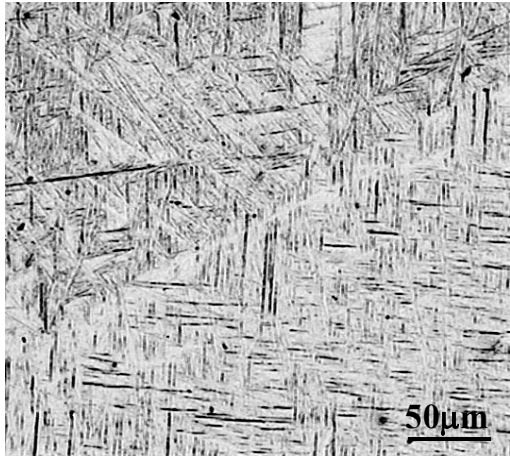
a) b)
1. ábra Ti6Al4V titánötvözet, kiinduló – öntés utáni szerkezet

Az 1050 °C hőmérsékletű oldó izzítás utáni vízhűtés túszerű α' martenzites szerkezet kialakulásához vezetett (2. ábra). A martenzit tűk között maradék β fázis található, az eredeti β szemcsehatárok mentén α_{GB} fázis kiválása nem volt megfigyelhető. Ha 1050 °C- ról levegőn történő lehűlést alkalmaztunk, akkor lemezes $\alpha + \beta$ kétfázisú szövet jön létre (3. ábra), a β szemcsehatárokon pedig α_{GB} fázis vált ki.

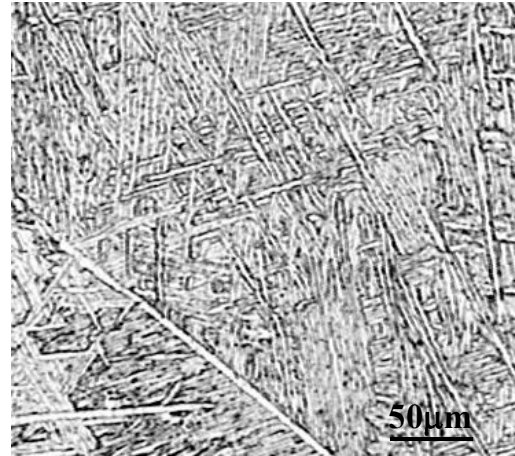
A 950 °C- ról végrehajtott vízhűtés után a szövetkép primer α fázis és α' martenzites szerkezet kialakulását mutatta. Primer α alatt azokat az α lemezeket (alakzatokat) értjük, amelyek 950 °C- os oldó izzítás során nem mentek β szilárd oldatba, mivel hevítésnél az $(\alpha + \beta) \rightarrow \beta$ átalakulási hőmérséklet Ti6Al4V ötvözet esetén ~ 1000 °C [5]. A 950 °C/levegő oldó izzítás után lemezes $\alpha + \beta$ fázisú szövetet valamint primer α és α_{GB} fázisokat tartalmazott vizsgált ötvözetünk.

A 800 °C/víz hőkezelés utáni metallográfiai vizsgálat azt mutatta, hogy α' martenzites szerkezet nem alakult ki. A 4. ábrán látható, hogy a létrejött szövet $\alpha + \beta$ lemezes. Feltételezhető, hogy gyorsűtés következtében bizonyos tútelítettséggel rendelkező metastabil β fázis jön létre. A 800 °C-os oldó izzítás után léghűtést alkalmazva $\alpha + \beta$ fázisú lemezes szövetállapot volt megfigyelhető (5. ábra). Mindkét lehűlési mód után a mikroszerkezet α_{GB} fázist is tartalmazott.

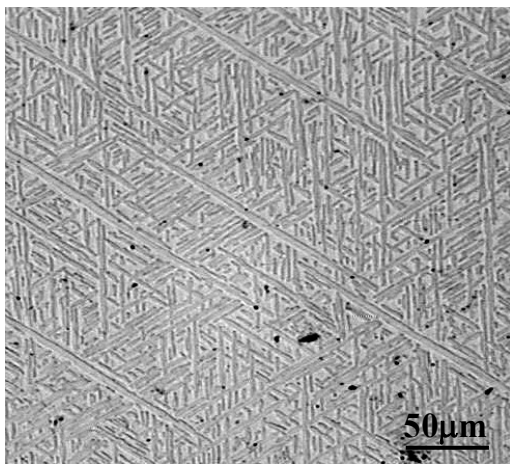
A Ti6Al4V öntött titánötvözet esetében alkalmazott oldó izzítási hőmérsékletek és lehűlési módok után kialakuló szövetszerkezetekről a 6. ábra ad áttekintést.



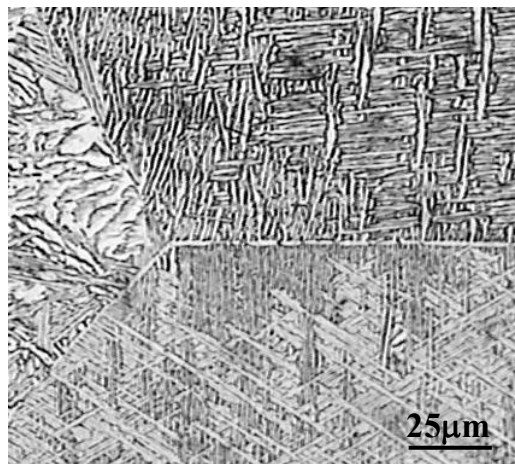
2. ábra Ti6Al4V, 1050 °C/1h/víz



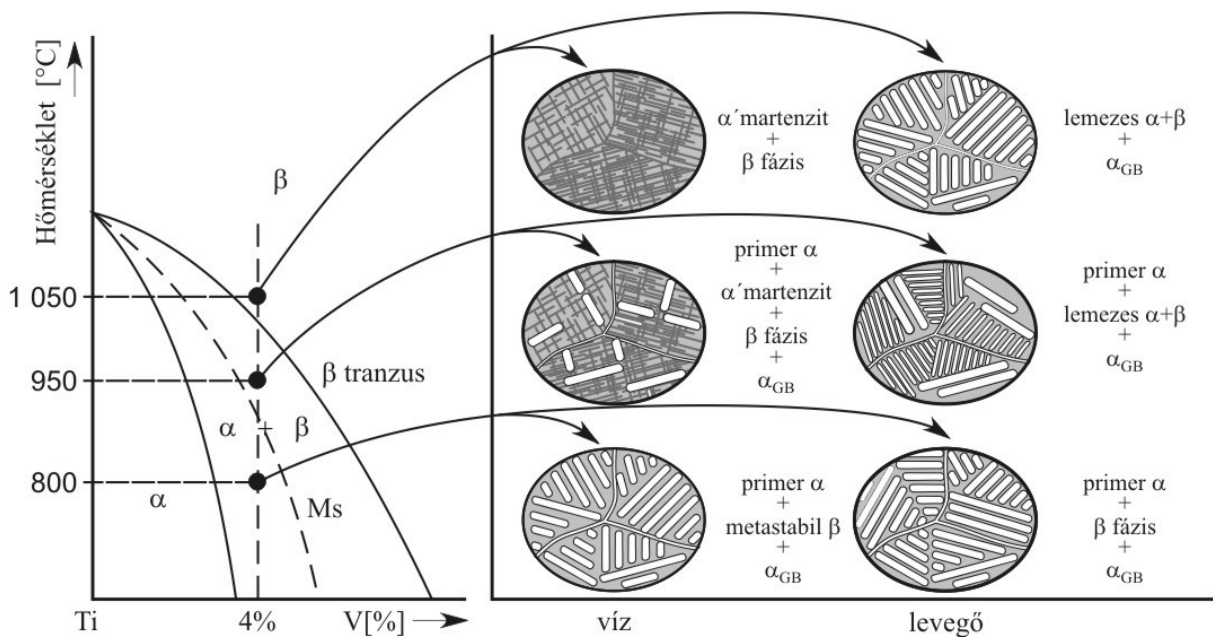
3. ábra Ti6Al4V, 1050 °C/1h/levegő



4. ábra Ti6Al4V, 800 °C/1h/víz



5. ábra Ti6Al4V, 800 °C/1h/levegő



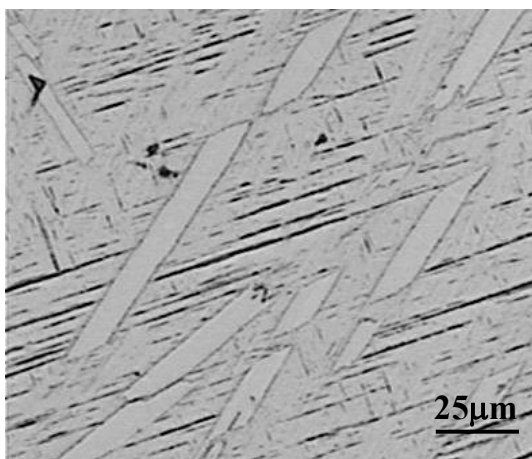
6. ábra Az oldó izzítás paramétereinek hatása a Ti6Al4V jelölésű öntött titánötvözet szövetszerkezetére (sematikus ábrázolás)

A vizsgált oldó izzítási eljárások után a próbadarabokon 550 °C –on keményítő hőkezelést is végrehajtottunk, a próbadrabok lehülése levegőn történt. Az oldó izzítás után kialakult jellemző mikroszerkezet az 550 °C- on elvégzett izzítás után lényegében nem változott.

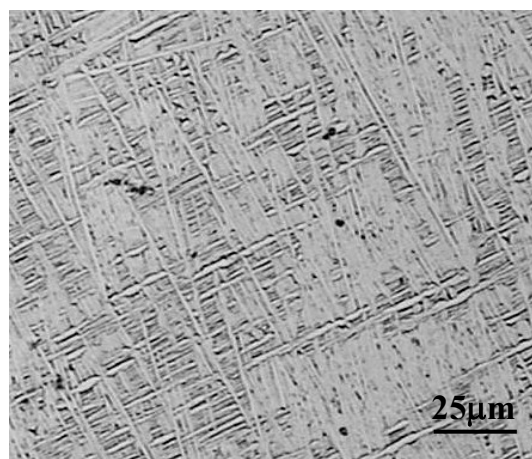
A 7. és 8. ábra a 950 °C/víz +550 °C valamint a 950 °C/levegő +550 °C paraméterű, tehát a próbatetek teljes hőkezelés utáni szövetállapotát szemléltetik.

Az alkalmazott hőkezelési módok után a szövetszerkezetet pásztázó elektronmikroszkóppal is tanulmányoztuk. Az elektronmikroszkópos vizsgálat (SEM) megerősítette azokat a megállapításainkat, amelyeket fénymikroszkópos vizsgálatok által tettünk.

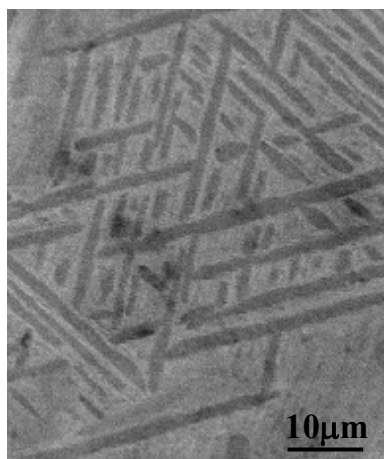
A 9. ábrán látható szövetkép jelzi, hogy 800 °C/vízhűtés következtében olyan $\alpha + \beta$ szerkezet jön létre, amely jelentős mennyiségű β fázisból áll, míg 1050 °C/levegő paraméterű kezelés után a β fázis finom „erezet“ formájában van jelen (10. ábra). A teljes hőkezelés után (1050 °C/víz +550 °C) is megmaradó túszerű martenzites szerkezet képe a 11. ábrán látható.



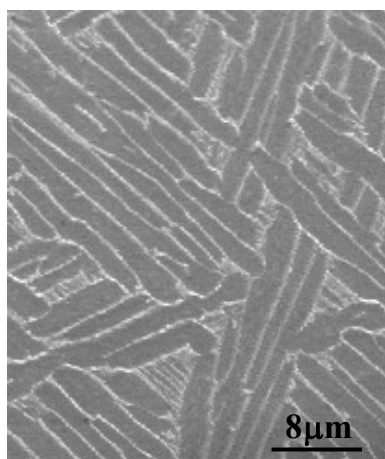
7. ábra Ti6Al4V, 950 °C/1h/víz + 550 °C/4h/levegő



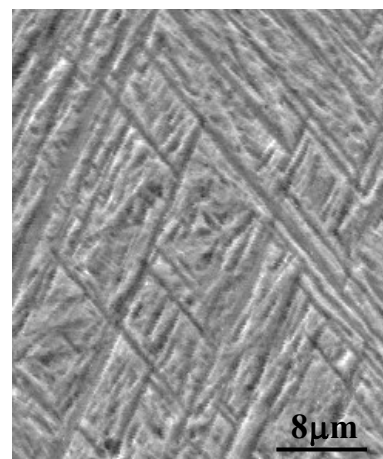
8. ábra Ti6Al4V, 950 °C/1h/levegő + 550 °C/4h/levegő



9. ábra Ti6Al4V, 800 °C/1h/víz



10. ábra Ti6Al4V, 1050 °C/1h/levegő + 550 °C/4h/levegő



11. ábra Ti6Al4V, 1050 °C/1h/víz + 550 °C/4h/levegő

Az egyes hőkezelési eljárások után a próbadarabokon keménységmérést is végeztünk. A mérési eredményeket az 1. táblázat foglalja össze. Látható, hogy oldó izzítás után a legjelentősebb keménységnövekedést az 1050 °C/víz illetve a 950 °C/víz kezelés váltotta ki. Az 550 °C- on alkalmazott keményítő hőkezelés minden esetben keménységnövekedést eredményezett. A kiinduló állapothoz képest (312 HV10) a legmagasabb keménységértéket az 1050 °C/víz +550 °C- on végrehajtott teljes hőkezelés után mértük (428 HV10).

1. táblázat Az alkalmazott hőkezelések hatása a Ti6Al4V jelölésű öntött titánötvözet keménységére

Ti6Al4V jelölésű öntött titánötvözet	Oldó izzítás	1050 °C/ 1h/víz	1050 °C/ 1h/levegő	950 °C/ 1h/víz	950 °C/ 1h/levegő	800 °C/ 1h/víz	800 °C/ 1h/levegő
	Keménység HV 10	405	320	395	311	344	319
Keménység kiinduló állapotban 312 HV 10	Oldó izzítás + keményítő hőkezelés	1050 °C/ 1h/víz + 550 °C/4h	1050 °C/ 1h/levegő + 550 °C/4h	950 °C/ 1h/víz + 550 °C/4h	950 °C/ 1h/víz + 550 °C/4h	800 °C/ 1h/víz + 550 °C/4h	800 °C/ 1h/víz + 550 °C/4h
	Keménység HV 10	428	338	414	352	368	346

A továbbiakban arra a kérdésre kerestünk válaszokat, hogy az oldó izzítás után alkalmazott keményítő hőkezelés következtében milyen mechanizmus(ok) által jön (jöhet) létre keménységnövekedés. Ha oldó izzítás után α' martenzit keletkezik, akkor feltehetően, az egyensúlyi átalakulás irányában az $\alpha' \rightarrow \alpha + \beta$ folyamat játszódik le. Ha martenzit nem jön létre, akkor a metastabil β fázisból válhatnak ki finom α fázisok, tehát metastabil $\beta \rightarrow$ finom $\alpha + \beta$. Ez a folyamat levegőn történő lehülés következtében kialakuló lemezes $\alpha + \beta$ szerkezet esetén is végbemehet, tehát $\beta \rightarrow$ finom $\alpha + \beta$. A keményítés során lejátszódó lehetséges folyamatok alapsmegközelítéseit a 2. táblázat foglalja össze.

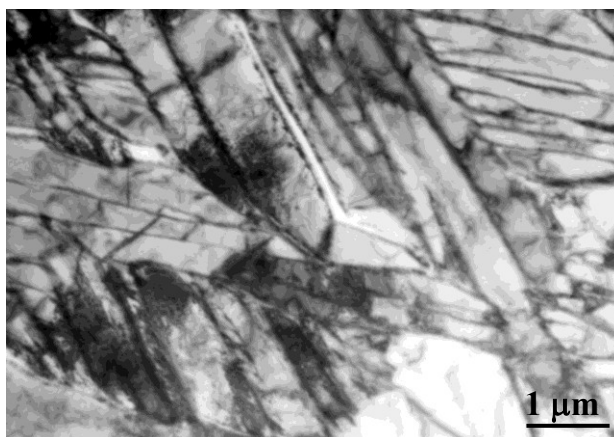
2. táblázat Keményítés során valószínűsíthető folyamatok áttekintése

Oldó izzítás hőmérséklete T	Hűtémód	Oldó izzítás utáni szövetszerkezet	Keményítés során valószínűsíthető változások
$T > T_{\beta}$	vízűtés	α' martenzit + β	$\alpha' \rightarrow$ finom $\beta + \alpha$ $\beta \rightarrow$ kiválik finom α
$T < T_{\beta}$ és $T > T_{Ms}$	vízűtés	primer $\alpha +$ α' martenzit + β	$\alpha' \rightarrow$ finom $\beta + \alpha$ $\beta \rightarrow$ kiválik finom α
$T < T_{Ms}$	vízűtés	$\alpha +$ metastabil β	metastabil $\beta \rightarrow$ kiválik finom α
$T > T_{\beta}$ $T < T_{\beta}$	léghűtés	$(\alpha + \beta)$ primer $\alpha + (\alpha + \beta)$	$\beta \rightarrow$ kiválik finom α

T_{β} - a $\beta \rightarrow \alpha + \beta$ átalakulás hőmérséklete T_{Ms} - a martenzites átalakulás kezdő hőmérséklete

Arra, hogy milyen átalakulások-kiválások mehetnek végbe Ti6Al4V ötvözetben oldó izzítás utáni hőkezelés során titánötvözet-fémfóliák átsugárzásos elektronmikroszkópos (TEM) vizsgálata adhat magyarázatot. Titánötvözet-fólia készítését illetően az első lépéseket már megtettük, a 12. ábrán a vizsgált ötvözet öntés utáni állapotának TEM felvétele látható. A továbbiakban a hőkezelt próbadarabokból fémfóliák készítését tervezzük. A TEM vizsgálatokat röntgendiffrakciós elemzésekkel is ki szeretnénk egészíteni.

A vázolt kísérleti eljárások és technikák remélhetőleg lehetővé teszik a keményedés mechanizmusainak behatárolását. Ezek az ismeretek felhasználhatók az ötvözet próbatesteken nyert anyagjellemzőinek tárgyalásánál.



12. ábra Ti6Al4V, öntés utáni állapot (fémfólia, TEM)

Következtetések

Az öntött Ti6Al4V ötvözetmintákon végrehajtott hőkezelési eljárások alapján megállapítható, hogy a 950 °C és az 1050 °C-os oldó izzítási hőfokról vízhűtést alkalmazva α' martenzites szövetszerkezet jött létre. A 800 °C-os oldó izzítási hőmérsékletről vízhűtést követően nem keletkezett α' martenzit, az ötvözet szövete lemezes $\alpha + \beta$ fázisú volt. Az alkalmazott oldó izzítási hőmérsékletekről levegőn történő hűtés minden esetben lemezes $\alpha + \beta$ fázisú szövetállapotot eredményezett. Az oldó izzítás után kialakult mikroszerkezet lényegében nem változott az 550 °C-on elvégzett izzítás után, viszont minden esetben keménységnövekedés lépett fel. A Ti6Al4V ötvözet hőkezelése során a szövetszerkezetben végbemenő változások feltérképezésére átsugárzásos elektronmikroszkópos vizsgálatok alkalmazását tartjuk célravezetőnek.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a VEGA Tudományos Ügynökségnek (Szlovákia) a kutatás támogatásáért, amely a VEGA No. 1/1081/04 projekt keretén belül valósult meg.

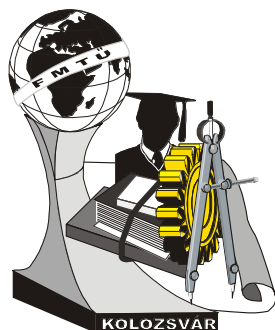
Irodalomjegyzék

- [1] WILLIAMS D. F.: Titanium for medical applications. In: BRUNETTE D. M., TENGVALL P., TEXTOR M., THOMSEN P.(eds.) *Titanium in medicine*, Springer-Verlag, Berlin, 2001, pp.13-24.
- [2] TAKÁCS J., OZSVÁTH P.: Development of human implants with plasma sprayed surfaces. First Hungarian Conference on Biomechanics, Budapest, Hungary, June 11-12, 2004, p. 464-471.
- [3] ŽITNANSKÝ M., ČAPLOVIČ E.: The preparing of Ti-Al-4V alloy in laboratory conditions. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 157-158, (2004), pp. 781-787.
- [4] PINKE P., ŽITNANSKÝ M., ČAPLOVIČ E., RÉGER M.: The influence of heat treatment parameters on the microstructure of the Ti6Al4V titanium alloy. In: *Proceedings of 12th International Scientific Conference CO-MAT-TECH 2004*, Trnava, Slovakia, 14-15 October, 2004, pp. 1042-1046.
- [5] DONACHIE M. J., Jr.: Heat treating. In: *Titanium: A technical guide*, ASM International, Metals Park, OH, 1988, pp. 57-74.

Ing. Peter Pinke, CSc., egyetemi adjunktus
Materiálovotechnológická fakulta STU Trnava
Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovensko
00421/33 552 1007, email: peter.pinke@stuba.sk

Dr. Réger Mihály, főiskolai docens
BMF-Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar
1081 Budapest, Népszínház u. 8
0036/1219 63 00, email: reger.mihaly@bkg.bmf.hu

Bc. Roderik Marcinka, egyetemi hallgató
Materiálovotechnológická fakulta STU Trnava
Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovensko
00421/33 552 1007, email: roderik@zoznam.sk



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

VIRTUÁLIS PROTOBOARD

Pótári Tamás

Abstract

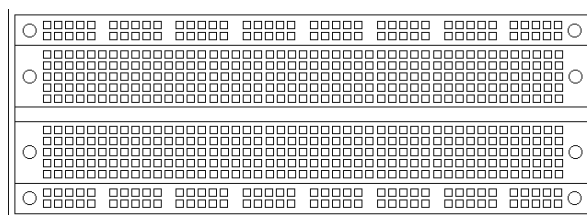
The title of our project is Virtual Protoboard. Our aim is to make virtual software for designing logical electric circuit. By means of this software students can acquire the basis of digital networking. Furthermore, they are able to learn the routine of how the components work and are built in the electric circuit in the protoboard. Designing this software great attention is paid for external appearance particularly for the user-friendly interface. We also try to simulate realistically the work which can be performed on protoboard. Users can control their self-made logical network from the point of view of operation and they can also modify or save it to file.

Összefoglalás

A projektünk címe: Virtuális Protoboard. Célunk egy virtuális, logikai áramkör tervező szoftver készítése, melynek segítségével a tanulók könnyedén el tudják sajátítani a digitális hálózatépítés alapjait. Mindazonáltal az alkatrészek működtetésének és áramkörbe építésének rutinját is meg tudják tanulni a próbatáblán. A szoftver tervezése során nagy figyelmet fordítunk a külalakra, ezen belül is a felhasználó barát kezelőfelületre. Megpróbáljuk a szoftverünkkel a lehető legéletszerűbben szimulálni a próbatáblán elvégezhető munkálatokat. A felhasználó, az általa felépített logikai hálózatot képes működési szempontból ellenőrizni, módosítani illetve állományba elmenteni.

A protoboard

A protoboard [1] egy különleges áramkör-építési segédeszköz, egy dugaszolós kísérleti panel. A panel műanyag felületén, egymás közelében nyílások találhatók, melyekbe merev vezetékeket, alkatrész kivezetéseket lehet bedugni. A panel belsejében rugózó fémlemez bújik meg, mely az egymás melletti nyílásokba bedugaszolt vezetéket összekapcsolja. Így gyorsan, egyszerűen lehet áramköröket építeni, s nem kell forrasztani sem a kivezetéseket. (Az 1. ábra a protoboard szokásos kialakítását ábrázolja.)



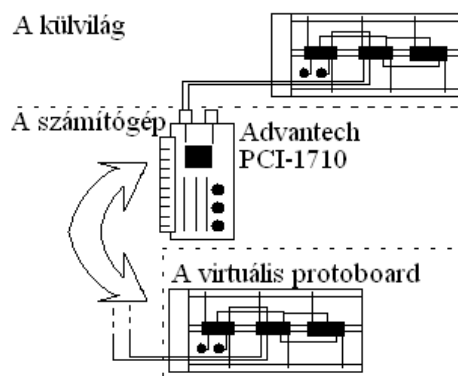
1. ábra

A szoftver célja

A szoftver oktatási célokat szolgál. Ahhoz, hogy egy hallgató az otthonában is megtapasztalhassa egy egyszerű logikai áramkör összeállítását a gyakorlatban, rendelkeznie kell az ahhoz szükséges berendezésekkel, alkatrészekkel. Az ilyen tervezői környezet otthoni kialakítása jelentős anyagi követelménnyel bír. Még költségesebbé teszi a kísérletezést, ha egy-egy alkatrész, illetve berendezés tönkremegy. Más szempontból tekintve a lehetőségeket, egy bonyolult SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) programra épülő tervezői szoftver megvásárolása anyagilag jóval megterhelőbb. A DesignSoft Kft. által tervezett Edison elektrotechnikai oktatóprogram már kedvezőbb tulajdonsággal bír a magáncélú alkalmazást tekintve. De ez a szoftver öreg, nem fejleszthető és csak koramúlt operációs rendszereken futtatható. Az általunk tervezett szoftver ingyenes, és minden érdeklődő számára elérhető. Nyílt forráskódú, szabadon fejleszthető, valamint Windows és Linux operációs rendszeren is futtatható. A szoftver az úgynevezett „virtuális labor” alapját is képezheti. Internet segítségével a laboratóriumi munkát a hallgató tetszőleges helyről végezheti. Az eredményeit pedig az oktatási intézmény regisztrálja és értékeli.

A szoftver lehetőségei

A szoftver segítségével lehetőségünk nyílik kezelni a tanszékünkön található mérési adatgyűjtő kártyáinkat, ami arra szolgál, hogy egy külső fizikai rendszer állapotváltozóit megjeleníthessük a programmal, illetve egy virtuális áramkör közbeiktatásával, ezen jellemzőket megváltoztassuk és a fizikai rendszerbe visszajuttassuk. (2. ábra)



2. ábra

A fejlesztési stádiumok

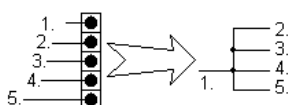
A szoftvert C++ programozási nyelven, OpenGL grafikai könyvtár segítségével fejlesztjük. A tervezés több stádiumból épül fel. Jelenleg az első stádiumban a hangsúlyt a grafikus megjelenítésre, az alapvető áramkört elemek modellezésére és az egyszerűbb kombinációs hálózatok [2] tervezésére fektetjük. Szintén az első stádiumban tűzzük ki feladatul az alapvető algoritmusok tökéletesítését, melyek a hálózatanalizáló számításokat végzik a szoftver működtetése során. Ezen algoritmusok képezik a szoftver magját. A következő stádiumokban már a bonyolultabb hálózatok analíziséhez szükséges fejlesztések beépítésére kerül sor, amelyek segítségével már visszacsatolásokkal rendelkező hálózatokat is felépíthet a felhasználó.

A szoftver főbb egységei, azok feladatai

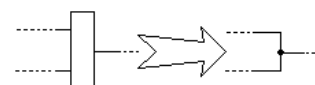
A tervezés során a szoftvert két nagy egységre bontottuk. A grafikus megjelenítést szolgáló egységre és a program-mag egységre. A grafikus megjelenítés egységében a grafikus funkciók mellett sorakoznak fel a billentyűzet és egérkezelést biztosító függvények. A program-mag végzi az összeépített hálózat működtetését és analízisét. A szoftvertervezést megelőző analízis során szükségesnek éreztük a központi szerepet játszó program-mag felosztását, feladat-végrehajtás alapján.

❖ A bejáró algoritmus feladata az áramkörben szereplő áramkört elemek feltérképezése [3] és a köztük lévő kapcsolatok tárolása. Az eljárás a grafikus objektumokhoz kapcsolódó adatszerkezeteket vizsgálja meg. A bejáró fontossága az áramkört elágazások vizsgálatában rejlik, hiszen minden irányt végig kell elemezni, fel kell térképezni, hogy milyen alkatrészek szerepelnek rajtuk. A műveleti sorrend a következő:

- Az áramkör tervezés során szinte minden szükséges információ tárolásra kerül a megfelelő adatszerkezetekben. Ilyenek az elágazások is, amiket változók segítségével jelzünk, pozíciójuk, sorrendbeli elhelyezkedésük és elágazás irányok alapján. Jelentősen egyszerűsíti a dolgunkat, hogy a protoboard vezetőiből (oszlopaiból) csak 5 irányú elágazás létesíthető (3. ábra). Az ellenőrző ciklikus rutin addig fut, ahány főági elágazás tárolva van.
- Az elágazások mellett, a logikai kapukat (4. ábra) csomópontként kezeljük, ami szintén feltételt szab a ciklikus ellenőrző rutinnak, mivel az elágazások így tudnak véglegesen lezárulni. Az efféle csomópontok feltérképezetlen irányba eső kimenetén szállítandó logikai érték, a két bemeneten szállítandó érték alapján módosul. De erre a következő lépés biztosít megoldást.



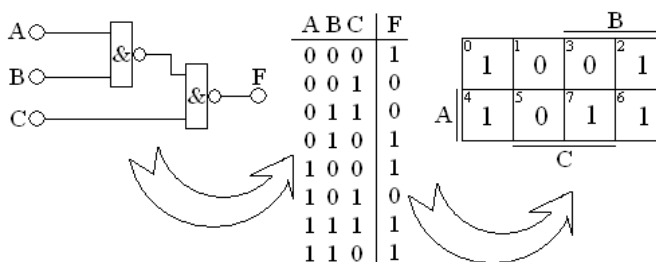
3. ábra



4. ábra

❖ Az első lépésben tárolt hálózati kapcsolat alapján biztosítani kell az információ cserét az adattagok között. Itt érvényesülnek az IC-k típusaitól függő logikai műveletek, és ezek alapján módosulnak a szállítandó logikai jelértékek.

❖ Majd a lehetséges bemeneti kombinációk által meghatározott kimeneti értékeket minterm táblában tárolja az eljárás (5. ábra). A minterm tábla itt egy egyszerű tömb adatszerkezet, amelynek az értékei nem módosulnak az áramkör működtetése folyamán. Ebből az adatszerkezetből az eljárás kiolvassza egy logikai függvényt, teljes diszjunktív normál alakban, amit a minterm tábla megjelenítésével együtt a felhasználó rendelkezésére bocsát.



5. ábra

A fejlesztés későbbi stádiumai

Mint ahogyan korábban megemlítettük, a szoftver fejlesztése az első stádiumban tart. Egyelőre csak alapvető alkatrészeket tud a felhasználó alkalmazni, mint például a két és három bemenetű NAND és inverter IC-k. A program működésében rejtőző hibákat a tesztelés folyamán feltárjuk, megkeressük a kifejtő okokat, és korrigáljuk. Mindemellett próbáljuk a program-magot és a grafikus motort tökéletesíteni és újabb, bonyolultabb műveletek elvégzéséhez alkalmassá tenni, a gépi erőforrásokkal való takarékoságot is figyelembe véve. Bízunk benne, hogy a végső stádiumokra, egy megfelelően működő és oktatási célokra alkalmas szoftvert állíthatunk az érdeklődők rendelkezésére.

Irodalomjegyzék

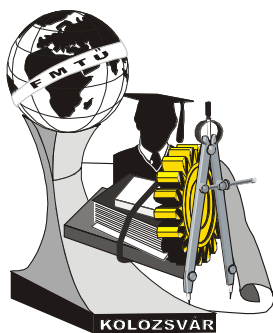
- [1] Dr. Madarász László - Praktikum a digitális áramkörökhöz
KF-GAMF Kari jegyzet, H-319, Kecskemét, 2001, 20. oldal
- [2] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Roland L. Rivest – Algoritmusok
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003 (4. kiadás). 564. oldal, 29.1. fejezet
- [3] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Roland L. Rivest – Algoritmusok
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2003 (4. kiadás). 568. oldal, 29.1.5. fejezet

Pótári Tamás, Műszaki Informatikus hallgató

Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar

6000 Kecskemét, Izsáki út 10., Pf. 91.

Telefon: 06/30-677-45-61, e-mail: trinko@freemail.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KARCVIZSGÁLAT JELENTŐSÉGE, ALKALMAZÁSA KERÁMIA MÁZAK VIZSGÁLATÁNÁL

Puskás Nikoletta

Tudományos vezető: **Dr. Gömze A. László**

Abstract

Glazing is suited to make better the surface properties of ceramic products. The developed coating has to suit several requirements. The cohesion of the glaze to the substrate and the transitional layer is the most important question. The scratch test is a suitable method for characterising cohesion strength.

There are some results of examinations of different types of ceramics and glazes in this work. Porcelain glazes on porcelain substrates, porcelain glazes on alumina technical ceramic substrates and special technical ceramic glazes on alumina technical ceramic substrates were examined.

Absztrakt

A kerámia termékek felületi tulajdonságainak javítására alkalmas lehet a mázazás. A kialakuló bevonatnak számos kritériumnak kell megfelelni. A legfontosabb kritérium talán a máznak az alapkerámiához való tapadása, az átmeneti határreteg kialakulása. A tapadás mértékének vizsgálatára, a tapadószilárdság meghatározására alkalmas módszer a karcvizsgálat. Ezzel a módszerrel lehet meghatározni azt a kritikus nyomóerőt, amely a máz károsodását okozza. Ebben a munkában kerül bemutatásra néhány eredmény, mely különböző típusú kerámiák vizsgálata során adódott. Elemzésre került porcelán alaptesten porcelán edénymáz, alumínium-oxid műszaki kerámia alaptesten porcelán edénymáz és alumínium-oxid műszaki kerámia alaptesten műszaki kerámiákhoz kifejlesztett máz.

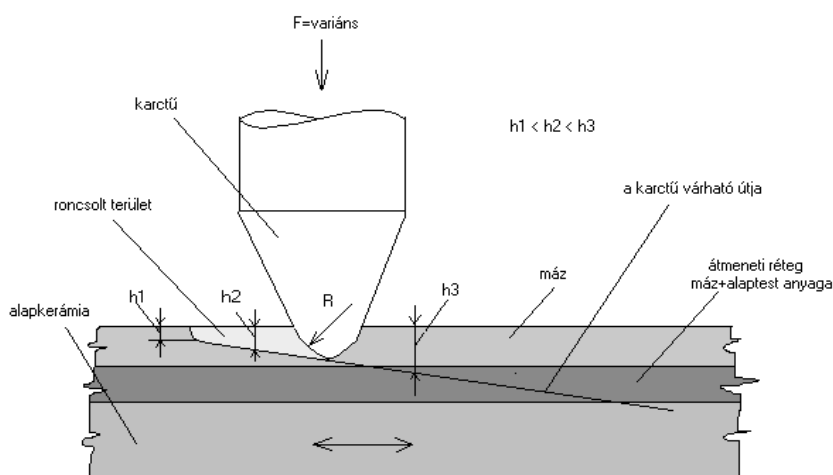
1. Bevezetés

A porcelán edény és díszmű árukon túl, napjainkban már a műszaki kerámiák mázazása is aktuális probléma. [1] Az edényáru mázazása már régóta megoldott, mégis a piaci részesedés megtartása érdekében a gyártók folyamatos fejlesztéseket valósítanak meg, melyek során a máznak az alapkerámiához való tapadása alapvető kérdés. Az alapkerámia porozitása lényeges szempont a mázazás tekintetében, hiszen a porózusabb alapkerámia könnyebben mázazható, mint egy tömörebb; jelentősebb átmeneti réteg kialakulására ad lehetőséget, ezáltal biztosítva jobb tapadást. Az alumínium-oxid műszaki kerámiák mázazásánál kisebb a porozitás akár zsengett, akár égetett állapotban, mint a porcelán termékeknél, ezért nehezebb ezek mázazása. [2] A szilárdsági tulajdonságuk eléréséhez viszont 1650 °C körüli égetési hőmérséklet szükséges, ami a máz égetési

hőmérsékletének emelését teszi szükségessé. A fejlesztések során tehát a megfelelő tapadás folyamatos nyomon követése elengedhetetlen.

2. Határréteg vizsgálat

A számos vizsgálati módszer közül [3] a mázbevonatok vizsgálatára és a határréteg jellemzésére a karcvizsgálat megfelelő eljárás, melynek segítségével azt a kritikus nyomóerő értéket lehet meghatározni, mely a bevonat leválásához vezet. [4, 5] A vizsgálati módszer elvi vázlatát [6] mutatja az 1. ábra.

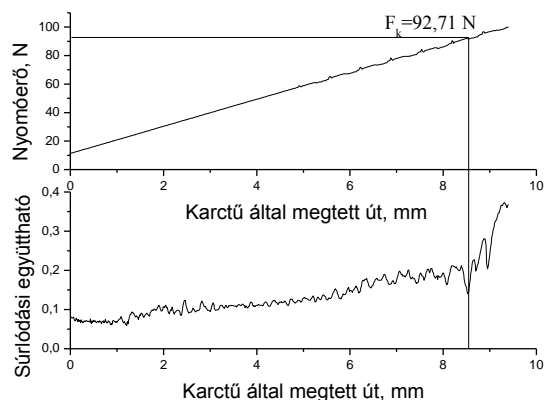


1. ábra. A karcvizsgálat elvi vázlatja

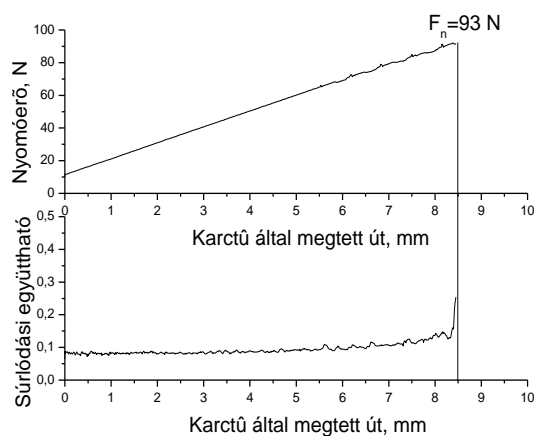
A karcú egy Rocwell C keménységmérő gyémántkúp, melynek a lekerekítési sugara $R = 0,2$ mm. Ezt a karcfejet lehet a mázba nyomni lépcsőzetesen, vagy folyamatosan növekvő terhelő erővel, hogy a vizsgálandó karcnyomot kialakítsa. A karcnyom létrehozásához a befogófejben rögzített próbatest egy meghatározott sebességgel mozdul el. A növekvő terhelőerő (F_n) hatására a gyémántfej egyre mélyebbre hatol a mázban, az átmeneti rétegen keresztül egészen az alapkerámiáig. A mázleválás egy kritikus normálerő értéket mutat (F_k).

A karc húzása közben számítógép segítségével követhetjük nyomon - grafikus úton is - a súrlódási tényezőt, és a növekvő nyomóerőt a távolság függvényében. A számítógép segítségével rögzíthetjük a mért adatokat a későbbi kiértékeléshez. Így a vizsgálat eredménye a folyamatot jellemző három adatsor, mely lehetőséget ad a károsodás elemzésére. A mért adatokból diagramok készíthetők, melyek lehetővé teszik a vizsgálat számszerű kiértékelését.

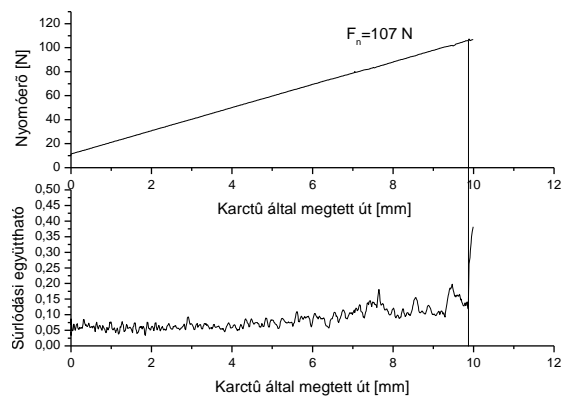
3. Vizsgálati eredmények



2. ábra. Porcelán alapkerámia – porcelán edénymáz



3. ábra. Alumínium-oxid alapkerámia – porcelán edénymáz



4. ábra. Alumínium-oxid alapkerámia – műszaki kerámiához fejlesztett máz

4. Összefoglalás

A mázazási technológiák során kialakuló bevonatok alapkerámiához való tapadását karcvizsgálattal jellemeztük. A porcelán alapkerámia és porcelán edénymáz esetében mért kritikus nyomóerő értéket a használatra alkalmasnak, megfelelőnek találtuk. Ebben az esetben a határréteg jelenléte is megfigyelhető. Az alumínium-oxid alapkerámián a porcelán edénymáz is hasonló értékű kritikus nyomóerő értéket mutat, de ott nem alakult ki jelentős átmeneti határréteg. Az alumínium-oxid műszaki kerámiákhoz kifejlesztett máz vizsgálata során a kritikus nyomóerő értéke megnövekedett [7, 8] és a még jobb tapadást biztosító határréteg jelenléte is megfigyelhető.

Irodalom

- [1] Puskás Nikoletta - Dr. Gömze A. László – Werner Tamás: Al₂O₃ termékek mázazása, TDK dolgozat, Miskolc, 2002.
- [2] Nikoletta Puskás - Dr. László A. Gömze - Ildikó Lukács: APPLICATION OPPORTUNITIES OF DIFFERENT GLAZES TO AL₂O₃ TECHNICAL CERAMICS, microCAD 2005, Anyagtudomány és mechanikai technológiák Szekció kiadványa; Miskolc, 2005.
- [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] Dr. Gömze A. László - Csányi Judit – Puskás Nikoletta: Porcelánmázak összehasonlító vizsgálata, Zárójelentés, Készült a Herendi Porcelánmanufaktúra Rt. Megbízásából, ME Miskolc, 2002. 1-104. oldal
- [5] Puskás Nikoletta – Dr. Gömze A. László – Kocsisné Dr. Baán Mária – Csányi Judit: Porcelán mázvizsgálat, TDK dolgozat, Miskolc, 2002.
- [6] PUSKÁS NIKOLETTA: Kerámia- és porcelánmázak karcvizsgálata, Építőanyag, 55. évf. 2003. 2. szám 50-54 oldal
- [7] Kovács Ernő István – Rigó Antal: Magas olvadáspontú és nagy mikrokeménységű mázak fejlesztése alumínium-oxid bázisú műszaki kerámiákhoz, TDK dolgozat, Miskolc, 2005. (Konzulensek: Dr. Gömze A. László, Puskás Nikoletta)
- [8] Puskás Nikoletta: Mázfejlesztés alumínium-oxidből készült műszaki kerámiákhoz, Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2005. november 9.

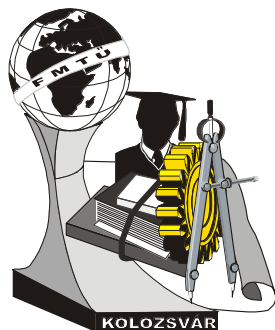
Puskás Nikoletta / doktorandusz

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



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

AUSZTENITES HŐ- ÉS KORRÓZIÓÁLLÓ LEMEZEK TULAJDONSÁGAI, MÉLYHÚZHATÓSÁGA

Róth Sándor

Summary

Sheet metals for deep-drawing process must ensure good formability. To know this property of metal sheets is very important to decide whether the product can be processed or not.

The dates given by the sheet metal producers does not help to know deep-drawability of austenitic steel sheet. Because of it we have to carry out many experiments to get relevant data which are contact with the drawability of sheet. The most important properties are: mechanical properties, planar and normal anisotropy, hardening coefficient, ability for earing, limited drawing ratio etc.

This paper aims to present the experimental work carried out to determine above mentioned properties of austenitic sheets, and at the same time to show the connection between the properties and drawability of the very wide range used sheet metals.

Parts of this report: Deep-drawing operation. State of stresses and strains. Sheet metal properties. Experimental work. Results of experimental work. Evolution of its.

Összefoglalás

A mélyhúzási művelet nagy alakíthatóságot követel meg a lemezanyagtól. Az alakíthatóság mértékének ismerete fontos, hogy eldönteni, hogy elkészíthető-e a termék. A hő- és korrózióálló lemezeket gyakran alkalmazzák az iparban. A gyártók által a lemezanyag tulajdonságairól közölt információk nem elegendők a mélyhúzhathóság megítéléséhez. Ezért szükséges, hogy kísérleteket végezzünk. Célunk tehát, kísérleti úton meghatározni a mélyhúzhathóság előrejelzéséhez szükséges anyagjellemzőket.

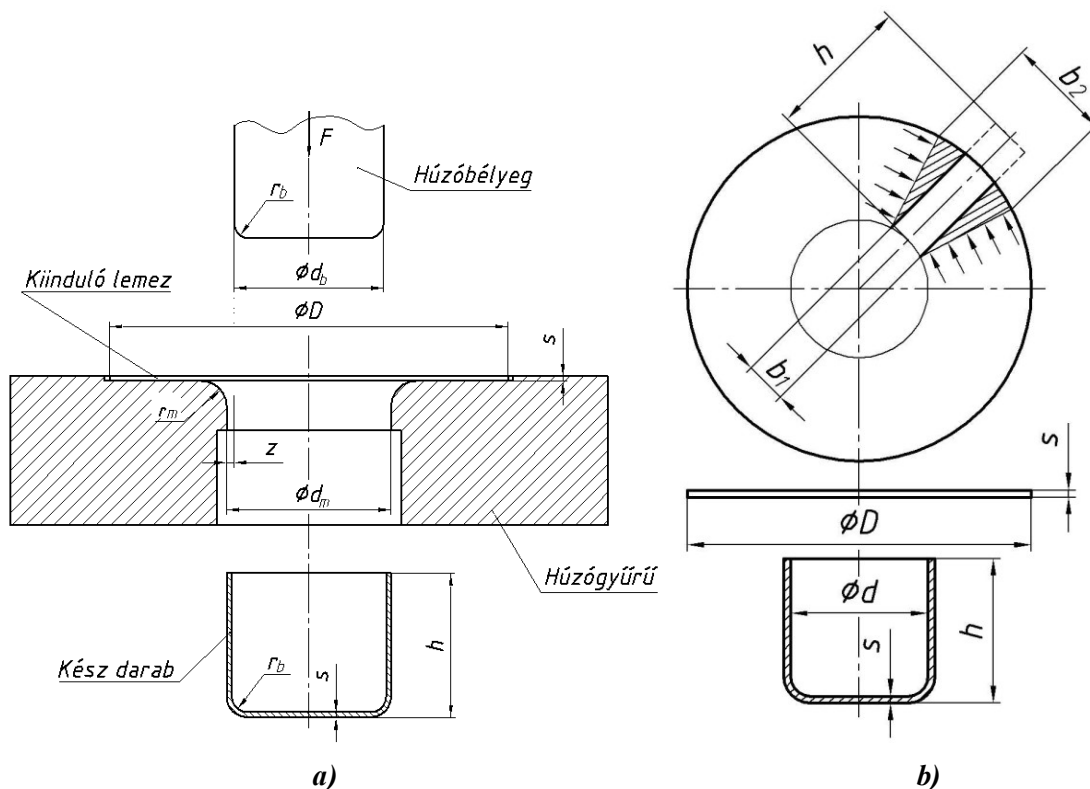
Az előadás főbb részei:

A Mélyhúzó művelet bemutatása, feszültségi és alakváltozási állapot. Lemezanyagok főbb tulajdonságai. Lemezeken végzett kísérletek. Kísérleti vizsgálatok eredményei, kiértékelése.

1. A mélyhúzó művelet bemutatása:

Mélyhúzás az a képlékeny lemezalakító művelet, amellyel sík lemezből az anyag szétválasztása nélkül üreges testet állítunk elő. A mélyhúzás elvi vázlatát az 1/a. ábra szemlélteti. A művelet során a lemez bonyolult, egyenlőtlen igénybevételt szenved. A mélyhúzás eredményessége a

felhasznált lemez tulajdonságaitól, a szerszám kialakításától (r_m , r_b , z), a művelet technológiai paramétereitől (kenés, sebesség, stb) függ.



1. ábra

A mélyhúzás elvi vázlatja és a lemez alakváltozása

Ha D átmérőjű és s vastagságú terítékből d átmérőjű és h magasságú edényt akarunk készíteni, az üreges test feneké a teríték d átmérőjű részéből alakul ki, a palást, pedig a $(D-d)/2$ területű körgyűrűből. Legjobban úgy szemléltethetjük az alakváltozást, hogy a körgyűrűt trapéz alakú részekből összetettnek tekintjük és ez a trapéz fog négyzetté deformálódni. Ez azt eredményezi, hogy a lemez síkjában érintő irányú nyomó feszültség ébred, ez eredményezi a ráncosodást. A ráncosodás kiküszöbölésére alkalmazzuk a ráncgátlót. (1/b. ábra).

A mélyhúzás folyamán a lemez különböző részeiben az anyag feszültségi állapota időben változik. A fenékrészen kéttengelyű húzó feszültség alakváltozás nem jelentős. A fenék és palást közötti átmenetnél a lemez húzó igénybevétele miatt a lemezvastagság jelentősen csökkenhet. A ráncgátló alatt a lemezben ébredő tangenciális nyomó feszültség hatására a falvastagság növekszik. Mélyhúzásnál a hiba abból adódhat, hogy az edény feneké leszakad. Ez akkor következik be, ha a mélyhúzó erő – melynek része az alakításra, a húzógyűrű élén történő kettős hajlításra és a különböző helyeken fellépő súrlódás legyőzéséhez szükséges erő túlzottan nagy. Valamennyi fentebb felsorolt paraméter úgy kell tehát megválasztani, hogy a mélyhúzó erő, azaz a lemez húzó igénybevétele minél kisebb legyen [1]

2. Lemezanyagok tulajdonságai

Az iparban gyakran használnak hő- és korrózióálló acélokat számos kedvező tulajdonságuk miatt. A korrózióálló acélokat a gyógyszer-, élelmiszeriparban tömegesen, de a belső építészetben és használati termékeknél is nagy számban alkalmazzák.

A hő- és korrózióállóság az acéloknak a revedéssel (gázkorrózióval) szembeni ellenállását jelenti nagy üzemi hőmérsékleten (>500°C). Főként a vegyipar, és a kohászat használ ilyen acélokat nagyobb mennyiségben.

A magyar és nemzetközi szabványok tartalmazzák ezeknek az acéloknak is a legfontosabb mechanikai és alakíthatósági tulajdonságait ($R_{p0,2}$, R_m , A , Z , stb.). Amennyiben a felhasználónak további, az alakíthatósággal kapcsolatos jellemzőkre van szüksége, azokat a mélyhúzási technológia tervezése előtt célszerű meghatározni. Ilyenek: a lemezanyag folyásgörbéje, keményedési kitevője, síkbeli és merőleges anizotrópiája, az Erichsen-féle mélyítési szám. A mélyhúzhatóságról pedig a csészehúzó vizsgálat eredménye adja a legmegbízhatóbb információt.

3. Kísérleti terv

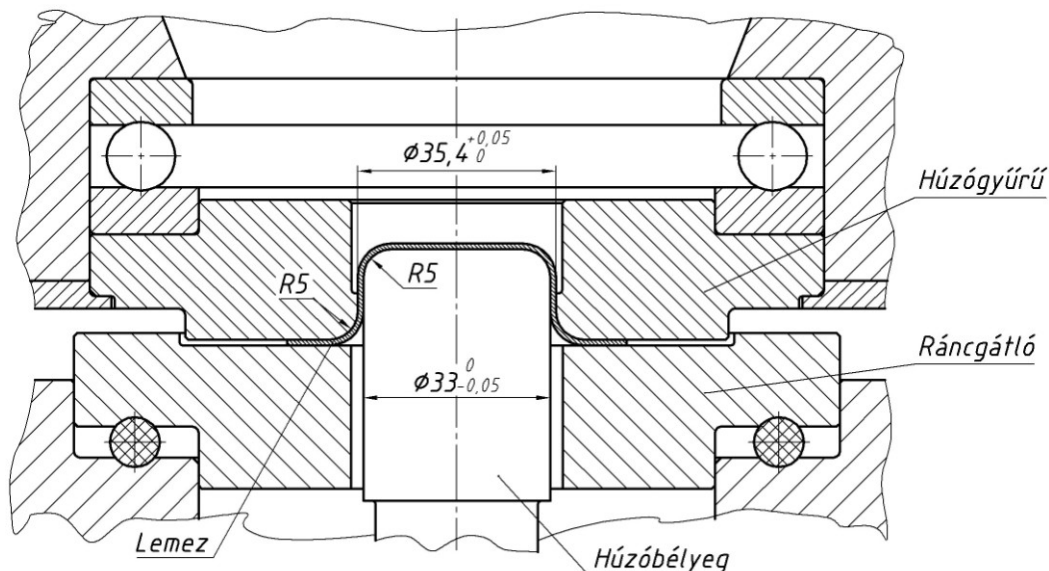
Fentiek alapján az alábbi lemezvizsgálati kísérleteket végezzük:

Szakítóvizsgálat: A vizsgálatokat a hengerlési iránnyal párhuzamos (0°), a hengerlési iránnyal 45°-os szöget bezáró, és 90° alatt kivett próbatesteken fogjuk elvégezni. A kb. 20%-os nyúlásig húzott próbadarabokon határozzuk meg a merőleges anizotrópia értékét (r , r -átlag).

Folyásgörbe felvétele: Különböző lemezanyagokra többféle módszerrel (trapéz alakú próbatest húzása, valódi feszültség – nyúlás meghatározása, Watts-Ford eljárás, stb.) meghatározzuk a lemezanyagok folyásgörbéjét és a folyási függvényben szereplő keményedési kitevőt.

Erichsen-féle mélyítő próba: Ebből a mélyíthetőségi számon kívül információt kapunk a lemezanyag síkbeli izotrópiájára és szemrevételezéssel a szemcsefinomságra is.

Csészehúzó vizsgálat. Az Magyar Szabvány (MSZ 5731.), [2] szerinti csészehúzó próba adja a legközvetlenebb eredményt a mélyhúzhatóságról. Ez a vizsgálat lehetővé teszi azt is, hogy a mélyhúzási folyamat különböző szerszámozási és technológiai paramétereinek hatását is megismerjük (2. ábra).



2. ábra

A csészehúzó vizsgálat elvi vázlata

Mikroszkópi vizsgálatokkal határozzuk meg a lemezanyagok szemcsefinomságát, a mélyhúzó kísérletek előtt és a továbbhúzó műveletek előtti hőkezelések után.

4. Kísérleti eredmények feldolgozása:

A kísérletek eredményeként kapcsolatot keresünk az ismertett lemezanyag tulajdonságok és a mélyhúzóhatóság, azaz az egy műveletben elérhető legnagyobb húzási viszony (β_{\max}), vagy a legkisebb húzási fokozat (m) között.

Az anyagvizsgálatok jelenleg is folynak, az eredményeket az előadásom során ismertetjük részletesen.

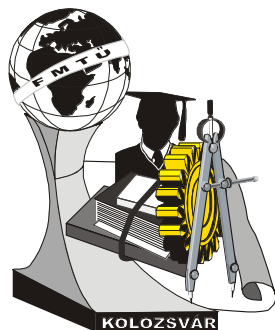
Felhasznált irodalom

1. E. A. Popov: Osznovü Teoriji Lisztovoj stampovki. Masinosztroenije, Moszkva, 1977. pp.127-154
2. MSZ 5731. 52. kötet: Sajtoló és térformázó szerszámok

Róth Sándor / főiskolai hallgató

Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Kecskemét Izsáki út 10.

+36-20/516-15-58 / rothsandor@vipmail.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ENERGETIKAI CÉLÚ SZÉLMÉRÉSEK TERVEZÉSÉNEK ELVI KÉRDÉSEI*

Schrempf Norbert
Dr. Tóth László

Summary

In the practice of the utilization of wind energy, countless solutions of measuring technique are applied which, by the measurement principle also, are different. There is equipment emitting ultrasound (SODAR) or an energetic analysis based on measurement results of meteorological satellites as well as the application of cup anemometers known. At present the measurements carried out with the help of cup anemometers provide the best accepted database for the practice thereby their use is widely distributed. In the course of the operation of these measuring transmitters and the evaluation of the gained database, as it is in the case of any measurement procedure, different aspects have to be taken into consideration. For the correct determination of the indices of expected energy production in an actual land area, on the base of the recorded measurement data, the information of these is indispensable.

Összefoglaló

A szélenergia hasznosítás gyakorlatában számtalan mérés technikai megoldást alkalmaznak, melyek gyakran a mérési elv tekintetében is eltérnek. Ismeretes ultrahangot kibocsátó berendezés (SODAR), vagy a meteorológiai műholdak mérési eredményein alapuló energetikai helyszínelemzés, ill. a kanalas szélességmérők alkalmazása. Jelenleg az anemométerrel végzett mérések szolgáltatják a gyakorlat számára leginkább elfogadott adatbázist, ezáltal használatuk a legelterjedtebb. E mérőérzékelők üzemeltetése, valamint a keletkező adatbázis kiértékelése során – mint bármely mérési eljárás esetén – különböző szempontokat kell figyelembe venni. A felvett mérési adatok alapján, egy adott terület várható energiatermelési mutatóinak helyes meghatározásához ezen ismeretek nélkülözhetetlenek.

Bevezetés

A szélenergia-hasznosítás területén az egyik legfontosabb kérdés, hogy egy adott területen rendelkezésre áll-e a szél erőművek üzemeltetéséhez szükséges energiamennyiség, azaz mekkora egy adott terület szélpotenciálja. A tapasztalat azt igazolta, hogy szélgenerátorok létesítése során ennek a kérdésnek a megválaszolása nem elegendő. A szél energetikai jellemzőinek meghatározásánál szélesebb körű vizsgálatokat kell elvégezni. Számos beruházás hiúsul meg például természetvédelmi,

* „Magyarország légköri eredetű megújuló energiaforrásainak vizsgálata, a meglévő potenciálok feltérképezése és felhasználásuk elősegítése meteorológiai mérésekkel és előrejelzésekkel.” című NKFP projekt eredményei alapján (2002 – 2005), Témavezető: Dr. Major György; Konzorcium tagjai: OMSZ - SZIE Gépészmérnöki Kara - DE Meteorológia tanszéke

vagy villamos hálózati problémák miatt. A következőkben a mérések előkészítéséről és fajtáiról szeretnék a szakterületen érdekeltek számára egy rövid áttekintést adni.

1. Az energetikai szélérések előkészítése

Az energetikai mérések kivitelezését meg kell előznie egy úgynevezett telepítési-környezet vizsgálatnak. Ennek során fel kell mérni azokat a tényezőket, amelyek megnehezítik, vagy akár megakadályozzák az erőművek telepítését. Ezek közül a két legfontosabb szempont:

- a természetvédelem és
- a villamos hálózatra való csatlakozás lehetősége

Mindkét vizsgálati terület befolyásoló hatása egyértelműen kimutatható. Természetvédelmi területen, ill. annak közvetlen közelében, vagy várhatóan védettség alá kerülő területen nem engedélyezik szélérőmű létesítését. Ennél fogva, ezeken a helyszíneken még energetikai szélérést sem érdemes végezni. Hasonló a helyzet a villamos hálózattal kapcsolatban is, hiszen a megtermelt energiát hálózatra kell táplálni. Amennyiben ez nem megoldott, vagy a gazdaságosság alapján kedvezőtlenül nagy távolságban van rá lehetőség, a beruházás meghiúsul.

Meteorológiai adatbázis

Miután a vizsgálat helyszíne mind természetvédelmi, mind villamoshálózati csatlakozás szempontjából alkalmasnak bizonyult célszerű a legközelebbi meteorológiai állomás adatbázisát felhasználni. A domborzat tagoltságától függően minél összetettebb a vizsgált terület, annál közelebbi állomás adataira van szükség. Ilyenkor pontosabb eredményt szolgáltat a három legközelebbi állomás adatbázisának kiértékelése. Ennek során a várható fő szélirányba eső állomás a domináns.

Energetikai széltérkép

Mára már elkészült Magyarország – számos energetikai mérési bázisponton alapuló – energetikai széltérképe, ennek segítségével tájékoztató információt kaphatunk egy adott területről. A több éves meteorológiai adatsorok és az energetikai széltérkép adatbázisának együttes figyelembevételével, nagyobb biztossággal készíthető el egy adott terület szélenergia potenciáljának előzetes becslése.

A mérési helyszín kiválasztása

A mérőpont kiválasztása szélérőmű park létesítésénél igényli a legkörültekintőbb eljárást.

Sík vidéken, ahol a terület érdessége alacsony ($z_0 = 0,03\text{m}$), egy mérési ponton gyűjtött adatbázis több négyzetkilométer energetikai jellemzésére alkalmas. Ilyen esetben célszerű a tervezett szélérőmű park várható középpontjába telepíteni a mérőrendszert. Más a helyzet az erősen tagolt területeken, mivel itt az érdesség többszörösére nő az előzőnek ($z_0 = 0,4\text{-}1,6\text{m}$), itt már egyéb szempontokat is figyelembe kell venni. Ilyenek például: az áramlást akadályozó tényezők (természetes és mesterséges tereptárgyak, takaró növényzet jellege); a völgyhatás; a dombhatás; a tengerszint feletti magasság változása; az áramlások turbulenciája és annak jellege. Mindezeket pedig fokozottan figyelembe kell venni a fő szélirány(ok)ban! Ennek jelentősége a későbbi parktervezésnél van, hiszen egy a

gyakorlatban alkalmazott ökölszabály szerint a berendezéseket a rotor átmérő 5-9-szeres távolságra kell elhelyezni a fő szélirányban, és 3-5-szörös távolságra, a főirányra merőlegesen, mivel maguk a szélgenerátorok is (a komplett berendezés), mint akadály állnak a szél útjában. Az energetikai kiértékelésnél a helyszín helytelen kiválasztásából eredően akár 5%-os is lehet az eltérés.

A mérőérzékelők előkészítése

A mérőeszközöket úgy kell elhelyezni a mérőoszlopon, hogy maga a mérőrendszer ne befolyásolja az eredményeket. Az érzékelőket mind a mérés kezdetét megelőzően, mind a mérés végét követően hitelesíteni kell. Az előzőek miatt külön-külön is, akár 3-4 %-os hiba adódhat. A konzorciumi energetikai szélméréseknél alkalmazott anemométerek mindegyike, a Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán került hitelesítésre. Az alkalmazott anemométerek mérési pontosságukhoz képest legalább négy nagyságrenddel pontosabban ellenőrizhetők.

2. Az energetikai célú szélmérések fajtái

Az energetikai célú szélmérések 3 fő csoportba sorolhatók:

- 1) **Informatív** jellegű szélmérések. (A telepítési hely közelében.)
- 2) **Telepítési célú** szélmérések. (Közvetlenül a telepítendő szélerőmű helyén, figyelemmel a mikro-domborzatra érdességi jellemzőire.)
- 3) **Ellenőrző** mérések (szélparkok esetén; lehetnek a tényleges telepítési célú szélmérések bázisai is, de később, mint ellenőrző egységek fennmaradnak)

2.1 Az informatív mérések

E mérések előnye, hogy egy terület jellemző szélviszonyainak felmérését könnyen gyorsan és csekély beruházási költséggel lehet megvalósítani. A mérőérzékelőket 36-50m magas mérőoszlopra, két magasságban kerülnek elhelyezésre. Ez az energetikai mérések egyik alapfeltétele, mivel legalább két magasságon mért szélesebesség érték segítségével tudjuk meghatározni egy adott területre, az ún. Hellmann tényező értékét. A Hellmann tényező a magassági korrekciót határozza meg, segítségével számítható a generátor üzemi magasságában várható szélesebesség értéke és szerkeszthető a függőleges szélprofil, melyet általában 300m-ig készítenek el. Ebben az esetben a rendelkezésre álló legjobb adatfelbontása: 0,1 m/s szélesebesség, 1° szélirány, percenkénti mintavétel és napi átlagolás.

2.2 A telepítési célú mérések

E méréseket azért végezzük, hogy egy szélerőmű, de leginkább egy szélerőműpark létesítési helyszínéül kiválasztott terület meteorológiai adottságait részletesen feltérképezzük. Az így kapott adatbázis lehetővé teszi a területen hosszabb távon várható energiatermelés pontosabb számítását.

Ebben az esetben másodpercenkénti mintavétellel és 10 perces átlagolással mérhetjük az egyes paramétereket, mint például hőmérséklet, páratartalom, csapadékmennyiség, napsütéses órák száma, villámcsapás gyakorisága és természetesen a szélesebesség és a szélirány értékét. A szélesebességmérés három magasságban történhet, a pontosabb vertikális szélprofil és két Hellmann-kitevő számításához. Az anemométerek mérési tartománya szélesebb, felbontóképességük finomabb.

Elhelyezésüknél a fentiekben leírt helyszínválasztási jellemzők figyelembevételével, valamint a szélerőmű lapátok működési tartománya alapján általában két magassági kombinációt alkalmaznak: 25-50-65m, valamint 40-60-80m.

2.3 Az ellenőrző mérések

Az ellenőrző méréseket a felépült és üzembe helyezett szélerőmű-parkoknál alkalmazzák legfőképp a rövidtávú energiatermelési mutatók számításához, amely kiemelkedő fontosságú a villamos hálózat optimális terhelése, valamint a fogyasztói igények kielégítése érdekében. A termelés előrejelzésnél országos mérési hálózatot alkalmaznak, részben a meteorológiai állomások, részben a szélerőmű-parkokban elhelyezett mérőpontok adatbázisára támaszkodva, például neurális háló segítségével.

Az ellenőrző méréseket a telepítési célú méréseknél tárgyalt eszközökkel végzik. A mérőtorony, az érzékelők, a kiértékelés elve és módszere azonos.

3. Következtetések

Energetikai célú szélérések kivitelezésénél betartandó legfontosabb, általános szempontok:

- **A helyszín gondos megválasztása** (alfa, k, A és más paraméterek egzakt számításához)
- **Legalább 1 anemométert a határmagasság felett kell elhelyezni** (a vertikális szélprofilhoz)
- **Hitelesítés a mérést megelőzően és azt követően** (a valós mérési adatbázis felvételéhez)

A szélgenerátorok létesítési helyszínének kiválasztását alapvetően a természetes (lényegében az áramlási jellemzők) és az emberi környezet (áramlásmódosító tevékenység, tárgyak, jogszabályok, a technikai fejlettség és a kultúra színvonala) határozza meg. A természetes környezet áramlásalakító hatását már a helyszínválasztásnál figyelembe kell venni. Ilyenek például: a dombhatás, vagy csatornahatás. Az emberi lét hatása sokkal összetettebb. Helyszínválasztásnál mérés-technikai, technológiai, jogi és gazdasági feltételeknek kell egyidejűleg, azonos súllyal eleget tenni.

A megújuló energiaforrások hasznosítása területén, a mérnök feladata az összhang megteremtése a lehetőségek és a rendelkezésre álló műszaki megoldások alkalmazása között.

Felhasznált irodalom

1. Ammonit GmbH: A szélenergia-potenciál helyes mérése és előrejelzése; Berlin, 2001 (honlap: www.ammonit.de)
2. DAWIA: Guided Tour, Koppenhága, 2003 (honlap: www.windpower.org)
3. Emd International A/S: Kurzübersicht von WindPRO2; EMP Deutschland, Kassel, 2002 (honlap: www.emd.dk)
4. Tájékoztató a szélerőművek elhelyezésének táj- és természetvédelmi szempontjairól; KVVM, Budapest, 2005 (honlap: www.kvvm.hu)
5. OMSz honlapja: www.met.hu

Schrempf Norbert tanszéki mérnök, tudományos segédmunkatárs

SZIE-GÉK-FOMI, MTA-TKI; 2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Tel.: +36 30 375 99 43

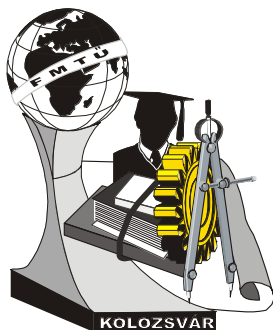
e-mail: Schrempf.Norbert@gek.szie.hu

Dr. Tóth László DSc egyetemi tanár

SZIE-GÉK-FOMI; 2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Tel.: +36 28 420 200 1464 mellék

e-mail: Toth.Laszlo@gek.szie.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

BELSŐ BORDÁZOTT TENGELY GYÁRTÁSTERVEZÉSE ÉS VIZSGÁLATA VÉGESELEM-MÓDSZERREL

Spisák Ottó, Dr. Dezső Gergely

Abstract

Production planning of inner ribbed shaft and examination by finite element method. Finite element analysis was applied for confirmation the propriety of production plan of an inner ribbed shaft. The Mechanical Desktop CAD software was used for finite element analysis concentrated on deformations, stresses, especially shearing stress during roughing. Stress distribution in the insert was investigated too loaded by the cutting force.

Összefoglalás

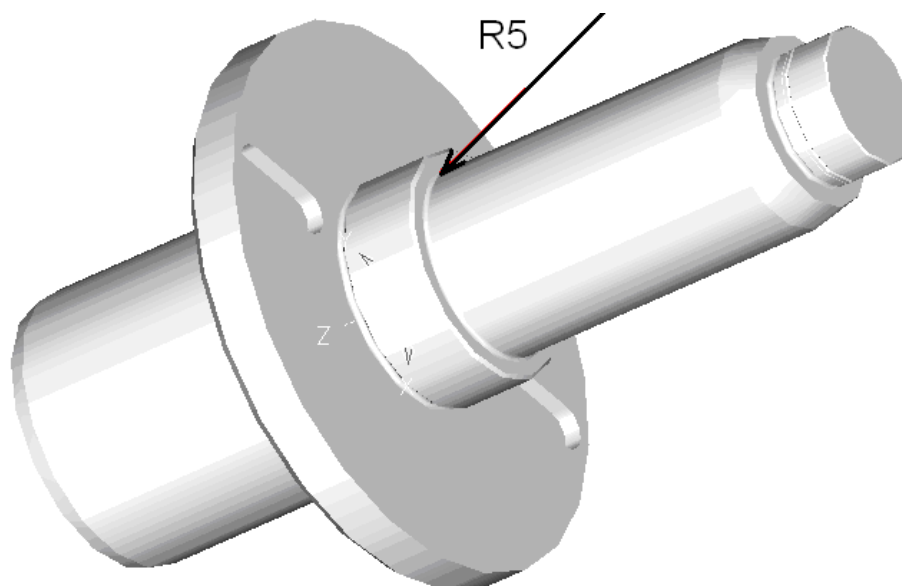
Elvégeztük a belső bordázott tengely gyártástervezését, melyben vizsgáltuk a gyártás tömegességét és szervezési típusát, az alkatrész funkcionális és technológiai helyességét, elkészítettük a művelleti sorrendtervét és művelési utasítását az alkatrésznek. A végeelem analízist a Mechanical Desktop CAD alapú programmal végeztük, melyben az alkatrész megrajzolása után több fajta vizsgálat történt, melyek kiterjedtek az alkatrész deformációjának, és feszültség elsősorban nyirófeszültség vizsgálatára, amint azon éppen egy nagyolási műveletet végeznek el. Egy lapka analízist is végeztünk, melyben a lapkát a fő forgácsoló erővel terhelve szintén elemeztünk.

1. Technológiai folyamat előkészítés

Az alkatrészből 46db-ot kell gyártani. Számítással igazoltuk, hogy ezt egyedi vagy kissorozatgyártás, műhelyrendszerű, igen ritkán szakaszos csoportrendszerű gyártásszervezéssel gazdaságos megvalósítani.

Az alkatrész funkcionális és technológiai helyességének elemzése

Az alkatrész egyszerűbb legyárthatóságának érdekében a 82-es átmérőn található R5-ös lekerekítést R2-esre változtattuk. Ezáltal kevesebb szerszámmal lehet majd elkészíteni, és az ehhez szükséges idő is csökken. A megváltoztatott lekerekítést az 1. ábra mutatja.

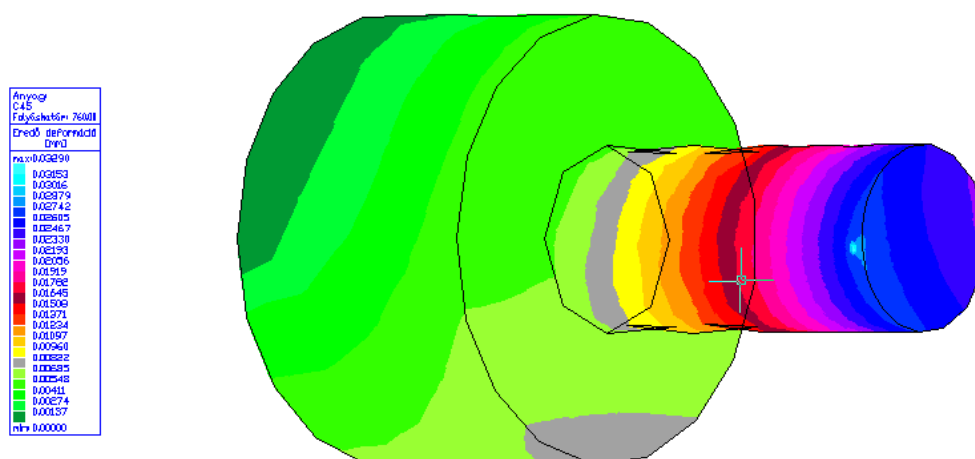


1. ábra: A belső bordázott tengely rajza

2. Az alkatrész vizsgálata végeelem-módszerrel;

Az alkatrészt megrajzoltuk Mechanical Desktopban mely egy CAD alapú szoftver, és rendelkezik különböző analízáló modulokkal, mint például a végeelemes program. Az alkatrész megrajzolása után felvettük rajta a megtámasztásokat, majd megterheltük a főforgácsoló erővel. Ezt az állapotot szimuláltuk, amikor éppen forgácsolódik a munkadarab. Mivel a 2. ábrán a munkadarab még kezdeti stádiumban van, így egy egyszerűbb formának tűnik, de annál sűrűbb a végeelem háló, ugyanis az ébredő feszültség nagy része elég kis helyre koncentrálódik, és ha ezt részletesen akarjuk vizsgálni, akkor nagy számú elemre van szükség. A vizsgálatot elvégeztük egy simítási műveletnél is, ahol a munkadarab már egy bonyolultabb állapotban van, így sokkal sűrűbb végeelem hálót fogunk kapni, és ennek regenerálásához több időre van szükség. Míg az egyszerűbb alkatrész hálójának felépítéséhez elég volt fél óra, a másik több órát igényelt, a végeelemek száma az elsőnél 1000 körüli volt, míg a másikonál 3300 körüli. A végeelemek számát legjobban a bonyolult felületek növelik meg. Egy lekerekítés akár 14000-re is megnövelheti egy-egyszerűbb munkadarabhoz szükséges végeelemes számot, de szintén növelik a bordák, menetek és a hornyok is.

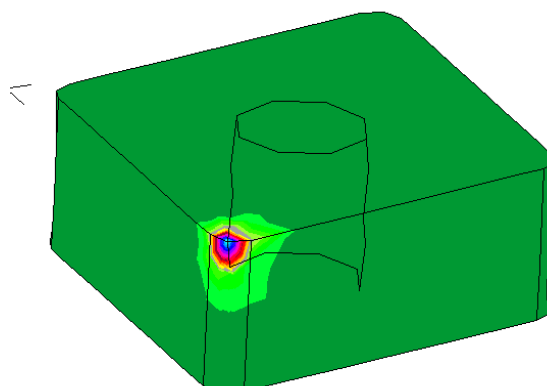
Fontos kérdés volt, hogy a nagyolás során milyen kihajlása lesz a munkadarabnak, és vajon igényel e külön megtámasztást. A végeelem analízis alapján megállapítottuk, hogy ez a kihajlás csaknem 0,04mm volt. Így arra a következtetésre jutottunk, hogy a hárompofás tokmány mellett meg kell támasztani még csúccsal is az alkatrészt. Manuális úton is kiszámoltuk, hogy ilyen L/D viszonynál érdemes csúccsal megtámasztani az alkatrészt, de számításunkat most a VEM vizsgálatok is igazolták, hiszen ekkora deformációnál erősen ajánlott ez a megtámasztási módszer. (2. ábra)



2. ábra: Eredő deformáció a főforgácsoló erő hatására

3. Az alkatrész nagyolvasakor használt lapka végeselemes vizsgálata;

A lapkát szintén a Mechanikal Desktopban rajzoltam meg és a főforgácsolóerővel terheltük meg azon részen ahol kapja a terhelést. A keletkező feszültséget összevetettük a lapka anyagának folyáshatárával. Itt a lapka keményfém anyagára terjedt ki a vizsgálat, melynél kérdéses lehet hogy elbírja-e ez a kis lapka a főforgácsoló erőt, és nem-e keletkezik benne maradandó alakváltozás. Vizsgáltuk a keletkező deformációt is.



4. Következtetések / Összefoglaló

- A végeelem módszerrel kapott számítási eredmények alapján megállapítottuk, hogy a nagyolás közben a kihajlás viszonylag nagy mértékű, ezért a munkadarabot meg kell támasztani csúccsal, a minél jobb felületi minőség és pontosság elérése érdekében;
- A nagyoló lapka analízisakor nem keletkezett olyan nagy mértékű eredő feszültség, mely maradó károsodást okozna benne, így a lapka anyagán vagy a forgácsolási paramétereken nem változtattunk;
- A darabszámot és a gyártás technikai feltételét figyelembe véve a módosított alkatrész legyártható az adott cégnél, ahonnan az alkatrészt kaptuk;
- Az alkatrész egyszerűbb gyárthatóságának és rövidebb gyártási idő érdekében a 82-es átmérőn található R5-ös lekerekítést R2-esre változtattuk.

Irodalom

- [1] Dudás Illés: Gépgyártástechnológia I. és III.-as kötet. (62, 198, 200, 496-546)
- [2] Fridik-Leskó: Gépgyártástechnológia alapjai (Budapest 1987)
- [3] Sandvik Coromant elektronikus katalógus 2002 eszterga szerszámok
- [4] Bálint Lajos: Forgácsoló megmunkálások tervezése

Spisák Ottó (hallgató)

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Kar
Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: Hungary 4400 Nyíregyháza Virág út 12

Telefon/Fax: 003620 3305862

E-mail: ottosk@yahoo.com

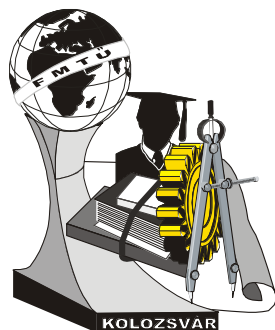
Dr. Dezső Gergely

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Kar
Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: Hungary 4400 Nyíregyháza Sóstói út 31/b

Telefon/Fax: 003620 4295918

E-mail: dezsog@nyf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SZERSZÁMNYOMÁS OPTIMÁLÁSA DÖRZSKÖSZÖRÜLÉSNÉL

Dr. Szabó Ottó

Abstract: Finishing procedures (grinding, honing, etc.) determine the working properties of parts. The accuracy and surface roughness that can be attained by grinding and honing are determined by numerous factors. For honing, a well trained engineer determines the tool and the technological data. This and the optimisation of tool pressure p is aided and accelerated by computer (PC). This will be shown in this paper.

Összefoglaló: A befejező megmunkálási eljárások (köszörülés, hosszú- és rövidlökötű dörzsköszörülés, stb.) döntően meghatározzák az alkatrészek működési tulajdonságait. A pontosságot és felületminőséget nagyszámú technológiai tényező befolyásolja. Ebben a dolgozatban dörzsköszörülés esetén a szerszámjellemzők és a független technológiai adatok megválasztása után a p szerszámnyomás optimalizálását mutatjuk be, PC segítségével.

Technológiai adatok és nyomásoptimalizálás

A dörzsköszörülési folyamat bemeneti és a kimeneti oldala között igen bonyolult a kapcsolat [1, 2, 3, 4].

A dörzsköszörülési folyamat tervezését két szakaszra célszerű bontani. Az első szakasz magában foglalja a dörzsköszörülés ésszerű paramétereinek kiválasztását. Ekkor választjuk ki a szerszám jellemzőit, a dörzsköszörülő hasábok löketének nagyságát, a sebesség-összetevőket (v_t , v_a), a hűtőkenő folyadék összetételét és viszkozitását, stb. Ilyen feladat megoldását a számítógép interaktív formában felajánlja a technológusnak.

A dörzsköszörülés tervezésének második szakasza a szerszámnyomás optimalása. Az optimalás hatékonysága attól függ, hogy a munkaciklus során a dörzsköszörülés kimeneti mutatóinak alakulását leíró matematikai modell és a hozzátartozó adatbázis mennyire helyesen tükrözi a valóságot. Az egyik független változó a p szerszámnyomás, amitől függ az elérhető felületi érdesség (R_a , R_m , t_p , stb.), a Q anyagleválasztás, a pontosság és a Q_s szerszámkopás. Az átlagos érdesség, az anyagleválasztás, a méret- és alakpontosság, valamint a szerszámkopás a következő függvényekkel írhatók le:

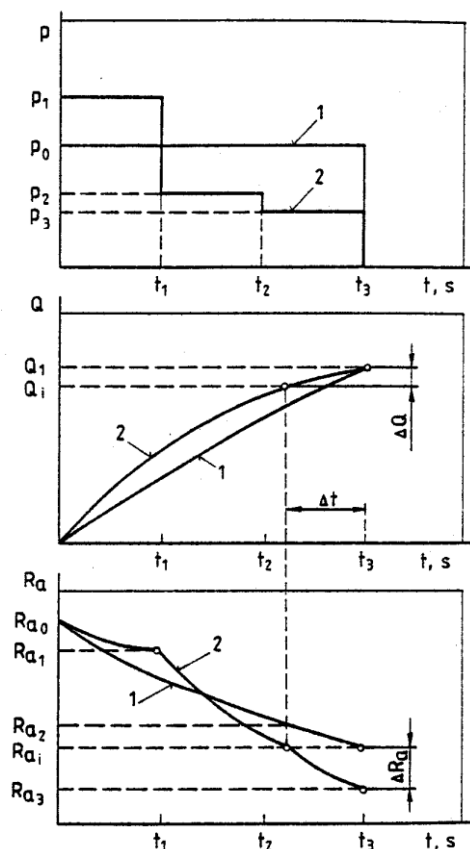
$$R_a = C_1 \cdot p^{\alpha_1} \cdot \prod_{i=1}^n k_i; \quad (1)$$

$$Q = C_2 \cdot p^{\alpha_2} \cdot \prod_{i=1}^n k_i; \quad (2)$$

$$\nu = C_3 \cdot p^{\alpha_3} \cdot \prod_{i=1}^n k_i; \quad (3)$$

$$Q_s = C_4 \cdot p^{\alpha_4} \cdot \prod_{i=1}^n k_i, \quad (4)$$

ahol p - a szerszámnyomás, C_1, \dots, C_4 és $\alpha_1, \dots, \alpha_4$ állandók meghatározott feltételek mellett érvényesek. A k_i korrekciós tényezőket veszi figyelembe. Ezek a munkadarab anyagától, a szerszámjellemzőktől, a megválasztott technológiai adatoktól és a hűtő-kenőanyagtól függenek. A dörzsköszörülési nyomás vagy szerszámnyomás (névleges) a dörzsköszörűgép kialakításától, programozhatóságától függ [4].



1. ábra . Egy - (1. görbe) és három nyomáslépcsős dörzs-köszörülési ciklusok (2. görbe).

A szerszámnyomás technológiai optimalizálását egy a korábban kidolgozott matematikai–mecha-nikai modell alapján végezzük, igen jó eredménnyel [3,4]. A megoldást számítógépi iteráció útján kapjuk. A dörzsköszörülés kimenő jellemzőinek (R_a , Q , stb.) időbeli lefolyása külön vizsgálatot igényel.

Az 1. ábra az átlagos érdesség és az anyagleválasztás időbeli változását mutatja különböző nyomások mellett.

A diagramokból leolvashatók, hogy a három nyomáslépcsős eljárással nagyobb anyagleválasztás (ΔQ) és kisebb átlagos érdesség (ΔR_a) érhető el azonos technológiai feltételek mellett. A számítógépi optimalizálás és az ellenőrző kísérletek eredményei jó egyezést mutatnak.

Következtetések

A dörzsköszörüléssel elérhető anyagleválasztást, pontosságot és felületi érdességet számos tényező határozza meg. A szerszámnyomás optimalizálását számítógép nagymértékben segíti és gyorsítja.

Bonyolult matematikai és mechanikai modellek, valamint nagyszámú adat (szerszám-, technológiai-, és gépjellemzők, kísérleti vagy mért paraméterek) számítógéppel kezelhetővé válnak. Sok kísérleti

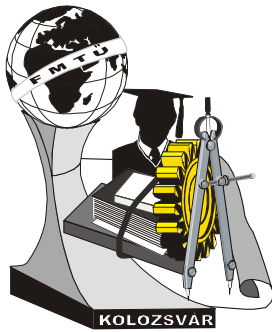
munka és hagyományos számítás takarítható meg. A gyártási költségek csökkennek, javul a gyártmányok minősége.

A kutatómunka elméleti megalapozását OTKA T48760 támogatással végezzük.

Irodalom

- [1] Dr.-Ing.König, Wilfried: Fertigungsverfahren. Band 2. VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1980. 318 p.
- [2] Dr.Szabó Ottó: Honingovanie i szuperfinisirovanie sztalej i csugunov insztrumentami iz szvertvjordüh materialov. 1. Nacionalna Konf. prilozsenie na insztrumentite at szinteticsni diamanti v narodnoto sztolansztvo. Bulgaria, Gabrovo, 22.10.1976. Szbornyik. Szofia, 1976. pp. 340-357.
- [3] Dr.Szabó Ottó: Several properties of mikrocutting for elastic bonded, abrasive, superhard tools. VIIIth International Conference on Tool. Hungary, Miskolc, 30.08-01.09.1993.
- [4] Dr.Szabó Ottó: Rechnergestützte Technologieplanung des Hones. Mechanika, ZNPS Gliwice, 118. Band. 1994. pp. 313-315.

Dr. Szabó Ottó, műszaki tudomány kandidátusa, Ph.D.
Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék
H-3515 Miskolc-Egyetemváros
Telefon: +36-46-565-111/15-21,
e-mail: ggytszo@gold.uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ION-EGYKRISTÁLYOK FORGÁCSOLÁSÁNAK SZIMULÁCIÓJA

Dr. 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 μm^2 dimension), therefore, traditional cutting theories that describe the separation of the bigger chip-cross sections are not sufficiently accurate. Creation and implementation of new theories will be needed, such as FEM or finite element method, atomic and molecular dynamical models (MDS). This will be shown in this paper.

Összefoglalás

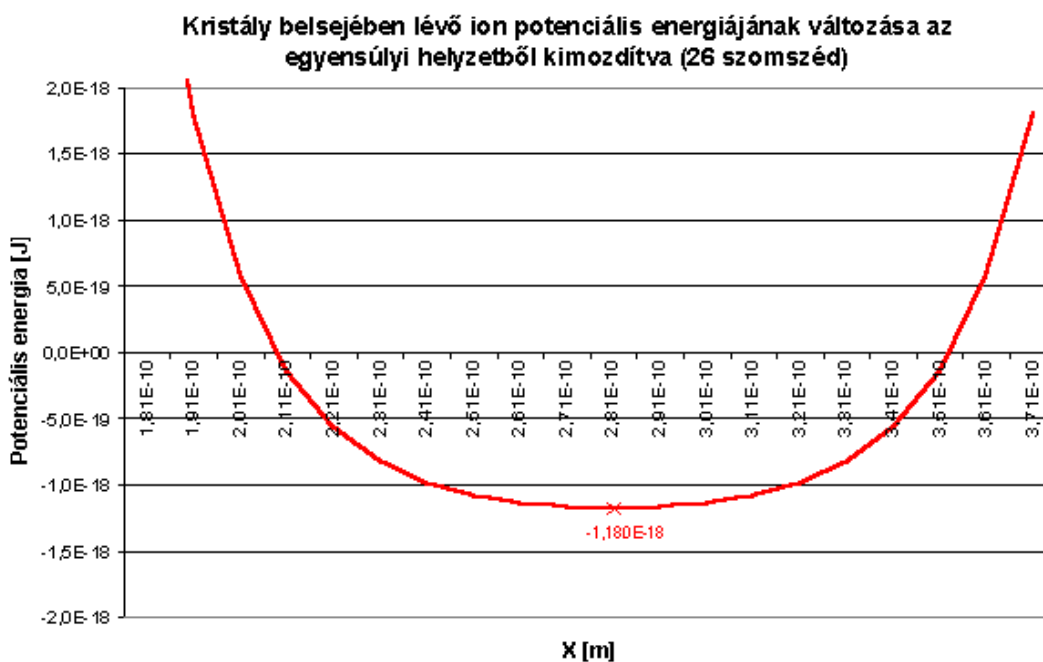
Az ultrapontosság igénye a forgácsleválasztás megbízható követését és szabályozását igényli. Az ún. szubmikron pontosságú technológiák (ultraprecíziós forgácsolás, nanotechnológiák) nélkülözhetlenné váltak. Fémek mellett egyre gyakrabban nem fémes anyagokat (pl. üveg, kerámiák) kell megmunkálni. A leválasztott forgács keresztmetszetek μm^2 keresztmetszetűek. A forgácsolási folyamatot végeelem (FEM) módszerével, atom és molekuláris dinamikai szimulációval tudjuk csak szimulálni. Az utóbbi módszert mutatjuk be.

NaCl ion-kristály próba-szimulációja

Korábban a réz egykristályok forgácsolását molekuláris dinamikai szimuláció (MDS) alkalmazásával vizsgáltuk [3]. A fémkristályokra kidolgozott MDS-t ionkristályok (NaCl, KCl, stb.) forgácsolásának szimulációjára alkalmassá tettük [4, 5].

Vizsgáljuk meg a [4] cikk (6) potenciál függvénye felhasználásával és a [4] cikk 1. ábrája segítségével az NaCl kristályrács belsejében (21-es ion; térközép), egy kristály felületen (7-es ion; felületközép), egy kristály élen (23-as ion; élközép) és egy kristály sarokpontban elhelyezett (11-es ion; sarok) ion potenciális energiájának alakulását.

Az 1. ábrán láthatjuk, hogy a 3x3x3-as kristályrács ([4] cikk 1. ábra) középpontjában lévő ion (21-es ion) egyensúlyi helyzete megegyezik az elméleti helyzettel ($x=2,81e-10$ m; $y=2,81e-10$ m; $z=2,81e-10$ m). Ez azt jelenti, hogy a szimuláció megindítása után az eredeti helyre generált 21-es ion egyéb erőhatások nélkül (pld. gyémántszerszámmal forgácsolás) az egyensúlyi rezgéshely körül fog rezegni. Látható, hogy az egyensúlyi helyzetben $-1,18*10^{-18}$ J a vizsgált ion potenciális energiája a megfigyelt kristályrácsban, míg az elméleti úton kapotté $-1,28*10^{-18}$ J. A különbség annak tudható be, hogy az 1. ábra eredménye nem végtelen sok ion, hanem „csak” 26 szomszéd figyelembevételével készült (egyébként ez jó közelítés).



1. ábra Az NaCl kristály belsejében lévő ion potenciális energiája
(21-es ion; térközép)

Hasonlóan megvizsgáltuk a kristályrács egyik lapján (pl. 7-es ion), egyik élén (pl. 23-as ion), illetve egyik sarkán lévő (pl. 11-es) ionokat.

Következtetések

Elméleti úton is megállapítható, de ezt a szimuláció is kimutatta, hogy a szimuláció kezdetén generált ideális kristályrács egyéb erőhatások nélkül is elkezd a külső felületein tágulni, ami maga után vonja a belső felületek kifelé történő elmozdulását is. Láthatjuk továbbá a figyelembe vett ionszámokból, az elméleti és számított potenciális energiák különbségéből, hogy eltérések tapasztalhatóak. Feltételezésünk szerint a figyelembe vett szomszédok száma nagymértékben befolyásolja az eredményt. Amikor több szomszédot vettünk figyelembe a számítás során, akkor pontosabb és stabilabb eredményeket kaptunk.

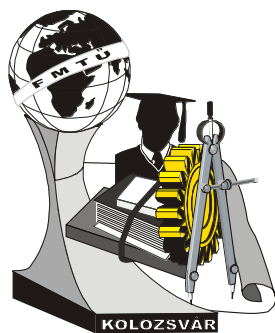
A kutatást az OTKA T48760 (témavez.: Szabó O.); az OTKA F019105 (témavez.: Gurzó J.), és az OTKA T030668 (témavez.: Szabó O.) (Budapest) támogatásával végeztük, illetve folytatjuk.

Irodalomjegyzék

- [1] CHARLES, K.: Introduction to Solid States Physics, Second Edition, John Wihley & Sons, Inc. New York – – London, 1963., 70. oldal – 84. oldal.
- [2] BERECH, 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, 9th International Conference on Tools. Proceedings. Edit. I. Dudás, O. Szabó., Miskolc, 1996., 307 – 312. oldal.
- [4] SZABÓ, O - GURZÓ, J.: Ionkristályok potenciális energiájának számítása mikroforgácsolás szimulációjához, Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, VIII. kötet, Erdélyi Múzeumegyesület kiadványa, Kolozsvár, 2003. 315 – 318. oldal.
- [5] GURZÓ, J. - SZABÓ, O.: Ionkristályok mikroforgácsolásának számítógépi próba-szimulációja, Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszaka, VIII. kötet, Erdélyi Múzeumegyesület kiadványa, Kolozsvár, 2003.319 - 322. oldal.

Dr. Szabó Ottó, a műszaki tudomány kandidátusa, Ph.D, egyetemi docens, tudományos vezető,
Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, 3515. Miskolc-Egyetemváros.
e-mail: ggytso@gold.uni-miskolc.hu
Tel: +36-46-565-111/15-21

Gurzó József, doktorandusz, okl. gépészmérnök,
Sárospataki Precíziósszerszámgyártó Bt. Sárospatak



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KÍSÉRLETEK VISZKOELASZTIKUS BIOLÓGIAI ANYAG FIZIKO-MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATÁRA

Szabó P. Balázs

Abstract

The kernel hardness is a very important parameter and the kernel hardness is a significant characteristic. In the last decade the wheat commercial trading is more important (soft and hard grain varieties). The kernel hardness is a very important parameter in connection with the aim of the price and the consumption. I measure the kernel hardness of winter wheat varieties with LLOYD 1000 R Materials Testing Machines. The aim of this research was the investigation of the kernel hardness and my aim to compare Single Kernel Characterisation System 4100.

Összefoglalás

A szemkeménység a búzák egyik igen fontos paramétere. Az endospermium szerkezetén alapuló búzaosztályozásnál rendkívül fontos, hogy a szemkeménység számos, a gabona technológiai minőségével kapcsolatos tulajdonság függvénye. A szemkeménységen alapuló osztályozás (ez alapján: puha, kemény szemszerkezetű búzák) ismerete mindenki számára fontos. A szemkeménységet a Lloyd 1000 R állományvizsgálóval határoztam meg és az eredményt összehasonlítottam a Single Kernel Characterisation System 4100 készülék által adott eredményekkel.

A búza szemkeménysége

A szemkeménység általánosan elfogadott definíciója: a búza keménysége a gabonaszem deformációval szembeni ellenállásának a mérőszáma. A legfontosabb modern meghatározási módszerek gyakorlatában nem a deformáció közvetlen mérésével, hanem közvetett módon, a deformáció által létrehozott részecskék tulajdonságai alapján határozzuk meg.

A búzakeményiség fogalmának meghatározásakor fontos tisztázni az acélosság (vitreousness) fogalmát is. Míg az acélos megjelenésű magbelső alapvetően a kedvező agronómiai és ökológiai tényezők hatására (elegendő nitrogén-ellátottság és megfelelően magas hőmérséklet az érési periódusban) bármilyen búzafajtánál kialakulhat, addig a keménység csak adott genetikai háttérű búzafajták örökletes tulajdonsága.

Kemény búzák közé sorolható a legtöbb tetraploid faj (pl.: *Triticum durum*, *T. turgidum*, *T. dicoccoides* és *T. polonicum*) és a hexaploid *T. aestivum* számos képviselője. A kemény típusok általános jellemzője, hogy szemtermésük jelentős része kemény, üveges szerkezetű, még az érési időszak alatti nem optimális hőmérséklet és mérsékelt tápanyag ellátottság esetén is.

A szemkeménység morfológiai szinten a keményítőszemcsék és a fehérjemátrix közötti adhézió mértékének függvénye: míg a puhaszemű búzát őrölve a keményítőszemcsék a fehérjemátrixból kipattinthatók, addig a kemény búzaszem őrlésekor a keményítő-fehérje adhézió olyan erős, hogy az őrlés hatására a keményítőszemcsék töredeznek a keményítő-fehérje kölcsönhatás megszűnése helyett. Ez utóbbi keményítőszemcse töredeződést nevezzük az őrléskor bekövetkező keményítő sérülésnek (starch damage), amely a malmi technológiával előállított liszt vízfelvevő képességét befolyásolja.

Célkitűzés

Célom, hogy megvizsgáljam a Lloyd 1000R állományvizsgáló készülék szemkeménység mérésére való alkalmasságát és meghatározzam különböző búzafajták szemkeménységét. A kapott eredményeket összehasonlítom más szemkeménység mérésre alkalmas készülékek által kapott eredményekkel. A méréshez 12 kódszámmal ellátott különböző búzafajtát használtam fel.

A mérési módszer

Ezt a készüléket (1. ábra) nem kifejezetten búzaszemek keménységének meghatározására fejlesztették ki (főképpen fém mintadarabok, szerelvények mechanikai tesztelésére), meghatározható vele bármilyen élelmiszer vagy egyéb tárgy keménysége és szakítószilárdsága, ugyanis képes mérni a nyomó és húzóerőt is a beállításától függően.



1. árba: Lloyd 1000 R készülék

A készülék méri a búzaszemet erő nyomóerőt, a nyomófej által megtett úthossz függvényében. A mérés közbeni adatokat rögzíti és koordináta rendszerben megrajzolja az erő elmozdulás görbét (x tengelyen az elmozdulás mm-ben, y tengelyen az erő N-ban). Az adatok alapján azonnal láthatjuk az erőt, amit már a szem már nem képes elviselni és elroppan. A grafikon 0 N és max. N értékei, valamint a hozzájuk rendelt úthossz függvényében meghatározható a szem elroppantásához szükséges munka is. Számítjuk a görbe meredekségét, a maximális törőerőt, valamint a görbe alatti területet, a törési munkát. Ezekből az adatokból következtethetünk a minta szemkeménységére és összehasonlíthatjuk más típusú mérések eredményeivel.

Magát a méréseket kétféle képen végeztem el: állított búzaszem és hason fekvő búzaszem esetén. mintánként 20 búzaszemet vizsgáltam.

Eredmények

A Lloyd vizsgálat eredményeit két csoportba osztottam. Állított (Á.) és hason fekvő (H.) búzaszemekre vonatkozó eredményekre. A törési eredményeket három paraméterre tagoltam: görbe meredeksége, maximális törőerő és törési munka, valamint a YOUNG-féle rugalmassági modulus került kiszámításra. Az eredményeket a 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A Lloyd 1000 R készülékkel kapott eredmények

Minta kódszáma:	T. meredekség Á:	T. erő (N) Á:	T. munka (N*mm) Á:	T. meredekség H:	T. erő (N) H:	T. munka (N*mm) H:	E (N/mm ²)	Osztály
311	50.93	246.84	28.98	29.78	112.44	19.62	578,4102	P U H A
320	56.15	288.60	33.25	31.24	107.59	18.27	669,8425	
321	55.88	293.39	33.12	33.78	120.64	19.13	712,7804	
322	52.70	285.85	35.65	33.15	117.42	18.40	679,1291	
325	49.00	268.13	33.42	29.81	98.90	14.97	596,9056	
331	47.71	246.21	29.58	30.95	103.86	20.55	568,0882	
374	59.58	365.18	52.40	37.54	118.73	13.69	751,98	
376	60.34	407.88	61.81	35.21	114.99	12.56	698,7349	K E M É N Y
378	60.21	400.98	62.19	35.58	135.05	19.16	841,5647	
379	62.24	421.97	61.91	32.19	111.72	12.49	787,2113	
389	53.79	312.45	44.78	36.43	120.72	12.67	653,8424	
307	61.79	394.79	61.43	36.39	126.94	11.99	914,5792	

A kapott eredményeket összehasonlítottam a Perten Single Kernel Characterisation System (SKCS) 4100 készülékkel, ami a hardness indexet (HI%) adja meg. Ezek alapján a minták közül hatot a puhák, hatot pedig a kemény fajták közé sorolhatunk. A két módszer összefüggés vizsgálatára a páros korreláció számítás módszerét alkalmaztam. Ahol is meglepően szoros a kapcsolat a szemkeménység (SKCS 4100) és a statikus keménységi (Lloyd 1000 R) vizsgálattal nyert értékek között ($r=0,7-0,9$), például: hardness index - törőerő (N) álló helyzetben: $r=0,829$; hardness index – törőmunka (N*mm) álló helyzetben: $r=0,902$. Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a Lloyd állományvizsgáló alkalmas a puha és a kemény fajták elkülönítésére.

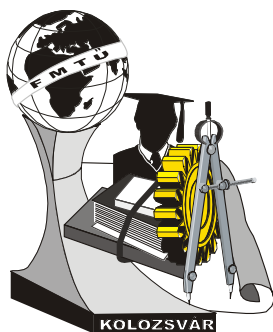
Irodalomjegyzék

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. Szabó P. Balázs – Véha Antal – Gyimes Ernő (2005): Dinamikus és statikus keménységmérés összehasonlítása viszko-elasztikus anyag (búzaszem) esetében, X. Fialtal Műszakiak Tudományos Ülésszaka p. 181-184, Kolozsvár
4. Sitkei, Gy. (1981): Mezőgazdasági anyagok mechanikája, Akadémiai Kiadó, Budapest p. 11-461

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@szef.u-szeged.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

TÉRBELI SZÍVMODELL ALKALMAZÁSA A DIAGNOSZTIKÁBAN

Szilágyi Sándor Miklós, Görög Levente Károly, László Sándor Elek

Abstract

Several type of heart malfunctions are usually caused by heart attack, rhythm disturbances and pathological degenerations. Unfortunately large groups of people are affected by this problem. The main goal of this paper is to compare the direct and inverse ECG signal processing methods, and to realize an optimal solution in different circumstances. Due to high number of unknown parameters both algorithms apply stochastic processing methods. None of the processing ways can give us “best” results. The performance is determined by the known and unknown parameters. In most cases both methods can contribute to the optimal solution.

Összefoglalás

Napjaink tömegeket érintő legfontosabb egészségügyi problémája a korai halál, amelyet gyakran a szívinfarktus valamilyen fajtája okoz. Jelen dolgozat bemutatja a direkt és inverz EKG feldolgozó módszerek sajátosságait, és meghatározza a felhasznált módszerek alapján az optimális eljárást. Egyik eljárás sem biztosít önmagában bizonyíthatóan jobb eredményt. A végső eredményt erősen befolyásolják az ismeretlen paraméterek értékei. Feldolgozásaim során szinte minden esetben egy összetett (mindkét algoritmust alkalmazó) módszer biztosította a legjobb eredményt.

1. Bevezetés

A számítógépes EKG feldolgozás a sok-sokévi fejlődés során egy kiforrott alkalmazásnak tekinthető. A digitális EKG elemző rendszerek, amelyek a felismerő és osztályozó algoritmusokon alapulnak, maximálisan néhány másodperces késéssel kell, hogy észleljék a potenciálisan veszélyes aritmiát. Sajnos a sokévi fejlődés ellenére a fő akadály továbbra is megmaradt: nagyon sokféle EKG jelforma jöhet létre és a jel alakja erősen eltérő lehet a különböző páciensek esetén. Mivel a számítógép adatbázisa képtelen lefedni az összes esetet, állandóan fennáll egy ritka jelalak esetén a csökkent elemzési pontosság, amely a rendszer megbízhatóságát kérdőjelezi meg.

Az elemző rendszerekben egy összetettebb adatbázis alkalmazása növelheti a felismerési pontosságot, de nem oldja meg az alábbi problémákat:

- Nem lehetséges az összes jelforma eltárolása

- Az osztályozó algoritmus az adatbázis méretének növekedésével arányosan egyre bonyolultabbá és nehezebben kezelhetővé válik (nehéz fejleszteni és karbantartani)
- A valósidejű tanítás a klinikai gyakorlat során még nem lehetséges a jelenlegi körülmények között (ehhez még nagyon lassú a PC). Mivel a rendszer egy ismeretlen jelforma esetén tévedhet vagy egyszerűen nem képes az esetet kezelni, ezekben a helyzetekben kérdésessé válik a rendszer hasznossága.

A felsorolt hiányosságok miatt szükségesnek találok egy szívmodell alapú rendszer megtervezését.

2. Módszerek

A direkt módszerek tesztelésére az MIT-BIH adatbázist használtam fel, mivel ebben az adatbázisban a regisztrátumok ki vannak értékelve. A kétsatornás mérések 11 bites felbontással 360 Hz-en voltak mintavételezve.

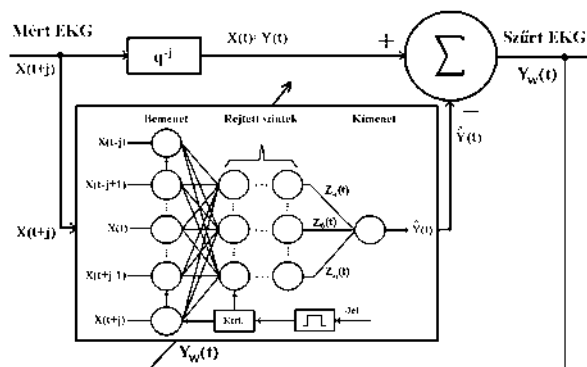
Mivel az inverz módszer lényegesen több információt igényel, az MIT-BIH adatbázisban található regisztrátumok közül két adatfile-t (X_mgh020 és X_mgh022) választottam ki. Ezek a mérések három EKG csatornát és más élettani jeleket (vérnyomás, légzés, stb.) tartalmaznak. A további kísérletekhez 6 és 12 elvezetéses EKG jeleket használtam (saját mérések).

A minták elemzése során egy paraméter osztályozó algoritmussal szétválasztottam a normál és kóros QRS állapotokra jellemző paraméter értékeket a felismerési határfok meghatározása céljából.

2.1. A kidolgozott direkt módszer ismertetése

A legerősebb direkt módszerek az adaptív neurális hálózatokat alkalmazzák. Ezek az algoritmusok a feldolgozás során egy előre elkészített adatbázis alapján felépítik a kiinduló mintasorozatot. A mintasor kiszámításánál, amennyiben rendelkezésre állnak, felhasználják a páciens régebbi regisztrátumait is.

Az általunk kifejlesztett direkt feldolgozó algoritmus a mérési zajok nagy részét egy adaptív fehérítő szűrő felhasználásával távolítja el. Ez mindenképpen szükséges a paraméterbecslő eljárás futtatása előtt, mivel a színes zaj erősen befolyásolhatja a kiszámított paraméterek értékeit. A paraméterek meghatározását az 1-es ábrán bemutatott adaptív neurális hálózattal végeztem. Ez a hálózat a beállítások függvényében tetszőleges számú nemlineáris rejtett réteget tartalmazhat.



1. ábra. Adaptív neurális hálózat jelszűrésre (zajfehérítéssel) és paraméterbecslésre

2.2. Az inverz modell szerkezeti felépítése

Az EKG jel számítógépes szimulációja, valamint egy mért EKG jel alapján az emberi szervezet belső állapotának a becslése egy rendkívül összetett, nehéz feladat. Ahhoz, hogy reális esély legyen egy használható rendszer megtervezéséhez és elkészítéséhez, sok elméleti és gyakorlati problémát kell megoldani. Az elméleti modell lényegében három szinten igyekszik minél pontosabban leírni az emberi szervezet belső felépítését:

- A szívot alkotó sejtek alapvető működésének szintjén (ioncsatornák, pumpák, transzporterek)
- A szív belső szerkezetének szintjén (kompartment alapú belső felépítés) [7]
- A mellkas szerkezete és az elektródák térbeli helyzete (melyik elektróda milyen jelet vételez)

3. Eredmények

A mérésorozat kiértékelését nemcsak a direkt és inverz módszerekkel, hanem a két módszer kombinációjával is elvégeztem.

Direkt	Inverz	Összetett
3,2%	2,2%	1,3%
4,4%	1,7%	1,0%
2,1%	1,1%	0,5%
2,3%	1,3%	0,6%
6,1%	4,7%	2,5%
3,4%	3,3%	1,7%
4,5%	2,9%	1,4%

1. táblázat. A nem megfelelő felismerések részaránya hibás szív működés esetén

2.

4. Leírás és elemzés

Az ismertetett modell gyakorlatban való alkalmazását számos probléma nehezíti meg, amelyek az alábbi csoportokba sorolhatóak:

- A modellt alkotó elemek viselkedésének hiányos ismerete
- Különböző belső és külső zavarok hatása
- Technikai háttér hiánya.

5. Következtetés

Tekintettel arra, hogy a szívmodell alapú számítógépes EKG diagnosztika számos orvosi és technikai problémát vet fel, a napjainkban nem alkalmazható önálló rendszerként [9]. A rövid távú megoldás a fuzzy és multi-ágens alapú rendszerek alkalmazása, amely lehetővé teszi az empirikus információ alapján egy folytonos átmeneteken alapuló adaptív tanácsadó rendszer megvalósítását [10].

Amennyiben egy hibrid (a neuro-fuzzy és a modell alapú megközelítés egyidejű alkalmazása) rendszert készítünk, lehetőségessé válhat az empirikus ismereteket felhalmozó hagyományos döntéshozatali rendszer ismeretein át a modell tanítása, amely megfelelő hatásfok esetén fokozatosan kiválthatja a régi rendszert.

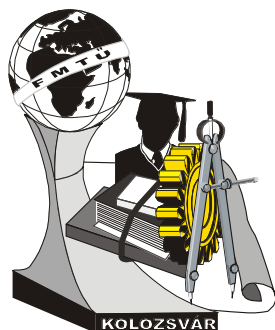
6. Referenciák

- [1] Cuiwei Li, Chongxun Zheng, Changfeng Tai - *Detection of ECG Characteristic Points Using Wavelet Transforms*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 42, pp 21-27, JAN 1995.
- [2] Qiuzhen Xue, Yu Hen Hu, W. J. Tompkins - *Neural-Network-Based Adaptive Matched Filtering for QRS Detection*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 39, pp 317-329, APR 1992.
- [3] Nitish V. Thaker, Jose M. Ferrero - *Electrophysiologic Models of Heart Cells and Cell Networks*, IEEE Eng. in Med. and Biology, pp. 73-83, SEP/OCT 1998.
- [4] Robert S. MacLeod, Dana H. Brooks – *Recent Progress in Inverse Problems in Electrocardiology*, IEEE Eng. in Med. and Biology, pp. 73-83, JAN/FEB 1998.
- [5] S. M. Szilágyi – *Event Recognition, Separation and Classification from ECG Recordings*, *Proceedings of the 20th IEEE Conference on Eng. in Medicine and Biology* , 20 (1998) 236-239
- [6] Geertjan Huiskamp – *Simulation of Depolarization in a Membrane-Equation-Based Model of the Anisotropic Ventricle*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 45, pp 847-855, JULY 1998.
- [7] Weilun Quan, Steven J. Evans, Harold M. Hastings – *Efficient Integration of a realistic Two-dimensional Cardiac Tissue Model by Domain Decomposition*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 45, pp 372-384, MAR 1998.
- [8] Ceon Ramon, Piotr Czapski, Jens Haueisen, Lee L. Huntsman, Hannes Nowak, Gust H. Bardy, Uwe Leder, Yongmin Kim, J.A. Nelson – *MCG Simulations with a Realistic Heart-Torso-Model*, IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 45, pp 1323-1331, NOV 1998.
- [9] S. M. Szilágyi, L. Szilágyi, L. Dávid - *ECG signal compression using adaptive prediction*, *Proceedings of the 19th IEEE Conference on Eng. in Medicine and Biology* , 19 (1997) 101-104
- [10] S. M. Szilágyi, L. Szilágyi, L. Dávid - *Comparison between neural-network-based adaptive filtering and wavelet transform for ECG characteristic points detection*, *Proceedings of the 19th IEEE Conference on Engineering in Medicine and Biology* , 19 (1997) 272-274

Név/tudományos fokozat: Szilágyi Sándor Miklós/ egyetemi adjunktus
Munkahely/lakcím: Sapientia EMTE / Targu Mures, str Liszt Ferenc nr 8, 540068
Tel., email: 0746-205-024, szs@ms.sapientia.ro

Név/tudományos fokozat: Görög Levente-Károly / egyetemista III. év
Munkahely/lakcím: Sapientia egyetem / Iceland 68, MS 547218
Tel., email: 0742-606-039, goroglev@yahoo.com

Név/tudományos fokozat: László Sándor Elek / egyetemista III. év
Munkahely/lakcím: Sapientia EMTE / Targu Mures, Piata Trandafirilor 61
Tel., email: 0265-257-412, sankoboy@yahoo.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

AXIÁL VENTILÁTOR MÉRETEZÉSE A MÉRÉSI EREDMÉNYEK TÜKRÉBEN

Dr. Szlivka Ferenc, Molnár Ildikó

Abstract

We have compared theory of design method and measuring results in a case of axial flow fan. We make a proposal to change the design method and direction of improvement.

Összefoglalás

Egy axiál ventilátoron végzett mérési eljárásból kapott eredményeket vetjük össze a ventilátor méretezési eljárása során kapott eredményekkel. A járókerék, a lapátok kerület irányú előferdítésének felhasználásával, valamint a változó cirkuláció elvének alkalmazásával készült. A mérések során meghatározzuk a járókerék mögötti statikus nyomás, össznyomás és sebességkomponensek irányát és nagyságát. A mért értékekből következtetni tudunk a járókerék tulajdonságaira, és javaslatot tudunk tenni a méretezési eljárás módosítására, esetlegesen a továbbfejlesztési irány kijelölésére.

Bevezetés

Vizsgálatunk tárgya egy már megvalósult és sorozatgyártásban lévő ventilátor méretezésének elemzése, és a kapott mérési eredmények kiértékelése. [1] Ezen járókerék lapátjai egy hengerpalást részét képezik. A járókerék rajzát az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A vizsgált ventilátor

Méretezési eljárás

A ventilátor méretezési eljárása az ún. változó cirkuláció módszerével történt [2]. Ennek lényege, hogy a lapátózás minden metszete más össznyomás növekedést létesít. Az eljárás szerint a maximális ($\Delta p_{össz}$) össznyomás a lapát felső harmadában valósul meg. Az agynál létesített $\Delta p_{össz}$ értékét a leválás veszélye korlátozza. (5. ábra) A lapátvég és a ház közötti rés, mint veszteség- és zajforrás azt igényli, hogy a kerületen a $\Delta p_{össz}$ értékét minimálisra szorítsuk le. A tervezett járókerék a hűtőventilátorok családjába tartozik és eleget kellett tennie a következő feltételeknek: a térfogatáram igény (q_v) 16.000 m³/h, és a statikus nyomásigény 135 Pa. A léghűtő méreteiből következően $d_k=600$ mm, 630 mm, 650 mm átmérőjű járókerék elhelyezésére volt lehetőségük. Ebből a 630 mm átmérőjűt választották. A méretezés kiindulásához szükséges dimenziótlan mennyiségek a $\varphi = \frac{4 \cdot q_v}{u_k \cdot d_k^2 \cdot \pi}$

mennyiségi szám, és $\psi_{st} = \frac{\Delta p_{st}}{\frac{\rho}{2} \cdot u_k^2}$ nyomásszám. A dimenziótlan mennyiségek

meghatározásához a fordulatszámra is szükség volt, amit 1460 1/min-nek választottak. A méretezéshez $\varphi=0.3$ és a $\psi_{oid}=0.3$ értékeket használták. A φ értéke a tényleges igénynek megfelelő mennyiségből adódott, a ψ_{oid} értéke a $\psi_{ö}$ -ből számítható:

$$\psi_{ö} = \psi_{st} + \varphi^2, \text{ ami jelen esetben } 0,189$$

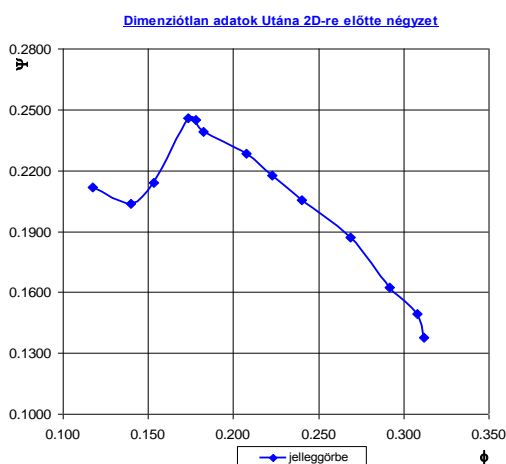
A járókerékben fellépő veszteségek (perdületapadás, súrlódási) miatt az ideális nyomásszám (ψ_{oid}) ennél nagyobb kell legyen. Hogy milyen mértékben kell megnövelni a tervezéshez szükséges nyomásszámot, teljes mértékben a tervező tapasztalatára van bízva. Ez az adott esetben 50%-os növelést jelentett. Így adódott a $\psi_{oid}=0,3$. A két tényező hányadosa adja meg a hidraulikai hatásfokot

($\eta_h = \frac{\psi_{ö}}{\psi_{oid}}$), ami 0,66. Mivel a össznyomás ($\Delta p_{össz}$) értéke sugár mentén változó, ezért a

hidraulikai hatásfok sem állandó a sugár mentén, így a megadott érték e függvény átlaga. Vizsgálatunk célja a tervezési módszer e gyenge pontjának pontosabb meghatározhatósága. Az áramlás finomszerkezetének mérése alkalmasnak látszik, hogy a hidraulikai hatásfok sugár menti változását és egyéb paramétereiktől való függését feltárja. [2]

Mérési módszer

A járókeréket egy olyan csatornába építettük be, melynek a járókerék előtti része négyzet keresztmetszetű, a járókerék utáni, pedig kör keresztmetszetű, melynek végén a munkapont paramétereinek változtatására alkalmas diffuzorral egybeépített fojtólap található, amely lehetőséget ad a ventilátor jelleggörbéjének kimérésére. [3,4]

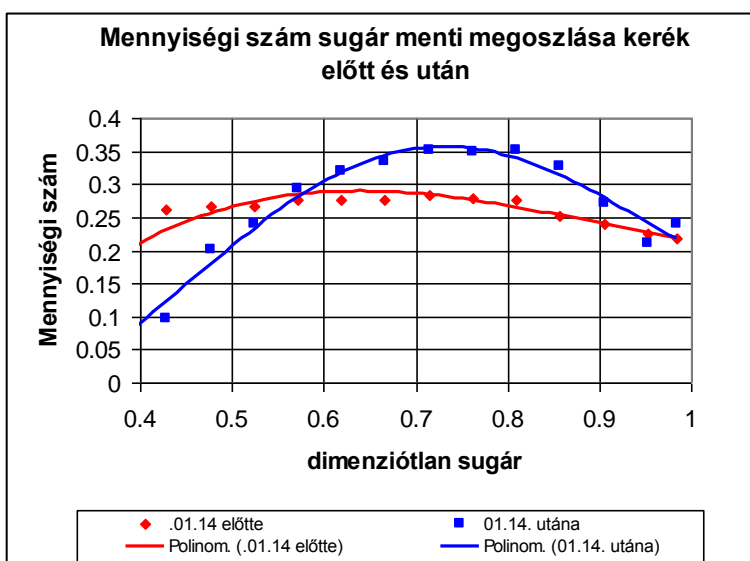


2. ábra: A ventilátor jelleggörbéje

egymástól. (3. ábra) A járókerék előtt és után mért mennyiségi szám eloszlásának átlag függvénye meg kellene egyeznie a méretezéskor számított mennyiségi szám eloszlásával.

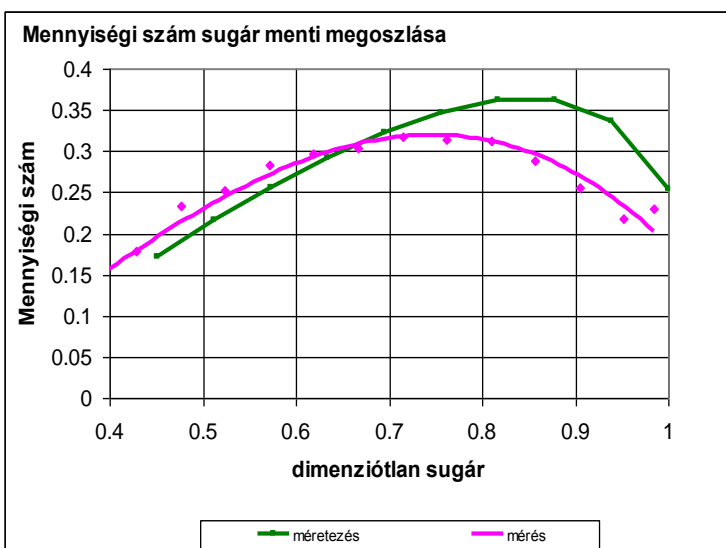
A finomszerkezeti vizsgálatot a ventilátor jelleggörbe legjobb hatásfokú pontjában végeztük el. A járókerék mögötti térben a statikus nyomást és össznyomást két különböző szonda segítségével mértük, ezért a mérésekre nem egyidőben került sor. A mérések során vizsgáltuk a jelleggörbe e pontjában a sebességi háromszög jellemzőinek változását a sugár és a kerület mentén.

Az egyik ilyen sebességi háromszög jellemző a mennyiségi szám, melyet vizsgáltunk a járókerék előtt (kék) és a járókerék után (piros). Elsősorban kíváncsiak voltunk arra, hogy a mennyiségi szám eloszlás a járókerék előtt és után mennyire tér el



3. ábra: A járókerék előtti és utáni mennyiségi szám megoszlása

A mért mennyiségi szám eloszlása jellegre hasonlít a méretezésnél felvett eloszlás-hoz, bár a maximuma kisebb sugáron található és az átlagos értéke szintén kevesebb, mint a méretezés során felvett 0,3 érték.

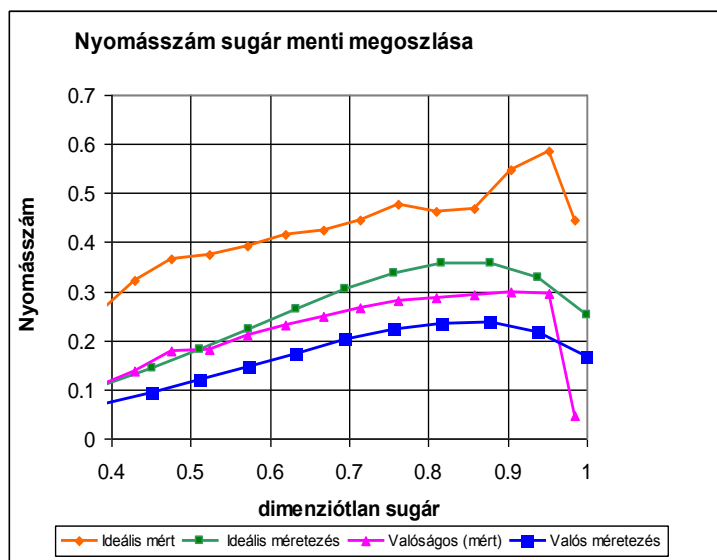


4. ábra: A mennyiségi szám sugár menti megoszlása

A másik vizsgált jellemző a nyomásszám (ψ). A méretezés egyik fontos kiindulási feltétele a nyomásszám megoszlása, amelynek fő kritériumait a cikk elején kifejtettük. Ez látható a 3. ábrán. A hidraulikai hatás-fokot a sugár mentén állan-dónak adtuk meg, így ebből egy a méretezésnél felvett valóságos nyomásszám eloszlást is számíthatunk, amelyet az ábra mutat. A mérés során kapott valóságos nyomás-szám megoszlását megkapjuk a ventilátor előtt és után mért össznyomás különbségekből. Az abszolút sebesség eltérítéséből módunkban áll az Euler-turbina egyenlet alapján egy ideális

nyomásnövekedést számítani a mérési eredményekből is.

$$2 \cdot \frac{u}{u_k} \cdot \frac{\Delta c_u}{u_k} = \psi_{oid}$$



5.ábra: Nyomásszám sugár menti megoszlása mérési és méretezési adatokból

változásának vizsgálatára. Ehhez azonban célszerű pontosan a tervezési pontban végezni a méréseket.

A végzett munkánkat a „A mezőgazdaságban alkalmazott axiális átömlésű ventilátorok nyomás- és sebességterének meghatározására alkalmas vizsgálati módszer továbbfejlesztése” című, T-049358 számú OTKA pályázat támogatta.

Felhasznált irodalom:

[1] Szlivka F. -Bencze F.-Kemény Gy.: Axiális átömlésű járókerék 1989. No. 209 012: NSZO:F04D-029638

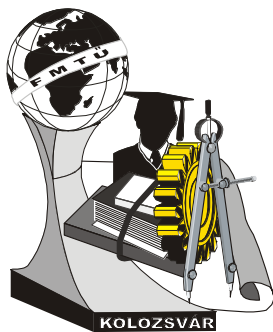
[2] Bencze F. -Szlivka F.: Egyszerű geometriájú ventilátor felhasználási területe, Gép, 1985. 10.sz.

[3] Szlivka F. -Molnár I.: Különböző lapátosítású axiális ventilátorok vizsgálati eredményei Dunaújváros, 2005, Dunaújvárosi Főiskola Közleményi. XXVI pp.: 553- 563

[4] I. Molnár –F. Szlivka: Pressure and velocity field properties around an impeller of axial flow fan, 2005. Ph.D. Hallgatók V. Nemzetközi Konferenciája, Miskolci Egyetem

Dr. Szlivka Ferenc, egyetemi docens
 Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Környezetipari Rendszerek Intézete,
szlivka.ferenc@gek.szie.hu

Molnár Ildikó, Ph.D. hallgató
 Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Környezetipari Rendszerek Intézete,
molnar.ildiko@gek.szie.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

FRÖCCSÖNTÉSI PARAMÉTEREK HATÁSA AZ ÜREGNYOMÁSRA

Szűcs András, Pósa Márk

Abstract

Many interdependent parameters must be controlled during injection moulding process to produce the proper quality product. Any external action can cause the quality changing of injected products (e.g. mechanical properties, color, dimensional accuracy). Quality checking can recognize those defective products after injection. Our goal is to set a measuring system for finding correlation between the parameters of technology and the cavity pressure. We were able to measure the pressure inside of the cavity. Stability of set up was investigated. The most important parameters were changed and the resulted cavity pressure was measured. During the resulted data, a special rheometer has been developing

Összefoglalás

A fröccsöntés során igen sok egymástó függő technológiai paramétert kell kézben tartani, a megfelelő minőségű termék gyártásához. Bármilyen külső hatás a termék minőségének változását eredményezheti (mechanikai tulajdonságok, szín, méretpontosság, stb.). Minőségellenőrző módszerekkel ezek a hibák csak utólag vehetők észre, és selejtyártás jöhet létre. Célunk egy olyan mérőrendszer kialakítása és üzemeltetése volt, amivel a technológiai paraméterek és a formaüregben lejátszódó folyamatok között tudunk kapcsolatot teremteni. Sikeres nyomásméréseket hajtottunk végre a szerszám formaüregébe. Megvizsgáltuk az egyes beállítások stabilitását. Változtattuk a legfontosabb paramétereket a gépen és mértük ezeknek a hatását az üregnyomásra. Folyamatban van egy reométer fejlesztése amely nagysebességű reológiai mérésekre lesz alkalmas.

1. Bevezetés

Fröccsöntéssel elsősorban hőre lágyuló műanyagokat dolgozunk fel. A polimerek viszkozitása nem csak a hőmérséklettől és a nyomástól függ, hanem az áramlás sebessége és az áramlás geometriája is nagyban befolyásolja azt [1]. Az anyag viszkozitásának megváltozása egy bizonytalansági tényezőt visz a feldolgozásukba. A folyóképességre egymástól függő paraméterek hatnak a feldolgozás során [2]. A kutatómunka során vizsgáltuk a technológiai paraméterek hatását a belső nyomásra kitöltési fázisban és a fröccsöntési ciklus alatt. A kétfészes szerszám egyik üregébe két jeladó van beépítve, így a kitöltés során is nyomon tudtuk követni az üregbe felépülő nyomásértékeket, és a nyomásesést a szenzorok között [3].

2. Feldolgozott anyagok

Eltérő folyási tulajdonságú anyagok fröccsöntésével végeztük méréseinket. TIPPLEN H 689FA (TVK RT) polipropilén homopolimert és TIPPLEN K 395 (TVK RT) polipropilén blokk-kopolimert használtunk a gyártáshoz.

$$TIPPLEN\ H\ 689FA \quad MFI_{(220, 2,16)}=2 \frac{g}{10\ perc}$$

$$TIPPLEN\ K\ 395 \quad MFI_{(220, 2,16)}=12 \frac{g}{10\ perc}$$

3. Kísérleti rész

A mérések során különböző technológia beállítási módokat hasonlítottunk össze. Változtattuk a technológiai paramétereket és az egyes beállításokkal megmértük a nyomás lefutását a formaüregben. Kiinduló állapotnak egy közép értékre optimalizált technológiát választottunk. Ehhez képest pozitív és negatív irányba módosítottunk egy-egy paramétert. Ezzel a módszerrel az adott paraméter hatását lehet megvizsgálni. A változtatott paramétereket az 1. Táblázat tartalmazza. A kiemelten szedett értékek voltak a kiindulásiak.

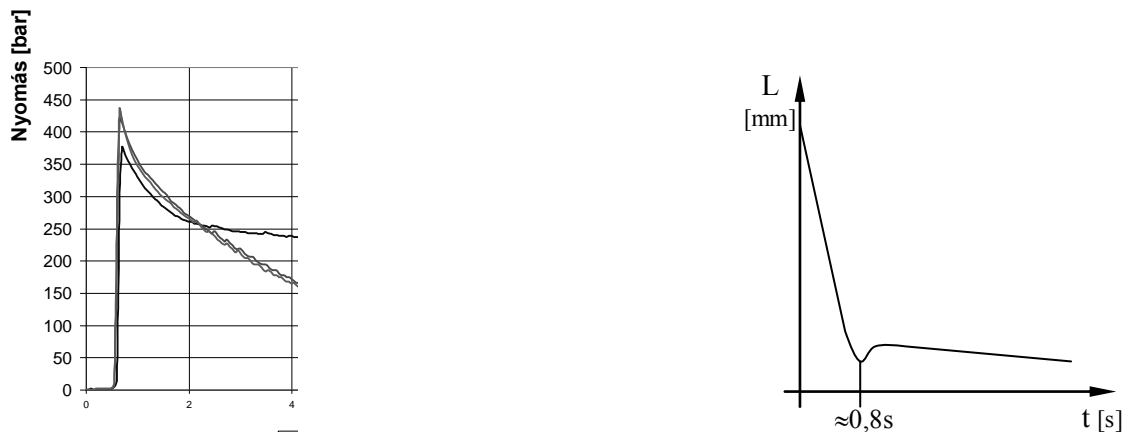
1. Táblázat Változtatott paraméterek

Változtatott paraméterek	Beállítások		
	I.	II.	III.
Ömledékhőmérséklet	200 °C	220 °C	240 °C
Fröccsebesség	30 mm/s	50 mm/s	70 mm/s
Fröccsnyomás	40 bar	60 bar	80 bar
Utónyomás	20 bar	30 bar	40 bar
Átkapcsolási pont	adódó érték	adódó érték	adódó érték

4. TIPPLEN K 395 polipropilén blokk-kopolimerrel végzett mérési eredmények ismertetése.

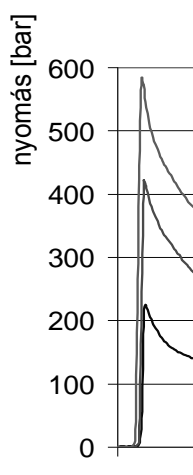
A hőmérséklet növekedésével a formaüregben kialakuló csúcsnyomások kismértékben növekednek (

1. ábra). A magasabb hőmérsékletű anyag viszkozitása lecsökken és így az áramlása során kisebb lesz a nyomásesés, azaz a belső nyomás megnő. A mérésekhez 50%-os utónyomást állítottunk be. A viszonylag kis utónyomás miatt egy visszaáramlás jött létre a formaüregből a beömlő-rendszerbe. A visszaáramlást a csigadugattyú kismértékű visszamozdulása is mutatja. Ez a visszaáramlás hirtelen nyomáscsökkenést eredményez. Az alacsony hőmérsékletű mérés görbéjének eltérő jellege azzal magyarázható, hogy ezen a hőmérsékleten a belső nyomás kisebb az üregben, valamint az anyag folyóképessége rosszabb, így a visszaáramlás feltételei lényegesen kedvezőtlenebbek.



1. ábra. Anyaghőmérséklet hatása a belső nyomásra és a csigadugattyú elmozdulásra az idő függvényében

A fröccsnyomás növelésével a belső nyomás értékek is nőnek (2. ábra). A fröccsnyomás felépítéséhez az átkapcsolási pontot megfelelően kell megválasztani. Korai átkapcsolás esetén a fröccsnyomást nem tudjuk felépíteni és bizonytalanságot viszünk a gyártásba. Késői átkapcsolással a nyomáscsúcs felépülésének idejét tudjuk megnövelni. Méréseink szerint kétszeres fröccsnyomás növekedés közel háromszoros belső nyomásnövekedést eredményezett (2. ábra). Ez az útszerinti átkapcsolás bizonytalanságával magyarázható.



2. ábra Fröccsnyomás hatása a belső nyomásgörbére

5. Összefoglalás

A kísérleteink alapján megállapíthatjuk, hogy az összeállított mérőrendszerrel pontosan nyomkövethető az üregben fellépő nyomás a gyártás során. Különböző technológiai beállításokkal végeztünk kísérleteket, a felvett nyomásgörbéket hasonlítottuk össze. Megállapítottuk, hogy az anyaghőmérséklet és az utónyomás erősen befolyásolja az ömledék visszaáramlását. Kimutattuk, hogy az átkapcsolási pont helytelen beállítása nemkívánatos nyomáscsúcs megjelenést okoz a fröccsöntési ciklusban.

Irodalom

- [1] Dr. Halász László, Dr. Molnár Imre, Dr. Mondvai Imre: *A polimerek feldolgozásának reológiai alapjai*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1978.
- [2] Dunai Antal – Macskási Levente: *Műanyagok fröccsöntése*, Lexica Kft, Budapest 2003.
- [3] Dr. Belina Károly, Dr. Boza Pál, Pósa Márk: *Investigation of the effect of surface finishing on injection moulding parts*, 11th International Conference on Tools, ICT-2004.09.10
- [4] Czvikovszky Tibor – Nagy Péter – Gaál János: *A polimertechnika alapjai*, Műegyetemi Kiadó, Budapest 2000.
- [5] Dr. Kovács Lajos: *Műanyag zsebkönyv*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979.

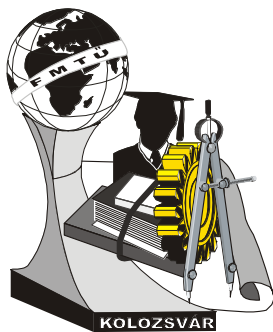
Szűcs András főiskolai tanársegéd,

Szabó Ferenc főiskolai hallgató,

Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Műanyagfeldolgozó Technológiai Tanszék

Magyarország, Kecskemét Izsáki út 10.

TEL.: +36303135675/FAX.:+3676516399, szucs.andras@gmail.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

MÉRŐRENDSZER ÜREGNYOMÁS-MÉRÉSHEZ

Szűcs András, Szabó Ferenc, Pósa Márk

Abstract

The latest development in injection moulding technology is the introduction of pressure sensors in the cavity. The measured pressure value controls the machine, therefore the technology becomes more reliable. In this paper a cavity pressure measuring system is shown. It was developed for a falling dart test piece producing mould. The injection moulding machine, the mould and technology are shown in this paper.

Összefoglalás

A fröccsöntés gyors fejlődésének következményeként egyre gyakrabban látnak el fröccsöntő szerszámot üregnyomás mérésére alkalmas jeladóval. A mért nyomásérték visszacsatolást hoz létre a gép és a szerszám között, ezzel biztosítva a technológia pontosabb kézben tarthatóságát. Kiadványunkban egy ejtődárdás próbatest gyártására alkalmas fröccsöntő szerszámba épített nyomásjeladó és a hozzá tartozó mérőrendszer kialakításával foglalkozunk. Ismertetjük a fröccsöntő gép felépítését és működését, a fröccsöntési technológia elvét, a belső nyomásmérés jelentőségét. Bemutatjuk a felhasznált szerszámot és a jelfeldolgozó rendszer elemeit, az alkalmazott programot és a kalibrálás folyamatát.

1. Bevezetés

A műanyagokat számos technológiával lehet feldolgozni (extrudálás, vákuumformázás, kalanderezés, hegesztés, rotációs öntés, habosítás stb.) attól függően milyen, a késztermék geometriája, mechanikai jellemzője, anyaga, gyártandó darabszáma. A fröccsöntéssel háromdimenziós összetett és tagolt termékeket lehet gyártani gazdaságosan, kis ciklusidővel és nagy darabszámmal. A gyártott termékek utólagos megmunkálást többnyire nem igényelnek, a technológiai hulladék visszadolgozható az eredeti alapanyaghoz [1,2]. A kutatásunk a fröccsöntési technológia vizsgálata, azon belül a hőre lágyuló műanyagok áramlásának tanulmányozása.

2. Fröccsöntési technológia rövid ismertetése

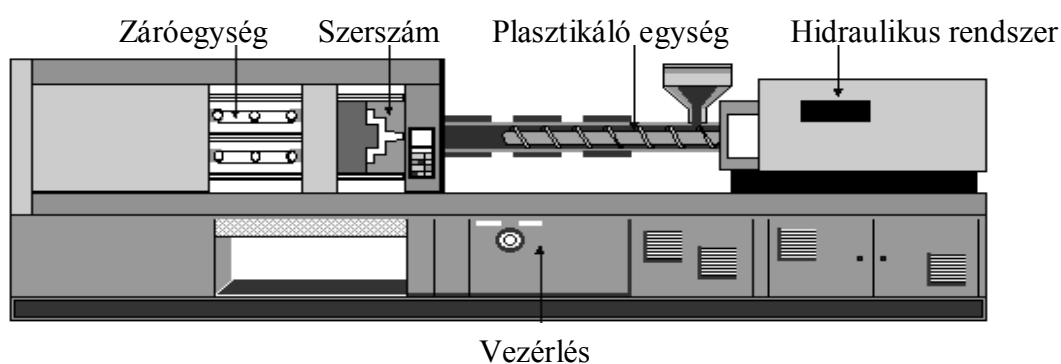
A fröccsöntés szakaszos gyártást jelent. Bonyolult alakú, 3D-s műanyag termékek gyártására használják. A formaadás zárt, osztósíkban nyitható szerszámban történik. A gyártási folyamat során ebbe a szerszámba kell juttatni a nagy nyomású, viszkozus polimerömlédeket. A gép feladata a polimer megömlesztése, homogenizálása, megfelelő nagyságú nyomás előállítása, és a már megömlesztett műanyag nagy sebességgel való injektálása a szerszámba [3].

3. A kutatás során használt fröccsöntő gép és szerszám bemutatása

A fröccsöntő gép szakaszosan állít elő utólagos, megmunkálást általában nem igénylő félkész-, készterméket.

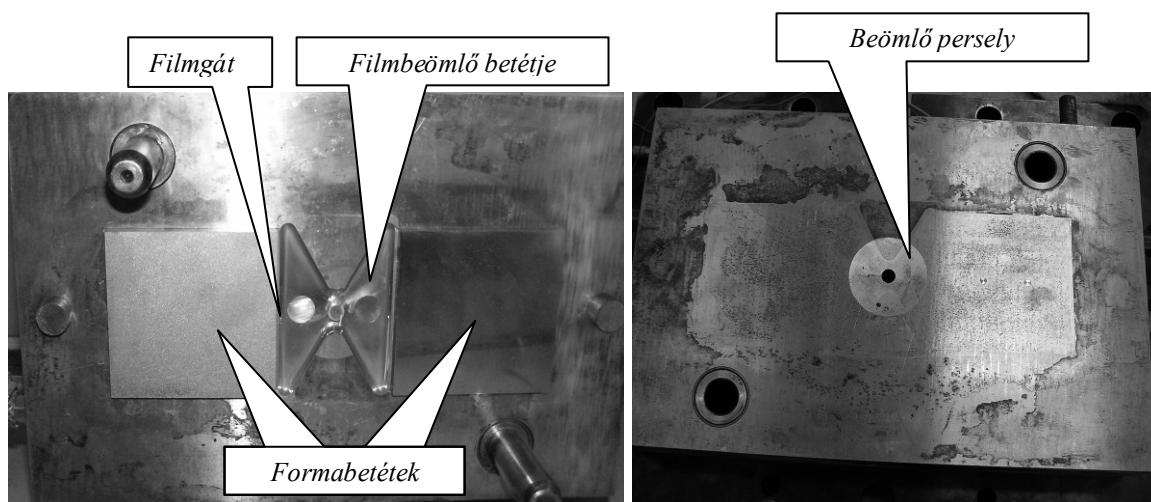
Az anyag megömlesztését a plasztikálóegység végzi, és a megömlesztett anyagot a fröccsegység juttatja nagy nyomással a hűtött szerszámüregbe, ahol az megszilárdul és felveszi a szerszámüreg alakját.

Méréseinkben mikroprocesszor vezérlésű ENGEL ES 330/125 HLS típusú fröccsöntő gépet használtuk. A gép elvi felépítését az 1. ábra mutatja be.

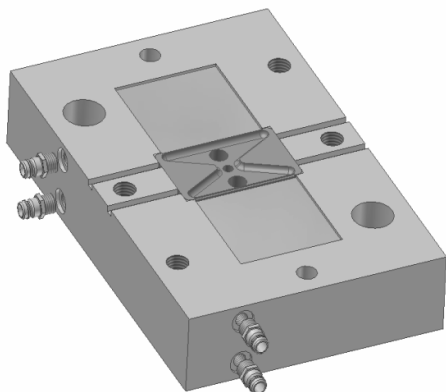


1. ábra. Fröccsöntőgép felépítése

A mérésekhez felhasznált ejtődárdás próbatest gyártására alkalmas kétfészkés fröccsöntőszerszám egyik fészkébe két nyomásjeladót építettünk (2.-4. ábra). A formaüregek betétei cserélhetők, így különböző megmunkálásokkal előállított eltérő felületi minőségű darabok gyárthatók vele [4,5,6]. A szerszám film és oldalbeömlővel használható. A mérésekhez filmbeömlőt használtunk.



2. ábra. Fröccsöntőszerszám formalapjai



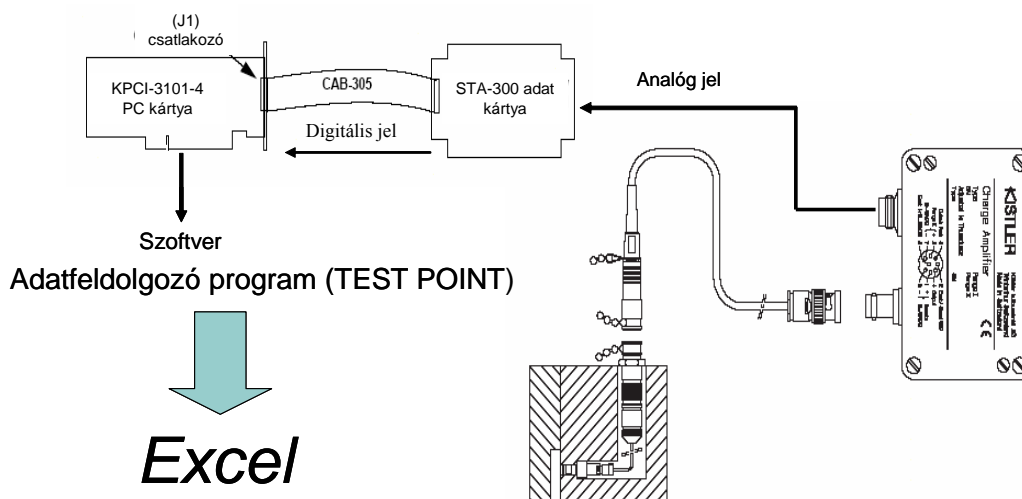
3. ábra. Fröccsöntő szerszám formalapja [4]



4. ábra. Állóoldali formalap és a nyomásérzékelő [4]

4. A nyomásmérő rendszer

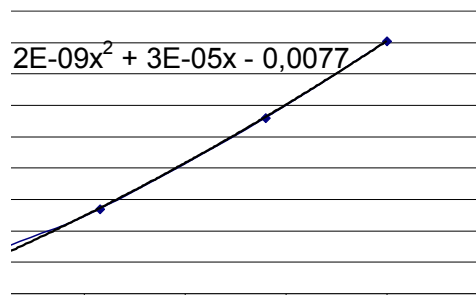
A vizsgálatokhoz a berendezés elemeit katalógusból választottuk ki. A mérőrendszer vázlatát az 5. ábra szemlélteti. Az üregbe helyezett jeladó, a műanyag ömledék nyomásának hatására elektromos jelet küld az erősítőbe. Az erősített jel egy analóg-digitális átalakítón keresztül van bevezetve a számítógép adatgyűjtő kártyájába. A mért adatokat a TEST POINT grafikus felületű programmal dolgoztuk fel. A mérési eredményeket EXCEL táblázattal gyűjtöttük össze.



5. ábra. Mérőrendszer elemei

5. Kalibrálás

A kalibráció során a nyomásjeladókat szabványos MFI méréshez használt tömegekkel terheltük meg. Az egyes terhelésekkel mért jel erősséget az 6. ábra foglalja össze. Látható, hogy a szenzor lineáris karakterisztikájú és átszámítva megközelítőleg 2 bar kapcsolási nyomás után ad jelet



6. ábra. Kalibrálás

6. Összefoglalás

Munkánk során felújítottunk egy kétfészkés fröccsöntő szerszámot, és az egyik formaüregbe beépítettünk két nyomásjeladót egymástól 30 mm távolságra. A szerszámhoz csatoltunk egy jelfeldolgozó rendszert és egy programmal a mért értékeket rögzíteni tudtuk. A mérőszensorokat megterhelve felvettük a szenzorok karakterisztikáját. Sikerült kimérnünk a lineáris jellegét a rendszernek, és a jeladók kapcsolási nyomását.

Irodalom

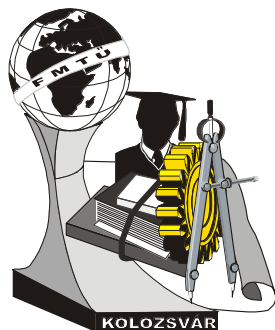
- [1] Dunai Antal – Macskási Levente: *Műanyagok fröccsöntése*, Lexica Kft, Budapest 2003
- [2] Dr. Kovács Lajos: *Műanyag zsebkönyv*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979.
- [3] Czvikovszky Tibor – Nagy Péter – Gaál János: *A polimertechnika alapjai*, Műegyetemi Kiadó, Budapest 2000
- [4] Pósa Márk: *Szabadfelület gyártástechnológiájának hatása a fröccsöntési paraméterekre*, Műanyag Kollokvium 2003, Balatonföldvár, 2003. június 12-13.
- [5] Dr. Belina Károly, Dr. Boza Pál, Pósa Márk: *Műszerezett fröccsöntő szerszám*, Műanyag és Gumi 2004 április
- [6] Dr. Belina Károly, Dr. Boza Pál, Pósa Márk: *Investigation of the effect of surface finishing on injection moulding parts*, 11th International Conference on Tools, ICT-2004.09.10

Szűcs András főiskolai tanársegéd, **Szabó Ferenc** főiskolai hallgató, **Pósa Márk** tanszéki mérnök

Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Műanyagfeldolgozó Technológiai Tanszék

Magyarország, H-6000, Kecskemét Izsáki út 10.

Tel.: +36303135675/Fax.:+3676516399, szucs.andras@gmail.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAI TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAK

Kolozsvár, 2006. március 24-25

A PMK-2 KÍSÉRLETI BERENDEZÉS MODELLEZÉSE AZ ASTEC KÓDDAL

Tarczal Lajos

The PMK-2 facility - a scaled-down model of the Paks Nuclear Power Plant equipped with VVER440/213-type reactors - originally was designed for investigating loss of coolant accidents (LOCA) and to supply experimental data for computer code validations. It is a full pressure model of the plant with a volume and power scaling of 1:2070, located in the KFKI Atomic Energy Research Institute. In my work I built the thermal-hydraulic model of the PMK-2 facility in ASTEC code. The applied code ASTEC v1.1 has been developed by GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit) and IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) for deterministic investigation of severe accidents in nuclear power plants. The elementary aim of the investigations was to validate CESAR, the thermal-hydraulic modul of ATSEC with comparing to the experimental data (published and can be accessed in the databases of IAEA) and the results of APROS PMK-2 model. The selected case was 7,4% cold leg small break loss of coolant accident.

A PMK-2 (Primerköri Modell Kísérlet) berendezés a paksi VVER-440/213 típusú atomerőművi blokk primer körének 1:2070 térfogat- és teljesítményléptékű integrális modellje, mely a KFKI-Atomenergia-kutató Intézetben található. Munkám során megépítettem a PMK-2 kísérleti berendezés termohidraulikai modelljét az ASTEC (Accident Source Term Evaluation Code) kód segítségével. Az alkalmazott ASTEC v1.1 program a GRS (Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit) és az IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) intézetek által atomerőművi súlyos balesetek determinisztikus elemzésére kifejlesztett rendszerelemző eszköz. A modellel végzett vizsgálatok elsődleges célja az ASTEC kód termohidraulikai moduljának - a CESAR-nak - a validációja a PMK-2 kísérleti berendezésen végzett, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) adatbázisában hozzáférhető kísérletekkel (SPE, Standard Problem Exercise) ill. az eredmények összevetése az APROS (Advanced Process Simulator) kóddal felépített PMK-2 modell eredményeivel. A validációs számításokat 7,4%-os (kis méretű) hidegági hűtőközegvesztéses üzemzavar (SBLOCA) esetére végeztem el.

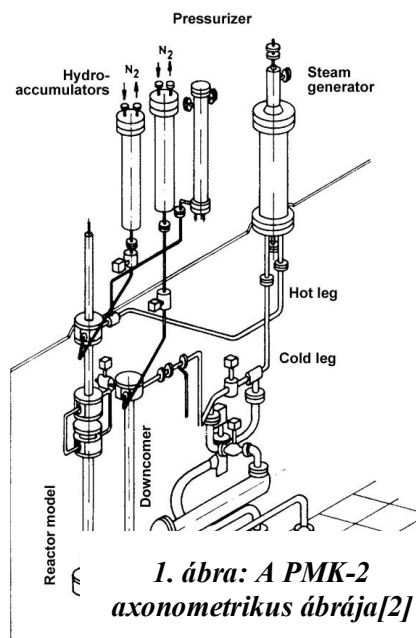
AZ ASTEC KÓD

Az ASTEC: Accident Source Term Evaluation Code az IRSN és a GRS kutatóintézetek együttműködésében nyomottvizes és forralóvizes blokkokra 1996 óta fejlesztés alatt álló súlyos baleseti forrástag meghatározó, integrált kód. Az erősen moduláris szerkezetnek köszönhetően lehetőség van ún. „stand-alone” futtatásra, elsősorban ha validációs számításokat végzünk egy adott modellen. Ennél gyakoribb eset, amikor egyszerre több modullal ún. „coupled” futtatást végzünk. Ekkor ezek egyidejűleg futnak és folyamatosan kapcsolatban vannak az adatbázissal. Munkám során a CESAR modullal dolgoztam, mely a primer kör termohidraulikai folyamatainak számításáért felelős. Ebből

kifolyólag megtalálható benne az összes rendszerelem, ami egy atomerőművi hűtőkör modellezéséhez szükséges.

A PMK-2 KÍSÉRLETI BERENDEZÉS

A PMK-2 berendezés a Paksi Atomerőmű VVER-440/213-típusú reaktorának 1:2070 térfogat- és teljesítményléptékű integrális rendszer-termohidraulikai modellje. (5.-6. ábra) A berendezés munkaközegé víz, erőművi nyomáson és hőmérsékleten, tehát a vizsgált tranziensek névleges működési állapotból indíthatók. A magasságok 1:1 arányban lettek modellezve, az alsó keverőtér és a térfogatkompenzátor kivételével. Egy erőművi blokk hat primer körű hurkát egyetlen aktív hurok reprezentálja. A zónamodell 19 elektromosan fűtött rúdból áll, melyeknek axiális és radiális teljesítmény-eloszlása egyenletes. A PMK-2 főkeringtető szivattyúja biztosítja a névlegesnek megfelelő forgalmat, azonban nem működtethető kétfázisú áramlás esetén, ezért egy megkerülő vezetékben helyezkedik el. A szivattyúkifutást egy szabályozó szelep zárásával modellezik. A zóna-üzemzavari hűtőrendszerek (ZÜHR) közül az erőművi négy hidroakkumulátort két tartály szimulálja, amelyek az erőműhöz hasonlóan a gyűrűcsatornába és a felső keverőtérbe fecskendeznek.



1. ábra: A PMK-2 axonometrikus ábrája[2]

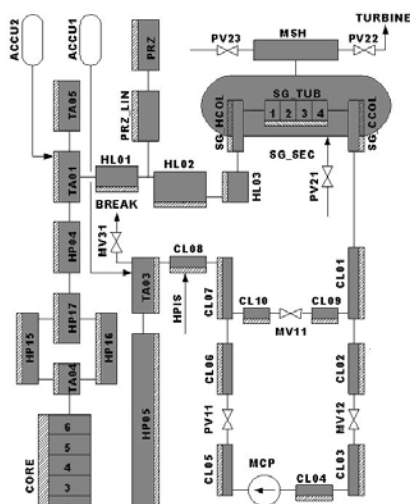
The PMK-facility

AZ SPE-2 KÍSÉRLET

A primer hűtőközeg-vesztéssel járó üzemzavar (Loss of Coolant Accident, LOCA) nyomottvízes atomreaktorok esetén a primer kör mechanikai sérülésének (pl.:csőtörés) következtében alakulhat ki. A kísérlet peremfeltételei:

- 3 mm-es (7,4%-os) hidegági csőtörés a gyűrűcsatorna felső szakaszán
- A kísérlet indítása névleges, 100%-os teljesítményről
- Hidroakkumulátor befecskendezés rendelkezésre áll (2 db hidroakkumulátor)
- A nagynyomású zóna üzemzavari hűtőrendszer (ZÜHR) rendelkezésre áll
- A tranziens kezdete után a szekunder kör izolálásra kerül a megfelelő szelepek zárásával

A PMK-2 BERENDEZÉS ASTEC MODELLJE



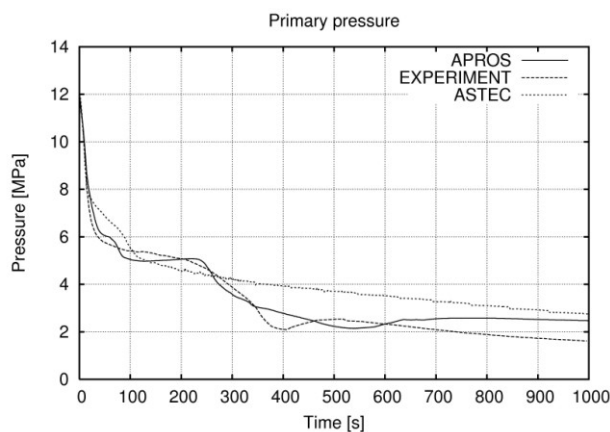
2. ábra A PMK-2 berendezés nodalizációs sémája az ASTEC-ban

A dolgozat keretében elkészítettem a PMK berendezés ASTEC modelljét a kód CESAR moduljában lévő elemek felhasználásával. A berendezés nodalizációjának megalkotását az APROS kóddal épített PMK modellt alapul véve kezdtem el. A séma tartalmazza a berendezés primer hűtőkörét, a térfogatkompenzátort, a két hidroakkumulátort és a gőzfejlesztőt. A szekunder oldali illetve az üzemzavari rendszerek hatásait peremfeltételként vettem figyelembe. A modellépítés során törekedtem arra, hogy létrejöjjön egy kompromisszum a számítási idő és a pontosság tekintetében. A modell paramétereit úgy állítottam be, hogy a stacionárius állapotban számított jellemzők a primer illetve a szekunder

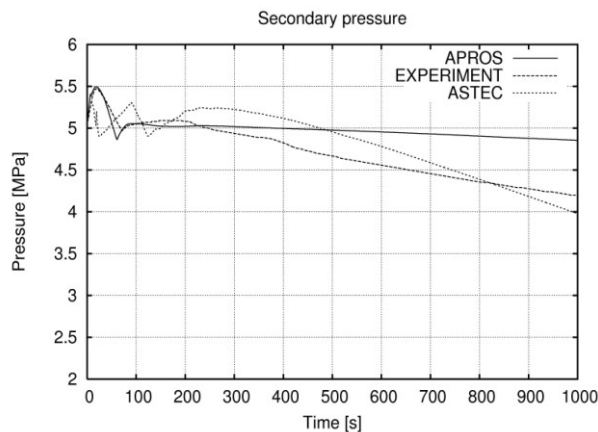
oldali mérési adatokkal mutassanak egyezést.[3]

A VIZSGÁLT TRANZIENS ASTEC SZIMULÁCIÓJÁNAK EREDMÉNYE

Az üzemzavar kezdetén a primer kör nyomás (3.ábra) gyorsan a szekunder oldali nyomás közelébe csökken. A primer kör hűtőközeget telített állapotba kerül, így a zóna hőtermelése, valamint a további nyomáscsökkenés miatt megjelenik a gőzfázis, amely a reaktor felső részén, a kupolában gyűlik össze. A kupolában lévő gőz nyomása a melegági csomópont szintjére szorítja le a reaktor vízszintjét, aminek következtében kétfázisú áramlás alakul ki a melegágban. Ezt követően a melegági vízzár leürül. A gőzfejlesztő hidegágában is csökken a vízszint, majd a hidegági vízzár megszűnése után a törésen már gőz áramlik ki, ami jelentős nyomáscsökkenéshez vezet. A nyomáscsökkenés hatására a hidroakkumulátorok betáplálása intenzívebbé válik, így a zóna ismét feltelik vízzel. A transziens elején a zóna felső részének kiszáradása rövid ideig bekövetkezhet, azonban a burkolathőmérsékletek megengedett érték (1200°C) alatt maradnak. A folyamat elején a gőzfejlesztő szekunder oldali nyomás (4.ábra) nő. Ez azzal magyarázható, hogy a törést követően a gőzfejlesztőt 4 másodperc alatt kizakaszoljuk a megfelelő szelepek zárásával, viszont a magasabb hőmérsékletű primer víz továbbra is fenntartja a gőzfejlődést a szekunder oldalon. A keletkezett gőz, mivel csak a biztonsági szelepen képes távozni, növeli a szekunder oldal nyomását. A nyomásnövekedésnek a gőzfejlesztő biztonsági szelepeinek nyitása szab határt, amely a transziens alatt mindössze egyszer nyit ki. Összehasonlítva az ASTEC, APROS és a kísérleti eredményeket meglehetősen jó egyezést tapasztalhatunk figyelembe véve, hogy az ASTEC fő profilja a zónadegradáció, a konténment-termohidraulika, a hasadási termék transzport ill. a zónaolvadék-beton köcsönhatás vizsgálata.



3. ábra: Primerkörü nyomás alakulása [3]



4. ábra: Szekunderkörü nyomás alakulása [3]

ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat keretében elkészítettem a PMK berendezés ASTEC modelljét a kód CESAR moduljában lévő elemek felhasználásával. Ezt követően a CESAR modul validációs számításait végeztem a PMK-2 berendezésen lefolytatott SPE-2 kísérletsorozat eredményeivel. A bemutatott kódvalidációs munka hozzájárul a nemzetközi együttműködésben (Severe Accident Research Network, SARNET) zajló ASTEC kódfejlesztéshez. A következő hónapokban diplomaterv keretében az ASTEC kód segítségével a már meglévő VVER-440/213-as rendszermodellel kapcsolatos számításokkal illetve a modell továbbfejlesztésével fogok foglalkozni.

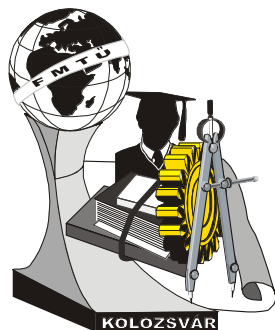
Felhasznált irodalom:

- [1] L. Szabados.: PMK-2 HANDBOOK, Technical Specification of the Hungarian Integral Test Facility for VVER-440/213 Safety Analysis. KFKI Atomic Energy Research Institute. Budapest, 1996. TIERSDI/4NT/2459/41.
- [2] Simulation of a Loss of Coolant Accident with Hydroaccumulator Injection. Results of the Second Standard Problem Exercise on the Simulation of a LOCA. IAEA-TECDOC-477, Vienna, 1988.
- [3] Csige A., Tarczal L., Légrádi G., Dr. Aszódi A.: Analysis of a PMK-2 test using ASTEC v1.0 module CESAR, Progress Report, Budapest 2005

Tarczal Lajos hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; 1111 Budapest Műegyetem rkp. 3.

Telefon: +36-70/228-1538; E-mail: tarczal@reak.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SZEMÉLYGÉPKOCSIK BELSŐ VILÁGÍTÁSÁNAK KÖRNYEZETHELYES TERVEZÉSE

Torkos Zoltán

Abstract

The product design for environment in our day's give a permanent challenge for design engineers in new products design because they need to satisfied the low cost wants without losing the functionality and hi quality requirements of the product. In our days the biggest cost reduction pressing is on the automotive industry because of the last year's global recession and the higher resource material and fuel prices. The continue increasing of the plastic, metal, and other resources material prices inspire us to work out new technology and improve the existing witch help us to increase the functionality of our products and reduce his cost. The key to realize this from one side the application of the Design for X theory in daily design and the high creativity and knowledge of our design engineers and the real close collaboration between design and manufacturing engineer teams, toolmakers and a really high experience of the injection moldings tooling. Our other strong skill is that we can integrate on the product development process many function and processes in our insert molded parts and we reduce to the minimum the live human force using completely automated cell for manufacturing. This mean, that our products require high complexity and expensive tools, but of the high productivity and parts number the cost will return fast. In a short presentation I would like to represent the practical process of the product design and show with some example that with right use of the DfX adaptation how we could design and produce competitive complex products.

Összefoglaló

A környezethelyes terméktervezés napjainkban, a funkcionális veszteség nélküli és magas minőségi követelményű, alacsony költségű igények miatt folyamatos kihívást jelent az új termékeket tervező mérnökök számára. Ezen belül jelenleg talán a legnagyobb nyomás a költségcsökkentésre az autógyártásban van, ahol az iparág általános gyengélkedését még a magas üzemanyag és nyersanyag árak is sújtják. Folyamatos emelkedő tendenciát mutatnak a műanyag, fém és egyéb nyersanyag árak, melyek arra ösztönöztek bennünket, hogy kidolgozzunk egy olyan technológiát, amely lehetővé teszi, hogy növelhessük termékeink funkcióit és csökkentjük gyártási költségeit. Mindezek megvalósításának kulcsa egyfelől a modern terméktervezési elméletek a Design for X –ek alkalmazása a gyakorlatban, a tervezőink magas képzettsége és kreativitása, a nagyon szoros együttműködés a tevéző és a gyártós csoportok között, valamint a nagyon jó szerszámtervezési tapasztalat és együttműködés a szerszámgyártó cégekkel. Másik erősségünk, hogy a terméktervezés során nagyon sok funkciót és folyamatot integrálunk a betéttel fröccsöntött termékeinkbe és minimálisra csökkentjük az élők munkáját, teljesen automatizált cellák használatával. Ezért termékeink nagy komplexitású költséges szerszámokat igényelnek, de nagy termelékenység miatt ezeknek hamar megtérülnek a költségei. Röviden összefoglalva, néhány oldalban szeretném bemutatni az előadás keretében és néhány példával alátámasztva, hogy a helyesen használt Design for X alkalmazások segítségével hogyan lehet versenyképes, piacképes komplex termékeket tervezni.

1. Bevezetés

Néhány szóban szeretném bemutatni a céget, az Innotec Group cégcsoportot, amely innovatív vezető technológiával rendelkezik a betétezett fröccsöntött műanyagok között. Az Innotec cégcsoport

az Innotec Automation (automatizált gyártás), Disher Design & Development (termék és szerszámtervezés), Tiger Studio (Ipari formatervezés), Ventura (manuális szerelés) valamint az Innontime (logisztika) cégekből áll. Az Innotec amerikai cégcsoport nemzetközi telephelyekkel, rendelkezik Magyarországon, Kínában és Mexikóban. Cégünknek naponta meg kell felelni a megrendelőink elvárásainak, hogy magas hozzáadott értékű alkatrészeket tervezzünk és gyártsunk. Ezek megvalósításában segítenek első sorban a Design for X technológiák alkalmazásai a tervezésben, valamint a magas tudással és kreativitással rendelkező tervező kollegáink, másodsorban a nagyon közeli és közvetlen együttműködés a tervező, gyártó és szerszámtervező csoportok között, melyek kiemelkedő fröccsöntött műanyagtudással rendelkeznek. Nagy erősségünk továbbá, hogy a tervezési fázisban nagyon sok funkciót és folyamatot egyesítünk és minimálisra csökkentjük az emberi munkaerőt.

2. A Design for X technikákról röviden

A DfX technikák nyújtják a mérnöki tervezésnek az egyik fontos támogatást. Alkalmazásuk lehetővé teszi, hogy a konstruktőr a tervezési folyamat minden szakaszában ellenőrizhesse a termék költségeit, jellemzőit és minőségét meghatározó tényezőket, a hibás tervezés elkerülése végett. A tervező szaktudást prezentáló DfX technikák kezdetben elsősorban a termékek funkciójával és az előállítással összefüggő szempontokra irányultak [1]. Ezek egyik legismertebb képviselője a DFMEA eljárás, melyet cégünk minden fejlesztési projekt első lépcsőjében elvégez és végigkíséri a terméket a fejlesztés teljes idején, valamint a PDFMEA, amely a terméket kíséri végig az egész gyártási cikluson.

3. Környezethelyes terméktervezésről általában

A környezethelyes terméktervezés egyik legfontosabb célja a termék életciklusának teljes ellenőrzése, a koncepció kialakulásától a termék megsemmisüléséig. Összegyűjtöttem néhány kritériumot mely a környezethelyes terméktervezésnek alapjait képezi:

- tervezési és a gyártási idők minimalizálása;
- tervezési és gyártási költségek minimalizálása, kis energiaszükséglet;
- szerelhetőség, szétszerelhetőség;
- kis mennyiségű termelési hulladék képzése, a hulladék újrahasznosítás a helyszínen;
- újrahasznosítható, újrafelhasználható anyagok alkalmazása;
- többfunkciós alkatrészek alkalmazása;
- anyag homogenitás növelése, toxikus anyagok felhasználásának a csökkentése.

4. Környezethelyes terméktervezés lépései

Általában a következő terméktervezési lépéseket használjuk, de gyakran eltérnek ettől, igazodva az aktuális projekt igényeihez.

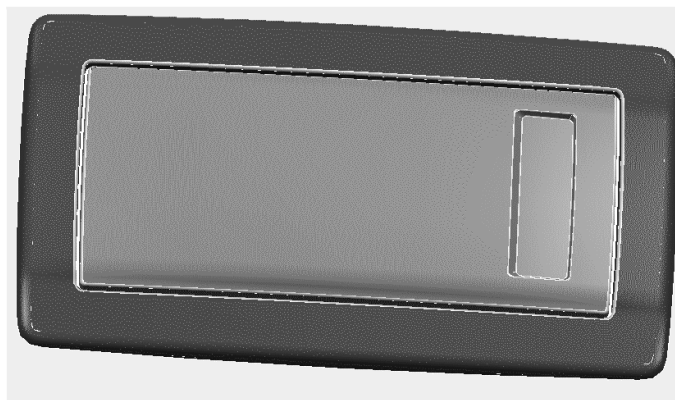
- A projekt indulásának első lépése egy nagyon részletes projekttervezés, melyben rögzítésre kerülnek a határidők, és a részletes feladatok melyet általában MS Project-be készítünk;
- Második lépésben elkészítjük a DFMEA elemzést, hogy felderítsünk minden magas veszéllyel rendelkező tervezési területet és megszüntessük ezeket;
- A termék és az alkatrészek tervezése és tesztlések elvégzése (prototípusok);
- Szerszámok tervezése és gyártása;
- A PPAP és APQP folyamatok;
- Anyagok tesztelése és engedélyezési folyamatok.

A DFMEA elemzés elkészítésében részt vevő csoport egy komplex team, melyben helyet kapnak terméktervező, projekt, gyártó és tesztelő mérnökök valamint alapanyag szakértők.

5. A tervezés és prototípusgyártás

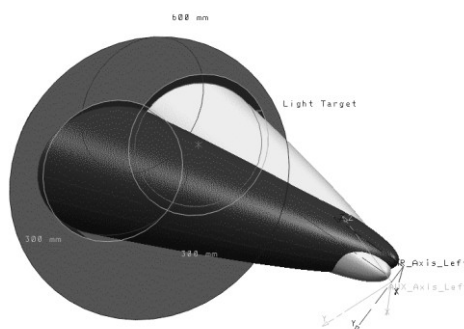
A tervezés a következő lépésekből állhat:

- „A” osztályú felülettervezés, ha nem a megrendelő készíti (1);



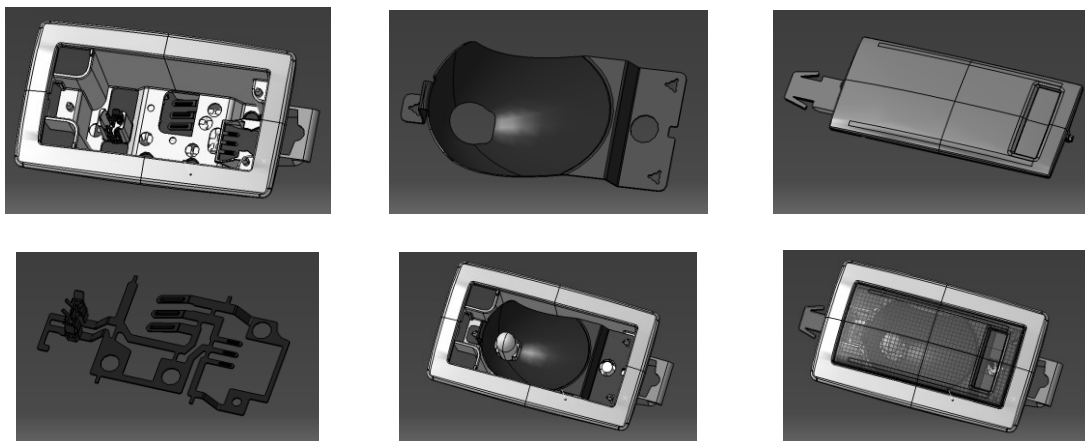
1. kép, „A” osztályú felület

- A funkcionális és fény- tervezése a terméknek. A funkcióanalízis után a fénycsóva tervezése következik, mely egy hosszabb iterációs feladat (2);



2. kép, A fénycsóva és a célterület tervezése

- Alkatrészek és a termék összeszerelés tervezése (3);



3. kép, Termék tervezése

- A prototípuskészítés és a tesztelés általában két fázisban történik cégünknel. Első lépésben egy egyszerű modell készül ABS-ből a termék fizikai és 3D-s ütközéseinek ellenőrzésére, majd a tervezés végső fázisában egy jó minőségű STL modell az ügyfél részére. Prototípus a szerszámkészítés idejében is többször készül, a szerszámok pontosítása segítségével. A szerszámozás folyamatában több speciális tesztet is elvégzünk (rezgés, kifáradás, terhelés, stb.) a megbízónk kívánásának megfelelően;
- A szerszámtervezési folyamat egy nagyon szoros együttműködés a terméktervező és szerszámtervező csoport között. Mi átadjuk a szerszámtervezőknek a komplett 3D-s modelljeinket, melyek tartalmazzák a fröccsöntéshez szükséges falferdeségeket, osztósíkokat, céges sajátosságokat, stb.

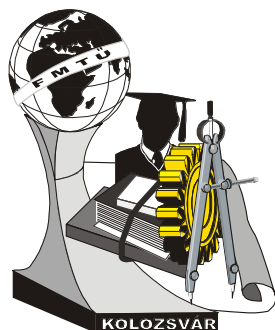
6. Következtetés

Bármennyire is szabályozott a terméktervezés menete, nem szabad elfelednünk, hogy minden termékünk egyedi és ezért mindig egyedileg figyelembe kell venni a sajátosságokat és a szerint módosítani a bevált tervezési lépéseket. Minden megrendelőnknek más és más az igénye, melyeket feladatunk teljesíteni, ami azt igényli, hogy mindig új és új megoldásokat találjunk ki, fejlesszük gyártási és tervezési technológiánkat. Mi mindig teszünk egy pozitív megkülönböztetést a megrendelőinkkel.

7. Irodalom

- [1] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung. Hanser Verlag, München, 1995.

Torkos Zoltán, Fejlesztésvezető,
 Innotec Magyar Kft., 2092 Budakeszi, Tiefenweg út. 14.
 Tel: +36-23-456825, Fax: +36-23-455320
 zoltan.torkos@disherdesign.com



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS ÁLTAL OKOZOTT KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁS ÉS KLÍMAVÁLTOZÁS BECSLÉSE

Török Ádám

Summary

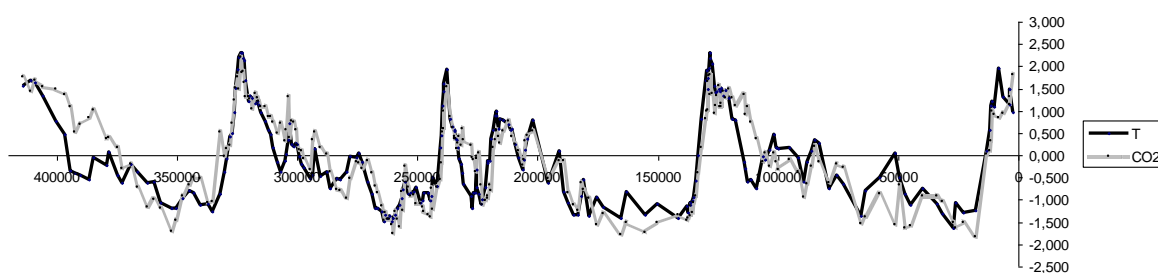
Nowadays the motorised vehicles are driven by internal combustion engines. These engines pollute the environment. Growing traffic causes increasing environmental pollution that has global, regional and local effect as well. The only solution to prevent pollution while the freedom of mobility is not bounded is to switch to an alternative source of energy that can be safely stored, used, available and the procedure of this energy is also clean. There is a justifiable demand by the society to moderate the environmental impacts caused by road transportation. Managing traffic is based on the costs. The external costs should be monetized to have a clear scope of utility of transportation. My I was to design a model that can be easily used, to estimate the air pollution of road transportation.

Összefoglalás

Napjainkban a közlekedési eszközeink belsőégésű hőerőgéppel hajtottak. Ezek a berendezések működésük során károsítják környezetüket. A növekvő motorizáció és forgalom növekvő környezetterhelést eredményez, melynek jeleit lokálisan, regionálisan és globálisan is tapasztaljuk. Az egyetlen környezetterhelést csökkentő megoldás, amellyel nem korlátozzuk a mobilitást, olyan új környezetkímélő energiaforrás alkalmazása, amely biztonságosan tárolható és használható, könnyen és környezetbarát módon előállítható és felhasználható. A közúti közlekedés által okozott környezetkárosítás csökkentésére irányuló társadalmi igény eszközeiként felhasználható a közlekedési forgalom költségalapú menedzselése. A külső költségek meghatározása és monetarizálása vezethet csak a közlekedés teljes és tiszta hasznának a megítéléséhez. Célom volt egy egyszerűen, gyorsan használható eljárás kialakítása, mellyel a közúti járművek károsanyagkibocsátása becsülhető.

1. Bevezetés

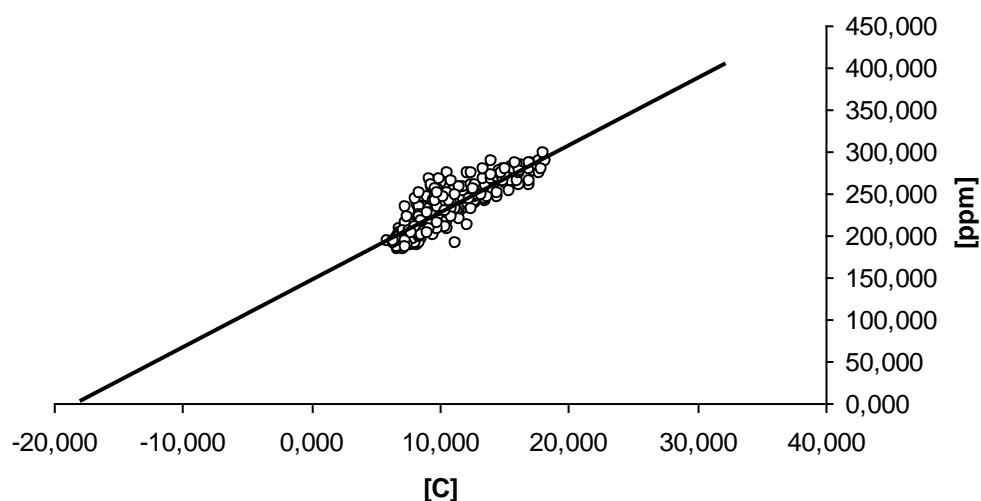
Az elmúlt évezredekben az emberiség számára a természeti környezet biztos alapot adott a létfenntartáshoz és szinte korlátlan készleteket ígért az élővilág fennmaradására. A környezetre gyakorolt hatás nagysága azonban elenyészően kicsinek bizonyult a környezet méreteihez képest, ezért az ember beavatkozásának következményeit nem tapasztalta, illetve az arányok miatt globális méretű változás nem volt érzékelhető. Az első igazi figyelmeztetéseket az ipari forradalommal együtt járó környezetkárosító hatások adták. Az elmúlt században lejátszódó robbanásszerű - tudományos és technikai - fejlődés olyan eszközöket és technológiai megoldásokat adott az emberiség kezébe, amelyek hatványozottan növelték a környezeti beavatkozás hatását. A növekvő fogyasztói igények kielégítése óhatatlanul károsítja a környezetet, ugyanakkor a túlélés elemi feltételei közé tartozik a környezetszennyezés csökkentése. A motorizáció dinamikus fejlődése olyan jelentős levegő-, talaj- és vízszenyeződést okoz, amely légkörünk, talajfelszínünk és vízkészletünk gigantikus méreteihez képest is számottevő. Közúti közlekedésből származó légszennyezők egy része lokálisan vagy regionálisan, másik része pedig globálisan fejti ki káros hatását. Megfigyelések szerint Földünkön az élet létrejöttéhez szükséges volt egy természetes üvegházhatás, amelyet a környezetbe kerülő természetes forrásból származó károsanyagok okoztak. E nélkül Földünk átlaghőmérséklete a mai helyett 35 °C-kal lenne alacsonyabb azaz -20°C lenne. A természetes üvegházhatás okozta földi átlagos középhőmérséklet és az átlagos légköri CO₂ koncentrációt az normalizáltam az adatok egységes megjelenítése érdekében. (1. ábra) [1]



1. ábra A normalizált CO₂ és földi átlagos középhőmérséklet időszora az emberi aktivitás előtt

A "fenntartható fejlődés" fogalma olyan fejlődést takar, amelynek lényege, hogy a műszaki fejlesztés ütemét, és a növekvő fogyasztási igények kielégítését, valamint a Föld nyersanyagkészleteinek és erőforrásainak felhasználását oly módon kell egyensúlyban tartani, hogy az emberiség következő generációinak lehetőségei, életszínvonala és életkörülményei ne legyenek rosszabbak a jelenleginél. Jelenleg a világon használt járművek működésük során károsítják környezetüket. Tehát a globális felmelegedés két összetevő szuperpozíciója, az emberi és a nem emberi eredetű, természetes károsanyag kibocsátásé. A mért adatok az emberi tevékenység előtti időből származnak, de belőlük jövőbeli adatok becsülhetőek. A becslés

folyamán a kapott pontthalmazra parabolát kell illeszteni, mert amikor a CO₂ koncentráció megnő, vagyis szmog keletkezik, ami eltakarja a Napot, az egyetlen energiaforrást, ami Földünk hőmérsékletéért felelős, a további melegedés hőforrás hiányában megszűnik. A parabola monoton növekvő részének lineárisal történő közelítése látható a 2. ábrán.



2. ábra Földünk átlagos középhőmérsékletének változása a CO₂ koncentráció függvényében

A motorizált közlekedés által okozott károsanyag kibocsátás másik típusa lokálisan vagy regionálisan fejti ki hatását. Elméletileg az egyik megoldás lenne a motorizált közlekedés beszüntetése, amely gyakorlatilag nehézkes. A fejlett, iparosodott társadalmak vertikális és horizontális differenciálódása szükségessé tette a nyersanyag, a munkaerő, a félkész- és a végtermék szállítását. Így a közlekedés (szállítás), mint a termelés egyik "láncszeme" nem megkerülhető vagy kiiktatható. Tehát egyetlen lehetőség a közlekedésben résztvevő "elemek" környezetszennyező hatásának minimalizálása.

2. A környezetszennyezés fontossága a közlekedési árképzésben

Azok az emberek, akik racionális döntéseket hoznak, egy optimalizációs folyamat eredményeként a számukra legkedvezőbb, legnagyobb hasznú lehetőséget választják. Elvileg az összes költséget és nyereséget figyelembe veszik. A gyakorlatban több hatás kimarad a becslés vagy a számszerűsítés nehézsége miatt (utazási idő csökkenése, biztonság, közlekedési zaj hatásai, légszennyezés, klímaváltozás). Megoldást jelenthet a károsanyag kibocsátás okozott környezet károsítás mértéke csökkentése érdekében, a tüzelőanyag fogyasztás csökkentése illetve más hajtóanyagra történő átállás. Közlekedésszervezési rendszerek, a városrendezési terv részét

képező alacsony szennyezőanyag kibocsátású városrészek, vagy a jobb terület-kihasználás szintén hozzásegíthet a közlekedési igények, mobilitás csökkentéséhez. A közlekedés által okozott externáliákat meg kell jeleníteni a közlekedéssel kapcsolatos árakban. Árképzési stratégiánkkal minél inkább a problémát akarjuk modellezni, annál nagyobb mértékben kell figyelembe vennünk az externális hatások által okozott költségtorzulásokat. Az externális hatások egy része számszerűsíthető és monetarizálható, másik része becsülhető, és vannak nagyon bonyolult, összetett elemek melyek nem monetarizálhatóak.

3. Az általam kidolgozott becslési eljárás

A közúti közlekedés externális hatásai igen széles körben jelentkeznek, úgymint: zajok és rezgések lokális, regionális és globális levegőszennyezés, klímaváltozás, talajsavanyodás, savas esők, fragmentációs hatás, biodiverzitás csökkentése. A légszennyező anyagok jelentős része a gépjárművek kipufogócsövén keresztül távozik. Mérésük nem jelent nehézséget, mert mintavételes eljárással akár a forgalomban mérhetőek. Más precízebb, laboratóriumi eljárások is rendelkezésre állnak, melynek során a jármű próbapadon végzett vizsgálatok minden kibocsátott károsanyagot összegyűjtenek. A károsanyag kibocsátás becslésekor a begyűjtött, megfigyelt adatokon múlik (hőmérséklet, terhelés, domborzat, tüzelőanyag összetétel, gázpedálállás), a modell komplexitása. Az ENSZ EGB által kialakított ECE-15 menetciklusra épülő EURO környezetvédelmi szabványrendszer [2] alapján a járművek járműkategóriákba (M_i , N_i) sorolhatóak, amelyek károsanyag kibocsátási határértékei ismertek. Egy adott járműáramlat összlégszennyezése becsülhető a járműösszetétel és környezetvédelmi osztályba sorolásuk ismeretében. [3]

Irodalom

[1] <http://www.nature.com/nature/journal/v399/n6735/extref/399429a0.co2nat.txt>

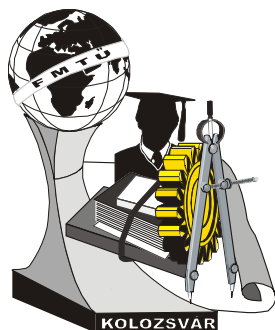
[2] Vehicle Emission Standards and Inspection and Maintenance - Recent European Union (EU) emissions standards www.unece.org

[3] 2005/9 Zöldy Máté, Török Ádám - A forgalomba belépő gépjárművek többlet károsanyag kibocsátásának számítása a nemzetközi határértékek figyelembe vételével

Török Ádám doktorandusz

Budapesti Műszaki Egyetem Közlekedésgazdasági Tanszék, H-1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 2.

Tel.: +36-1-463-1061, Fax.: +36-1-463-3267, email.: atorok@kgazd.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

KÖRNYEZETBARÁT MEGMUNKÁLÁSOK TRIBOLÓGIAI KÉRDÉSEI

Dr. Varga Gyula

Abstract

Friction and wear are among the most significant factors in processing of materials. Much progress has been made in understanding these phenomena and identifying the factors that govern them. In the metal cutting industry, coolants and lubricants are one of the most frequently used intermediates. They help to increase the tool life, surface finish, and accuracy of dimensions. Biological and environmental considerations are also important factors. This paper will give a short review of environmental process characterization and tribological aspects of machining processes.

Összefoglalás

A fém megmunkálásokat legjelentősebben befolyásoló tényezők közé tartozik a súrlódás és a kopás. Nagy fejlődés történt a súrlódás és kopás jelenségének megértésében és a befolyásoló tényezők megismerésében. A fémforgácsoló iparban, a **hűtő-kenő anyagok** a leggyakrabban használt közbenső termékek. **Segítenek az éltartamot megnövelni, a felületminőséget, és méretpontosságot javítani.** A biológiai és környezeti szempontok szintén nagyon fontos tényezők. Ez a dolgozat környezeti folyamatok és megmunkálási folyamatok tribológiai aspektusainak egy rövid áttekintését adja.

1. Bevezetés

A környezetvédelem alapvető célja, hogy a jó környezet minősége révén biztosítsa az egészséges emberi élet, a biológiai sokféleség és a gazdasági-társadalmi fejlődés feltételeit. Ezen belül alapvető követelmény a gazdasági fejlődés és a környezet harmonikus – a természeti erőforrásokkal észszerűen és takarékosan gazdálkodó – kapcsolatrendszerének megvalósítása. Ma a legnagyobb problémát a városi közlekedés, az ipari és lakossági energiatermelés által okozott légszennyezés jelenti. A fent leírt környezetkárosító módozatok – légszennyezés, zajterhelés, hulladékképződés – a gépipar területein is sorra fellelhetők [1].

2. A forgácsolás tribológiai vizsgálata

A forgácsolási folyamat, az egyszerű működési elve ellenére, **egy nagyon bonyolult tribológiai és hőtani folyamat**, mely hatására forgács keletkezik. Ezeket a forgácseltávolító folyamatokat a **rugalmas és képlékeny alakváltozások**, továbbá a **szétválasztó és súrlódási folyamatok okozzák**. A műveletet egy sor nemkívánatos **hatás** követi:

- a súrlódás okozta **forgácsolószerszám kopása**,
- **a rendszer** termo-mechanikai **alakváltozásai**,
- **a munkadarab** és **a szerszám** felületének és felületközei rétegének **károsodásai**,
- szabályozatlan és gyakran csak nehezen szabályozható **rezgési jelenségek, stb.**

3. Fémforgácsolásnál jelentkező szerszámkopás

3.1. A szerszámkopás

Alkalmazásuk során a szerszámok kopnak. Ennek eredményeként a szerszámon jellegzetes kopásformák alakulnak ki, amelyek szoros kapcsolatban vannak a forgácsolás folyamatát meghatározó feltételekkel; így a működő pár anyagával, a fellépő igénybevételekkel és a kopás mindezek által meghatározott jellegével.

3.2. Szerszámkopás mérése fúráskor

A következőkben azon kísérletek végeredményeit mutatjuk be diagramokon, ahol a próbadarab anyagminősége GG 200 jelű öntöttvas volt. Kísérleti körülmények a következők:

A fúrószerszám átmérője: Ø10 mm, GÜHRING (VHM), belső hűtő-kenő csatornával rendelkező.

Beállított főforgácsoló sebesség: $v_{c1} = 80$ m/min,

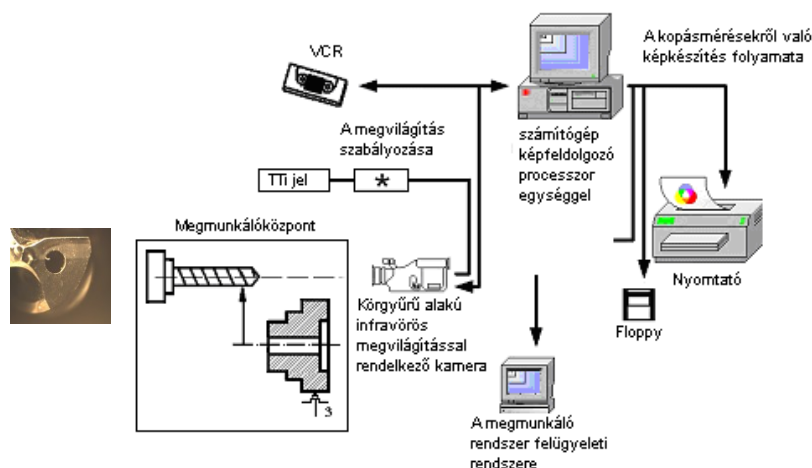
Beállított előtolás érték: $f_1 = 0,2$ mm/ford,

Hűtési-kenési változatok: száraz, illetve minimál kenés,

Minimál kenés esetén alkalmazott kenőanyag: ÖMV-Öl X-Ultra-CF.

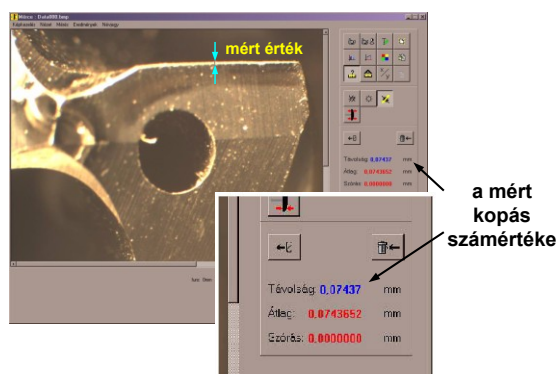
Minimál kenés estén az olaj térfogatáramai: $V_{olaj1} = 10$ cm³/h, $V_{olaj2} = 28$ cm³/h,

A csigafúró kopási sávjának szélessége, különböző módszerekkel, pl. optikai úton, mikroszkópon vagy a modern CCD kamerák használatával mérhető. Az 1. ábra ezen utóbbi mérésre mutat be egy vázlatot.



1. ábra Fúrószerszám hátkopás-mérés vázlatja CCD kamerával alkalmazásával [2]

A 2. ábra a csigafúró kopásmérés képernyőképét mutatja.



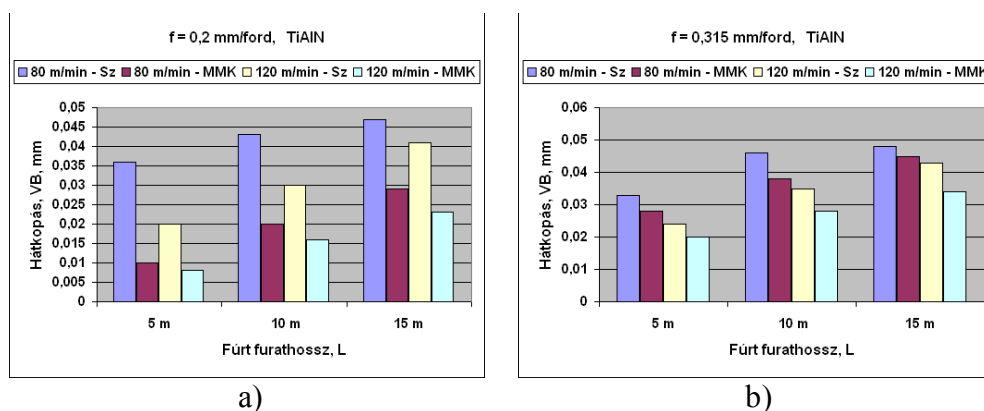
2. ábra Csigafúrók szerszámkopás mérése

A diagramokban a két főél megfelelő kopásának számtani átlagát tüntettük fel. A konkrét mérési eredményeket a kutatási jelentés [3] tartalmazza. A CCD kamerás mérési módszer továbbfejlesztése a „Gépipari környezetkímélő megmunkálási eljárások vizsgálata, modellezése” elnevezésű OTKA tematikus tudományos témában [4] tovább folytatódik.

3.3. A hátkopás összefüggéseinek meghatározása

A különböző technológiai paraméterekhez tartozó hátkopási görbék a forgácsolási hossz függvényében a különböző kutatási jelentésekben, például [3]-ban megtalálhatók. Ezek közül néhány példát a 3. ábrán mutatunk be, ahol TiAlN bevonatú csigafúró hátkopás értékei a fúrt furathossz függvényében láthatók.

A faktoriális kísérlettervezés módszerével a $VB_{\text{hát}}$ -kopás értékének meghatározására szolgáló empirikus képletet készítettünk. A hátkopás különböző kísérleti paraméterektől függ, melyek közül a képletben a következőket vettük figyelembe: v_c főforgácsoló-sebesség, m/min, f előtolás, mm/ford, \dot{V}_{olaj} a minimál-kenéshez felhasznált olaj térfogatárama, cm^3/h .



3. ábra TiAlN bevonatú csigafúró kopásmérési eredményei

A 3. ábra mért értékeire $L=15$ m fúrt furathosszhoz tartozó képleteket közelítsük polinomként (1). Itt feladat volt a polinom együtthatóinak meghatározása, Eredmények a 3. ábra számértékeinek felhasználásával:

$$VB_{\text{hát}}^T = k_{\text{oh}}^T + k_{1\text{h}}^T \cdot v_c + k_{2\text{h}}^T \cdot f + k_{3\text{h}}^T \cdot \dot{V}_{\text{olaj}} + k_{12\text{h}}^T \cdot v_c \cdot f + k_{13\text{h}}^T \cdot v_c \cdot \dot{V}_{\text{olaj}} + k_{23\text{h}}^T \cdot f \cdot V_{\text{olaj}} + k_{123\text{h}}^T \cdot v_c \cdot f \cdot \dot{V}_{\text{olaj}} \quad (1)$$

$$\text{ahol: } \begin{aligned} k_{\text{oh}}^T &= 0.0607391; & k_{1\text{h}}^T &= -1.935 \cdot 10^{-4}; & k_{2\text{h}}^T &= -8.696 \cdot 10^{-3}; \\ k_{3\text{h}}^T &= -6.496 \cdot 10^{-3}; & k_{12\text{h}}^T &= 2.174 \cdot 10^{-4}; & k_{13\text{h}}^T &= 2.609 \cdot 10^{-5}; \\ k_{23\text{h}}^T &= 0.023; & k_{123\text{h}}^T &= -1.304 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

$$VB_{\text{sarok}}^T = k_{\text{os}}^T + k_{1\text{s}}^T \cdot v_c + k_{2\text{s}}^T \cdot f + k_{3\text{s}}^T \cdot \dot{V}_{\text{olaj}} + k_{12\text{s}}^T \cdot v_c \cdot f + k_{13\text{s}}^T \cdot v_c \cdot \dot{V}_{\text{olaj}} + k_{23\text{s}}^T \cdot f \cdot V_{\text{olaj}} + k_{123\text{s}}^T \cdot v_c \cdot f \cdot \dot{V}_{\text{olaj}} \quad (2)$$

$$\text{ahol: } \begin{aligned} k_{\text{os}}^T &= -0.2239130; & k_{1\text{s}}^T &= 4.891 \cdot 10^{-3}; & k_{2\text{s}}^T &= -1.13; \\ k_{3\text{s}}^T &= -0.039; & k_{12\text{s}}^T &= 0.013; & k_{13\text{s}}^T &= 9.565 \cdot 10^{-5}; \\ k_{23\text{s}}^T &= 0.4; & k_{123\text{s}}^T &= -3.478 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

A képletek az elvégzett kísérleteknek megfelelően $v_c = 80 \div 120$ m/min; $f = 0,2 \div 0,315$ mm/ford és $\dot{V}_{\text{olaj}} = 0,0 \div 10,0$ cm³/h tartományokon érvényes.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A faktoriális kísérlettervezés a technológiai folyamatok vizsgálatának aktív, hatékony, gazdaságos módszere. Alkalmazásával különböző jellemzők empirikus képletei meghatározhatók. A matematikai statisztikát is felhasználó kiértékelés eredményeinek korszerű ábrázolásából megfontolt következtetések vonhatók le a folyamat optimalálására. A módszer széles körben alkalmazható más jellegű kísérleteknél is.

Köszönetnyilvánítás

A szerző megköszöni a T 42843 OTKA projekt támogatását.

Irodalom

- [1] Dudás, I., Lierath, F., Varga, Gy.: *Gépgyártástechnológia V. Környezetbarát forgácsolótechnológiák*, Műszaki Könyviadó, Megjelenési alatt,
- [2] Dudás, I.: *Gépgyártástechnológia III*. Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2003. p. 539.
- [3] Dudás, I., Varga, Gy., Csermely, T., Tolvaj, I.: *Környezetbarát fúrástechnológiák (EK projekt)*, Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék, 4. Jelentés, 1995, pp.: 27
- [4] *Gépipari környezetkímélő megmunkálási eljárások vizsgálata, modellezése*, OTKA No.: T 0042843, Témavezető: Dr. Varga Gy., Kidolgozásban résztvesznek: Dudás I., Bányai K., Nyíró J., Felhő Cs., Faragó M.

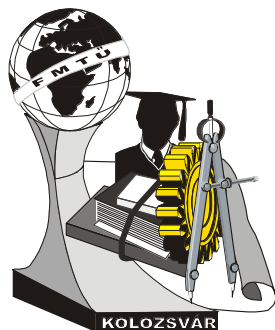
Dr. Varga Gyula, PhD, egyetemi docens

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék

Cím: H-3515, Magyarország, Miskolc, Egyetemváros

Telefon / Fax: +36-46-565160 / +36-46-364941

E-mail: gyulavarga@uni-miskolc.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

GRÁFTRANSZFORMÁCIÓS BENCHMARKOK DEFINIÁLÁSA

Varró Gergely

Abstract. An overview on the paradigm of graph transformation is given, which can be used for a rule-based description of simulations. The specification tasks that are necessary to quantitatively compare the run-time performance of graph transformation tools are presented. The process of graph transformation benchmark specification is also demonstrated by using a mutual exclusion algorithm as a running example.

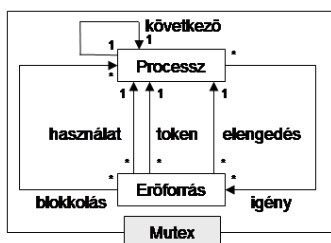
Összefoglaló. A szimulációk szabály alapú leírására szolgáló gráftranszformáció paradigmájának áttekintése után, ismertetem, hogy mik szükségesek ahhoz, hogy olyan feladatokat lehessen specifikálni, melyekkel gráftranszformációs eszközök teljesítményét lehet összehasonlítani. Végül a gráftranszformációs benchmarkok specifikálási folyamatának egy példán keresztül történő szemléltetése következik.

1. Bevezetés

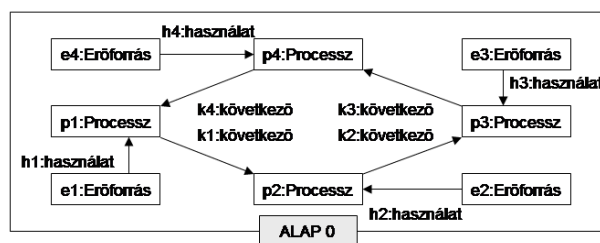
A gráftranszformáció [2,3] egy szabály alapú, jól definiált szemantikával rendelkező paradigma, mely kitűnően használható grafikus nyelven megfogalmazott rendszermodellek manipulációjára, így a manapság oly népszerű modellvezérelt rendszerfejlesztésben előkerülő modelltranszformációk leírására is. A gráftranszformáció területén végzett több évtizedes kutatás eredményeként napjainkban elég széles a gráftranszformációs eszközök skálája, így az utóbbi években felmerült az igény arra, hogy ezek teljesítménye (futási ideje) és az általuk biztosított különböző optimalizálási lehetőségek hatásai kvantitatív módon összehasonlíthatóak legyenek. Ezen célkitűzés eléréséhez elkészült néhány gráftranszformációs tesztfeladat igen tömör specifikációja [4] és az implementálásukat követően számos összehasonlító mérés is [5]. Jelen cikk célja, hogy egy példán keresztül szemléltesse azt, hogy hogyan lehet egy gráftranszformációs tesztfeladatot megfogalmazni.

2. Gráftranszformáció

Egy elosztott, kölcsönös kizárást biztosító (Mutex) algoritmuson [1] bemutatom a modellezési nyelvek specifikálásának alapjait, majd az így definiált modelleken végrehajtható szimulációk gráftranszformációval történő leírásának áttekintése következik.



1/a ábra: A kölcsönös kizárást biztosító algoritmus metamodellje



1/b ábra: Az ALAP nevű tesztfeladat kezdeti modellje az N=4 esetben

1. ábra: Példa metamodellre és modellre

Metamodellek. A modellezési nyelv absztrakt szintaxisát **metamodell** (1/a ábra) adjuk meg. Ennek formális megadása egy **típus gráf** segítségével történik, melynek csúcsait **osztályoknak** (pl. *Processz*, *Erőforrás*), éleit pedig **asszociációknak** (pl. *igény*, *token*) hívják. Az osztályoknak lehetnek **attribútumai**, melyek az adott osztály valamilyen tulajdonságait fejezik ki. Az osztályok között **öröklés** definiálható, mely azt jelenti, hogy a leszármazott osztály minden olyan tulajdonsággal fog rendelkezni, mely az ősében is megvolt, de ezen kívül tartalmazhat további attribútumokat is. (A példánk metamodelljében nincs attribútum és öröklés sem.)

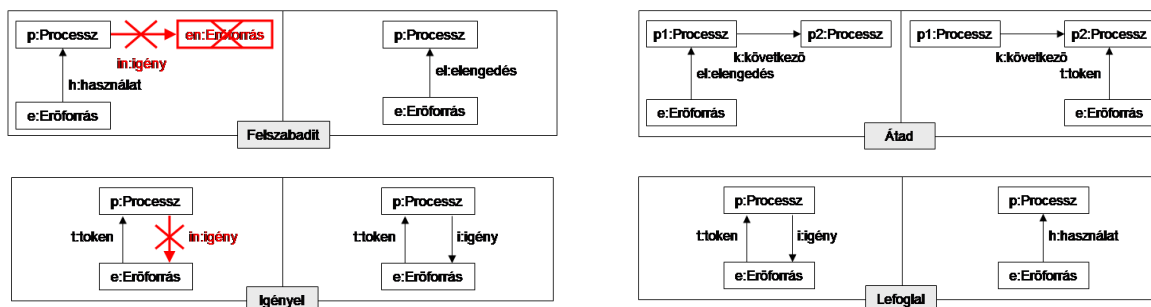
Modellek. A **modell** (1/b ábra) a modellezési nyelv segítségével definiált konkrét rendszert írja le, mely egy jól formált példánya a metamodellnek. A modell szintén egy gráf, melynek csúcsait **objektumoknak** (pl. *p1*, *p2*, *e1*), éleit pedig **linkeknek** (pl. *k1*, *k2*, *h1*) hívják. Az objektumok és a linkek rendre a metamodellbeli osztályok és asszociációk példányaiként jelennek meg. A modellek szintjén az öröklés azt jelenti, hogy a leszármazott osztály példányait minden olyan szituációban lehet használni, ahol egy ősztyábeli példány van előírva.

Gráftranszformáció. A **gráftranszformációs szabály** modellek fejlődését és változását tudja leírni egy, a metamodell szintjén levő grafikus nyelvet használva. Egy gráftranszformációs szabály egy **baloldalból** és egy **jobbaldalból**, valamint egy **negatív alkalmazási feltételből** áll, melyek mindegyike egy olyan gráf, melynek minden csúcsa és éle egy-egy változóként fogható fel. Ezek típusa rendre egy-egy metamodellbeli osztály illetve asszociáció. Egy adott gráfon belül a változók elnevezésének egyedinek kell lenni, viszont a különböző gráfokban megengedett az, hogy a változók neve megegyezzen. Ilyen esetekben az azonos nevű változók azonos entitást jelölnek.

Egy **szabály egy adott modellen való alkalmazása** a baloldal egy modellbeli illeszkedésének a jobboldal egy képre való lecserélését jelenti. Ez két lépésben történik: (1) a **mintaillesztési fázisban** megkeressük a baloldal egy típushelyes, modellbeli illeszkedését, és leellenőrizzük a negatív alkalmazási feltétel meghiúsulását; majd (2) a **manipulációs fázisban** kitöröljük azon modellrészeket, melyek olyan baloldali csúcsra vagy élre illeszkednek, melyek a jobboldalon nem szerepelnek, végül létrehozunk olyan elemeket, melyek kizárólag a jobboldalon szereplő változókhoz tartoznak.

A **gráftranszformáció** a szabályok alkalmazásának egy olyan sorozata (transzformációs szekvencia), melyet egy kezdeti modelltől indítva lefuttatunk.

Példa. A Mutex algoritmus 13 szabállyal írható le, melyek közül 4 a 2. ábrán szerepel.



2. ábra: Gráftranszformációs szabályok

A fenti ábrákon az X-ek a negatív alkalmazási feltételeket jelölik. A *Felszabadít* szabály (2. ábra bal felső sarka) akkor alkalmazható, ha a modellben van olyan erőforrás, melyet olyan processz használ, mely nem jelentett be igényt semmilyen erőforrásra. Az 1/b ábra modelljén a *Felszabadít* szabály 4 különböző helyen ($e1, h1, p1; e2, h2, p2; e3, h3, p3; e4, h4, p4$) is alkalmazható.

3. Teljesítményvizsgálathoz kapcsolódó fogalmak

Jelen fejezet bemutatja a teljesítményvizsgálathoz kapcsolódó főbb fogalmakat, és azok példaalgoritmusunkhoz kapcsolódó reprezentánsait.

- A **forгатókönyv** a gráftranszformáció paradigmájának egy széles alkalmazási területét jelenti. [4] három ilyen alkalmazási területet említ: a modellanalízist, a modelltranszformációt, és a dinamikus operációs szemantikával rendelkező grafikus nyelvek szimulációját. A forгатókönyvet kizárólag informális jellemzők írják le. *A Mutex algoritmus egy grafikus nyelven leírt szimulációt valósít meg.*
- A **tesztfeladat** az adott alkalmazási terület egy széles körben ismert, gráftranszformációval leírható feladata, mely értelemszerűen teljesíti a forгатókönyv összes informális jellemzőjét. Egy tesztfeladatnál annak metamodellje és gráftranszformációs szabályai rögzítettnek tekinthetők, míg a kiindulási modell és a konkrét transzformációs szekvencia nem definiált. *A Mutex algoritmus esetén az 1/a és a 2. ábra jelenti a tesztfeladat definícióját.*
- Egy tesztfeladat több **teszthalmazból** áll. A teszthalmaz egy parametrikus, de egyébként teljes specifikációként fogható fel. Ez azt jelenti, hogy nem csak a feladathoz kapcsolódó metamodell és gráftranszformációs szabályok adóttak, hanem a kiindulási modell és a transzformációs szekvencia struktúrája is, melyek numerikus paramétereket tartalmaznak. Egy

adott teszhalmaz esetén az eszközszer specifikus optimalizálási stratégiák [5] be- ill. kikapcsolása még nem eldöntött. A *Mutex tesztfeladat ALAP* nevű teszhalmaza esetén a processzek száma (N) a paraméter. A kiindulási modell struktúráját az 1/b ábra szemlélteti az $N=4$ esetben, míg a transzformációs sorozat a Felszabadít szabály N -szeri alkalmazásával kezdődik, melyet az *Átad, Igényel, Lefoglal szabályok* N -szer és ilyen sorrendben történő alkalmazása követ.

- Egy **tesztesetben** a kiindulási modell és a transzformációs szekvencia még mindig csak paraméteresen adott, viszont az eszközszer specifikus optimalizálási stratégiák [5] bekapcsoltsági állapota már rögzített. *Hely hiányában ezeket a stratégiákat nem ismertetem, ugyanakkor érdemes megemlíteni, hogy a bármilyen optimalizálás nélküli teszteset igen gyakori szokott lenni, mivel ez minden eszközön futtatható.*
- A **futási sorozatnál** már a numerikus paraméterek is rögzítettek, ezáltal teljesíti a legfőbb gráftranszformációs teljesítményparaméter, a futási idő vizsgálatának azon követelményét, mely szerint a méréseknek megismételhetőeknek kell lenniük. *Az ALAP tesztfeladat egy rögzített tesztesetének futási sorozata az N értékének (pl. 4-re történő) lerögzítése után kapható.*

4. Irodalomjegyzék

- [1] R. Heckel. Compositional verification of reactive systems specified by graph transformation. In E. Astesiano, editor, *Fundamental Approaches to Software Engineering: First International Conference, FASE*, volume 1382 of LNCS, pages 138-153, Springer-Verlag, 1998.
- [2] A. Pataricza, T. Bartha, Gy. Csertán, Sz. Gyapay, I. Majzik, D. Varró: *Formális módszerek az informatikában*, Typotex, 2004.
- [3] G. Rozenberg, editor. *Handbook of Graph Grammars and Computing by Graph Transformation, volume 1: Foundations*. World Scientific, 1997.
- [4] G. Varró, A. Schürr, D. Varró: Benchmarking for graph transformation. Technical report, Budapest University of Technology and Economics, 2005. <http://www.cs.bme.hu/~gervarro/publication/TUB-TR-05-EE17.pdf>
- [5] G. Varró, A. Schürr, D. Varró: Benchmarking for graph transformation. In *Proc. of the 2005 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, pages 79-88, 2005.

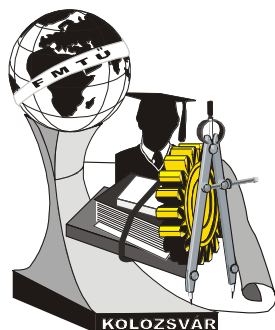
Név: **Varró Gergely**

Munkahelyi cím: H-1117, Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Telefon: +36-1-463-2585

Fax: +36-1-463-3157

E-mail: gervarro@cs.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

ÁLLANDÓ MÁGNESES LENGÉSCSILLAPÍTÓ TERVEZÉSI LÉPÉSEI

Zádor István, Falvy Bence, Horváth Dániel, Dr. Vajda István

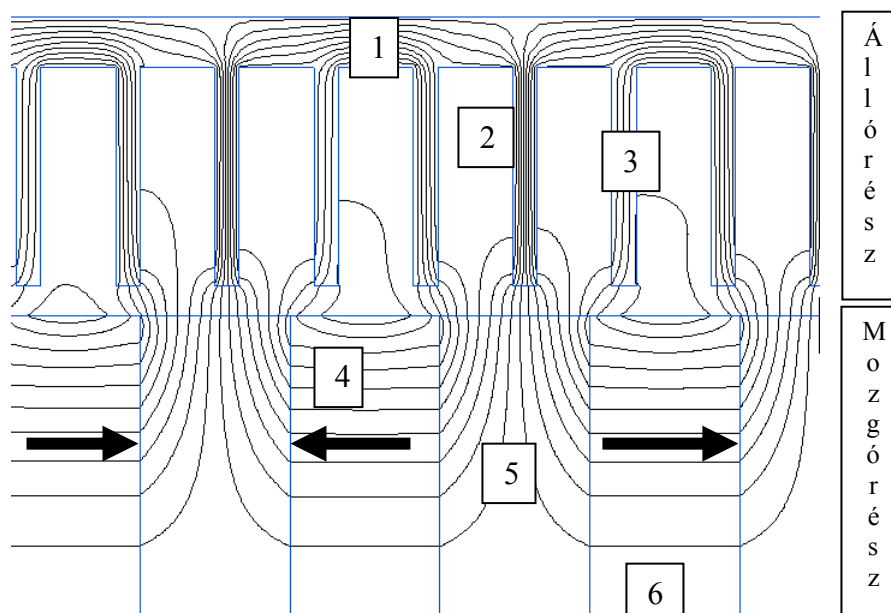
During the development of both commercial and utility vehicles, the need for extension of built-in electronic functionalities is gaining ground. Such systems are: ABS, ASR, „drive-by-wire” or an ESP system, which are all devoted to increasing the comfort level of the driver as well as providing additional safety. Too much electronics however raise the scale of energy consumption, therefore additional energy supplies have exploited. This document deals with the development of a permanent magnet linear induction motor, applied as a semi-active or active shock-absorber in vehicles. The configuration is able to supply energy to the vehicle’s power grid, as well as to be continuously controlled.

Munka-, teher-, de személygépjárművek fejlesztésénél is egyre fontosabb szerepet játszik az elektronika, amellyel a gyártók bővíteni tudják a megvalósított funkciók palettáját. Ilyenek például az ABS, ASR, „drive by wire”, vagy az ESP rendszerek, amelyek a fokozódó komfortérzetet és a biztonságot hivatottak egyre inkább kielégíteni. A túl sok elektronika a fedélzeten viszont növeli az energiaszükségletet és az energiaellátás kapacitásának növelését. Az előbb említett problémakörökhöz szorosan kapcsolódott már eddig is a járműfelfüggesztés kialakítása. E téren jelenleg az aktív járműfelfüggesztés a legmegfelelőbb, amelynek több fajtája is létezik. Ezek közül a cikk egy állandó mágneses rendszer fejlesztését tárgyalja, amely a fent említett problémákat, kihívásokat egyszerre és igen hatékonyan oldja meg.

1 AZ ÁLLANDÓ MÁGNESES CSŐMOTOR KUTATÁSI LÉPÉSEI

A lineáris szinkron motor (a továbbiakban LSM) működési elve analóg a hagyományos (forgó) motorokéval. A különbség csupán annyi, hogy itt a mozgó és az állórész által létrehozott mágneses mező is lineárisan, egyenes vonalban halad. Esetünkben az állórész 3-fázisú tekercselése lágyvas gyűrűk között egy csőben helyezkedik el, míg a benne lineáris mozgást végző dugattyún helyezkednek el az állandó mágnesek. Ez a rendszer is képes természetesen motoros és generátoros üzemben is működni. [1, 2]

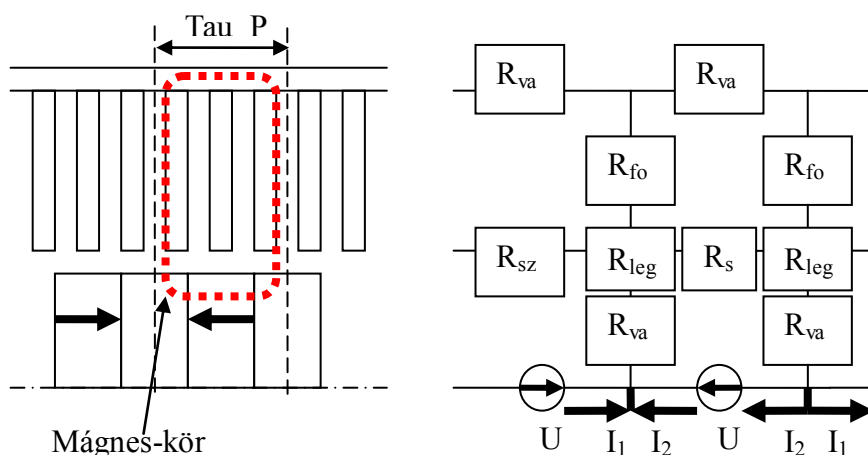
A lengéscsillapítóként működő csőmotor kifejlesztésénél elsődleges szempont volt a lehetőség szerinti maximális csillapító erő elérése. Itt természetesen a hagyományos lengéscsillapítókkal ellentétben a összenyomódás és a széthúzás reakcióerői meg fognak egyezni. A különböző erőket ennél a rendszernél vezérléssel lehet megoldani. A dugattyún (mozgó részen) több pólus helyezkedik el (mágnesek közötti lágyvas), amelyek magas indukció értékéről (akár 1.6 - 2 T) az egymással szembe fordított és összeszorított mágnesek gondoskodnak (1. Ábra). Az általunk használt állandó mágneseknél (NbFeB) a kivehető legnagyobb energiaszorzatot ($B \cdot H$) akkor kapjuk, ha a mágnes 0.6 T körüli indukciót ad le a felületén. [1, 2]



1) Ábra: *Állandó mágneses szinkron csőmotor erővonal képe (1, Cső; 2, Horony; 3, Fog; 4, Állandó mágnes; 5, Lágyvas tárcsa; 6, Forgásszimmetria)*

A cikk ezen fejezetében a csillapítóerő változtatása -főleg generátoros üzemben- lesz bemutatva. Ennél a megoldásnál ugyanis a forgógépekhez hasonlóan nincsen szükség külső energia befektetésére az erő változtatásához, sőt, a rendszer energiát szolgáltat működés közben. Mivel egy adott dugattyú sebességen az indukált feszültség amplitúdója állandó (fluxus változás mértéke állandó), így az áramot csupán az áramkörbe (fázisonként vagy tekercsenként) beiktatott változtatható ellenállással vagy PWM-mel tudjuk szabályozni. Még kézenfekvőbb megoldás, ha a felesleges energiát nem ellenállásokon disszipáljuk, hanem a jármű fedélzetén az akkumulátort töltjük vele. Ebben az esetben a töltés mértékével, mint egy terheléssel változtathatjuk a csillapító erőt. Így nyerhető ki a lengéscsillapítóból a jármű lengési energiája, ami az elektromos vagy hibrid járműveknél igen nagy jelentőséggel bírhat, de ugyanolyan fontos azokban az új generációs járművekben is, amelyekben tetemes mennyiségű elektronika gondoskodik a szélesebb funkcionális palettáról.

A géptervező szoftver hitelesítése miatt elkészült egy prototípus, amely egyszerű elemeket tartalmaz, és csupán referenciaként funkcionál. A cél egy olyan szoftver elkészítése volt, amellyel meg lehet tervezni egy adott átmérőhöz (lengéscsillapító) tartozó, maximális csillapító-erőt adó geometriát. Az optimalizáláshoz a geometriai paramétereket a Maple 9.5 szoftverrel végzett mágneskör-számításból kaptuk. A probléma modelljét a 2. ábra szemlélteti.



2) Ábra: A csőmotor mágnes-kör modellje (τP : Pólusosztás; R : Anyagok mágneses ellenállása)

A számítás küszöbértékei a fogak telítődése, az állandó mágnesek maximális energiaszorzata és lemágneseződése volt. A másik szoftver a meglévő geometriából számította ki egy adott sebességhez tartozó reakcióerőt. Az utóbbi program véges-elemes szimulációt használt (MatLab 6.5). A mozgó dugattyú által az állórészben indukált feszültség a tekercselésekben azok véges ellenállása miatt áramot indít meg. Az ezen áramok által keltett mágneses tér visszahatásának mértéke, a mágneses mezők közötti erőhatás a Maxwell Stress Tensor módszer segítségével számítható. A prototípuson mért és a számított eredmények 90%-os pontossággal egybevágnak, így a felhasználás-specifikus optimalizálás a szoftver segítségével megkezdődhetett. [3, 4, 5]

2 ERŐNÖVELÉSI ÉS ALKALMAZÁS SPECIFIKUS MEGOLDÁSOK

Az erő növelése érdekében számos módszert lehet használni, ami a forgó gépeknél bevált és itt is hatékony lehet, de igen sok megoldás van, ami csőmotor specifikus.

- Gyűrű alakú mágnesek alkalmazása: Ez a megoldás teljesen azonos a tárcsa alakú mágnesek koncepciójával, de itt a könnyebb összeszerelhetőség szem előtt tartásával a mágneseket egy paramágneses rúdra fűzzük fel. Ebben az esetben tehát a mágnesek és a köztük lévő lágyvas (ferromágnes) is gyűrű alakú. Ennél a gépnél a dugattyúrúd méretezése nem mágneses, hanem mechanikai paraméterek küszöbértékével történt (folyáshatár).
- Fogtárcsák bemetszése: Mivel a tekercsek a hornyokban foglalnak helyet, ezért a tekercskivezetéseket meg kell külön oldani. Ez igen problematikus, főleg a tekercs első menetének, a gép mozgórészéhez közel eső végének kivezetése. Ez úgy oldható meg, hogy a tárcsába (fog) egy hornyot vágunk. Amennyiben a fog teljesen be van metszve, akkor meggátolható a működés közben benne folyó örvényáramok kialakulásának nagy része (köráram). Így csökkenthető az örvényáramú veszteség, és a fogakban a melegezés mértéke is egyidejűleg.
- A fognyomaték csökkentése miatt optimalizálva lett a fogfej kialakítása, horonyzáró ék sugárirányú mérete és a tört horonyszám különféle megoldásai is.

– Fog indukció: Mivel a lengéscsillapítónk hengeres, ezért a fogak metszetszfűletei sugárirányban kifelé növekednek, tehát bennük az indukció csökken. Ezt kétféleképpen tehetjük hatékonyabbá. A fogvékonyításnál a fogakat sugárirányban kifelé folyamatosan vékonyíthatjuk, úgy, hogy keresztmetszetük ne változzon. Ez azt fogja eredményezni, hogy bennük az indukció konstans értékű lesz, és a hornyokban a tekerceseknek nagyobb hely jut. Ez igen fontos szerepet játszik abban, hogy az erőhatás növekedjen. Amennyiben a fogak szerepét betöltő gyűrűket csupán megfelelően kialakított lapokkal helyettesítjük, akkor elegendő csupán a gyűrűk belső átmérőjével megegyező felületű fogakat kialakítani. Evvel jelentős súlycsökkentés érhető el és a gép hűtése is kedvezőbb lesz.

3 ÖSSZEGZÉS

Az optimalizálások azt az eredményt adták, hogy a hagyományos lengéscsillapító paramétereit - a speciális megoldások alkalmazásával és a megvalósíthatóságot is figyelembe véve - egy 60 mm átmérőjű és 0.5 mm légrésű csőmotorral el lehet érni, ami persze még hatékonyabbá tehető megfelelő lágyvas anyag választásával. Ez a mágneses rendszer azonban járműveken alkalmazva képes egyidejűleg a lengési energiát visszatáplálni a jármű villamos hálózatába, és a folyamatos vezérelhetőségnek köszönhetően gondoskodni az utasok komfortérzetének, illetve a menetstabilitásnak a növeléséről. Ezzel a rendszerrel felszerelt jármű sokkal kevésbé terheli az utakat, a szállított árut és a jármű futóművét is.

4 IRODALOMJEGYZÉK

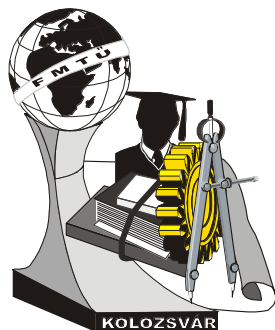
- [1] K. Pawluk–W. Szczepanski: Lineáris Villamos Motorok, Műszaki Könyvkiadó, 1977.
- [2] Károly Simonyi: Elméleti Villamosság, Műszaki Könyvkiadó, 2000.
- [3] Yoshihiro Suda, Taichi Shiiba: “Study on Electromagnetic Damper for Automobiles with nonlinear Damping Force Characteristics”, Vehicle System Dynamics Supplement, vol. 41, 2004, pp. 637-646.
- [4] Jiabin Wang, David Howe, Geraint W. Jewell: “A General Framework for the Analysis and Design of Tubular Linear Permanent Magnet Machines”, IEEE Trans. on Magnetics, vol. 35, 1999, pp. 1986-2000.
- [5] Seok-Myeong Jang, Jang-Young Choi: “Analysis and Experimental Verification of Moving-Magnet Linear Actuator With Cylindrical Halbach Array”, IEEE Trans. on Magnetics, vol. 40, 2004, pp. 2068-2070.

Zádor István / Okleveles közlekedésmérnök; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék, 1111. Bp. Műegyetem rkp. 3-9.; E-mail: zadoristvan@gmx.de

Falvy Bence / Okleveles Villamosmérnök; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépjárművek Tanszék, 1111. Bp. Műegyetem rkp. 3-9.; E-mail: bence.falvy@auto.bme.hu

Horváth Dániel / Okleveles Villamosmérnök; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék, 1111. Bp. Műegyetem rkp. 3-9.; E-mail: hdani@supertech.vgt.bme.hu

Dr. Vajda István / Egyetemi Tanár; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamos Energetika Tanszék, 1111. Bp. Műegyetem rkp. 3-9.; E-mail: vajda@supertech.vgt.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

BIOETANOL-BIODÍZEL-GÁZOLAJ HAJTÓANYAG EMISSZIÓJÁNAK KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATA FÉKPADI MÉRÉSEK ALAPJÁN

Zöldy Máté

Abstract

The application of the renewable fuels is coming forwards with the increasing of oil prices. One method of the application could be to mix the renewable and coil based fuels. It could have the benefits that no or minimal changes on the engines will be needed and the measure of the renewable part could be produced with the available production capacity. It were investigated the bioethanol – biodiesel – diesel oil mixtures with different composition during my researches. As conclusion of the research it could be established that the uses of bioethanol – biodiesel – diesel oil mixtures in the aspect of environmental costs fulfill the specifications of the diesel oil. It means that they could be able to burn in internal combustion pressure ignition engines and they will have lower emissions.

Összefoglalás

Egyhengeres cetánszám mérő motoron végeztem méréseket a bioetanol – biodízel – gázolaj keverékek motorhajtóanyagként való felhasználásakor a kibocsátások megállapítására. A mért értékeket összevettem a számított várható emissziós értékekkel, majd pedig megvizsgáltam az egyes keverékek alkalmazásának többletköltségeit illetve a vele járó megtakarításokat. A vizsgálatok és számítások alapján elmondható, hogy a hármas összetételű keverékek felhasználása indokolt, mert az alkalmazásukkal járó költségeket fedezik azok az előnyök, amelyek a kisebb levegőszennyezésből adódnak. A megújuló hajtóanyagok alkalmazásának további előnye, hogy hozzájárulnak a mezőgazdasági munkahelyek megőrzéséhez, a piacstabilizáláshoz és ez által a gazdálkodók helyzetének javításához. Ilyen formán való alkalmazásuk pedig segíti az EU előírások teljesítését is.

Bevezetés

A XXI. században a közúti közlekedés egyik nagy kérdése, hogy az egyre fogyó kőolaj alapú tüzelőanyagok, és a szigorodó környezetvédelmi előírások között merre találja meg a továbbvezető utat. Az alternatív motorhajtóanyagok nagyobb részarányú használata jelentheti az egyik megoldást, amely amellett, hogy kiválthatja a fogyatkozó készleteket, eleget tehet a környezetbarát közlekedés kihívásainak is. Az alternatív hajtóanyagok részarányának a növelése az Európai Unióhoz való csatlakozásban is fontos tényező. Az EU stratégiai célként tűzte maga elé az energiafelhasználásban az alternatív energiahordozók 20%-os részarányának elérését 2020-ig. Ennek az aránynak az elérését lépcsőzetesen tervezik 2005-től kezdve.

A kutatásaim során a megújuló motorhajtóanyagok újszerű felhasználási lehetőségeinek műszaki, gazdasági és környezetvédelmi aspektusait vizsgálom. A fosszilis hajtóanyagok egyik lehetséges alkalmazása azok bekeverése a hagyományos hajtóanyagokba. A biodízel bekeverése a gázolajba egy régóta kutatott terület [3,4,5], az etanol-gázolaj keverékek alkalmazása már kevésbé elterjedt. A kutatásom során a bioetanol – biodízel – gázolaj keverékek alkalmazási körülményeit vizsgálom.

Mérések menete

A kutatás során a különböző összetételű bioetanol-biodízel-gázolaj keverékek motorikus viselkedésének megismerése és az emissziókra gyakorolt hatásának feltárása volt a cél. Az emisszió adatok kiértékelésére alapoztam a levegőszennyezés csökkenéséből adódó externális megtakarítási számításokat. Az externális költségek illetve megtakarítások azok a gazdasági hatások, amelyek a vizsgált rendszeren, így a közlekedő járművön kívül keletkeznek. Ebben az esetben jellemzően levegőszennyezési költségek, amelyek csökkenthetők a megújuló eredetű motorhajtóanyagok használatával. Az externáliák ekkor, mint megbetegedések, munkából kiesett munkanapok, életminőség romlása stb. értelmezhetőek.

A vizsgálat célja volt, olyan összetételű keverékek kidolgozása, amelynek égési tulajdonságai hasonlóak a gázolajéhoz, de emissziói kedvezőbbek. A méréseket egyhengeres CFR F-5-ös cetánszám mérő motoron végeztük. Az egyes mérések a szükséges korrekció után kerültek összevetésre.

Az egyes keverékek mérése során mindig legalább 3 mérést végeztem el, majd ezeket átlagolva kaptam meg az adott keverék összetételre jellemző mért mennyiséget. Ezek az átlagolt eredmények képezik az összevetés alapját. A méréseket több mintával végeztem melyek összetételét a későbbi mérések esetében a már megismert eredmények tudatában változtattam.

Internalizálás elméleti háttere

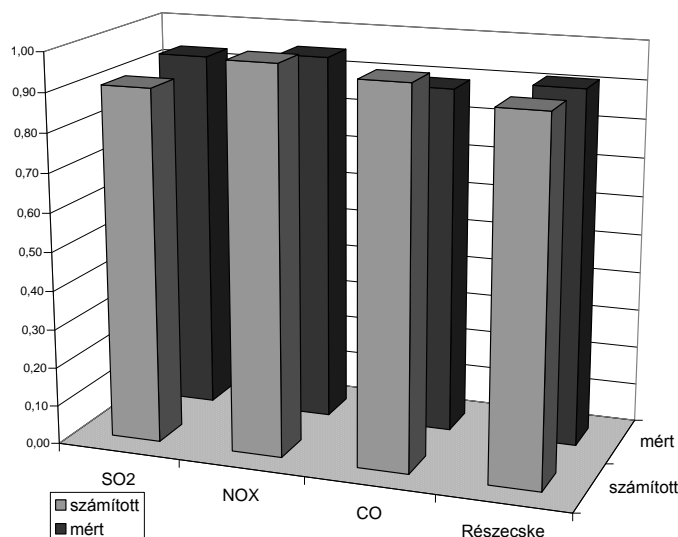
A költségtényezők meghatározása több lépcsőben történt. Első lépésben szükségem volt a közúti közlekedés okozta megújuló hajtóanyagok szempontjából releváns nagyságának a megállapítására. Ezt a nemzetközi szakirodalom alapján tettem meg [1]. Ezt követően a biodízel és a bioetanol alkalmazásának költségvonzatait vizsgáltam meg. Ez mindkét esetben úgy történt, hogy mennyiségi kompenzációval vettem figyelembe a megújuló hajtóanyagok kisebb fűtőértékéből adódó kisebb teljesítményt, így teljesítmény-egyenértéken összehasonlíthatóvá váltak az adatok. A kibocsátásokból származó költségmegtakarításokat a motorfékpadi mérésekre alapoztam, miután összevettem azokat a nemzetközi eredményekkel [2,3,4,5]. A levegőszennyezés csökkenéséből adódó költségtételek és a fűtőérték illetve ár eltéréséből kiszámolt tételek összehasonlítása autóbuszok segítségével történik

meg. A tüzelőanyag alkalmazása elképzelhető, hogy zárt járműparkokban kerül bevezetésre, másrészt pedig ez támpontot nyújt a szállítási teljesítményekből származó költségtételek és a fogyasztásból adódó költségtételek valóság alapú összevetésére. Ahol lehetséges, ott általánosan közelítem meg a költségtételek meghatározását, azonban bizonyos esetekben szükség van az autóbusz jelentette felhasználói környezet jellemzőinek a szerepeltetésére [6].

Mérések és számítások kiértékelése

A mérések elvégzése mellett számítási úton is meghatározásra kerültek a várható kibocsátások a különböző összetételű motorhajtóanyagoknál. Ezek során felhasználtam a korábbi mérések [2,7] eredményeit. A mért és számított eredmények összevetését mutatja be a 1. ábra. Ezen jól látható, hogy az elméleti úton számított értékek és a mért emisszió értékek jól közelítették egymást, az eltérés a bemutatott esetben néhány százalékos volt [8]. A több hengeres motorral végzendő mérések után a mérési eredményekkel el kell végezni egy újabb összevetést.

1. ábra Mért és számított adatok korrelációja 4% etanol -8% biodízel – 88% gázolaj keveréknél



Folyamatos költségek és megtakarítások közé tartoznak az etanol-gázolaj volumetrikus és árkülönbséget adó költségek, illetve az internalizált externális költségek, amelyek az etanol felhasználásakor megtakarításként jelentkeznek. A két folyamatos költségtényező összevetéséhez szükséges volt egy fogyasztási adat, mert míg az üzemanyag fogyasztási költségek jellemzően elfogyasztott gázolajra vonatkoznak, addig az externális megtakarítások a számítási metódus miatt megtett útra lettek kalkulálva. A két típusú mennyiség között a kapcsolatot a vizsgált járművek fogyasztása jelenti, amely a távolság és az elfogyasztott hajtóanyag között teremt kapcsolatot. A valós költségek és a valós megtakarítások egymáshoz viszonyítása adta meg, hogy az etanol-biodízel-gázolaj keverék motorhajtóanyagként való használata nemzetgazdasági szinten kifizetődő-e, s ha igen mennyire. Ezeket az értékeket a keverék összetétel függvényében mutatja meg az 1. táblázat.

Ez megmutatja, hogy az externális költségek figyelembevételével mind a négy bemutatott motorhajtóanyag előnyösebb a gázolajnál.

1. táblázat Folyamatos költségek összehasonlítása

összetétel	etanol	2	4	10	2,5	%
	biodízel	4	8	10	2,5	%
	gázolaj	94	88	80	95	%
költség		214,43	428,86	723,63	180,91	Ft/40 liter
megtakarítás		471,72	943,44	1563,21	390,80	Ft/100 km
egyenleg		257,29	514,57	839,58	209,89	Ft/100km

Látható, hogy a megújuló részarány növekedésével növekszik a megtakarítás. A táblázatból látható, hogy például a 4% etanolt és 8% biodízelt tartalmazó keverék alkalmazási többlet költsége 428,86 Ft 100km-re vetítve, azonban az ez idő alatt megtakarítható külső költség 943,44 Ft, vagyis közelítőleg 514 Ft-val kedvezőbb a keverék használata. Ezek alapján a vizsgált keverékek motorhajtóanyagként való alkalmazhatóságát a folyamatos költségek elemzése alátámasztja. Az emulziók alkalmazásakor egyszeri költségekkel nem kell számolnunk.

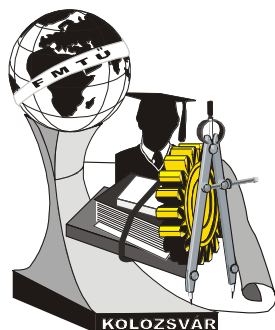
Értékelés

Az etanol – biodízel - gázolaj keverékek motorhajtóanyagként való alkalmazásának környezeti hatásait vizsgáló kutatásaim eredménye, hogy az gazdaságilag is megindokolható. A keverék felhasználása okozta környezeti hatás forintosítható értéke – az externális hatások internalizálása - meghaladja a többletköltségeket a számításaim alapján. Összességében a keverék dízelmotorban való alkalmazását egy ígéretes lehetőségnek tartom, melyet célszerű fékpadi vizsgálatokkal folytatni, hogy pontosan megismerjük az etanol – biodízel - gázolaj keverék kibocsátásait, az általa leadott teljesítményt és nyomatékot.

Irodalom

- 1 Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution, An impact assessment project of Austria, France and Switzerland, Economic Evaluation 1999 London
- 2 Mezőgazdasági termékekből és hulladékokból előállítható hajtóanyagok belsőégésű motorok tüzelőanyagaként történő alkalmazása KMFP-00031/2002, BME Gépjárművek Tanszék
- 3 Az alternatív motorhajtóanyagok és motorhajtóanyagfogyasztási struktúrát befolyásoló járműfejlesztések perspektívái, tanulmány, Százhalombatta 1981
- 4 Timothy T. Maxwell, Jesse C. Jones: Alternative Fuels: Emissions, Economics and Performance (Alternatív üzemanyagok: Kibocsátások, Gazdaságosság, Teljesítmény) Society of Automotive Engineers, Inc. 1995
- 5 Biofuels, 1994 Potential Benefits of Using Agricultural Commodities as Energy Sources (A mezőgazdasági termények energiaforrásként való felhasználásának rejtett előnyei) European Commission Directorate General XII, Science Research and Development, EUR15647
- 6 Zöldy M.: Bioetanol autóbusszoknak való alkalmazásának költségvizsgálata, XVII OTDK 2003, konzulens: dr. Tánzos Lászlóné
- 7 Emőd István. – Pollák Iván. – Zöldy Máté: Megújuló motorhajtóanyagok alkalmazása Magyarországon – etanol-gázolaj emulziók, Autótechnika, 2004/11
- 8 Zöldy Máté – Kecskés Róbert: Dízel tüzelőanyag cetánszámának és károsanyag kibocsátásának változása alternatív hajtóanyagok hozzákeverése esetén, A Gép 2006/2 (megjelenés alatt)

Zöldy Máté, PhD hallgató Okleveles Közlekedésmérnök, BME Gépjárművek Tanszék, 1111 Budapest Stoczek u. 6 J. ép 308/2/B, tel: +36 1463 1828 fax: +36 1463 3915, mate.zoldy@auto.bme.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

XML-RELÁCIÓS ADATMODELL

Zörgő Zoltán

Summary

If we wish to achieve high performance and efficient data manipulation using database management systems which implements an existing model, data modeling is a necessary and inevitable task. Hierarchical, network, relational data models and their descendants have their own vision about the world, and their own tools, methods and methodology. Today, the data marked is ruled by systems implementing the relational model. The World Wide Web, and its widely spread application fields, emphasized the document models. As such, XML is mainly treated only as document. It is still raw material or end product. There are few and restricted ways to use them as we work with tables for example. In most cases mapping and transforms are used to treat relational data as XML or XML as relational data. The XML-Relational model is a new approach, aimed to combine the strengths of both the relational and the document data model. This paper presents the ground concepts of the model.

Összefoglalás

Napjaink informatikájának egyik legfontosabb és technológiailag leginkább támogatott területe az adattárolás és adatkezelés. Az információ hatalma nem csak annak birtoklásában, hanem annak hatékony feldolgozásában is rejlik. Az adatmodellezés megkerülhetetlen és szükséges tevékenység, ha hatékony adatkezelést szeretnénk megvalósítani valamilyen létező alapmodellre épülő adatbázis-kezelő segítségével. A klasszikus modellek és leszármazottaik sajátos eszközökkel és szemlélettel rendelkeznek. Napjainkban a relációs modellt implementáló adatbázis-kezelők a piacvezetők. A World Wide Web és annak igen szerteágazó alkalmazási területei előtérbe hozták a dokumentummodelleket. Az XML, mint leíró nyelv egyelőre inkább csak végtermék és nyersanyag. Ritkán, és csak szűkös keretek között épül rá valódi adatkezelés. Legtöbb esetben átjárókat használnak a két világ között. Az XML-relációs adatmodell egy új szemantikus és implementációs modell, mely lehetővé teszi a relációs világ és a strukturált egyedszemlélet erősségeinek ötvözését, egy egységes modellben. Ez a cikk a modell alapjait ismerteti.

Bevezetés

Mint minden új modell javaslata esetén fontos annak szükségességét megindokolni, és elhelyezni azt a többi – hozzá hasonló – modell és megvalósítás között. A DBTG által életre hívott CODASYL lefektette azokat a követelményeket az adatkezelés területén, melyek máig meghatározzák az információtechnológia e vonulatát. Az adatok kezelését jelentő széles feladatkör komoly elméleti alapokra helyeződött, és olyan absztrakciós szintek, mint az adatmodellek, végleg bekerültek az adatbázis-kezelés összetett világát meghatározó tényezők közé. Ez az időszak egy hatalmas ugrás volt,

és meghatározta a ma ismert hálós, hierarchikus és relációs modellek jellemzőit. Ismeretes, hogy napjaink adatbázisait szinte kizárólag a relációs modellt és utódait megvalósító szabványokat implementáló rendszerek kezelik – igen nagy hatékonysággal.

Az információtechnológia fejlődésének következő lépcsőjének a Webes technológiák elterjedését tekinthetjük. Mára már a Web nem csak a szörfölők paradicsoma, hanem például komoly B2B (Business To Business) kommunikáció csatornája is. Az automatizált Web, a WebSzolgáltatások, és a generált tartalmak a World Wide Web-et a HTML-ről az XML felé irányították. Az XML, mint strukturált leíró nyelv természetesen még mindig alkalmas ember általi olvasásra, de minden jel arra utal, hogy a gépek és szoftverek közötti hatékony adatcsere eszközévé válik elsősorban. A Web-dokumentumok leírása (XHTML) mellett számos szabványosított (SVG, MathML, SOAP, stb.) és megszámlálhatatlan egyéb sémával megadott XML fajta létezik. Mára az irodai alkalmazások is áttértek az XML alapú dokumentumkezelésre (például: OpenDocument). Látható, hogy az XML-technológia alkalmas a legáltalánosabb értelemben vett adatmegadásra. Ennek következtében az adatbázisokkal szemben is felmerült az XML-támogatás igénye – hiszen sok esetben kell strukturált adatot adatbázisban tárolni, vagy éppen adatbázisból kinyert adatot strukturált formában megjeleníteni. Ugyanígy megjelent az XML-el szemben az adatbázis-szemlélet igénye. A W3C válasza az XPath és XQuery szabványok kialakítása volt, melyek lehetővé teszik XML dokumentumokban való navigálást és lekérdezés. Ez egyaránt hordoz jegyeket az SQL-ből és a hierarchikus modell navigációs nyelvéből. Olyan kezdeményezés is létezik, mely az XML dokumentumok XSL-T alapú manipulációs nyelvét definiálja és implementálja [1]. Az adatbázis-kezelők fejlesztőinek válasza a feladatra nem egységes. Többféle lehetőség van. Egyfelől „kilapíthatjuk” a strukturált adatokat és az XML entitásokat és attribútumokat egy-egy rekord mezőinek feleltethetjük meg. Ez a folyamat mindkét irányban működik, és megfeleltetésnek (mapping), objektumok esetén sorosításnak (serialisation/deserialisation) nevezik. A tulajdonképpeni adatkezelés az adatbázis-kezelőben zajlik. A strukturáltság azonban elveszhet. Más megoldásként a strukturált adatokat CLOB jellegű mezőkben tárolják, de vagy magának az adatbázis-kezelőnek, vagy külső komponenseknek kell tudni olvasni az ilyen mezőket. Harmadik lehetőségként néhány adatbázis-kezelő lehetővé teszi strukturált adatok tárolását speciális tárolókban az adatbázison belül. Ehhez azonban hiányoznak a szabványok. Mindhárom megközelítésről elmondható, hogy alárendeli a strukturált adatot a relációsnak. Sara Cohen és társai [2] kidolgozták a strukturált adatok relációkká alakításának matematikai alapjait és javaslatot tettek egy vegyes lekérdező nyelvre.

A relációs modell elterjedését talán az magyarázza legjobban, hogy a valóság objektumainak nagy része valóban relációs entitásként viselkedik, de ugyanezek az entitások változatos és strukturált szerkezetűek is. Itt az XML segíthet. Egy olyan modellre és implementációs irányra lenne szükség, mely nem borítja fel a fejlesztők relációs szemlélethez igazodott módszereit, és kielégíti a strukturált adatok kezelésével szemben megjelenő igényeket. Az XML-relációs modell átfogó megoldást nyújthat.

Az XML-relációs modell ismertetése

A modell célja, hogy egyesített elméleti alapokon egységes eszközkészlet létrehozását tegye lehetővé a strukturált egyedek relációinak tárolására és kezelésére. Egy ilyen egyesítés természetesen szükségessé tehet kisebb megszorításokat a kiinduló modellekhez képest, az új lehetőségek azonban kárpótolják ezeket. A modell fejlesztői indíttatású. Implementációját használva egy weboldal generálása egy XSL-transzformáció segítségével akár már közvetlenül az adatbázis-kezelőből történhet. A terjedelmi korlátok miatt a modellnek csak a fontosabb elemeit ismertetjük.

A modell alapja az attribútum. Az attribútum, akárcsak a relációs modell esetén tartomány eleme. Az entitás attribútumok struktúrája. Ilyen értelemben az XML-ből megszokott entitás-attribútumok és az entitás levél-tartalma is tartományba kell, hogy tartozzon. Ennek következménye, hogy adat csak levélben lehet. A bal oldali példában a ennek megfelelő, mellette a nem megfelelő változatot emeltük ki. A modell sémanyelve segítségével az alaptípusokból saját származtatott adattípusok hozhatók létre.

```
<partner id="311254">
  <név>Kiss Kft.</név>
  <elérhetőségek>
```

```
<partner id="311254">
  <név>Kiss Kft.</név>
  <elérhetőségek>
```

```
<székhely>
  <irszám>1111</irszám>
  <település>Budapest</település>
  <utcahsz>Nagy tér 1.</utcahsz>
  <telefon>+36-1-1234567</telefon>
</székhely>
</elérhetőségek>
</partner>
```

```
Székhely:
<irszám>1111</irszám>
<település>Budapest</település>
<utcahsz>Nagy tér 1.</utcahsz>
Telefon: +36-1-1234567
</elérhetőségek>
</partner>
```

Az egyedek táblákba szerveződnek. A gyökér-entitás a tábla maga, de alá csak egyféle entitások rendelhetők. Ez elméleti korlátot nem jelent, hiszen a tábla egyedeinek sémáját egy XML séma (XML Schema Definition) [3] adja meg, így az elvben bármilyen lehet. Egy mai általános XML dokumentum úgy képzelhető el, mint egy tábla, mi csak egyetlen egyedet tartalmaz – a dokumentumot magát.

A relációs modell egyik leghatékonyabb és legerősebb eleme a megszorítások kezelése, különös tekintettel a hivatkozási megszorításokra. Az XML szabvány nem foglalkozik a szemantikai integritás kérdésével, bár többféle megoldás is van szemantikai megszorítások implementálására. Ezt azonban ki kell terjeszteni akár több attribútumot is egyszerre érintő megszorításnyelvvvel, mint ahogy például a RELAX NG sémanyelvben mintákkal implementálták [4]. Az új modell egyik legfontosabb eleme, hogy strukturált entitások, vagy akár azok alárendelt entitásai is relációban lehetnek más entitásokkal vagy azok alárendelt entitásaival. Látható, hogy a W3C XML Séma nyelv jó alap, de azt tovább kell fejleszteni. Ez a nyelv még nem készült el teljesen, de a következő példával illusztrálható.

A bal oldalon lévő XML-táblában három „partner” egyed található. Ebben a pillanatban az egyiknek egy, a másiknak két címe van, a harmadikról egyáltalán nem tartunk nyilván címet. A relációs modellben halmazértékű és opcionális attribútumok esetén normalizálást kellett volna alkalmaznunk. A jobb oldali XML-tábla a postai irányítószám alapján tartalmazza a településneveket. Természetes elvárás, hogy amennyiben az irányítószám funkcionálisan meghatározza a településnevet, a partnerek címeiben szereplő irányítószámok hivatkozzanak a megfelelő egyedre a jobb oldali táblából, és a környezet az integritás megőrzését biztosítani tudja.

```
<partners>
  <partner id="1">
    <name>Kiss Kft.</name>
    <telefon>+36-46-234567</telefon>
    <address postal_code="3534">Kiss Tábornok
      útja 1</address>
  </partner>
  <partner id="2">
    <name>Nagy Kft.</name>
    <telefon>+36-1-1111111</telefon>
    <address postal_code="3525">Széchenyi út.
      10</address>
    <address postal_code="1111">Vasas köz
      71/B</address>
  </partner>
  <partner id="3">
    <name>Phantom Bt.</name>
    <telefon>+36-30-1112333</telefon>
  </partner>
</partners>
```

```
<codes>
  <code postal_code="1111">Budapest</code>
  <code postal_code="1015">Budapest</code>
  <code postal_code="4032">Debrecen</code>
  <code postal_code="3530">Miskolc</code>
  <code postal_code="3534">Miskolc</code>
</codes>
```

A hivatkozási megszorítást a partnerek XML-tábla sémájában adhatjuk meg. A következő sémarészletben a dőlt-félkövér kiemelés a saját típus, a félkövér a hivatkozási megszorítás használatát illusztrálja.

```
<xmlrs:schema id="partners" xmlns:xmlrs="urn:schemas-xml-r-com:xml-r" xmlns:ownns="own-xsd">
  <xmlrs:element name="partners" xmlrs:Locale="hu-HU" xmlrs:class="table">
  ...
    <xmlrs:attribute name="postal_code" type="ownns:postal-code"
      xmlrs:references="/codes/code[@postal_code=.]"/>
  ...
  </xmlrs:element>
</xmlrs:schema>
```

Az XPath alapú hivatkozás a struktúrára egészen bonyolult szerkezetek is lehetővé tesz. Képzeljük el a következő hivatkozást: `xmlrs:references="/partners/*/address[@id=.]"`. Ha például a hivatkozott partnerek tábla különböző mélységeiben is van cím-entitás, a „*” segítségével ezek közül bármelyiknek az ID attribútuma kielégíti a megszorítást. Mindezekhez a jelenlegi indexelési megközelítés nem elegendő. Az entitások attribútumai és tartalmi fákat alkotnak. A fák levelei indexelhetők a ma is használt módon, de valójában nem rekordokat, hanem magukat a csomópontokat kell indexelni. A tábla sémája az egyedtypust strukturáltan adja meg. Az egyed-előfordulások ennek keretein belül bármilyen alakot felvehetnek, és mivel az egyedeket faként is kell tárolni és ellenőrizni, a hatékonyságot befolyásolhatja a séma bonyolultsága a DML utasítások esetén.

A modell a már hivatkozott [1] XML alapú adatkezelő nyelveket és a megszokott UPDATE, DELETE, INSERT utasítások egyaránt támogatja, ugyancsak XPath-al kiegészítve. Az alábbi példák egy ilyen utasításokat mutatnak be:

```
DELETE partner FROM partners WHERE */address@postal_code=1112;
DELETE partner/telefon FROM partners WHERE /name LIKE "Fantom%"
```

A strukturáltság miatt lehetőség van arra, hogy a feltételek az egyed bizonyos szintjeit vizsgálják, vagy hogy az egyedeknek csak bizonyos részét töröljük.

```
UPDATE codes SET code="Budapest XIII" WHERE fn:String(code@postal_code) LIKE "113_"
INSERT <address postal_code="4032">Egyetem tér 2</address> INTO partners/partner WHERE @id=3
```

A modell lekérdező nyelve is hasonló konstrukciókat kell tartalmazzon. A lekérdezések eredménye mindig XML struktúra. Az alábbi példa a korábbi két tábla összekapcsolt lekérdezése.

```
SELECT * FROM partners INNER JOIN codes ON partners/*@postal_code = codes/code@postal_code
```

Strukturált lekérdezés esetén azonban nem csak az fontos, hogy mit kérdezzünk le, hanem az is, hogy milyen struktúrában szeretnénk az eredményt látni. Ehhez XQuery vagy más lekérdező nyelv [5][6] lehetőségeit kell kibővíteni többtáblás eszközökkel. A relációs világban jól bevált „*”nem mindig egyértelmű ebben a helyzetben. Igen ígéretes nyelv a Quilt[7]. A modell jelen állapotában csak az összekapcsolás lehetőségeire tér ki.

Következtetések

Bár az XML-relációs modell még kidolgozás alatt van, a benne rejlő lehetőségek széles felhasználási területet jelenthetnek. Ha átemeljük az XML és köréje csoportosuló szabványokból és a relációs modellhez kapcsolódó szabványból a bevált eszközöket, egy komplex, nagyon hatékonyan és egy jövő elé néző adatkezelő eszközkészletet kaphatunk.

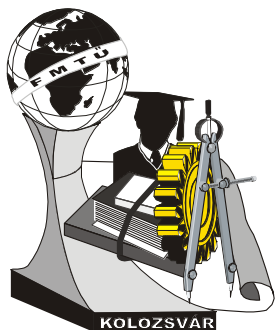
Irodalom

- [1] <http://xmldb-org.sourceforge.net/xupdate/>
- [2] Sara Cohen, Yaron Kanza, Yehoshua Sagiv: Generating Relations from XML Documents, 2003 in Proc 9th International Conference on Database Theory
- [3] <http://www.w3.org/TR/xmlschema-2/>
- [4] <http://www.relaxng.org/>
- [5] Serge Abiteboul et al.: The Lorel Query Language for semistructured data. *International Journal on digital libraries*, 1997
- [6] Alin Deutsch et al.: A query language for XML. In Proc. of the int WWW. Conf., vol. 31, 1999
- [7] I. Manolescu et al.: Pushing XML queries inside relational databases *Tech. Report no. 4112, INRIA*, 2001

Zörgő Zoltán, PhD hallgató

Debreceni Egyetem, 4030 Debrecen, Egyetem tér 1

Baross Gábor Szakközépiskola, 3532 Miskolc, Rácz Ádám u. 54-56., zorgoz@inf.unideb.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

TRAKTOROK TELJESÍTMÉNYÁTVITELI BERENDEZÉSEINEK KIALAKÍTÁSI MÓDJAI ÉS A VONÓERŐ KIFEJTÉSRE GYAKOROLT HATÁSAI

Dr. Lengyel Antal, Szegedi Attila

Abstract

Because of the agricultural requirements, the tractors need lot of gears in order to reach the ideal hyperbole of traction power. The tractors must exert huge forces inside a narrow velocity range.

The large number of gears in transmission also can be explained by the narrow r.p.m. interval of the engine.

Nowadays not enough to perform the general requirements: increasing the engine power and efficiency, or making a modern electronic control system. In contrary the possible universality is expected from the largest tractors also.

The change of load during the work explains the continuous or periodic change of the gear ratio.

Our aim is to study the development method and working characteristics of these constructions.

Összefoglalás

Az agrotechnikai követelményeket a traktorok viszonylag szűk sebességtartományán belül a vonóerőigény és az ideális vonóerő-hiperbola lekötése csak sok fokozatú teljesítmény átviteli szerkezetekkel valósítható meg. A sebességfokozatok nagy számát a motor optimális fordulatszámának szűk tartománya is indokolja. Napjaink követelményeinek teljesítése már nem csak a kategóriánként növekvő teljesítményben, a jó hatásfokban vagy a korszerű elektronikus vezérlésben rejlik. Az eddigiektől eltérően a nagyobb teljesítményű erőgépeknél is elvárják a lehető legnagyobb mértékű univerzalitást, ami a teljesítmény átviteli rendszerek esetében azt jelenti, hogy biztosítani kell a szélsőségesen alacsony vagy éppen magas munkasebességeket is. A munka közbeni terhelés nagyságának megváltozásai indokolják a teljesítmény átviteli berendezések áttételének szakaszos vagy folyamatos változtatását. Dolgozatunkban ezeknek a szerkezeteknek a kialakítási módjaival és üzem közbeni viselkedésével foglalkozunk.

Bevezetés

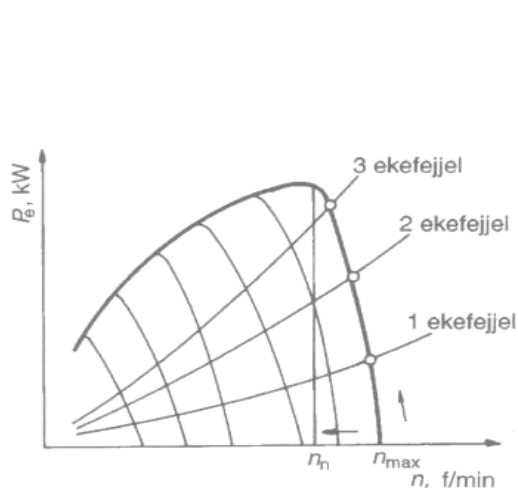
A mezőgazdasági erőgépek teljesítményátviteli rendszerének speciális igényeket kell kielégíteni.

Az agrotechnikai követelmények miatt a traktorok szűk sebességtartományon belül nagy vonóerőt fejtenek ki. A vonóerő kifejtés ideális esete a vonóerő-hiperbola lekötése, ami megfelelően megválasztott áttételekkel folyamatos vagy szakaszos lehet állandó motorterhelés esetén. Ennek a feltételnek a mezőgazdasági erőgépek hajtásátviteli eszközei különbözőképpen felelnek meg. Az alkalmazás módja és a konstrukció alapján az egyes traktoroknál más és más jellegű hajtásátviteli berendezések találhatók.

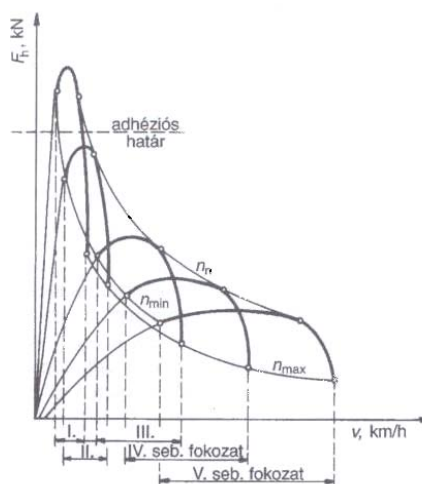
Dolgozatunkban a meglévő hajtásátviteli módok szerkezeti és áttételi viszonyának elemzésével, üzemi hatásaival foglalkozunk. Bemutatjuk a különféle megoldási módok sajátosságait, fejlődési tendenciáit.

Teljesítményátvitel mezőgazdasági erőgépeknél

Az erőgépekben használt dízelmotor fordulatszám-szabályozás univerzális, a terhelés a fajlagos fogyasztás minimalizálása érdekében. A mezőgazdasági gépcsoport munkapontját meghatározza a hajtástechnikai elemeken történő nyomatékátvitel szabályozhatósága. [3.]



1. ábra. Különböző üzemi tartományok a motor fordulatszám-jelleggörbéjén



2. ábra. Vonóerő a sebesség függvényében

A széles sávú szabályozási módokat az 1. ábra mutatja, aminek optimális értékét 85-90%-ban érdemes beállítani a hajtástechnikai elemek áttételének helyes megválasztásával. A vonóerő tartományai az

$$F = \frac{P}{v} \quad (1)$$

összefüggés alapján az egyes sebességi fokozatokban a 2. ábrán láthatók. Ezen feladat ellátására szolgáló eszközöket nyomatékváltóknak nevezzük, melyek lehetnek fokozatos vagy fokozat nélküli működésűek. [3.]

A teljesítményátviteli rendszerek áttétel változtatási módjai

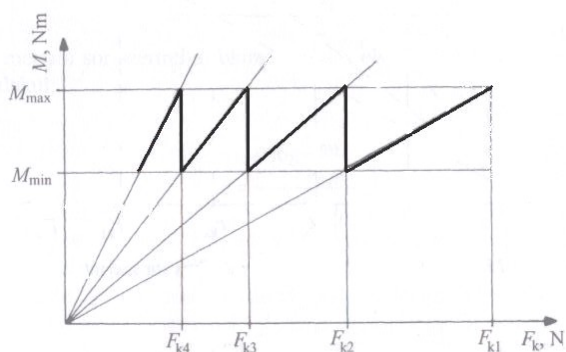
A 2. ábrán látható vonóerő-hiperbola lefutását leggyakrabban az alábbi nyomatékmódosítási elvek szerint épített berendezések biztosítják. A fogaskerekes váltószerkezetek fokozati eloszlását megadó módszereket a következők szerint csoportosíthatjuk:

- **számtani sor** szerint oszlik meg a fokozatok közötti áttétel, ha a szomszédos fokozatok közötti üzemi sebességtartományok különbsége állandó, a (2) egyenlet szerint:

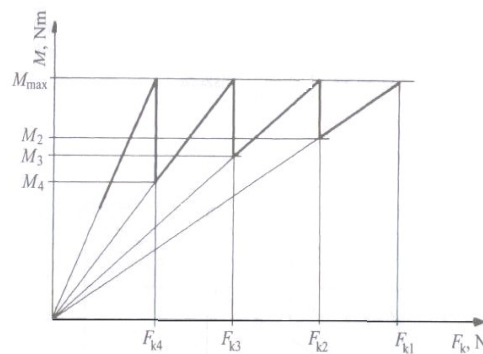
$$v_z - v_{z-1} = d = \text{állandó} \quad (2)$$

Mértani sor szerinti megoszlásnál a szomszédos fokozatok áttételeinek aránya állandó, a 3. ábrán látható

$$\frac{i_{\delta i}}{i_{\delta(i-1)}} = q = \text{állandó} \quad (3)$$



3. ábra. Fokozateloszlás mértani sor szerint



4. ábra. Fokozateloszlás harmonikus sor szerint

Harmonikus sor szerinti fokozat elosztásnál azonos nagyságú kerületi erő intervallumot alakítanak ki, ami a 4. ábrán látható módon befolyásolja az áttételek használatos nyomatéki tartományát:

$$F_{k1} - F_{k2} = F_{k2} - F_{k3} \quad (4)$$

A szomszédos fokozatok áttételeinek különbsége állandó, az:

$$i_1 - i_2 = i_2 - i_3 = k \quad (5)$$

A bemutatott sebességfokozati módok közül leggyakrabban a mértani és a harmonikus sorokat alkalmazzák külön-külön vagy kombinálva. Ezek alkalmazása mellett egyre nagyobb szerepe van a mechanikus és a fokozat nélküli hajtómű kombinációjának az áttételi hatásfok optimalizálása érdekében.

A teljesítményátviteli berendezések szerkezeti felépítése traktoroknál

Az előtétengelyes nyomatékváltóknál az erőfolyam az állandóan kapcsolatban levő fogaskerékpáron keresztül kerül az előtétengelyre majd egy másik fogaskerékpáron keresztül a kimenőtengelyre. Jellemző a be és kimenőtengelyek egy egyenesbe esése. [4.] A teljesítmény átvitel hatásfoka:

$$\eta_{\delta} = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,995 \cdot 0,995 = 0,99$$

Az egylépcsős kéttengelyű nyomatékváltók esetében a be és a kimenőtengely nem esik egy egyenesbe.

Egy fokozatban csak egy fogaskerékpár ad át hajtást, így hatásfoka kedvezőbb.

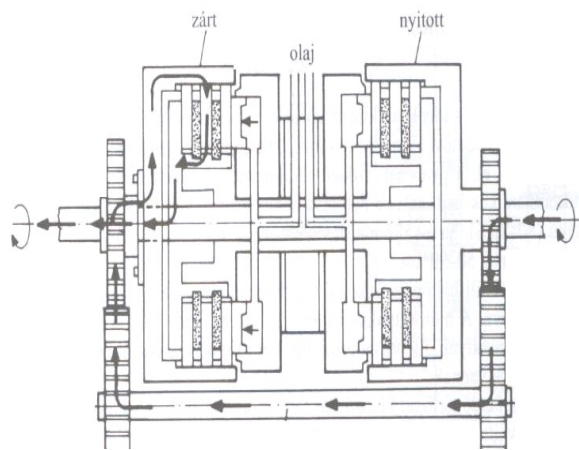
A teljesítmény átvitel hatásfoka: $\eta_{\delta} = \eta_1 = 0,995$

Szorzó rendszerű nyomatékváltókat alkalmazunk, ha többfokozatú hajtást kell megvalósítani. Kialakítása két nyomatékváltó sorba kapcsolását jelenti. A fokozatok számát az egyes váltók fokozatszámának szorzata adja. [2.] Hatásfoka: $\eta_{\delta} = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,995 \cdot 0,995 = 0,99$

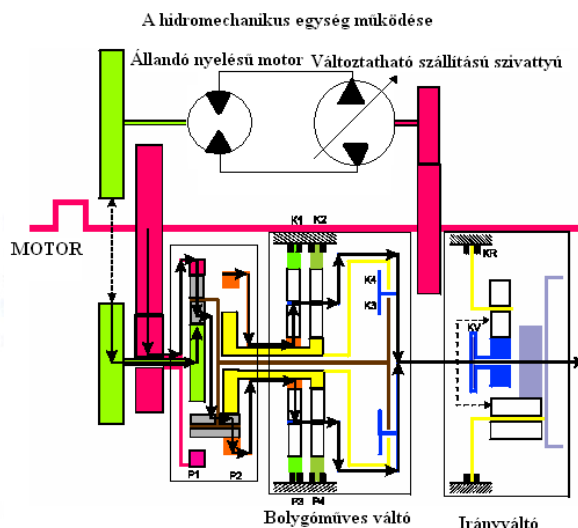
A terhelés alatt kapcsolható áttétel módosító berendezések egyike a PowerShift hajtómű, (5. ábra) amely felépítésében megegyezik más fogaskerekes hajtóművel. A nyomatékátvitel a módosítás változtatásakor csak részlegesen szűnik meg. Alkalmazását az erőgépekkel szembeni nagy nyomatékigény indokolja a munkasebesség csökkenésének megakadályozása érdekében.

Részben vagy teljesen fokozat nélküli váltóművek kialakításával cél a vonóerő hiperbola lekövetése. Megoldás a terhelés alatti fokozatmentes áttétel változtatásra a bolygóműves Wilson-elv. [1.]

A korszerű hidromechanikus, fokozatmentes nyomatékváltók ezen az elven működnek hidrosztatikus hajtással kiegészülve.



5. ábra. Powershift tengelykapcsoló



6. ábra. A fokozatmentes nyomatékvtó elvi vázlat

A 6. ábrán látható, hogy a bolygóműves váltó koszorúkerékét a motor főtengeleyéről mechanikusan hajtják, a napkereket pedig hidrosztatikusan, változtatható fordulatszámmal. [5.] A hajtást a bolygókeréket továbbítják a két fokozatú bolygóműves váltón és irányváltón keresztül a kerekéhez.

Következtetések

A bemutatott teljesítményátviteli elvek és eszközök átfogják az erőgépeknél alkalmazottakat. Megállapítható, hogy a nagy munkanyomaték igény miatt a mechanikus áttételi berendezések a legmegfelelőbbek és a leggyakrabban használtak. Kapcsolási módjuk kialakításában törekednek a terhelés alatti átmenetek megvalósítására. Ennek kialakítását tükrözik a Powershift és a hidromechanikus kialakítási módok, melyek kapcsoláskor rontják az áttételi hatásfokot. További munkánkban a vonóerő és a hatásfok közötti viszony megállapítására vonatkozó kísérletek végzése a cél.

Felhasznált irodalom:

- [1.] ANTAL GY.-CSEH S. *Gépjárműszerkezettan II.* Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1991. 486.p
- [2.] ANTAL G.-MIKLÓS A. *Az MTZ 80 és az MTZ-82 típusjelű traktorok javítása* Mezőgazdasági Kiadó Budapest, 1985. 99-153.p.
- [3.] LAIB L.-VASS A. *Traktorok-Autók* Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Budapest. 1998. 255-273.p.
- [4.] MIKLÓS A. *A nagy teljesítményű traktorok erőátviteli szerkezetének javítása* Mezőgazdasági Kiadó Budapest, 1983 .184.p.
- [5.] New Holland *CVX Transmission* (gyári termékismertető)

Dr. Lengyel Antal főiskolai tanár mg. tudomány 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

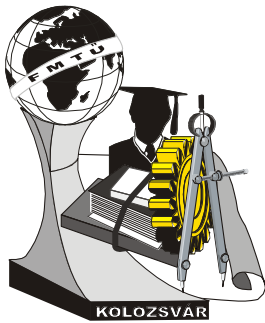
Szegedi Attila főiskolai tanársegéd

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: szegedia@nyf.hu



XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

HENGERES FOGASKERÉK FOGASLÉC SEGÍTSÉGÉVEL VALÓ GENERÁLÁSÁNAK A SZEMLÉLTETÉSE

Böjte György

Abstract

This paper presents a numerical method conceived for determining surfaces generated by cutting process. The method is illustrated for generating of an involut spur gear whit a rack hob. The enveloping process it's numerical simulated and evaluated.

Összefoglalás

A dolgozatban bemutatásra kerül egy numerikus módszer, melyel pontosan meghatározhatóak a forgácsolással generált felületek. Ezt a módszert egy hengeres fogaskerék fogasléccel való generálása esetén mutatjuk be. A burkolás folyamata numerikusan van szimulálva és kiértékelve.

Fogaskerék gyártás elvei

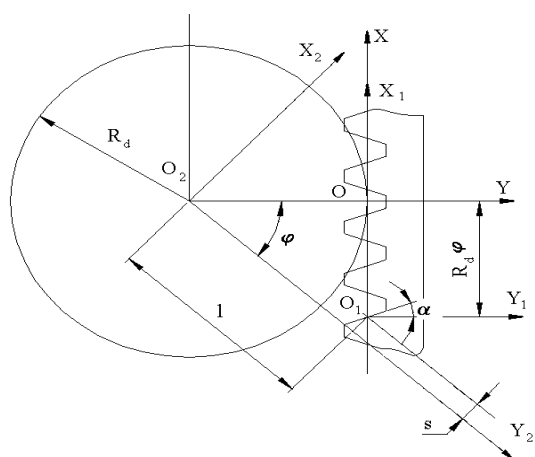
A fogaskerékgyártásban a lefejtő eljárások a legelterjedtebb megmunkálási formák. A fogprofil geometriájának a tanulmányozása nehézkes művelet, mert bonyolult matematikai összefüggések állnak a háttérben. Ennek elkerülése érdekében született meg az ötlet, hogy számítógépen szimulálva a forgácsolási műveletet modellezzük a fogaskereket.

Az alkalmazott CAD módszer, az úgynevezett "kivonásos" módszer abban áll, hogy mint a valóságban a kés kivág a munkadarabból anyagot, úgy számítógépen kivonunk egy testből a forgácsoló szerszámhoz hasonló testet. Míg a valóságban ez folytonosan történik, addig a számítógépen csak diszkrét pillanatokban történik meg a kivonás. A keletkezett testmodell felülete a diszkrét léptetés miatt nem lesz sima, de ha a léptetést elég kicsire vesszük, akkor ez a hiba elhanyagolható. A léptetés finomságát csak a mai számítógépek számítási kapacitása határolja.

A fogaskerekek profilját az a burkológörbe határozza meg amely a fogasléc vágóélét burkolja miközben ez csúszásmentesen legördül a gördülőkörön(1.1 ábra).

$$\begin{aligned}l &= R_d \cos \varphi + R_d \varphi \sin \varphi \\s &= R_d \sin \varphi - R_d \varphi \cos \varphi\end{aligned}\tag{1.1}$$

A fogasléc vágóélének az egyenlete felírható az $O_1X_1Y_1Z_1$ rendszerben a következőképpen:



1.1 ábra: Fogasléc gördülése a gördülőkörön

$$\begin{cases} X_1 = \lambda \cos \varphi \\ Y_1 = \lambda \sin \varphi \\ Z_1 = 0 \end{cases} \quad (1.2)$$

Ezt M_{21} forgatómatrix segítségével átranzformáljuk a $O_2 X_2 Y_2 Z_2$ rendszerbe:

$$M_{21} = \begin{pmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 & R_d (\sin \varphi - \varphi \cos \varphi) \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 & R_d (\cos \varphi - \varphi \sin \varphi) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

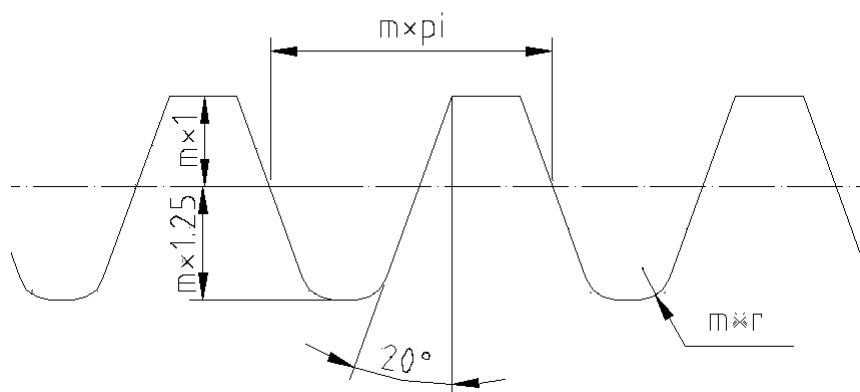
A számítások elvégzése után kapjuk az egyenes sereg egyenletét:

$$\begin{cases} X_2 = R_d \sin \varphi - R_d \varphi \cos \alpha \cos(\alpha + \varphi) \\ Y_2 = R_d \cos \varphi - R_d \varphi \cos \alpha \sin(\alpha + \varphi) \\ Z_2 = 0 \end{cases} \quad (1.4)$$

Amelynek kiszámítva a burkológörbét következik a profil egyenlete, ami egy evolvensgörbe

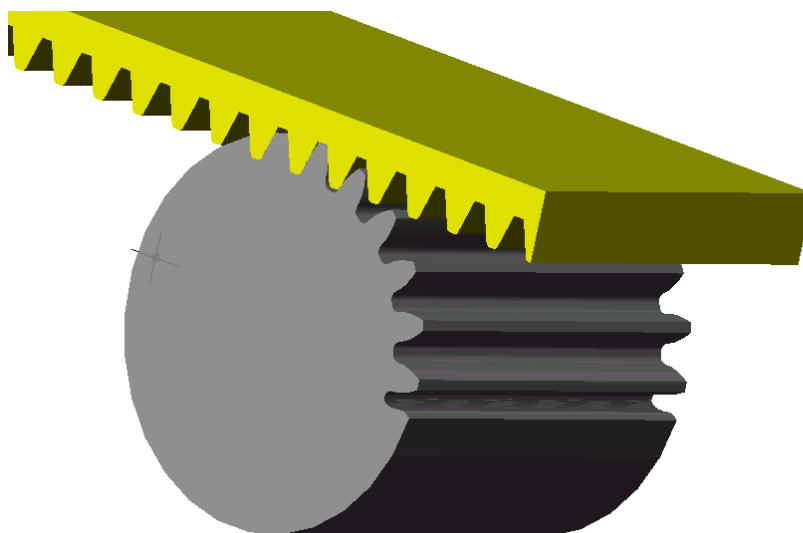
$$\begin{cases} X_2 = \lambda \sin(\alpha + \varphi) + R_d (\sin \varphi - \varphi \cos \varphi) \\ Y_2 = \lambda \cos(\alpha + \varphi) + R_d (\cos \varphi - \varphi \sin \varphi) \\ Z_2 = 0 \end{cases} \quad (1.5)$$

A numerikus módszer elkerüli ezt a nehézkes matematikai számítást. A modellezés Autodesk Mechanical Desktop környezetben történik, a program AutoLISP programozási nyelven van megírva. A generáláshoz felhasználjuk a szabványosított fogaslécet, melynek a méretei a következők [1.2 ábra]:

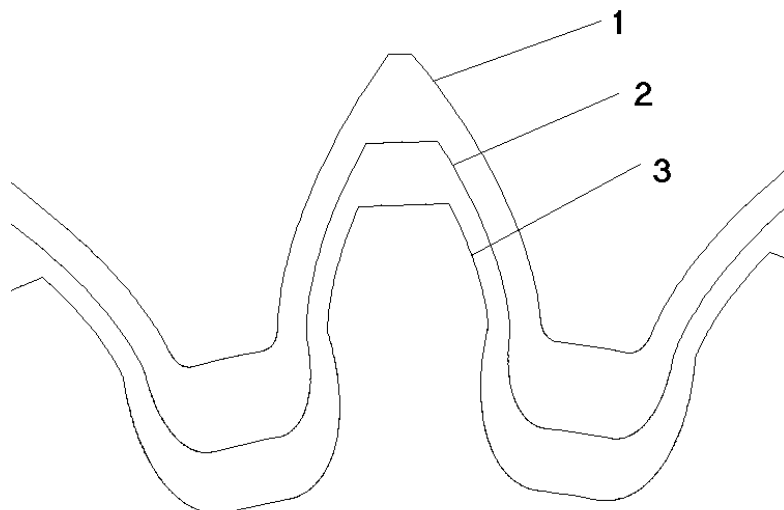


1.2 ábra: Fogasléc méretei a modul függvényében

A program bemenő adatként bekéri a modult, fogszámot, profileltolást, a fogasléc lekerekítési sugarát és természetesen a léptetés precízióját is. Alapértelmezésben homloknézetből fut a szimuláció, de elfordítható bármilyen szög alatt 3D-ben (1.3 ábra).



1.3 ábra: A fogaskerék generálása térben



**1.3 ábra: Profileltolás hatása a fogalakra
1-pozitív, 2-nulla, 3-negatív**

Megfigyelhető, hogy a fog alakjának a változása a profileltolás függvényében:

- pozitív profileltolás esetén a fogkihegyesedés (1)
- negatív profileltolás esetén az alámetszés (3) (1.3 ábra).

A bemutatott CAD eljárás alkalmas bármilyen forgácsolási eljárás végeredményének modellezésére. Modellezhetők a legkülönbözőbb fogaskerekek, ezeknek gyártási hibája, illetve az elkészített testmodellek alkalmasak, a nagy pontosság miatt, virtuális kinematikai vagy dinamikai hajtásvizsgálatokra.

Szakirodalom

[1] Hollanda D., Bazele aşchierii și generări suprafețelor, Universitatea Petru Maior Târgu Mureș, Târgu Mureș, 1996.

[2] Pálffy K. és mások, Fogazott alkatrészek tervezése, szerszámai és gyártása, Gloria kiadó, Kolozsvár, 1999

Böjte György hallgató

E.M.T.E Sapiientia , Marosvásárhely , Műszaki kar , Gépészmérnöki tanszék

Cím: Románia , Marosvásárhely , 540053, Str.Segesvári út 1C

SZERZŐK JEGYZÉKE

A

<i>Aranyos József</i>	123
<i>Árendás Csaba</i>	5

B

<i>Bagyinszki Gyula Dr.</i>	9, 141
<i>Bákai Tamás</i>	15
<i>Baki-Hari Zoltán-Gábor</i>	19
<i>Balajti Zsuzsanna Dr.</i>	23
<i>Bálint Péter</i>	27
<i>Bálint Richárd</i>	255
<i>Bányainé Tóth Ágota Dr.</i>	275
<i>Bányai Tamás Dr.</i>	287
<i>Bárczy Pál</i>	227
<i>Barányi István</i>	205
<i>Barta István</i>	31
<i>Bauer Péter</i>	35
<i>Beleznai Róbert</i>	39
<i>Bíró Szabolcs</i>	43
<i>Bitay Enikő Dr.</i>	5, 47
<i>Bodnár Imre</i>	57
<i>Boros András</i>	39
<i>Borossay Béla</i>	31
<i>Böjte György</i>	399
<i>Branko Katalin</i>	XIX

Cs

<i>Cselényi József Dr.</i>	255é 275, 287
<i>Cserta Erzsébet</i>	61
<i>Csikja Rudolf</i>	65

D

<i>Dán András Dr.</i>	69
<i>Darabont Horváth István</i>	73
<i>Decsi Tamás</i>	77

D

<i>Dévényi László Dr.</i>	205
<i>Dezső Gergely Dr.</i>	331
<i>Dudás Illés Dr.</i>	XXI, 23, 81
<i>Dúl Róbert</i>	85
<i>Dusza Ján Dr.</i>	211

E

<i>Emmer János</i>	227
--------------------	-----

F

<i>Fábien Enikő Réka</i>	89
<i>Falvy Bence</i>	283
<i>Faurné Csukat Gabriella</i>	93
<i>Fazekas Gábor</i>	103
<i>Fegyverneki György</i>	107
<i>Fehér Tamás</i>	111
<i>Felhő Csaba</i>	81
<i>Ferenci Dénes Zsolt</i>	115
<i>Filep Emőd Dr.</i>	281
<i>Fogarasi Lajos Dr.</i>	115
<i>Fülöp Tamás</i>	123
<i>Fűzi Beatrix</i>	127

G

<i>Gergely Attila-Levente</i>	131
<i>Gidró Levente</i>	115, 137
<i>Gömze A. László Dr.</i>	301
<i>Görög Levente Károly</i>	347
<i>Gurzó József</i>	339

Gy

<i>Gyenge Csaba Dr.</i>	XIX
-------------------------	-----

H

<i>Hamerszki Zsolt</i>	141
<i>Hárfás Zsolt</i>	145
<i>Horváth Ákos</i>	149
<i>Horváth Krisztián</i>	153
<i>Horváth Zoltán</i>	157

I

<i>Iclánzan David</i>	161
-----------------------	-----

J

<i>Judák Endre Dr.</i>	119
<i>Johanyák Zsolt Csaba</i>	165, 169

K

<i>Kapros Tibor Dr.</i>	123
<i>Kassai Zsolt</i>	173
<i>Kenéz Lajos Dr.</i>	281
<i>Keppler István</i>	177
<i>Kertész Gábor-Gyula</i>	187
<i>Király Róbert</i>	185
<i>Kiss Péter</i>	69
<i>Korzenszky Péter</i>	119
<i>Kovács György Dr.</i>	255
<i>Kovács Imre Dr.</i>	189
<i>Kovács Máté</i>	193
<i>Kovács Máté</i>	197
<i>Kovács Mihály</i>	201
<i>Kovács Szilveszter Dr.</i>	165, 169
<i>Kovács Tünde</i>	5, 205, 271,
<i>Köves Tibor</i>	211
<i>Krajnyik Károly</i>	215
<i>Kriston Ildikó</i>	219
<i>Kulcsár Gyula</i>	223
<i>Kuzsella László</i>	227, 233

L

<i>Ladányi József</i>	57
<i>László Sándor Elek</i>	237, 347
<i>Lengyel Antal Dr.</i>	243, 395
<i>Lévai Imre Dr.</i>	247

M

<i>Magyari István</i>	201
<i>Marcinka Roderik</i>	309
<i>Marossy Kálmán</i>	227
<i>Mende Tamás</i>	251
<i>Mészáros Ferenc</i>	255
<i>Mezei Sándor</i>	259
<i>Miklósi Péter</i>	263
<i>Mileff Péter</i>	267
<i>Molnár Gyula</i>	271
<i>Molnár Ildikó</i>	351
<i>Molnár József Attila</i>	181

N

<i>Nándoriné Tóth Mária Dr.</i>	247
<i>Nagy Gábor</i>	227
<i>Nagy Sándor Dr.</i>	215
<i>Nagyné Gyüker Mónika</i>	275
<i>Nagyné Halász Erzsébet</i>	271
<i>Nehéz Károly</i>	267
<i>Nemes Zoltán</i>	281
<i>Németh Balázs Ákos</i>	98

O

<i>Oláh Béla</i>	287
<i>Oláh Erzsébet</i>	293
<i>Orbán György</i>	297

P

<i>Paróczai Csilla</i>	301
<i>Peidl László</i>	243
<i>Péter László Dr.</i>	215
<i>Pethő László</i>	5
<i>Petróczki Károly Dr.</i>	123
<i>Petz Zsuzsanna</i>	305
<i>Pinke Péter Dr.</i>	3109
<i>Polányi Zoltán</i>	153
<i>Pósa Márk</i>	355é 359
<i>Pótári Tamás</i>	315
<i>Puskás Nikoletta</i>	319

R

<i>Raisz Iván</i>	227
<i>Réger Mihály Dr.</i>	141, 309
<i>Réti Tamás Dr.</i>	47
<i>Roósz András Dr.</i>	251
<i>Róth Sándor</i>	323

S

<i>Schrempf Norbert</i>	327
<i>Sipos Sándor Dr.</i>	43
<i>Spisák Ottó</i>	331
<i>Suplicz Sándor</i>	XXXI

Sz

<i>Szabó Ferenc</i>	359
<i>Szabó Imre Dr.</i>	233
<i>Szabó Ottó Dr.</i>	335, 339
<i>Szabó P. Balázs</i>	343
<i>Szávai Szabolcs</i>	39
<i>Szegedi Attila</i>	395
<i>Szilágyi Sándor Miklós</i>	237, 347
<i>Szlivka Ferenc Dr.</i>	351
<i>Szűcs András</i>	355, 359
<i>Szűcs István</i>	61, 153
<i>Szűcs István Dr.</i>	123

T

<i>Tarczal Lajos</i>	363
<i>Torkos Zoltán</i>	367
<i>Török Ádám</i>	371
<i>Török Ákos Dr.</i>	305
<i>Tóth László Dr.</i>	327
<i>Tóth Tibor Dr.</i>	255

U

<i>Ujhelyi Gábor</i>	185
----------------------	-----

V

<i>Vajda István Dr.</i>	383
<i>Varga Gyula Dr.</i>	375
<i>Varró Gergely</i>	379

Z

<i>Zádor István</i>	383
<i>Zöldy Máté</i>	387
<i>Zörgő Zoltán</i>	391

Zs

<i>Zsakó Zoltán</i>	281
---------------------	-----

Támogatók

Dr. Báródy Imre – Anglia

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