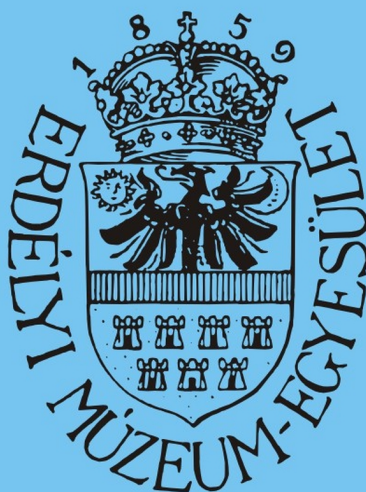


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK



***FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA***

VIII.

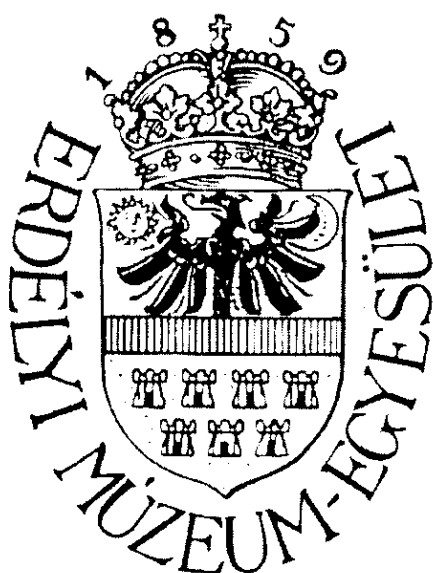


Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa

Kolozsvár, 2003

FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

VIII.



*Kolozsvár
2003 március 21-22*

Dr. Alpek Ferenc

Dr. Anna Béla

Dr. Bitay Enikő

Dr. Branko Katalin

Dr. Csibi Vencel

Dr. Csizmadia Béla

Dr. Danyi József

Dr. Dudás Illés

Dr. Delesega Gyula

Dr. Gribovszki László

Dr. Hollanda Dénes

Dr. Kecskés Mihály

Dr. Kerekes László

Dr. Kodácsi János

Dr. Kovács Magda

Dr. Mester Gyula

Dr. Molnár Károly

Dr. Orbán Ferenc

Dr. Oplatka Gábor

Dr. Pálfalvi Attila

Dr. Réger Mihály

Dr. Réti Tamás

Dr. Roósz András

Dr. Selinger Sándor

Dr. Tisza Miklós

Dr. Turchany Guy

ISBN 973-8231-20-5

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

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

Kiadó:

Erdélyi Múzeum Egyesület

Felelős kiadó:

Sipos Gábor

Szerkesztő:

Bitay Enikő

Műszaki szerkesztő:

Talpas János

Készült 200 példányban, 2003. március 21.

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Gyenge Csaba, Dr. Branko Katalinic ELŐSZÓ	XI
1. Dr. Roósz András A SZERKEZETI ANYAGOK JÖVŐJE - SZIMULÁCIÓS MÓDSZEREK (Számítógépes anyagtudomány).....	XIII
2. Dr. Csizmadia Béla A MODELLALKOTÁS ELVEI ÉS MÓDSZEREI.....	XXIII
3. Forrai Gergely, Kovács Pál Zoltán MECHANIKAI ELEMZÉSEK ALKALMAZÁSA A JÁRMŰIPARBAN.....	1
4. Havasiné Kovács Nikoletta HULLADÉKBEGYŰJTÉS ÉS HULLADÉKHASZNOSÍTÁS.....	5
5. Kovács Péter Zoltán CSŐSZERŰ GYÁRTMÁNYOK ALAKÍTÁSTECHNOLÓGIÁJA.....	9
6. Leskovics Katalin, Lenkeyné Dr. Biró Gyöngyvér POLIETILÉN CSÖVEK ÉS HEGESZTETT KÖTÉSEIK MŰSZEREZETT UTÓVIZSGÁLATA.....	13
7. Polák Helga TISZTÍTÁS NAGYNYOMÁSÚ VÍZSUGÁRRAL.....	17
8. Csukat, G., Gaál, J., Rácz, I., Palócz, Zs. NAGY FORDULATSZÁMÚ KOMPOZIT TÁRCSA FEJLESZTÉSE.....	23
9. Sitkei Lili Eszter A MAGYARORSZÁGI KIS- ÉS KÖZÉPVÁLLALKOZÁSOK INNOVÁCIÓS LEHETŐSÉGEI.....	27

10. Köves Tibor, Tóth László MÉRNÖKI MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK BIZTONSÁGA BEMETSZETT PRÓBATEST HAJLÍTÁSA ESETÉN.....	31
11. Kovács Zsolt MECHANIKUS ROBOTPERIFÉRIÁK MÉRÉSTECHNIKAI VIZSGÁLATA	35
12. Gillemot Ferenc, Uri Gábor, Tatár Levente BAGIRA BESUGÁRZÓ SZONDA.....	39
13. Dobán Orsolya INTEGRÁLT PROJEKTMENEDZSMENT OPTIMALIZÁLÁS.....	43
14. Domokos Péter, Varró Dániel NYÍLT, SVG ALAPÚ KERETRENDSZER METAMODELL-BÁZISÚ MODELLEK AUTOMATIKUS MEGJELENÍTÉSÉRE.....	47
15. Varró Dániel, Domokos Péter A VIATRA MODELLTRANSZFORMÁCIÓS RENDSZER.....	51
16. Gyapay Szilvia PETRI-HÁLÓ MODELLEK FOLYAMATSZINTÉZIS-ALAPÚ ANALÍZISE.....	55
17. Gyönyörű Attila HSM SZERSZÁMPÁLYÁK PROGRAMOZÁSÁNAK SPECIÁLIS VONÁSAI, FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK.....	59
18. Keresztesi Gizella ELID ÉS ESETALAPÚ SZAKÉRTŐRENDSZER (SzR).....	63
19. Pál Jenő ROBOTIZÁLT GYÁRTÁS MÉRÉSTECHNIKAI FELADATAI.....	67
20. Petri Dániel TERVEZÉSI MINTÁK METAMODELLEZÉSE.....	71
21. Polgár Balázs MULTIPROCESSZOROS RENDSZEREK MAXIMUM LIKELIHOOD DIAGNOSZTIKÁJA.....	75
22. Püspöki János, Dr. Lipóth András PÁRHUZAMOS KINEMATIKÁJÚ SZERSZÁMGÉPEK STRUKTURÁLIS LEÍRÁSA.....	79

23. Repcsényi Zoltán, Dr. Szalay Tibor AZ ÁTVITELI FÜGGVÉNYEK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A LINEÁRIS PREDIKCIÓS VEKTOROKRA.....	83
24. Szántai Mihály, Tokai Attila, Kutrovácz Lajos MESTERSÉGES INTELLIGENCIA A TERMELÉSÜTEMEZÉSBEN.....	87
25. Dr. Mikó Balázs, Szántai Mihály ALAKSAJÁTOSSÁG ALAPÚ MODELLEZÉS AZ ECOTEST RENDSZERBEN.....	91
26. Garaguly Kálmán, Tomka Ildikó SZÁMÍTÓGÉPES VÍRUSOK.....	95
27. Kovács Tünde KOPÁSVIZSGÁLATOK TERVEZÉSI SZEMPONTJAI.....	99
28. Baki-Hari Zoltán-Gábor GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁS - A KORSZERŰ TERMÉKFEJLESZTÉS EGYIK ESZKÖZE.....	103
29. Bakos Levente HOLONIKUS GYÁRTÓRENDSZEREK NÉHÁNY ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSAI.....	107
30. Hevesi Zsolt A PROGRAMOZÓI KÉSZSÉGEK FEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI A KÖZÉPISKOLÁKBAN ÉS FELSŐOKTATÁSI INTÉZMÉNYEKBEN.....	113
31. Dr. Gyenge Csaba, Mezei Sándor AZ ALKATRÉSZEK CSOPORTOSÍTÁSA HALMAZELMÉLET SEGÍTSÉGÉVEL.....	117
32. A. Valean, I.Santo, Dr. M. Bulgaru, L.I. Bolboaca VIRTUÁLIS LABORATÓRIUM AZ IPARI METROLÓGIÁBAN.....	123
33. Varga András, Dr. Gyenge Csaba A GÉPKOCSIGYÁRTÁS TÖRTÉNETE ROMÁNIÁBAN.....	127
34. Zsók János Csaba, Dr. Pálfalvi Attila A Fe-C-Mo SZINTERELT ANYAGOK SEM / EDS VIZSGÁLATA.....	133
35. Bringye Bernadett, Pintér Péter A LÉGSZENNYEZÉS HATÁSA A MEZŐGAZDASÁGI KULTÚRÁKRA.....	139
36. Galambos Szilárd AKADÁLYON ÁTHALADÓ GÉPJÁRMŰMODELL LENGÉSVIZSGÁLATA.....	143

37. Bodzán Imre, Dr. Faust Dezső	
„MULTIFUNKCIÓS MEZŐGAZDASÁG” ÉS A KOMMUNÁLIS SZOLGÁLTATÁSBAN ALKALMAZHATÓ MEZŐGAZDASÁGI GÉPEK	147
38. Géczi Gábor	
MATEMATIKAI MODELL MALMI BÚZA DIELEKTROMOS JELLEMZŐINEK MEGHATÁROZÁSÁRA	151
39. Kassai Zsolt	
UNIVERZÁLIS TRAKTOR ELSŐ HÍD RUGÓZÁSÁNAK HATÁSA AZ ÖNVONTATÁSI JELLEMZŐKRE	155
40. Keppler István	
SZEMCSÉS ANYAGOK TERMÉSZETES BOLTOZÓDÁSA ÉS A TÖNKREMENTETELI JELLEMZŐK KAPCSOLATA	161
41. Korzenszky Péter, Judák Endre, Kovács Gábor, Fogarasi Lajos	
MEZŐGAZDASÁGI SZEMESTERMÉNYEK ÉS ÖRLEMÉNYEK HŐ VEZETÉSI KÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA MÉRŐ AUTOMATA SEGÍTSÉGÉVEL	165
42. Dr. Kovács Imre	
DÖNTÉSI TÉNYEZŐK PRIORITÁSAI A MEZŐGAZDASÁGI MUNKAGÉPEK BERUHÁZÁSÁBAN	169
43. Kovácsné L. Mariann	
A TEJ MIKROHULLÁMÚ KEZELÉSÉNEK VIZSGÁLATA	173
44. Dr. Hajdú József, Magó László	
A MEZŐGAZDASÁGI GÉPESÍTÉS JELLEMZÉSE A GAZDASÁGI ÁTALAKULÁST KÖVETŐ ÉVEKBEN A MAGYARORSZÁGI TAPASZTALATOK ALAPJÁN	177
45. Pető Vilmos	
SZÁLASTAKARMÁNYOK BETAKARÍTÁSÁNÁL ALKALMAZOTT KÖRNYEZETSZENNYEZŐ MŰANYAGOK KIVÁLTÁSI LEHETŐSÉGÉNEK KUTATÁSA	181
46. Ragoncza Ádám	
KOMPOSZTÁLÁS ALKALMAZHATÓSÁGA KISÜZEMI SERTÉSTARTÓ GAZDASÁGOKBAN	185
47. Váczy Gábor	
A TEJ DIELEKTROMOS JELLEMZŐJÉNEK VIZSGÁLATA	189
48. Fülöp György, Dr. Horváth Mátyás, Dr. Kodácsy János	
GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁS MARÁSSAL	193

49. Dr. Kodácsy János, Pintér Zsuzsanna, Pokriva Péter REVERSE ENGINEERING MÓDSZERREL ELŐÁLLÍTOTT FELÜLETEK MINŐSÉGE.....	199
50. Bárczy Tamás, Kaptay György AZ INFILTRÁCIO ELMÉLETI ALAPJAI.....	205
51. Barkóczy Péter, Roósz András, Geiger János DINAMIKUS ÚJRAKRISTÁLYOSODÁS SZIMULÁCIÓJA.....	211
52. Fényi Balázs, Dr. Hegman Norbert, Lukács Sándor AMALGÁMOS KOMPAKT FÉNYCSÖVEK BEKAPCSOLÁSI KARAKTERISZTIKÁJÁNAK JAVÍTÁSA.....	215
55. Nagyné Gyüker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József ELEKTRONIKUS TERMÉKEKET ÖSSZESZERELŐ HÁLÓZATOK BESZÁLLÍTÓI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSA KÖLTSÉGFÜGGVÉNYEK ALAPJÁN.....	221
54. Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ ÖSSZESZERELÉS KÖLTSÉGTÉNYEZŐINEK ÉRTELMEZÉSE.....	224
55. Hegman Norbert és Balogh Zsolt KERÁMIA ALAPÚ FÉKTÁRCSA HŐ-SOKK TERHELÉSÉNEK A MODELLEZÉSE.....	229
56. Kis-Pál László, Roósz András AZ $\text{Al}_6\text{Si}_4\text{Cu}$ ÖTVÖZET KRISTÁLYOSODÁSÁNAK VIZSGÁLATA.....	233
57. Kollár Mariann, Marossy Kálmán, Bárczy Pál MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK VÁLTOZÁSA KLÓROZROTT POLIETILÉNNEL (CPE) MÓDOSÍTOTT POLIVINIL-KLORIDBAN (PVC).....	237
55. Kovács Jenő, Gácsi Zoltán RÉSZECSKE ELRENDEZŐDÉS JELLEMZÉSE Al/SiC KOMPOZITBAN.....	241
59. Kozsely Gábor, Tranta Ferenc VASÖTVÖZETEK FÁZISÁTALAKULÁSAINAK DILATOMÉTERES VIZSGÁLATA ÉS SZÁMÍTÁSA.....	247
60. Kövér Zsuzsanna Ilona, Roósz András A Fe-Cr KÉTALKOTÓS EGYENSÚLYI FÁZISDIAGRAM SZÁMÍTÁSA ESTPHAD MÓDSZERREL.....	255

61. Kuzsella László, Bárczy Pál KOPÁSÁLLÓSÁG KVANTITATÍV JELLEMZÉSE ABRAZÍV ANYAGOK ESETÉN.....	EMe 259
62. Mende Tamás, Roósz András A Cu-Sn ÖTVÖZETRENDSZER EGYENSÚLYI FÁZISDIAGRAMJÁNAK KÖZELÍTŐ SZÁMÍTÁSA ESTPHAD MÓDSZERREL.....	263
63. Molnár Dániel ÖNTVÉNYEK DERMEDÉSÉNEK VÉGES-ELEMES SZIMULÁCIÓJA.....	267
64. Berki Gábor FIATAL TUDOMÁNYÁG-A TARTALOM TUDOMÁNYA.....	271
65. Nagy Ákos, Hegman Norbert FESTÉKBEVONATOK TAPADÁSÁNAK VIZSGÁLATA.....	275
66. Póliska Csaba, Gácsi Zoltán AZ OLVADÉK ÁRAMLÁS HATÁSA A DENDRIT ALAKJÁRA.....	279
67. Gácsi Zoltán, Sárközi Gábor SZEGMENTÁLÁS KÉPI MINTA ALAPJÁN.....	285
68. Simcsák Attila GÉPBEÁLLÍTÁSI PARAMÉTEREK HATÁSA NYOMÁSOS ALUMÍNIUM ÖNTVÉNYEKRE.....	289
69. Svéda Mária, Roósz András, Búza Gábor Al-Pb MONOTEKTIKUS FELÜLETI RÉTEGEK VIZSGÁLATA.....	293
70. Szálai Ibolya, Gácsi Zoltán GÖMBGRAFITOS ÖNTÖTTVAS SZÖVETSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATI MÓDSZEREI.....	297
71. Szemanik Anita, Bárczy Pál, Marossy Kálmán A KLÓROZOTT POLIETILÉN (CPE)-POLIETILÉN (PE) RENDSZEREK SZERKEZETVIZSGÁLATA.....	301
72. Tomolya Kinga, Gácsi Zoltán SiC SZEMCSÉK BEVONÁSA.....	305
73. Veres Zsolt, Roósz András HEUSLER ÖTVÖZET KRISTÁLYOSÍTÁSA.....	311

74. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József

IONKRISTÁLYOK POTENCIÁLIS ENERGIÁJÁNAK SZÁMÍTÁSA
MIKROFORGÁCSOLÁS SZIMULÁCIÓJÁHOZ.....315

EME

75. Dr. Szabó Ottó, Gurzó József

IONKRISTÁLYOK MIKROFORGÁCSOLÁSÁNAK SZÁMÍTÓGÉPI PRÓBA-
SZIMULÁCIÓJA319

76. Deritei György, Dr. Bitay Enikő

A KLASSZIKUS ZENEKAR HANGSZEREINEK BEMUTATÁSA MULTIMÉDIÁS
ESZKÖZÖKKEL.....323

77. Monika Románová

TERVEZET A MUNKAKÖRNYEZET KOMPLEX ÉRTÉKELÉSÉRE.....327

78. Katarína Barnová

A SZLOVÁK KARSZT-BIOSZFÉRA REZERVÁTUM.....331

79. Dr. Végyári Ferenc

ELLENNYOMÁS ALKALMAZÁSA RUGALMAS KÖZEGGEL TÖRTÉNŐ
KIVÁGÁSNÁL339

SZERZŐK JEGYZÉKE343

ELŐSZÓ

Tisztelt kollégák, kedves fiatal műszakiak!

Az Erdélyi Múzeum-Egyesület Műszaki Tudományok Szakosztálya örömmel nyugtázza, hogy immár nyolcadszor sikerül megszerveznünk ezt az értékes találkozót és, amint a résztvevők számából megállapítható, az érdeklődés tovább nő. Ez a lényeges szempont bizonyítja, hogy rendezvényünk helyesen célozta meg mind az érdeklődési kört, mind a tematikát. Különleges örömmel tölt el, hogy a résztvevők egyre több ország területéről érkeznek. Most már nyugodtan mondhatjuk, hogy a **FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA** a Kárpát-medencei fiatal magyar kutatók, diplomatervezők, doktoranduszok, fiatal egyetemi oktatók, rendszeres tudományos rendezvényévé nőtte ki magát. Szintén említésre méltó, hogy az idei rendezvényre szép számban jelentkeztek az erdélyi ipari vállalatok fiatal mérnökei. Ugyanakkor idén is biztosítani tudjuk - nagyszámú és magas képesítésű oktatók részvételével - a folyamatos, igényes szakmai bírálatot mind a kiadványban megjelenő tudományos dolgozatok szempontjából, mind a szekcióban való bemutatásuk és megvitatásuk alkalmával.

Ismeretes, hogy a 21. évszázadot a tudományos kutatás évszázadának nevezték ki. Az FMTÜ szervezőbizottsága reméli, hogy a 8. FMTÜ a maga részével hozzájárul ahhoz a világméretű programhoz, amelynek célja, hogy a korszerű tudományos kutatások fejlesztésével a Föld lakói számára minél jobb életszínvonalat lehessen biztosítani, és a nagyon megviselt környezetet hatékonyabban megvédeni és konzerválni. Az FMTÜ-nek sikerült több nemzetközi programba beilleszkedni: megemlíteném a CEEPUS programot (résztvevőink elég nagy része ennek a programnak a keretében vesz részt a 8. FMTÜ-n), emellett szép számban vannak jelen fiatal kutatók a budapesti, miskolci, kecskeméti, gödöllői, nagyszombati, kassai egyetemekkel, valamint a tapolcai Bay Zoltán Alkalmazott Kutatások Intézetével való kétoldalú megállapodásoknak köszönhetően.

A kötetbe azok a dolgozatok kerültek be, amelyeket a tudományos bizottság megfelelőnek tartott, és reméljük, hogy ez a sok, hasznos tudományos információt tartalmazó kötet értékes eszköz lesz mind a fiatal kutatóink, mind azok számára, akik - korukat tekintve - már nem a legfiatalabbak, de érdeklődnek az új kutatási irányzatok és eredmények iránt.

Örömmel tudatjuk kedves tagtársainkkal és az FMTÜ résztvevőivel, hogy a szakterületünkön a közép- és kelet-európai tudományos szervezeteket összekötő **DAAAM** egyesület (**Donau Adria Association for Automation and Manufacturing**), vállalta, hogy ezentúl az FMTÜ-konferenciákat e neves egyesület védnöksége alatt rendezzék meg.

A **DAAAM International** egyesületet 1990. november 5-én alapították **Dr.Branko Katalinic** professzor kezdeményezéseként, a bécsi Műszaki Egyetem 175. évfordulója alkalmából rendezett első DAAAM konferencia alkalmával. A DAAAM egyesület fő célkitűzése, hogy egy nemzetközi fórumot biztosítson a mérnökök, tudományos kutatók és ipari szakemberek részére. Az egyesület egyik fő érdeme, hogy minden nacionalista, politikai, személyi érdektől mentes.

Az egyesület fő céljai:

- A tudományos és műszaki ismeretek, valamint a kutatók cseréje;
- Nemzetközi együttműködés a tudományos kutatók, mérnökök és oktatók között;
- Kutatásfejlesztési, oktatási és ipari alkalmazások;
- Együttműködés a különböző országok szakegyesületei között.

A DAAAM egyesület vezetősége nevében Dr. Branko Katalinic professzor örömmel üdvözlí a 8. FMTÜ konferenciát, sok sikert kíván, és reméli, hogy a továbbiakban az EME Műszaki Szakosztálya a DAAAM egyesület tudományos védnöksége alatt még hasznosabban fogja tudni összefogni és irányítani az erdélyi magyar műszakiak szakmai tevékenységét. Ehhez hozzájárul az is, hogy az egyesület romániai bizottságának elnöke ugyanaz a személy, aki ennek a rendezvénynek az elnöke.

A 8. FMTÜ Tudományos Bizottságának Elnöke



Dr. Gyenge Csaba

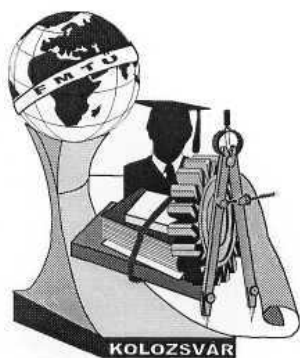
Kolozsvár, 2003. március 2.

A DAAAM International Alapító Elnöke



Professor, Dr.H.c.multi. Branko Katalinic

Vienna, 2003. március 7.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A SZERKEZETI ANYAGOK JÖVŐJE - SZIMULÁCIÓS MÓDSZEREK

(SZÁMÍTÓGÉPES ANYAGTUDOMÁNY)

Roósz András

Bevezetés

A szerkezeti anyagok (fémek és ötvözeteik, kerámiák, műanyagok, kompozitok) fejlesztése még a legutóbbi időkben is még az eddigi elméleti és gyakorlati ismeretekre alapozva, de jobbra próbálkozással történt. A jövő század anyagait azonban bizonyosan nem lehetséges ezekkel a módszerekkel kifejleszteni. A nem túl távoli jövő feladata olyan eljárások (szimulációs technikák) kidolgozása, amelyekkel képesek leszünk u.n. első elvekből levezetni valamely összetétel és gyártási technológia ismeretében a tervezett anyag tulajdonságait. Ezt van hivatva szolgálni a Számítógépes Anyagtudomány (Computational Materials Science).

Az anyag jellemzői és a tulajdonságai közötti kapcsolat

A szerkezeti anyagok tulajdonságait a kémiai összetételük és a szerkezetük határozza meg. Mindkét anyagjellemző ismerete fontos, hiszen azonos összetételű de különböző szerkezetű anyagok tulajdonságai éppúgy nagyon különbözőek lehetnek, mint az azonos szerkezetű de különböző összetételű anyagok tulajdonságai. Az első állításra jó példa a 0.8 tömeg % korbont tartalmazó acél. Lassú hűtés után az acél mikroszerkezete kétfázisú (szilárdoldat és vegyület) lemezes szerkezet, perlit (La. ábra). Keménysége - a lemezek közötti távolság függvényében 150-250 HV. Ugyanez az acél gyors hűtés után martenzites szerkezetű (l.b. ábra, erősen torzult rácsú szilárdoldat) amelynek keménysége a 900 V-t is elérheti. A 2.a. ábrán látható Al-11.4 tömeg % Si ötvözet kétfázisú (szilárdoldat és Si) eutektikum, u.n. szilumin. A 2.b. ábrán Fe-4.3 tömeg % C ötvözet, fehér öntöttvas látható, ami keletkezése pillanatában szintén kétfázisú eutektikum (szilárdoldat és vegyület). A két szerkezet tulajdonságai között a különbség igen jelentős, a szilumint melegen igen jól lehet alakítani, míg a fehér öntöttvas rideg, alakíthatatlan. Az anyagok kémiai összetétele, mikroszerkezete előállításuk során alakul ki. Ha ismerjük a gyártási paraméterek és a szerkezet, valamint a kémiai összetétel, a szerkezet és a tulajdonságok kapcsolatát, akkor lehetőség nyílik az anyagok tervezésére.

A szimuláció szintjei

A szimuláció történhet atomi-, nano-, mikro- és makro- szinten. Az **atomi** szinten való szimuláció (a sok ion, sok elektron probléma megoldása) alapadatokkal szolgálhat a további szimulációs szintek számára. A Hamilton egyenlet megoldása útján megkaphatjuk azokat az atomok közötti kötési energiákat (2.ábra.) melyek felhasználásával meghatározhatók a rendszerben előforduló fázisok szabadentalpiája a koncentráció és a hőmérséklet függvényében (3.a. ábra.) Ezen függvények segítségével megadhatók az adott hőmérsékleten egymással egyensúlyt tartó fázisok és azok összetétele, ily módon közvetlenül kiszámíthatók az egyensúlyi fázisdiagramok vonalai. Hasonlóan meghatározható egy atom mozgékonyasága egy adott rácsban, így kiszámíthatók a diffúziós együtthatók. A fajhő értékének kiszámítása (erre már Einstein is adott egy megoldást) egyrészt a szabadentalpia értékek meghatározásánál, másrészt a makro (többnyire hőtechnikai) szimulációknál jelent könnyebbiséget. Ezek az adatok ma még nagyjából csak mérésekből állnak rendelkezésre.

Az atomi szintű szimulációk által szolgáltatott alapadatok felhasználásával alkalmas fizikai modellekre épített matematikai modellek és a matematikai modellekben szereplő differenciálegyenlet rendszerek megoldását biztosító szoftverek segítségével elvégezhetők a nano-, mikro- és makro- szintű szimulációk.

A **nano** szerkezetek (néhány tíz vagy száz atomból álló struktúrák) fejlesztése, vizsgálata az utóbbi néhány év slágere. Az USA-ban kormány szintű program indult a nano szerkezetek kutatása területén. A nano szintű szimuláció a következő években -követve az ilyen jellegű kutatások robbanásszerű fejlődését- szintén nagymértékű fejlődés előtt áll.

A **mikro** szintű szimulációkkal az anyagok mikroszerkezete - a fázisok minősége, mennyisége és morfológiája - határozható meg. A termodinamikai szimulációval az egyensúlyi fázisok minősége és mennyisége, míg a fázis átalakulási folyamatok szimulációjával a morfológiai részletek valamint az egyensúlytól való eltérések számíthatók ki. Az 5. ábrán a képlékeny alakítás és az azt követő újrakristályosodás szimulációjára mutatok be egy példát. A hőntartás során kialakult viszonylag nagy szemcsékből álló darabot (5.a. ábra) hengerléssel alakítva (5.b. ábra) a szemcsék megnyúlnak, energiájuk megnő. A hengerlés után ugyanazon a hőmérsékleten tartva a darabot a szemcsehatárokon új, kisebb energiájú (az egyensúlyhoz közelebb álló) szemcsék (csírák) keletkeznek (5.c. ábra), majd ezek növekedésével az egész szerkezet újrakristályosodik (5.d. ábra). Az újrakristályosodással létrejött szemcseszerkezet finomabb, kisebb szemcsékből áll.

A **makro** szintű szimuláció a kristályosodás során áramló olvadék valamint a különböző technológiai folyamatoknál a (kristályosodás, melegalakítás, hőkezelések) a darabban kialakuló hőmérséklet mezők számítását jelentik.

Ezek a szimulációk szolgáltatni fogják az anyagok szerkezetét és a szerkezetekhez kapcsolódó fizikai, kémiai és mechanikai tulajdonságait.

Szimulációs technikák

A matematikai modellekben szereplő differenciál egyenletek alapvetően kétféle módszerrel oldhatók meg. A számítástechnika robbanásszerű fejlődését megelőzően az analitikus (determinisztikus) megoldások játszották a fő szerepet. Ezeknek a megoldásoknak nagy hátrányuk volt, hogy rendkívül komplikált egyenletekre vezettek, igen sok esetben zárt alakban megoldás nem is létezett. Másik hátrányuk, hogy az egyenletekben szereplő hőmérsékletfüggő fizikai paraméterek (pl. diffúziós együttható, fajhő, hővezető képesség) hőmérsékletfüggését nem lehetett figyelembe venni. A kapott eredmények nem voltak szemléletesek, csak a változók átlagértékeit lehetett meghatározni (pl. a már említett újrakristályosodásnál az átalakult térfogat hányadot lehetett kiszámítani, azonban az egyes szemcsék viselkedéséről nem lehetett információt kapni). A különböző numerikus eljárások (véges differencia, véges elemes módszerek) segítségével számos differenciálegyenlet könnyen megoldhatóvá vált, igaz azon az áron, hogy a számítási igény nagyságrendekkel megnőtt. Mivel a numerikus eljárások eredményei jelentős mértékben függenek attól, hogy a differenciálegyenletekben szereplő végtelenül kis értékeket mekkora véges értékekkel helyettesítjük, a számítások pontosságát ellenőrizni kell. Az ellenőrzéshez ma is az analitikus megoldások által szolgáltatott eredményeket használjuk. A numerikus módszerek, bár számos területen jelentős előrelépést hoztak, a szemléletességen nem javítottak. Igen nagy előrelépést hozott ezen a területen a valószínűségi elven alapuló technikák (Potts, Monté Carlo, Cella Automata) kidolgozása és elterjedése. Igaz, ezek elterjedését a számítástechnika nagyarányú fejlődése tette lehetővé. Az 5. ábrán bemutatott szimulációt Cella Automata módszerrel végeztük. A kétdimenziós szimulációnál a cellák száma $200 \times 200 = 40\,000$ volt, egy szimulációs lépéshez kb. 1 másodperc CPU idő szükségeltetett (360 MHz, Celeron CPU). A folyamat modellezéséhez néhány ezer lépés - így néhány óra- kellett. A térbeli szimuláció esetén ez az érték $200 \times$ nagyobb, ami újabb jelentős számítási igényt jelent. A parallel processzoros (Magyarországon két helyen is építettek) számítógépeket kifejezetten az ilyen problémák megoldására fejlesztették ki.

A szimuláció lépései

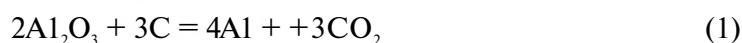
A szimuláció az alábbi lépésekre bontható (6. ábra.)

- a fizikai modell megalkotása
- a matematikai modell felírása
- szoftver írás
- számítások végzése és a számítások pontosságának ellenőrzése
- a számítások ellenőrzése kísérleti adatokkal
- az új ismeretek felhasználása a szimuláció továbbfejlesztéséhez

A szimuláció kezdetekor valamely anyagról vagy folyamatról korlátozott ismeretekkel rendelkezünk. A szimuláció eredményeként kapott új ismeretek felhasználhatók a szimuláció továbbfejlesztéséhez vagy az iparban az anyagok tulajdonságainak javítására illetve folyamatok irányítására.

A szimulációk eredményei

A szimulációk változatos eredményre vezethetnek. Egy, a szerkezeti anyagot előállító folyamat esetében a termodinamikai számítások megadhatják azt az energiát, ami minimálisan szükséges a folyamathoz. A folyamat szimulációja alapján készített energiamérleg kimutathatja, hogy a technológia melyik pontján lehet és érdemes változtatni annak érdekében, hogy a felhasznált energia mennyisége csökkenjen. Alumínium olvadék elektrolízissel történő előállításánál az alábbi bruttó kémiai reakció megy végbe:



A termodinamikai egyenletek felhasználásával kiszámított minimálisan szükséges energia 6.34 kWh/kg alumínium. A legfejlettebb technológiával dolgozó üzemek ezzel szemben ≈ 11 kWh/kg energia felhasználásával állítják elő az alumíniumot. (Megjegyzendő, a magyar üzemekben ez az érték lényegesen nagyobb). Látható, hogy az energiafálgó kohászati üzemekben is lényeges tartalékokat tárhat fel a szimuláció.

Mint a fenti példa is mutatja, a szimuláció segítségével ismert anyagokról, folyamatokról pontosabb ismeretek kaphatók. Jó szimuláció kidolgozásához nagyon alaposan végig kell gondolni a folyamatot, amit szimulálni akarunk, és a lehetőség szerinti (a rendelkezésre álló ismeretek korlátain belül) legjobb fizikai modellt kell kidolgozni. Sok esetben a fizikai modell kidolgozása során is új ismeretekhez jutunk, például választ kaphatunk a *miért* kérdéseire. A kísérletekkel ellenőrzött számításokkal a *hogyan* kérdéseire találhatók meg a válaszok. Ezek jelentős előrelépést jelentenek a kísérletekhez képest, mert a kísérletekkel csak az tárható fel, hogy *mi történik*.

A szimulációs csapat

A műszaki tudományok területén a szimulációk többnyire ipari problémák megoldását célozzák, még akkor is, ha a kidolgozott eljárások bevezetése az iparban nem túl egyszerű. A szimulációs csapat optimális felépítését a 7. ábra mutatja. Az akadémiai (egyetemi) csoport rendelkezik az elméleti ismeretekkel, többnyire az ötlet is innen származik. A szoftvereket a fiatal kutatók (PhD hallgatók, posztgraduálisok) dolgozzák ki, akik magas szintű számítástechnikai ismeretekkel rendelkeznek. Ha a szimuláció nem kizárólag ismeretszerzést szolgál, hanem az ipari bevezetés is cél, szükséges egy ipari csoport is, akik a technológia részleteit megfelelő részletességgel ismerik, de elméleti ismeretekkel is rendelkeznek. Ez a csoport az ipari kutatóintézetekben található a fejlett ipari országokban. A kidolgozott szoftvert az ipari szoftveres csoport veszi át, és amennyiben szükséges, adaptálja azt az ipari körülményekre. A felhasználóknak sem elméleti ismeretekkel, sem

szoftveres (szoftver írási) ismeretekkel nem kell rendelkezni, kizárólag a szoftver kifogástalan működtetését kell biztosítani.

Sajnálatos módon Magyarországon akadémiai kutatóhely a fémes szerkezeti anyagok terén nem létezik. Léteznek apró akadémiai kutató csoportok, egyetemi tanszékeken is folyik elszigetelten kutatás a fémes szerkezeti anyagok területén, de a kritikus tömeget sehol sem érik el. *Megoldást jelenthetne, ha az egyébként esetenként jól felszerelt egyetemi tanszékek mellett már működő kutatócsoportok létszámát a kritikus tömeg (5-8 kutató, 5-10 PhD hallgató) fölé emelnénk.*

Példa egy komplex szimulációra

A fémes szerkezeti anyagok területén az egyik legfejlettebb az öntvények dermedésének szimulációja.

A szimuláció az alábbi lépésekből áll:

- öntvényrajz készítés CAD rendszerben
- forma és beömlő tervezés
- háló generálás
- formatöltés szimulációja
- hőmérsékletmező szimulációja
- mikroszerkezet szimulációja
- feszültség szimuláció
- tulajdonság szimuláció.

A szimuláció véges elem vagy véges differencia módszert használ az olvadákáramlás, a hőmérséklet mező és a feszültség állapot kiszámításához. A mikroszerkezet jellegzetes paramétereinek meghatározása után a megfelelő összefüggések ismeretében a tulajdonságok is becsülhetők. A 8. ábrán egy szelepház rajza látható a számításokhoz generált hálóval.

Anyagtervezés a XXI században

A szimulációs technikák fejlődésével az anyagtervezés alapvetően meg fog változni. A XX. században az ismereteket könyvekben, atlaszokban gyűjtöttük. Ezek az adatok a szimulációk számára közvetlenül nem használhatók, ezért mindenekelőtt a már megszerzett ismeretek feldolgozásával adatbankokat hozunk létre. Az adatbankok fogják tartalmazni az alapadatokat, melyeket molekula dinamikai szimulációk eredményeként kapunk (pl. egyensúlyi fázisdiagramok). Az alapadatokat ismeretében a nano és mikro szintű szimulációkat igen nagyszámú paraméter együttes esetére lefuttatva számos származtatott adatmező jön létre melyek a nano és mikroszerkezet jellegzetes paramétereit tartalmazzák (pl. átalakulási diagramok). A szerkezeti paraméterek és a tulajdonságok közötti kapcsolat ismeretében előáll a felhasználó számára legfontosabb adatmező, amelyekből a tulajdonságok határozhatók meg. A három adatmező felhasználásával az összetétel és a technológia ismeretében egyszerű módon meghatározható lesz a várható tulajdonság. Az adatmezők nyilván

fordítva is használhatók, adott tulajdonság együtteshez kikereshető a legmegfelelőbb anyag és technológia. A szimulációk alkalmasak lesznek új anyagok, valamint az anyagok előállításának tervezésére. A fent leírtaknak már számos eleme létezik. Nagymértékben gátolja azonban az elterjedést az, hogy egyelőre az adatok, valamint a szimulációs szoftverek jelentős része nagy értékű kereskedelmi áru.



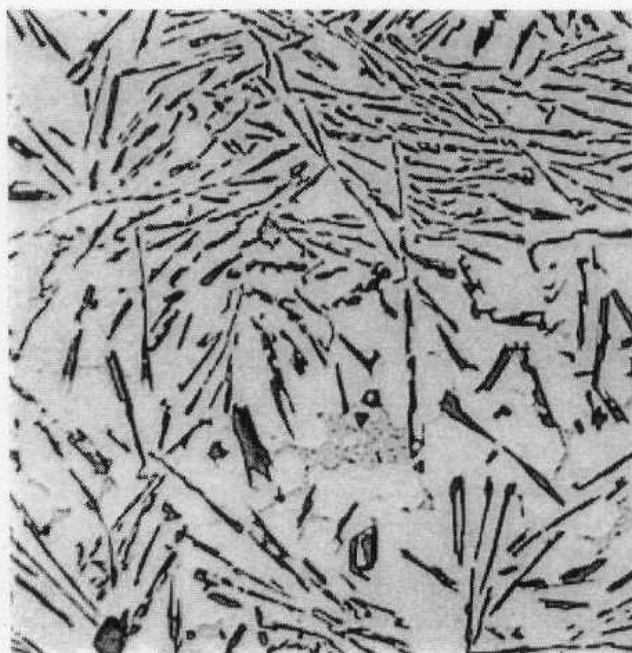
1.a. ábra. Fe-0.8t% C, perlit

Nagyítás: 1000x



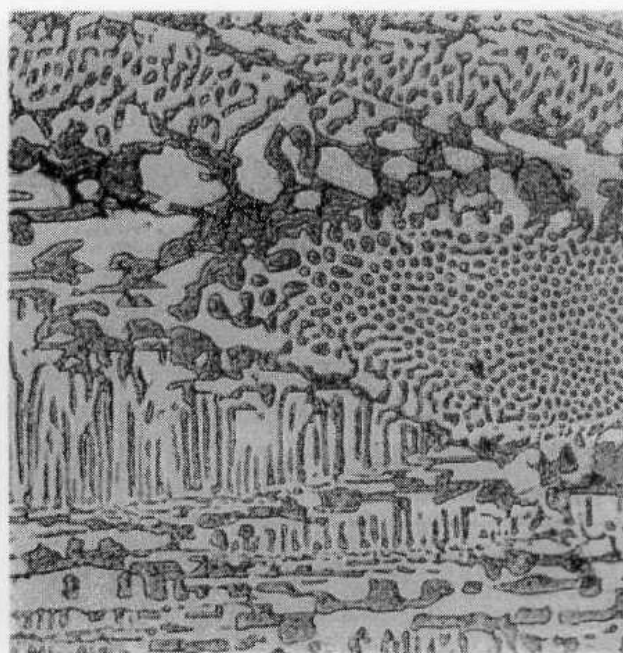
1.b. ábra. Fe-0.8 t% C, martenzit

Nagyítás: 1000x



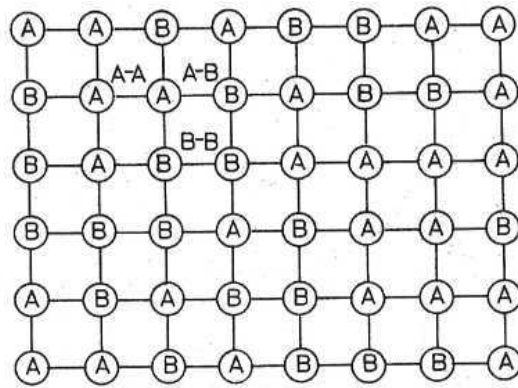
2.a. ábra. Al-11.4t% Sí, eutektikum

Nagyítás: 250x

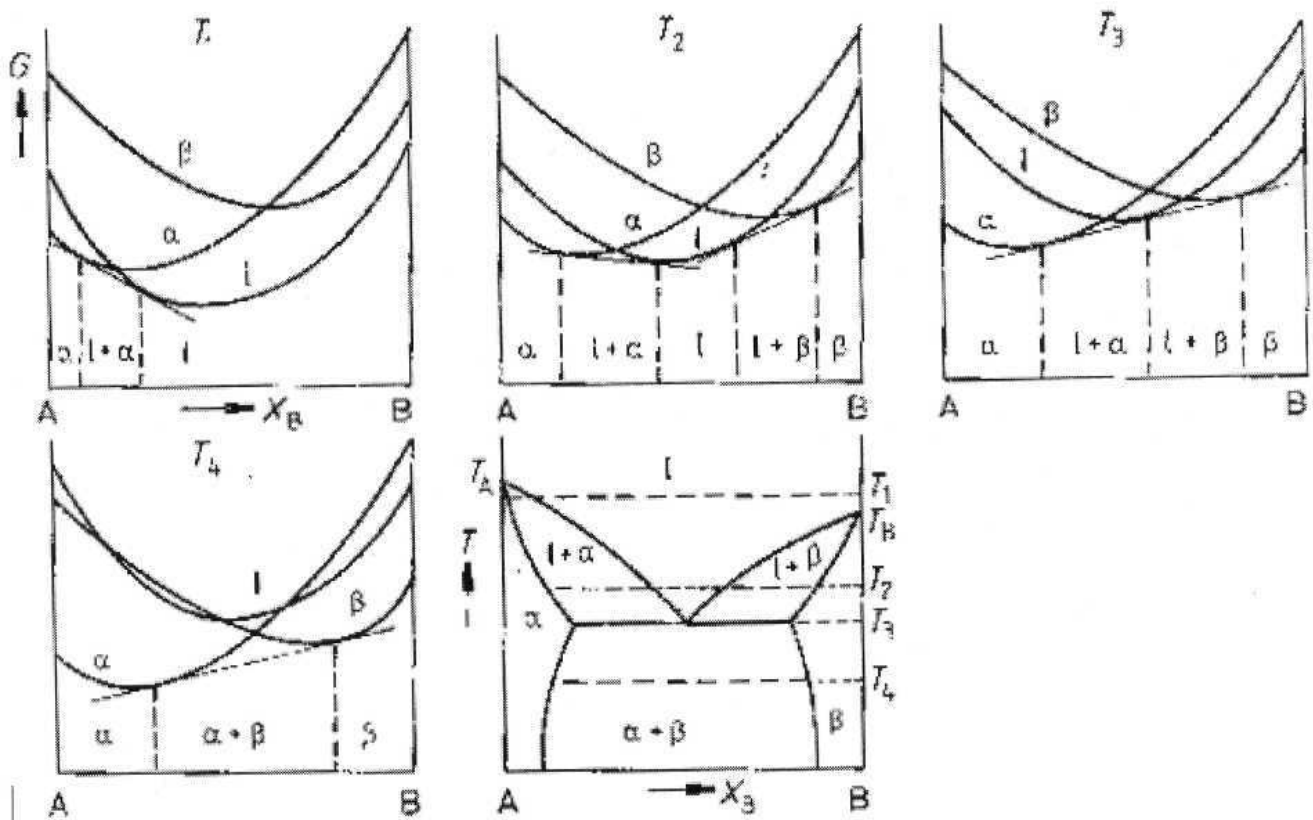


2.b. ábra. Fe-4,3 t% C, eutektikum

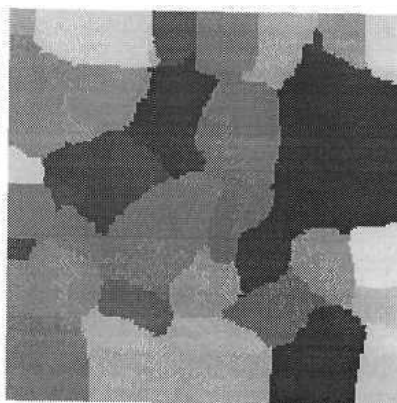
Nagyítás: 250x



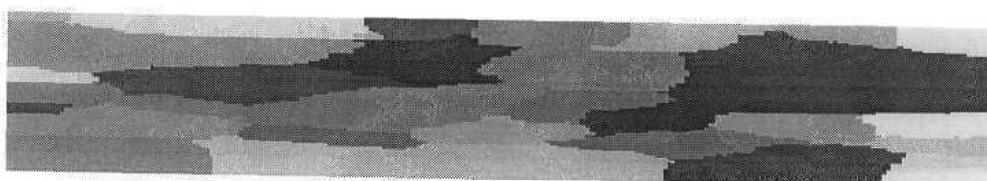
3. ábra. Kötési energiák az atomok között



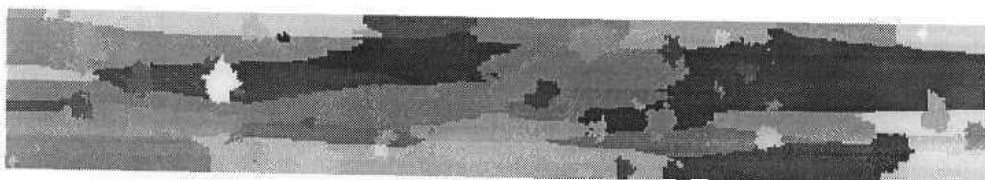
4. ábra. Szabadentalpia görbék és a származtatott egyensúlyi fázisdiagram.



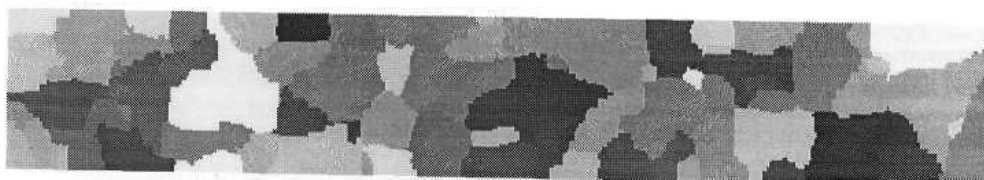
5.a. ábra. A hőntartásnál kialakult szemcseszerkezet



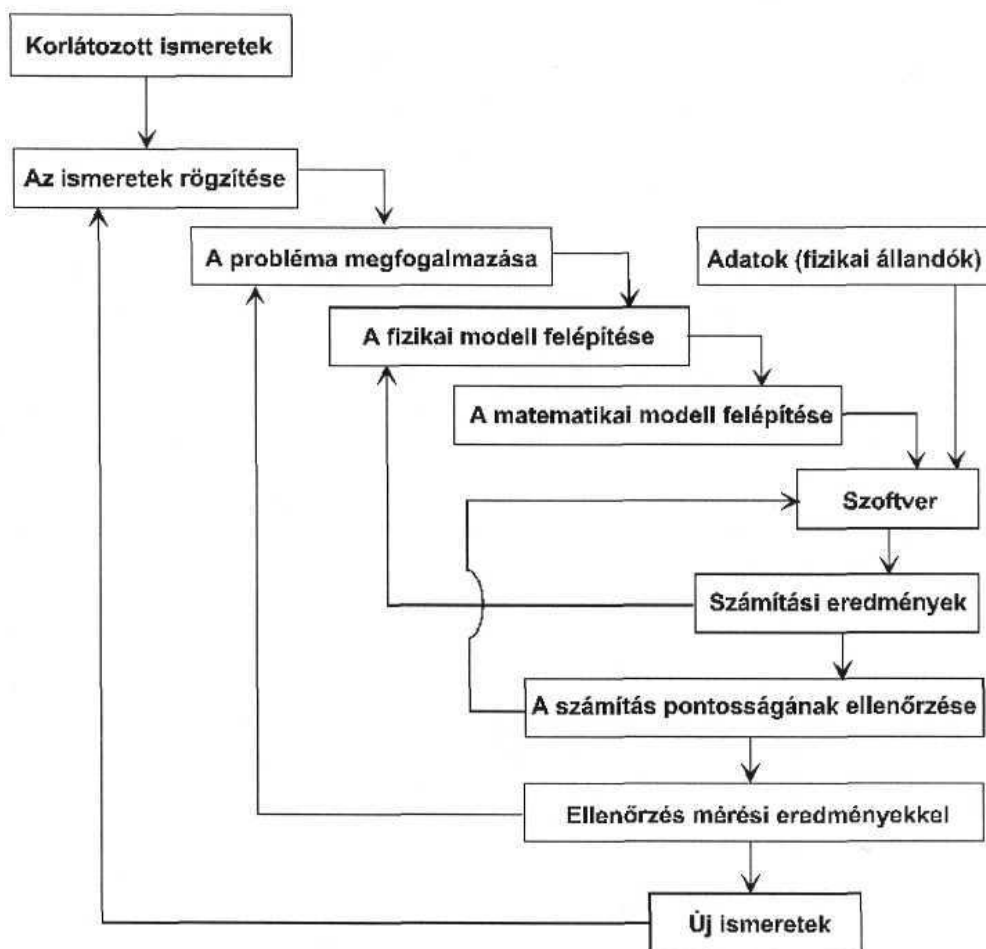
5.b. ábra. Az alakításnál megváltozó szemcseszerkezet



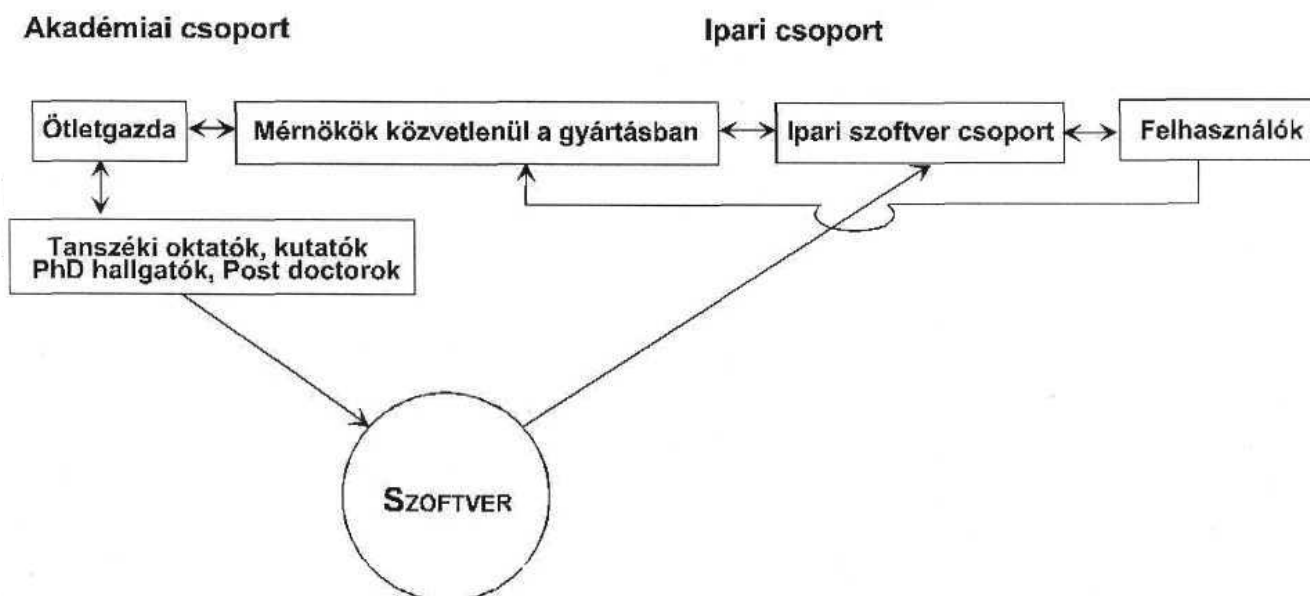
5.c. ábra. A szemcseszerkezet az újrakristályosodás közben



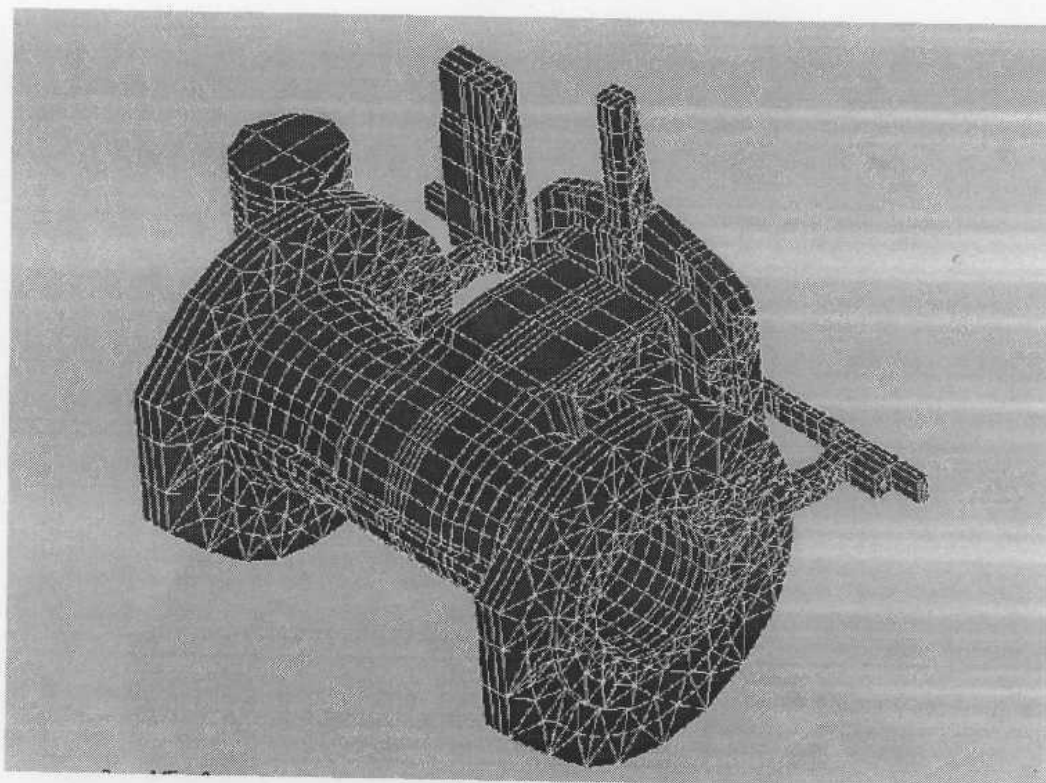
5.d. ábra. Az újrakristályosodott szemcseszerkezet^{TM"}



A szimulációs csoport szerkezete
A szimulációs csoport szerkezete



7. ábra. A szimulációs csoport szerkezete



8. ábra. Szelepház a beömlő rendszerrel és a felöntésekkel. A fehér vonalak a generált hálót szemléltetik.

Roósz András, DsC, Tanszékvezető

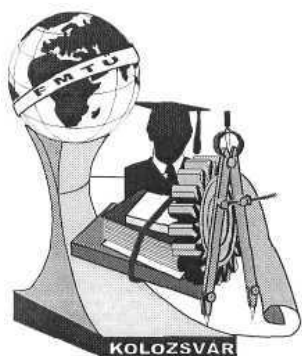
Miskolci Egyetem, Fémtani Tanszék

H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet, Fémtani Tanszék

Tel: +3646-565111-1543

Fax: +3646-565201

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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A MODELLALKOTÁS ELVEI ÉS MÓDSZEREI

Dr. Csizmadia Béla

Abstract

The creation of models is the most important challenge for an engineer. Consciously or intuitively, the engineer always creates models in the course of his creative process. However, neither in the education nor in the literature, this subject is not; or only marginally discussed. The aim of this article to contribute to the more conscious model-creating work. For the sake of this, the paper formulates some underlying principles. These principles must be observed during the model-creating work. Three of these principles are universal statements, relating to the recognition of the world, and two of them must be considered during the creation of a correct model. Three disciplines, came from the underlying principles are also conducted; these are important for the technical practice. The methods of the mechanical model-creation are shortly discussed at the end.

Összefoglalás

A modellalkotás a mérnök legfontosabb feladata, amelyet alkotó tevékenysége során tudatosan, vagy ösztönösen állandóan végez. Ugyanakkor sem az oktatásban, sem a szakirodalomban ezt a kérdést nem, vagy csak érintőlegesen tárgyalják. A cikk célkitűzése, hogy hozzájáruljon a modellalkotási tevékenység minél *tudatosabb* végzéséhez. Ennek érdekében megfogalmaz néhány alapelvet, amelyet a modellalkotás során be kell tartani. Ezek közül három általános érvényű, a világ megismerésére vonatkozó megállapítás, kettőt pedig a helyes modell létrehozásánál kell figyelembe venni. Az alapelvekből következő három, a műszaki gyakorlat számára fontos elvet is rögzít. Ezek után pedig a mechanikai modellalkotás módszereit foglalja röviden össze.

1. A mérnöki feladat és a modellalkotás

A mérnök az elődei tudását összegzi magában, amelyet felhasználva és a jelen, általa megoldható problémáit felismerve, azok megoldásán fáradozik. Mindezt úgy teszi, hogy mindig emberibb, élhetőbb jövőt építsen. Hétköznapi szavakkal megfogalmazva, a mérnök

- mindig tanul,
- nyitott szemmel jár a világban,
- felismeri az általa megoldható problémákat,
- analizálja a valóságot és megoldást keres,

- az eredményeit elhelyezi a nagy egészben úgy, hogy
- tevékenységével az embert szolgálja.

Tehát látható, hogy a mérnök a természetes és az ember által alkotott valóságot analizálja, leírja. Ezt csak úgy teheti, hogy modellt alkot, a modellt vizsgálja és annak eredményeit vetíti vissza a valóságra.

Az igazi mérnöki feladat tehát a modellek helyes megválasztásai Ma már ugyanis a számítási módszerek tömege áll rendelkezésre. Ezeket azonban nem mindegy, hogy milyen modellekre alkalmazzuk. A valóságra ugyanis nem tudjuk, csak valamilyen modellre. Mert *a modell a valóság olyan egyszerűsített mása, amely a vizsgált jelenség, és ezen belül a meghatározott cél szempontjából a valósághoz hasonlóan viselkedik.*

Tehát modellt kell alkotni. Ez azonban csak intuitív módon, nagy tapasztalattal lehetséges. Ezt a "nagy tapasztalatot" azonban nem lehet oktatni. Mégis szükséges az említett tapasztalatnak a megszerzését megkönnyíteni, valamilyen formában közreadni. Ugyanakkor ma a mérnökképzésben a modellalkotás oktatása nem, vagy alig szerepel. Ez valóban nehezen is oktatható.

A gyakorlatban a modellek létrehozása kétféleképpen szokott történni:

- a., "bevált", szokásos közelítések alkalmazásával;
- b., sok tapasztalat alapján, intuitív tevékenységgel.

ad a. A gyakorlatban mind a hagyományos - kézi - számításoknál, mind a számítógépes (pl. VEM) számításoknál, kialakultak szokásos modellek. Ilyen a rácsos tartók csuklós szerkezetekkel történő modellezése, a gépelemekben a csapok nyírásra és felületi nyomásra történő ellenőrzése, stb. Ezekben az esetekben általában - alacsonyabb vagy magasabb szinten - rutin mérnöki tevékenységet végez a feladatot megoldó. Ezek egy részét a mechanikában, a gépelemekben és más szaktárgyakban megemlítik, alkalmazzák a képzés során. A VEM alkalmazásánál a felhasználó a felkínált lehetőségek közül - amelyek esetleg valóban bőségesek - választ, és nem azt vizsgálja, hogy a valóságot milyen közelítéssel és megfelelően modellezi-e a kiválasztott peremfeltétel. "Ezt így kell csinálni" gondolat alakul ki a felhasználóban és nem tudatosodik benne, hogy mikor lehet így, és mikor kell másképp modellezni.

ad b. A modellalkotás másik, széles köre az az eset, amelynél nem mérnöki rutinfeladatot kell megoldani, hanem valamilyen "új" problémával kell megbirkózni. Nagyon sok esetben ekkor is a "bevált" szokásos modelleket használják - esetleg helytelenül vagy rosszul.

Ennek az előadásnak az a célja, hogy itt a fiatal, alkotni tudó műszaki értelmiség előtt olyan általános elveket foglaljunk össze, szempontrendszer adjunk meg, amelyet felhasználhatnak, amely megtanulható és segíti őket a legfontosabb mérnöki tevékenységben, a modellalkotásban.

2. A modellalkotást megalapozó alapelvek, a világ leírásának lehetőségei

I. alapelv: *Sohasem szabad abszolutizálni egy-egy vizsgálódásunknál az elmélet vagy a kísérlet szerepét. A kettőt együtt alkalmazva juthatunk kielégítő eredményre.*

A világegyetemben egyszerre uralkodik ugyanis *esetlegesség* és *rend*. Ez a kettősség a tapasztalati tudomány hajtóereje. Hiszen esetlegesség híján elvben pusztán logikai levezetésekkel, megfigyelések nélkül is meg tudnánk magyarázni a Világegyetemet, azaz a körülöttünk lévő szűkebb és tágabb valóságot. Ha viszont világunkban nem volna *rend*, ésszel sem volna felfogható, és így tudomány sem létezne. Hogy ez a kettősség érhető legyen egy ismert példát mondunk. Egy zárt edényben lévő gázatomok mozgása teljességgel *esetleges*, de a gáz nyomása, térfogata, hőmérséklete közötti kapcsolat egyértelműen leírható. Az *esetlegesség* nem azt jelenti, hogy nincs oksági kapcsolat az atomok mozgásában, hanem azt, hogy a kezdeti *peremfeltételek* az *esetlegesek*.

A világegyetem *esetlegessége* és *rendje* közötti szétválaszthatatlan köteléknek köszönhető, hogy a természettudomány - ezen belül a mérnöki tudományok - kísérlet és elmélet jellegzetes kölcsönösségével dolgozik. Ez a tény alapozza meg tudásunkat a fizikai világról.

II. alapelv: *A valóság részekre bontható és a részekről a nélkül is szerezhethetünk ismereteket, hogy az egészet megvizsgálánánk*

Gyakran mondják, hogy a természet egységes, és a világ olyan egész, amelyben minden összefügg mindennel. Bizonyos értelemben ez igaz, ám a tapasztalat azt mutatja, hogy rendkívül aprólékosan le tudjuk írni a világ kiválasztott részeit anélkül, hogy szükségünk lenne az egész ismeretére. Mi az oka, hogy a világ megfelelően választott részeiről mégis tudunk helyes ismereteket szerezni. Ennek a világ két különleges sajátossága a "linearitás" és a "lokalitás" az oka. Egy lineáris rendszer - mint ismert - az összeadás és a szorzás igen sajátos matematikai törvényeivel írható le, ezáltal egyszerűen kezelhető. De nem azért *kell* lineáris rendszerekkel leírni a legtöbb jelenségeket, mert így egyszerűbb, hanem azért mert *lehet*: ilyen a valóság. Természetesen egyetlen rendszer sem pontosan lineáris. A kérdés így vetődik fel: miért lehet mégis nagyon sok jelenséget lineáris rendszerként kezelni. Ennek három oka van:

- nagyon sok esetben a nem lineáris hatások igen gyengék vagy/és,
- kis hatótávolságúak, és
- a lineáris rendszerek kevésbé érzékenyek a gyenge zavaró hatásokra.

A linearitás sok esetben létezik, csak fel kell ismerni, hogy mely jellemzők között.

A másik sajátosság, ami lehetővé teszi a jól kiválasztott részek vizsgálatát a egész ismerete nélkül a már említett *lokalitás*. Ez azt jelenti, hogy az esetek többségében a fizikai rendszerek viselkedését teljes egészében a közvetlen környezetükben fellépő (erő)hatások határozzák meg.

Mindezek alapján a II. alapelvből a műszaki tudomány számára megfogalmazhatunk egy elvet: *a modellalkotásnál fontos tisztázni, hogy mit minek a függvényében kívánunk mérni.*

III. alapelv: *A természeti törvények térben változatlanok, mindenhol érvényesek, időben mindig igazak és matematikai formulákba foglalhatók, függetlenek a megfigyelőtől és a jelenség állapotától, a természet részei, nem "kitalált" matematikai formációk*

Két egymástól jól elkülönült módon nyerhetünk tudomást a világról. Az egyik a közvetlen tapasztalat, a másik a racionális okfejtés. Példának vehetjük egy alma esését. Közvetlen tapasztalattal *érzéki benyomásokat*, mért eredményeket kaphatunk egy alma *egyszeri* eséséről. Tudhatunk azonban ugyanerről egészen más, sokkal mélyebb módon is. Newton törvényeinek ismeretében és bizonyos matematikai tudás birtokában egy modellt is alkothatunk a leeső almáról. Ez már nem *érzéki benyomásainkon* alapul, hanem *értelmünk* alkotja meg - korábbi általánosított tapasztalatok, a törvények alapján - összefüggést teremtve a hulló alma *egyszeri* esése és a fizikai folyamatok átfogóbb tartománya között. A megalkotott mechanikai modell vizsgálata a fizika törvényeit felhasználó matematikai modellel lehetséges. Ezt nem látjuk, ám mégis - a maga elvont módján - ismereteket közöl a világról, még hozzá magasabb rendű, általánosabb érvényű ismereteket. Ugyanakkor azonban a természet törvényeit is *érzéki ismeretek* alapján alkotta és alkotja az ember. Ezekre a természeti törvényekre vonatkozik a III. alapelv. Amit még egyszer külön, nyomatékosan is hangsúlyozunk, hogy a természeti törvényeket nem megalkotta, hanem *felfedezte* az ember. Azok tőlünk függetlenül, mindig léteztek, az anyagba íróttak, annak részei.

Ha tehát mi, mérnökök egy jelenség megfigyelése során modellt alkotunk, és *törvényszerűségeket* fogalmazunk meg, azok nem természeti törvények. Nem minden körülmények között érvényesek. Ezért ebből az alapelvből a műszaki kutatók számára megfogalmazhatunk egy elvet: *a modell és a kapott eredmények alapján mindig meg kell határozni a modell alkalmazhatósági határait.*

3. A modellalkotásra vonatkozó alapelvek

IV. alapelv: *A modellt a vizsgálati cél is meghatározza, a modell célja pedig a törvények ismeretében és felhasználásával a modell viselkedésére vonatkozó számítások végzése. Azok eredményei alapján a valóságról alkotott ismeretek bővítését érhetjük el.*

*A modellalkotás alapkérdése az absztrakció az elvonatkoztatás. Az absztrakció-képesség alapvető emberi tulajdonság, nem feltétlen csak valamilyen mérnöki tevékenység vagy módszer. Egy példával kívánunk erre rávilágítani. Ha egy - esetleg még beszélni sem tudó - kisgyereknek az egyik szülője idegen környezetben azt mondja, hogy "kisfiam, ülj le a székre", odamegy és leül. A székre. És nem a párnára, vagy a földre, vagy a heverőre. Akkor is, ha nem látta még *azt a széket*, ami a szobában van, és függetlenül attól, hogy az a szék három vagy négy lábú, támlás vagy támla nélküli, kárpitozott vagy sem, faragott vagy sima, fából vagy fémből készült, stb. Azaz felismeri *a széket*, mint *elvonatkoztatott fogalmat* és nem egy konkrét tárgyat keres.*

Az absztrakció a matematika létezésének is az alapja. Hogy azt mondhassuk öt kő, meg két kő az hét kő, a kő anyagától, formájától, nagyságától, színétől el kell vonatkoztatnunk. A kő fogalmát kell értelmeznünk, amely köveknek ezen kívül egymástól *elkülönült létezőknek* kell lenniük.

Láthatjuk tehát, hogy a vizsgálat tárgyát képező tárgy vagy jelenség fogalmát a vizsgálati cél figyelembevételével kell meghatározni. Hogy ismét egy egyszerű példával éljünk, ha az előbbi ülőalkalmatosságot, mint széket, vagy mint bútort, vagy mint faszerkezetet akarjuk vizsgálni más és más értelmezést kell adni ugyanannak a tárgynak, más lesz a modellje. Más sajátosságait emeljük ki, tartjuk meghatározónak és más sajátosságait hanyagoljuk el, tekintjük az adott szempontból lényegtelennek.

V. alapelv: *A megalkotott modelljeink alapján új információkhoz juthatunk a világról, de az így kapott eredményeket mindig össze kell vetni a valósággal és a kitűzött céllal és ezek eredményeképpen dönthető csak el, hogy helyes-e a megalkotott modell.*

Végül beszéljünk általánosságban a valóság és a modell kapcsolatáról. Mint már megfogalmaztuk a modell a valóság olyan egyszerűsített mása, amely a valósághoz hasonlóan viselkedik. Hasonlóan! Nem ugyanúgy! A kettő közötti különbség a modellalkotás hibája. *Miből adódik ez a hiba*, ez az eltérés a valóság és a modell között? Egyrészt abból, hogy a *modell* a valóságban uralkodó *rendet képezi le*, a *világ esetlegességeivel nem foglalkozik*. Másrészt a "rendet" meghatározó tényezők közül is csak a vizsgálati célnak megfelelőket veszi figyelembe, azaz nem teljes hasonlóságról beszélhetünk. Harmadsorban pedig a megalkotott modellen elvégzett számításokban lehetnek, vannak közelítések akár a felírt egyenletekben, akár azok megoldásában.

A valóság és a modellel kapott eredmények nem egyeznek. A különbözőség oka nem a természettörvényben, hanem a modellben keresendő. Egy régi, ismert égi mechanikai példával igazoljuk ezt. A tömegvonzás törvénye érvényes. Figyelembe véve a Napot és a Naprendszer bolygóit modellt alkottak a Neptunus mozgásáról. A modell alapján - figyelembe véve a tömegvonzás

törvényét - leírták, kiszámolták a bolygó pályáját. És ez nem egyezett a csillagászok megfigyeléseivel. Talán nem érvényes itt a tömegvonzás törvénye? Vagy nem vettek figyelembe valamit a modellben? Ez utóbbit tételezték fel, és tovább vizsgálták a számítás és mérés különbözőségeit. Arra jutottak a számítást végzők, hogy valamilyen külső, jól meghatározható helyű hatás okoz a pályában rendellenességeket. És ekkor azt mondták a csillagászoknak, hogy az égbolt adott helyén adott időben keressenek valamit, mert ott kell legyen a zavaró hatás. És felfedezték a Plútót! Azaz rossz volt a Neptunus pályájának meghatározására szolgáló modell, így nem egyezett a számított eredmény és a valóság.

A IV. és V. alapelvből levonhatunk egy következtetést, megfogalmazhatunk egy elvet a műszaki gyakorlat számára: *az a jó modell, amely a lehető legegyszerűbb, de a célnak megfelelő pontossággal közelíti a valóságot.*

4. A mechanikai modellalkotás módszerei

Foglalkoztunk már azzal, hogy a jelenség és a vizsgálati cél határozza meg a modellt, és azzal is, hogy a jó modell a lehető legegyszerűbb. Megvizsgáltuk továbbá, hogy milyen célból alkotunk modelleket. Most azt tanulmányozzuk, hogy milyen módszerek lehetségesek a modell létrehozásánál. További vizsgálatainkat azonban már - példákra is hivatkozva - a mechanikai modellekre korlátozzuk. Háromféle módszerrel közelíthetjük meg a célt.

4.1. Analitikusan számítható "pontos" modellek

A címben szereplő "pontos" kifejezés azt jelenti, hogy a modell hibája a vizsgálati cél által meghatározott megengedhető hibán belül van. Ezeknél a modelleknél azonban ezt a hibabecslést általában az évszázados mérnöki tapasztalat határozza meg. Az ilyen, tapasztalat által igazolt modellrészekből alkotható meg a teljes modell. Így itt az intuíciónak és a mérnöki gyakorlatnak nagy szerepe van, ezért nehezen tanulható. A rutin mérnöki gyakorlatban előforduló modellek többsége ilyen.

Az analitikusan számítható modelleknek igen nagy haszna, hogy paramétervizsgálatra igen jól használhatók. Azaz egyszerű módszerekkel meghatározható az adott tartományban az egyes paraméterek hatása a jelenséget leíró jellemzőre. A paramétervizsgálat az optimumkeresést is lehetővé teszi. Erre pedig sokszor gazdasági, más esetekben egyáltalán magvalósíthatósági szempontból is szükség van.

4.2. "Közelítő" modellek

Igen bonyolult jelenségek modellezésénél szükségessé válhat a jelenséget bemutató, de azt nem a célnak megfelelő pontossággal közelítő modellek alkalmazása. Ez azonban sokszor nem kényszerűségből születik meg így, hanem ésszerű megfontolásból. Vizsgáljuk meg milyen okok eredményezhetik az így létrehozott közelítő modellek alkalmazását!

Afokozatos közelítés elve

A modellalkotó gyakran nem talál rá azonnal a megfelelő modellre. Ezért a legegyszerűbb, vagy legegyszerűbbnek tűnő modellből indul ki, és az eredmények tanulmányozása után dönt arról, hogy milyen további, pontosabb modell megalkotása szükséges a vizsgálati cél megoldásához. Így lépésről-lépésre jut el a már használható legegyszerűbb modellig. Ez akkor is így van a modellalkotó gondolkodásában, ha nem is dolgoz ki minden közelítő modellt, csak a megfelelő megalkotásán gyötrődik.

Komplex megoldás

Egy probléma megoldását megközelíthetjük komplex módon: kísérleti és gondolati modellek együttes alkalmazásával. Ezt a módszert elsősorban kutatási célú feladatok kapcsán alkalmazzuk olyan esetben, amelynél a feladat megoldása főleg kísérleti módszereket igényel. Ilyenkor sem szabad lemondani a mechanikai, a gondolati modellek megalkotásáról, még akkor sem, ha azok csak durva közelítései a valóságnak. Meg kell alkotni a jelenséget leíró lehetséges közelítő modellt, amely két jelentős módon is segítheti a jelenség leképezését:

- lehetőséget teremt az egyenletanalízis, a hasonlósági elvek alkalmazására, ami segíti a kísérleti vizsgálatot
- csökkenti a kísérleti paraméterek számát, és lehetővé teszi a megoldás keresését szorzat-függvény segítségével:

$$y = f_1(x_{11}; x_{12}; \dots) f_2(x_{21}; x_{22}; \dots) ,$$

ahol az f_2 függvény a közelítő modell megoldását jelenti, $y(x_{11}; \dots x_{21})$ pedig a kísérleti eredmény, amelyből az f_1 kísérlettel figyelembe vehető tényező meghatározható.

Modellalkotás kísérleti modell létrehozásához

Ebben az esetben nem a mechanikai, hanem a kísérleti modell a közelítő. Ha valamely valós szerkezet típus valós viselkedését akarjuk kísérleti úton - esetleg szabványi előírások miatt - ellenőrizni rendkívül költséges vizsgálatok elvégzésére kényszerülhetünk. Ezért - a jelenséget jól modellező - egyszerűbb kísérleti modellen hajtjuk végre a méréseket. Ekkor is szükséges egy gondolati modell megalkotása a közelítő kísérleti modell leírásához, hogy igazolható legyen a közelítő kísérleti modell elfogadhatósága.

Paraméter vizsgálat

A közelítő modellek legjellegzetesebb és *legfontosabb esete* ez. Itt a jelenség, a vizsgálati cél annyira bonyolult, hogy analitikusan megoldható modellel nem írható le. Ekkor lehetséges egy numerikus módszerekkel kezelhető modell megalkotása az *adott konstrukcióra*. Ha azonban nem az ellenőrzés, hanem a *tervezés* a feladatunk, a konstrukciót előbb ki kell alakítani. Ezt - a korábbi tapasztalatok alapján - sokszor a tervező intuíciója határozza meg. Célszerűbb azonban itt először egy közelítő, analitikusan megoldható modell létrehozása, és ezen paramétervizsgálat elvégzése, optimalás végrehajtása. Az így kialakított szerkezet ellenőrzése ezek után, a valóságot jobban megközelítő numerikus modellel lehetséges. Ha az eredmények további módosítást igényelnek, az már kevesebb munkával elvégezhető. Ennek a módszernek a követése igen hatékony és eredményes.

4.3. Numerikusan megoldható modellek

Az előző alpontban megfogalmaztuk annak lehetőségét, hogy numerikusan megoldható modellel közelítsük a valóságot. Ez lehet egy közelítő modell utáni vizsgálat eredménye, de lehet közvetlenül megalkotott modell is. Elsősorban ez utóbbit ellenőrzéseknél alkalmazzuk, olyan esetben, amelynél nem elsősorban a mechanikai modell határozza meg a konstrukciót.

A numerikus modellek közül még kevés alkalmas optimalásra (ilyen például az evolúciós modell), de azok is csupán egy szűkebb probléma megoldására használhatók. Ezeket a feladatokat más módszerekkel meg sem lehet oldani. Pillanatnyilag ezek képezik a legbonyolultabb modellalkotási módszereket.

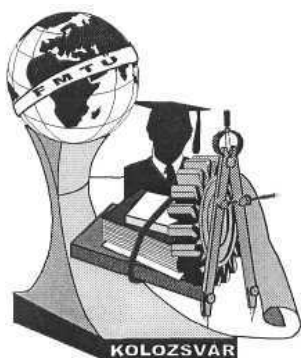
Ugyanakkor fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a numerikusan megoldható modellek a komplex mérnöki feladat általános megoldására nem használhatók. Ezek igen jó kiegészítői a mérnöki tevékenységnek, eszközök a mérnök kezében, de a kapott numerikus eredményeket az *embernek* kell értelmezni, elhelyezni a nagy egészben. A feladatot nem a számítógép, nem a még oly kitűnő programrendszer, hanem az alkotó mérnök tudja csak megoldani.

Dr. M. Csizmadia Béla

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar, Gödöllő

Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék,

06 28 522 042, csizmadia@mect.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MECHANIKAI ELEMZÉSEK ALKALMAZÁSA A JÁRMŰIPARBAN

Forrai Gergely, Kovács Pál Zoltán

ABSTRACT

Safety anywhere lifting, lowering, pushing, driving or swivelling movements have to be either interrupted or controlled in order to protect man or machine.

The nowadays products and achievements have a lot of standing all around the world. In order that the products also meet the ever-greater requirements of tomorrow we look critically at problems time and time again, we put new ideas into action. And we learn from our experience, from the interchange with other developers and the users of the products.

Intensive undertakings in development and engineering are a focal aspect of our activities.

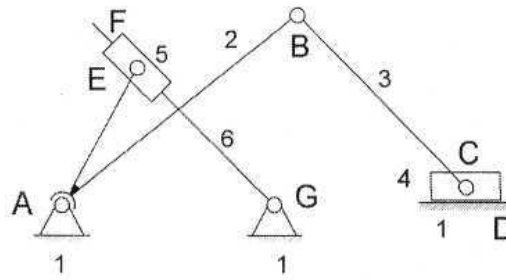
Today, important developments are taking place above all in the electronic sector. Exemplary for this are the personnel safety systems for protecting warehouse aisles and safety control units for local public transport. Further developments in tactile sensors, conforming to the needs of today, are also called for.

The requirements of the above facts we have to develop more and more safety systems. It is true in the bus-industry either. In this article I will show the basic steps of a bus door system developing process. How can we develop a more intelligent door system with better parameters? The first step is the mechanical description of the system.

1. AUTÓBUSZ AJTÓNYITÓ BERENDEZÉSÉNEK MECHANIKAI MODELLJE

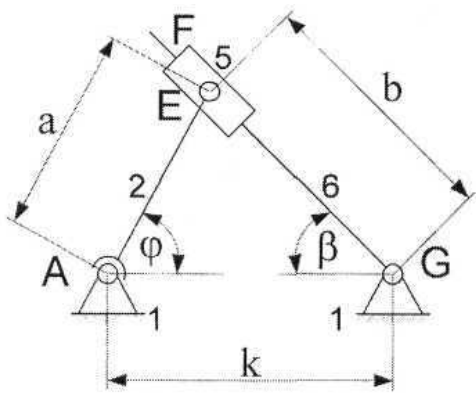
1.1. A mechanizmus szerkezeti analízise

Az összetett ajtónyitó szerkezet mechanizmus-modellje:

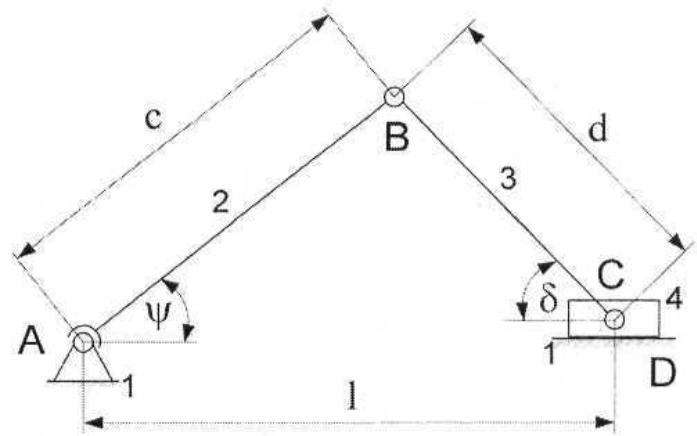


1. Ábra ajtónyitó szerkezet összetett mechanizmusa

melynek legegyszerűbb szerkezeti képlete ${}_1A_2B_3C_4D_1 \leftarrow {}_2E_5F_6G_1$. Az egyszerűbb tárgyalásmód céljából az összetett mechanizmust felbontjuk két zártláncú egyszerű mechanizmusra a következőképpen: $AEFG$ alkotja a léghengeres részt, $ABCD$ alkotja az ajtós részt (megjegyzendő, hogy a léghenger, mint merev rúd a 6 jelű elem. az ajtó a 3 jelű elem)



2. Ábra léghengeres rész



3. Ábra ajtós rész

Geometriai összefüggések, melyek alapján az elmozdulások, szögelfordulások számíthatók:

$$a \sin \varphi = b \sin \beta \quad (1)$$

$$a \cos \varphi + b \cos \beta = k \quad (2)$$

$$c \sin \psi = d \sin \delta \quad (3)$$

$$c \cos \psi + d \cos \delta = l \quad (4)$$

Ennek segítségével felírható a φ és β mint a b függvényei:

$$\varphi = \arccos \left(\frac{k^2 + a^2 - b^2}{2ka} \right) \quad (5)$$

$$\beta = \arccos \left(\frac{k^2 - a^2 + b^2}{2kb} \right) \quad (6)$$

valamint δ és λ mint ψ függvényei:

$$\delta = \arcsin\left(\frac{c}{d} \sin \psi\right) \quad (7)$$

$$l = c \cos \psi + \sqrt{d^2 - c^2 \sin^2 \psi} \quad (8)$$

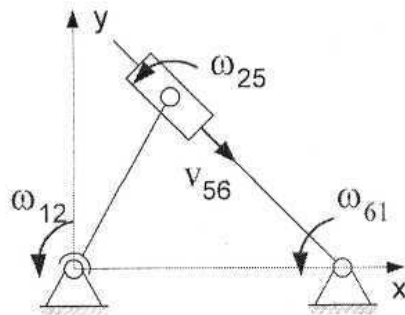
Megjegyzendő, hogy az összetett szerkezet szétbontásával kapott két szerkezet között a φ és ψ szögek változásai fejezik ki a kapcsolatot, mivel $\Delta\varphi = \Delta\psi$, továbbá fennáll a

$$\varphi - \psi = \iota \quad (9)$$

összefüggés, ahol ι fejezi ki azt a szöget, melyet az ajtó zárt állapotában (vízszintes d -szakasz) az a hosszúságú kifordító rúd a vízszintessel bezár.

1.2.A mechanizmusok kinematikai analízise, sebességállapotok meghatározása

A léghengeres mechanizmus sebességállapotát a 4.Ábra alapján a geometriai mátrix segítségével határozhatjuk meg. A probléma egy algebrai egyenletrendszer megoldása



4. Ábra relatív sebességek irányítása a léghengeres mechanizmusnál

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & a \sin \varphi & \cos \beta & 0 \\ 0 & -a \cos \varphi & -\sin \beta & -k \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{12} \\ \omega_{25} \\ v_{56} \\ \omega_{61} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

A v_{56} dugattyúsebességet ismerjük, így a többi ismeretlen kiszámítható.

$$\omega_{12} = \frac{k \cos \beta - a \cos(\varphi + \beta)}{ka \sin \varphi} v_{56} \quad (11)$$

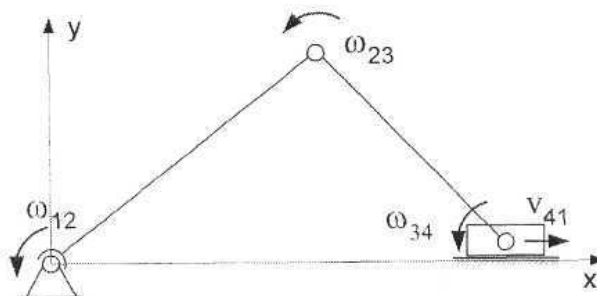
$$\omega_{25} = \frac{\cos \beta}{a \sin \varphi} v_{56} \quad (12)$$

$$\omega_{61} = \frac{\cos(\varphi + \beta)}{k \sin \varphi} v_{56} \quad (13)$$

Az 5. tag szögsebessége az állványhoz kötött $\{x,y\}$ álló rendszerben az $\omega_{15} = \omega_{12} + \omega_{25}$ összefüggéssel számolható

$$\omega_{13} = -\frac{\cos(\varphi + \beta)}{k \sin \varphi} v_{56} \quad (14)$$

Az ajtós mechanizmus sebességállapotát az 5. ábra alapján a fentivel analóg módon határozhatjuk meg



5. Ábra relatív sebességek irányítása az ajtós mechanizmusnál

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & c \sin \psi & 0 & 1 \\ 0 & -c \cos \psi & -l & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{12} \\ \omega_{23} \\ \omega_{34} \\ v_{41} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

Az ω_{12} ajtófordító rúd szögsebességét ismerjük, így a többi ismeretlen kiszámítható.

$$\omega_{23} = \frac{l}{c \cos \psi - l} \omega_{12} \quad (16)$$

$$\omega_{34} = \frac{c \cos \psi}{l - c \cos \psi} \omega_{12} \quad (17)$$

$$v_{41} = \frac{lc \sin \psi}{l - c \cos \psi} \omega_{12} \quad (18)$$

A 3. tag szögsebessége az állványhoz kötött {x,y} álló rendszerben az $\omega_{13} = \omega_{12} + \omega_{23}$ összefüggéssel számolható

$$\omega_{13} = \frac{c \cos \psi}{c \cos \psi - l} \omega_{12} \quad (19)$$

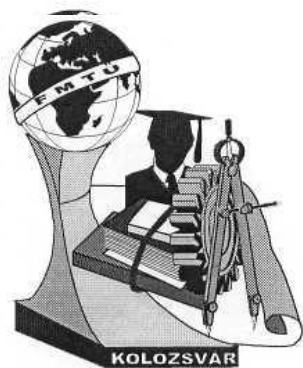
2. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Forrai Gergely: Static and Dynamic Analysis of a door moving system of common used buses, MicroCad 2002,2002. L: Machine and structure design, március 07-08., Miskolc
- [2] Forrai Gergely: Intelligens ajtómozgató szerkezetek, Géptervezők és Termékfejlesztők XVII. Országos Szemináriuma, 2001. november 8-9, MTA Miskolci Akadémiai Bizottságának Székháza, pp. 47-50..
- [3] Dr. Terplán Zénó: Mechanizmusok Tankönyvkiadó, Budapest 1962.

Szerző: Forrai Gergely doktorandusz, Témavezető: Prof. Dr. Tóth László, igazgató
 Kovács Pál Zoltán tanársegéd Dr. Kamondi László, docens

Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet, 3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 1.

Tel: +3646560138 Fax: +3646369438 E-mail: forraig@alpha.bzlogi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HULLADÉKBEGYŰJTÉS ÉS HULLADÉKHASZNOSÍTÁS

Havasiné Kovács Nikoletta

Abstract: Environmental condition of Hungary does not reach the level, which was declared for the EU member states. Attainment and keeping of these rules are required from the member states for a given deadline. Problems are complex: the damage of environment caused by industry has to be reduced, the introduction of public amenities has to be faster, and last but not least major improvements have to be made on the field of management of waste originated from the production and consumption.

1. BEVEZETÉS

A hulladékgazdálkodás fejlesztési iránya Magyarországon összhangban kell, hogy legyen az EU direktívákkal. Tehát a ma még elsősorban deponálást preferáló megoldás helyett, a fejlesztéseknek a hulladék mennyiségének csökkentésére, a hulladék, mint alapanyag hasznosítására és a maradványanyagok égetésére, vagy korszerű regionális depóniákon történő elhelyezésére kell irányulnia.

2. JOGI HÁTTÉR

Az Európai Unióhoz való csatlakozásunk legsarkalatosabb pontja a környezetvédelem és azon belül is a hulladékgazdálkodás. Az elmúlt években lejátszódó EU-harmonizációs folyamatok eredményeképpen meghozott a hulladékgazdálkodásról szóló 200. évi XLIII. törvény, EU harmonizációt is szolgáló, végrehajtási rendeletei kidolgozásra kerültek

A törvénynek számos társadalmi, gazdasági és jogharmonizációs elvárással kell szembenéznie. Többek között keretet kell adnia a hulladékgazdálkodás rendszerének, meg kell határozni a hulladékgazdálkodással kapcsolatos szereplők főbb kötelezettségeit és jogait, szabályozni kell a hulladékkal kapcsolatos magatartásokat, elő kell írni a felelősségvállalás normáit, valamint meg kell teremtenie a hulladékgazdálkodás speciális igazgatási szabályait.

Az EU hulladékkezelési stratégiája előnyben részesíti a keletkezés megelőzését, az anyagok újrahasználatát, újrahasznosítását, a környezetre veszélyt jelentő ártalmatlanítással szemben.

Fontos hogy az EU környezetvédelmi jogszabályainak többsége irányelv, ezért azok nemzeti jogszabályba való átültetésénél a tagállamok bizonyos fokú diszkrecionális jogkörrel bírnak.

3. REGIONÁLIS HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI RENDSZEREK

A hulladékgazdálkodás korszerűsítése során, a külföldi és a hazai ismeretekre, tapasztalatokra alapozva a legcélszerűbbnek tűnik az ún. hulladékgazdálkodási rendszerek kialakítása.

Borsod-Abaúj-Zemplén megyében jelenleg két nagy regionális hulladékgazdálkodási rendszer, a Sajó-Bódva Völgyi Régió és miskolci gesztorsággal a Dél-Borsod Régió van kialakítás alatt. Mindkét rendszer az EU ISPA által támogatott. A megye teljes lefedése érdekében kezdődött el egy harmadik rendszer kialakításának terve, amellyel, sikeres ISPA pályázat esetén, az Abaúj-Zemplén Régióban is korszerű hulladékkezelő rendszer kialakítására lesz lehetőség.

Egy teljes hulladékgazdálkodási rendszer bevezetése igen sokrétű feladat. Elsőként az adott terület kijelölését kell elvégezni, amit egy rendszeren belül el lehet látni, figyelembe véve a rendszerhez csatlakozni kívánó települések listáját.

Mindhárom esetben célszerűnek mutatkozott önkormányzati társulások létrehozása, hiszen az ISPA által nyújtott támogatás nem jelent közvetlen pénzforrást a vállalkozók számára, hanem az államnak, az önkormányzatoknak jelentenek elsősorban forrásokat. Az önkormányzatoknak pedig érdekében állt a társulásokhoz kapcsolódni, mert csak saját forrásból nem tudják finanszírozni az indokolt, EU irányelveknek megfelelő hulladékkezelési rendszer kiépítését.

Adott régióon belül a helyi adottságoknak, a hulladék mennyiségi és minőségi jellemzőinek megfelelően kell kialakítani az optimális rendszert. Általánosságban azonban elmondható, hogy minden rendszer eleme a szelektív hulladékgyűjtés, a hulladékhasznosító központ (ami magába foglalja, pl. a komposztálót, a háztartási hulladékválogatót, az építési hulladékválogatót, a hulladékégetőt, stb.), a hulladéklerakó, és szükség esetén az átrakóállomások.

A korszerű, környezetkímélő, EU-s irányelveknek megfelelő hulladékgazdálkodási rendszerek ma már elképzelhetetlenek szelektív hulladékgyűjtés nélkül.

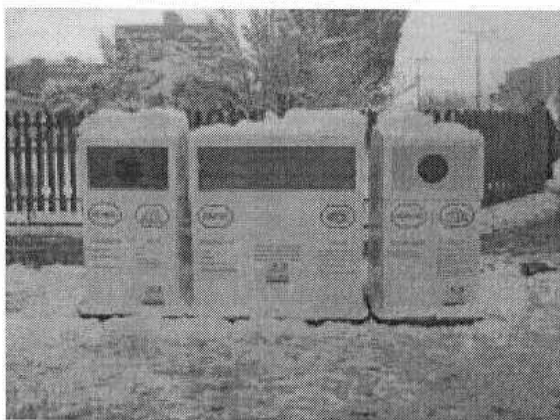
A lakossági szelektív hulladékgyűjtés szempontjából három kézenfekvő lehetőség adódik, amelyeket a legcélszerűbb vegyesen alkalmazni:

- > A „sárgaszákos” gyűjtési mód
- > Hulladékudvarok
- > Kihelyezett gyűjtőedényzet, hulladékszigetek

4. OPTIMÁLI ÚTVONALTERVEZÉS

A szelektív hulladékgyűjtésnél első lépésben meg kell határozni melyik módszert alkalmazása a célszerű az egyes körzetekben. A „sárgaszákos” gyűjtési módot leginkább azon a területeken alkalmazzák, ahol a lakosság sűrűsége olyan kicsi, hogy a kihelyezett gyűjtőedények nem lennének kifizetődőek, például a városok családi házas övezeteiben, vagy a kis lélekszámú településeken. A hulladékudvarok sűrűn lakott területeken hatékonyan működhetnek, illetve a kistérségek esetében telepítésük olyan falvakban célszerű, amelyek közlekedés szempontjából jól megközelíthetőek. A

hulladékudvar betonozott, bekerített, kapuval ellátott terület, melyre személyzet felügyel. A kihelyezett hulladékgyűjtő edények és szigetek a szelektív hulladékgyűjtés leghatékonyabb eszközei. Az edényzetet megfelelő sűrűségben kell elhelyezni.



1. ábra: Hulladéksziget



2. ábra: Edényzetek ürítése

A hulladékbegyűjtés talán legnehezebb része a begyűjtési útvonal és a begyűjtések időbeli kialakításának megtervezése.

A logisztikai optimalizálás a gyűjtőjáratok kialakítására irányult, amely a lehető legkisebb útvonalon a lehető legnagyobb hatásfokú hulladékbegyűjtést igényelte.

Optimális útvonal meghatározásánál az alábbiakat kell figyelembe venni:

- településlista,
- települések távolsága,
- rendszer elemeinek elhelyezkedése,
- gyűjtőkörzetek kialakítása,
- hulladékmennyiség (jelenlegi, prognosztizált),
- a szállítójárművek kapacitása,
- munkaidő (8 óra),
- szállítási idő,
- rakodási idő.

Közúton egy átlagos gépjárműre 40 km/óra sebesség, míg településen belül 8 km/óra sebesség volt a számítás alapja. A szolgáltatótól kapott gyakorlati tapasztalatok szerint családi házas övezetben 500 lakásszám/óra, míg városi panelházas övezetben 1370 lakásszám/óra gyűjtési sebesség lett figyelembe véve. A gépjárművek átlagos fogyasztására közúton 34 l/100 km, gyűjtés közben 68 l/100 km lett számolva a tapasztalatok alapján.

A hulladékmennyiségek számításánál egyaránt figyelembe kell venni a jelenlegi és a jövőbeni adatokat. A hulladékmennyiségek kiszámításához ismernünk kell:

- a települések jelenlegi hulladékmennyiségét (l/fő/nap),
- az adott területre vonatkozó jelenlegi szelektív hulladékgyűjtési arányt (%),
- a hulladékmennyiség felfutást (l/fő/nap),
- a szelektív hulladékgyűjtési arány felfutását (%), Eu előírások alapján.

IRODALOM

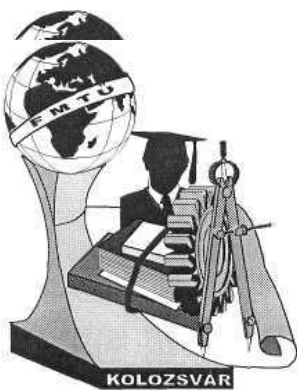
1. Dr. Bóhm József: Szilárd települési hulladék-kezelési rendszer fejlesztése a Sajó- és Bódva völgyben EU (ISPA) támogatással
2. BAY-LOGI: Hulladékgyűjtés a Sajó- és Bódva völgyben
3. BAY-LOGI: A szelektív hulladékgyűjtés alapjai az Észak-Borsodi régióban
4. BAY-LOGI: Az Abaúj-Zempléni Regionális Hulladékgazdálkodási Rendszer kialakítása

Havasiné Kovács Nikoletta, doktorandusz

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet

H-3519 Miskolctapolca, Iglói út 2., Magyarország

Tel.: 36 46 560 141; Fax: 36 46 369438; e-mail: nikoletta@bzlogi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

CSŐSZERŰ GYÁRTMÁNYOK ALAKÍTÁSTECHNOLÓGIÁJA

Kovács Péter Zoltán

Abstract

The aim of my Work is the summarizing of technology suitable for pipes bending. During my Work I had a lot of design opportunities, that I had prepared according to the rules of systematic machine designing. Among the design jobs was the design of the multiheaded mandrel and the design of pleats moothing machine, which the quality of pleats can be improved with. Then I made different experiments over the designed pleat smoothing machine (bending speed test). The basic aim of the work to determinate the forming-limit diagrams with finite element methods.

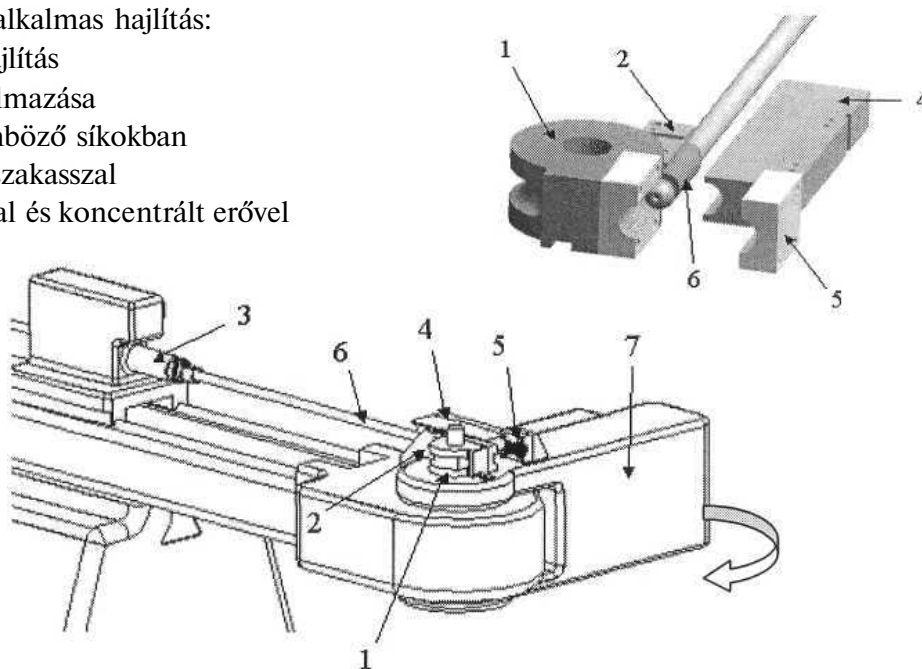
Bevezetés

A csőívek a leggyakrabban alkalmazott csővezeték elemek. Ezek beiktatásával valósítják meg a csővezeték irányváltoztatásait. A csőívnek szilárdsági, áramlástechnikai, korrózióállósági és esztétikai szempontból, továbbá élettartam szempontjából egyaránt egyenértékűnek kell lennie a csővezetékkel. A csőívek többségét egyenes csőből készítik különféle csőhajlító eljárásokkal. Ezek lehetnek meleg, illetve hideg alakítással történő eljárások.

1. A korszerű csőhajlításhoz előírt Pedrazzoli csőhajlítógép

A korszerű gyártására alkalmas hajlítás:

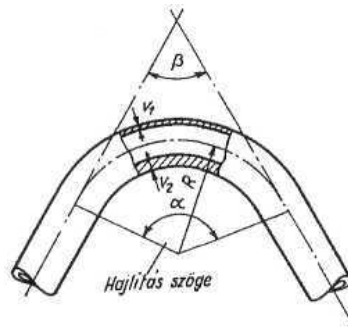
- hidegen történő hajlítás
- támasztótüske alkalmazása
- síkok szerint: különböző síkokban egyenes közbenső szakasszal
- hajlítás nyomatékkel és koncentrált erővel



1. ábra

1. Hajlításablon, 2. Ráncsimító, 3. Tokmány,
4. Simítópofa, 5. Szorítópofa, 6. Tüske, 7. Kar

2. Alakváltozás

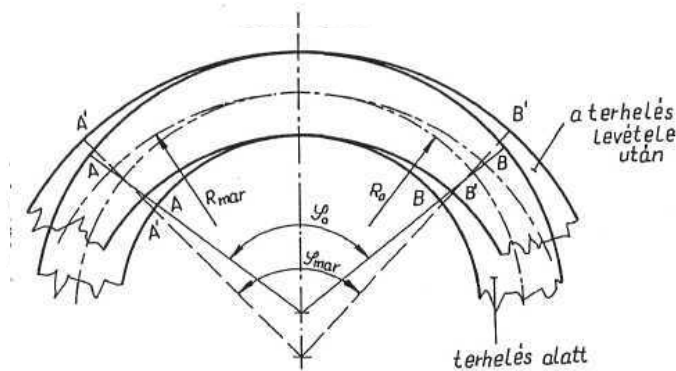


2. ábra

A körpontosságtól való eltérést (u) a keresztmetszet legnagyobb és legkisebb méretkülönbségének és az eredeti cső méretének viszonyszámával mérjük.

$$u = \frac{D_r - D_a}{D_0} \cdot 100 \quad (1)$$

3. Visszarugózás



3. ábra

$$R_{mar} > R_0 \quad \varphi_{mar} < \varphi_0$$

falvastagság meghatározása (minimális)

$$s_{min} := s \cdot \left(1 - \frac{D_0 - s}{2 \cdot R_N} \right) \text{ [mm]} \quad (2)$$

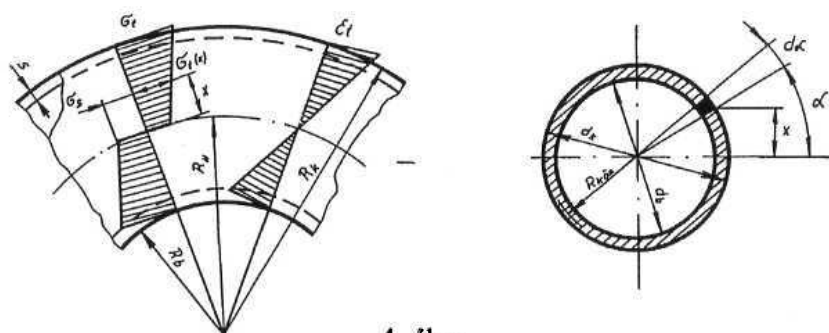
csőhossz meghatározása (a hajlítási ívben)

$$L_{i,j} := \frac{2 \cdot \pi}{360} \cdot \phi_{i,j} \cdot R_N \text{ [mm]} \quad (3)$$

visszarugózás

$$\frac{1}{R_{mar}} := \frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_{rug}} \quad (4)$$

4. Nyomaték meghatározása



4. ábra

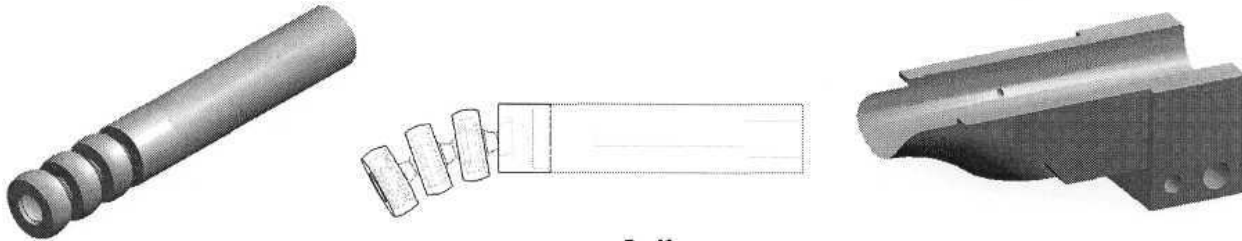
$$M_{hj} := k_{f0} \cdot d_{köz}^2 \cdot s + \frac{\kappa \cdot d_{köz}^3 \cdot s \cdot \pi}{8 \cdot R_N} \quad (5)$$

5. Többfejes tűske és ráncsimító tervezése

Kivitelezési szempontok:

- Képesnek kell lennie a ráncosodás gátlására, ül. annak kisimítására.
- A megadott hajlítási sugárban hajolni tudjon.
- Képesnek kell lennie körszelvényű csövek hajlítására.
- Kenés megvalósításának lehetősége.
- Egyszerűen szerelhető, üzemi körülmények között gyártható legyen.
- a szerkezetnek szennyeződésekre érzéketlennek kell lennie.
- Egyszerű alkatrészek

Megoldásváltozat a többfejes tűskére és a ráncsimítóra.



5. ábra

6. Hajlítási sebesség vizsgálata

A gép „9” fokozatban képes változtatni a hajlítás sebességét. Hajlítás maximális sebessége („9”) 90° 1/sec. (Ø38x1,5 cső; 100mm hajlítási sugár; 60°-os hajlítás)

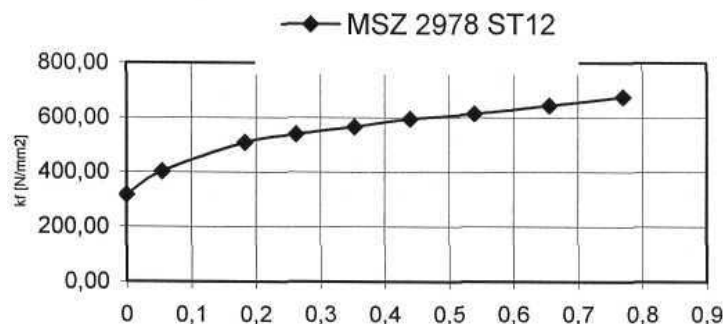
Az általam végzett kísérletek során megfigyelhető, hogy növekvő (megengedett határsebességig) hajlítási sebesség esetén a ráncosodás mértéke csökken. A ráncosodás tovább csökkenthető, ha ráncsimítót alkalmazunk.

7. Alakítási határdiagramok kísérleti és elméleti meghatározása

A kutatómunka alapvető célja az alakítási határdiagramok technológiatervezésben történő alkalmazási feltételeinek a kidolgozása a végelem módszer alkalmazásával.

A végeselemes szimulációk eredményeinek a méréssel meghatározott alakítási határdiagramokkal való összehasonlítása.

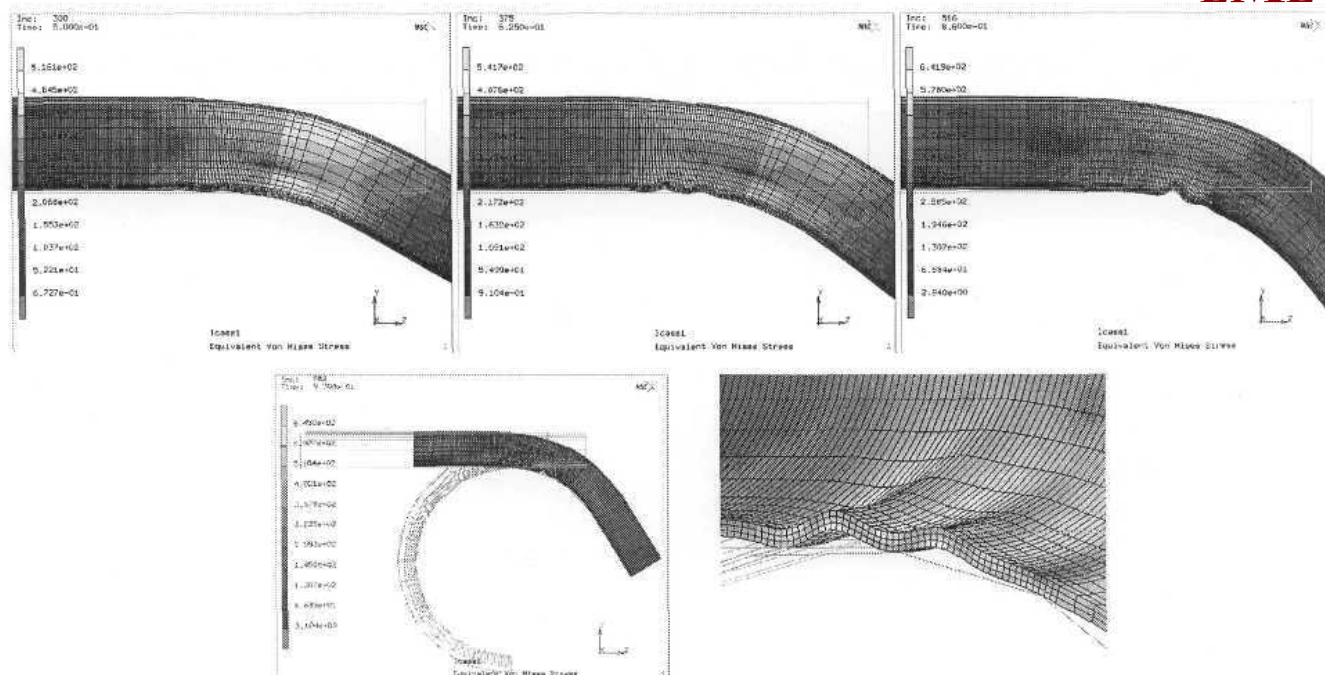
A modellezés során elastic-plastic isotrope anyagegyenleteket használtuk, (rugalmassági modulus: $E = 210000 \text{ MPa}$, Poisson-szám: $\nu = 0,3$)



6. ábra a cső anyagának folyás-görbéje

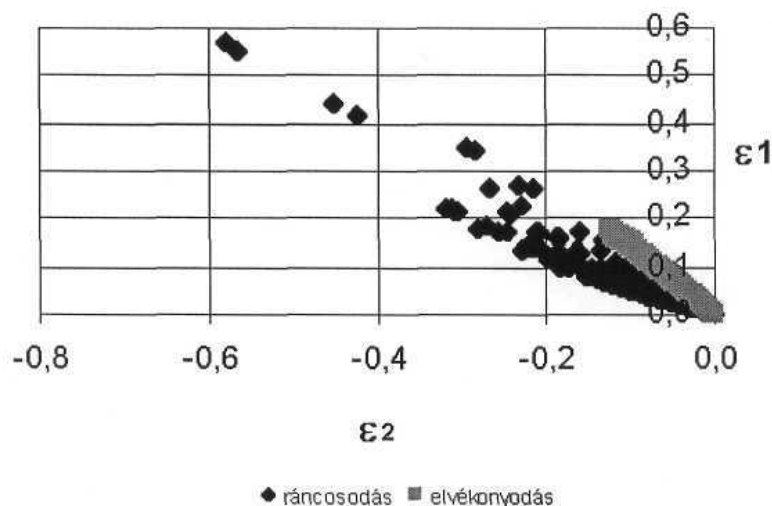
Tesztelt cső: Ø38x1,5 cső; 100mm hajlítási sugár; 60°-os hajlítás.

A modellt MARC végeselemes szoftverben építettük fel. A végeselemes számításokhoz a térbeli 3D-s modellt vizsgáljuk meg térbeli elemekkel.



7. ábra ráncsimító nélküli hajlítás végeleemes modellezésének folyamata

A végeleemes számítás eredményeként meghatározhatók lesznek az alakváltozási főértékek (8.ábra), amelyek összehasonlíthatók a kísérleti úton meghatározott alakítási határ diagramokkal. Ez alapján megállapítható, hogy az adott alakítási lépés megfelelő-e vagy nem.



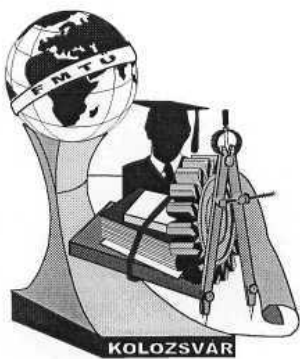
8. ábra az ϵ_1 - ϵ_2 értékek

Irodalomjegyzék

- [1] Gál Gaszton, Kiss Antal, Sárvári József, Tisza Miklós
Képlékeny hidegalakítás, Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp. 1998.
- [2] Osman Miklós - Zombori János: Hidegalakító szerszámok méretezése,
Műszaki könyvkiadó, Bp.
- [3] Sz. D. Ponomarjov: Szilárdsági számítások a gépészetben III-IV.
Műszaki könyvkiadó, Bp. 1965.

Kovács Péter Zoltán, PhD. hallgató

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány, Logisztikai és Gyártástechnológiai Intézet
H-3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 1. Hungary
Tel.: 36 46 363-622 /163; e-mail: kpz@alpha.bzlogi.hu , mach.kpz@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

POLIETILÉN CSÖVEK ÉS HEGESZTETT KÖTÉSEIK MŰSZEREZETT UTÓVIZSGÁLATA

Leskovics Katalin, Lenkeyné Dr. Biró Gyöngyvér

Abstract

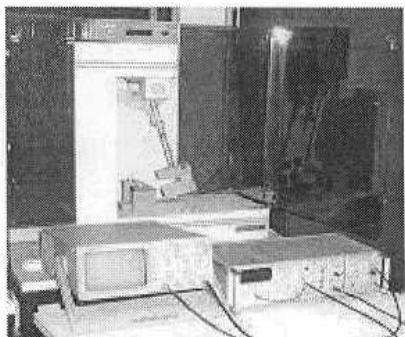
The aim of the work was to investigate the behaviour of two types of polyethylene pipe materials, their welded-joints and the base materials under dynamic loading. This paper presents the results of the instrumented impact experiments and of the Scanning Electron Microscopy of fracture surfaces. It was found that the welded joints were more brittle and the impact energy was lower with 30-40% comparing to the base materials.

Kivonat

Munkánk célja egyrészt különböző generációs polietilén csövek, másrészt az alapanyag és hegesztett varratának összehasonlítása dinamikus igénybevétel esetén. A közlemény bemutatja kétféle polietilén csőanyag és hegesztett kötéseik műszerezett ütésvizsgálatának eredményeit, és a törtétfelületek Scanning Elektronmikroszkópos vizsgálatát. Az eredmények azt mutatják, hogy a hegesztett varrat ridegebb az alapanyagnál, az ütőmunkája 30-40 %-kal alacsonyabb.

Műszerezett ütésvizsgálat

A műszerezett ütésvizsgálat során nemcsak az ütésre fordított energiát határozzuk meg, hanem az erőt is regisztráljuk a vizsgálat közben, így lehetőségünk van az anyagok viselkedéséről, a törési folyamatokról információt nyerni. A kísérleteket a Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszék laboratóriumában található CEAST RESIL 15/25 műszerezett ütőművel végeztem (1. ábra).



1. ábra: CEAST RESIL 15/25 műszerezett ütőmű és az adatgyűjtő rendszer

A vizsgálatokat kétféle polietilén csőanyagon végeztem:

- PE80 (második generációs, Wavin, közepes sűrűségű polietilén)
- PE100 (harmadik generációs, Uponor, bimodális szerkezetű polietilén)

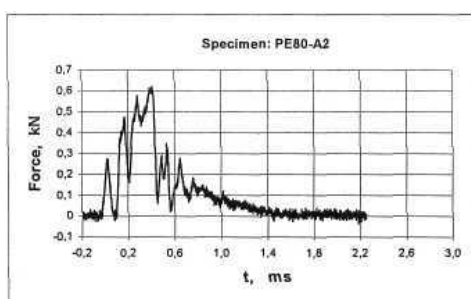
Három-négy darab, 10x10x55 mm, Charpy-V bemetszésű szabványos próbatestet vettünk ki az alapanyagból és a hegesztett varratból.

A mérések során az ütési energia 15 J, az ütési sebesség 3,7 m/s, a hőmérséklet 20 °C volt.

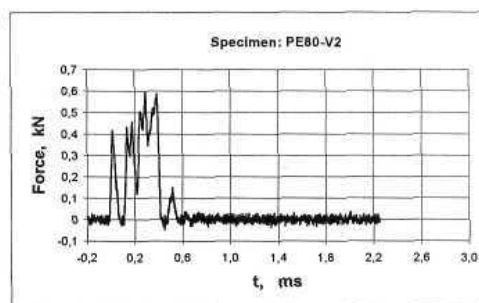
Eredmények és következtetések

Az anyagok különböző törési viselkedését az erő - idő és erő - behajlás diagramok mutatják. A teljesen szívósan viselkedő próbatest törése stabil repedésterjedéssel történik, mely közben a maximális erőt követően az erő folyamatos csökkenése tapasztalható. Tökéletesen rideg viselkedés esetén a törés instabil repedésterjedéssel történik, amelyet a diagramban egy hirtelen erőesés jelez. Az átmeneti tartományban a törés stabil repedésterjedéssel indulhat, majd a repedés instabilan terjed tovább, és bizonyos esetekben repedésmegállást követően újra stabilan folytatódik.

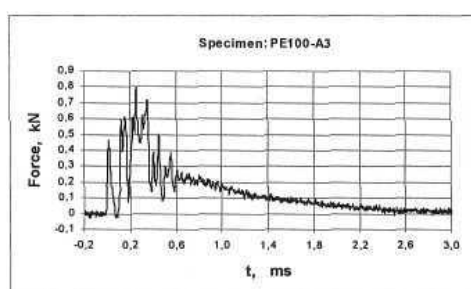
A következő ábrák a különböző anyagokra jellemző erő - idő diagramjait mutatják (2-5. ábrák).



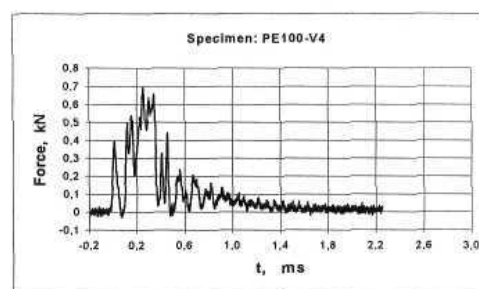
2. ábra: PE80, alapanyag



3. ábra: PE80, hegesztett varrat



4. ábra: PE100, alapanyag

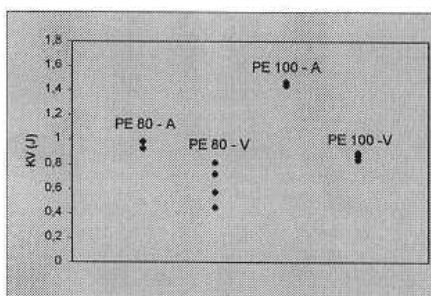


5. ábra: PE100, hegesztett varrat

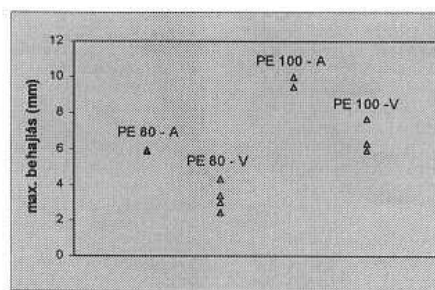
A diagramok elején látható erő oszcillációk jelenléte az ütés következtében fellépő mechanikai rezgések következménye, melyek idővel csillapodnak, amplitúdójuk csökken.

The PE100 alapanyag szívósabb, mint a PE80, ezért kisebb a ridegtörés veszélye. A hegesztett varrat ridegebb, mint az alapanyag, mindkét polietilén anyag esetén. A PE80 varrat teljesen rideg.

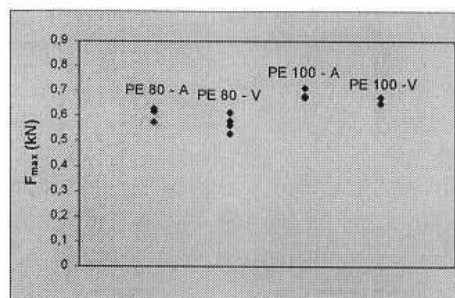
A következő diagramok a vizsgálatból kiértékelt mérőszámokat mutatják.



6. ábra: Ütőmunka



7. ábra: Maximális behajlás

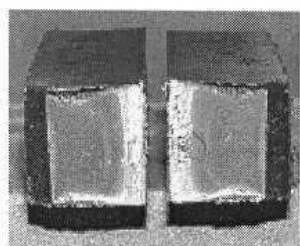


8. ábra: Maximális erő

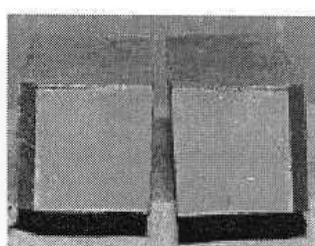
A 6. ábrán látható a különböző anyagok ütőmunkája. A törés végén az erő 0-ra csökken, itt maximális a behajlás (7. ábra). A maximális erőknél kezdődik a rideg repedésterjedés (8. ábra).

A legnagyobb ütőmunkája a PE100 alapanyag esetén volt, a hegesztés csökkenti az ütőmunkát. A legnagyobb szórás a PE80 hegesztett varrat esetén figyelhető meg mindegyik kiértékelt mérőszám esetén.

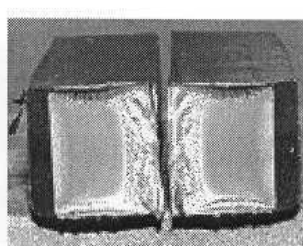
A különböző törési viselkedéseket jól szemléltetik a töretfelületekről készült makrofényképek (9.-12. ábrák). A rideg és szívós részek könnyen elkülöníthetők és összefüggésben vannak az előző eredményekkel.



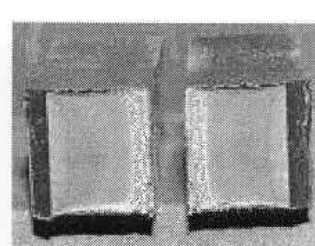
9. ábra
PE80 alapanyag



10. ábra
PE80 varrat



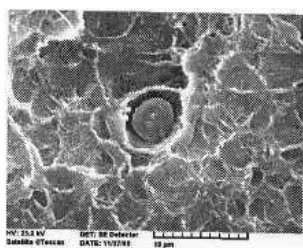
11. ábra
PE100 alapanyag



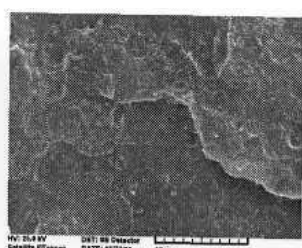
12. ábra
PE100 varrat

Scanning Elektronmikroszkópos vizsgálatok

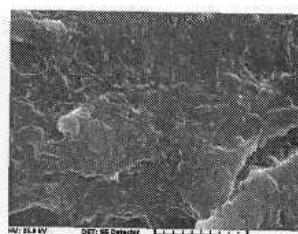
A szívós és rideg töretfelületeket elkülönítve Scanning Elektronmikroszkópos felvételeket készítettem, hogy még több információt kapjunk a törési viselkedésről. A felületeket aranyréteggel vontam be, majd mindkét polietilén alapanyagról, és hegesztett varrataikról 75x, 750x, 4000x nagyításban készítettem SEM felvételeket.



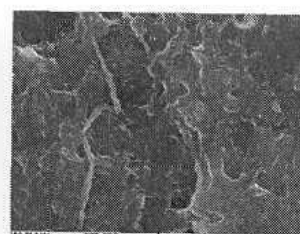
PE80, alapa.



PE80, varrat

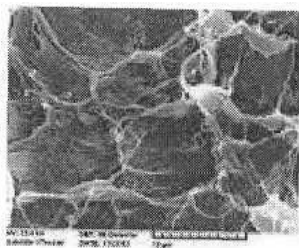


PE100, alapa.

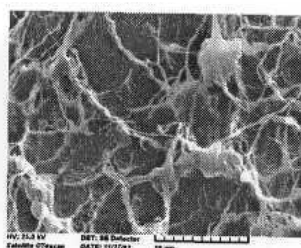


PE100, varrat

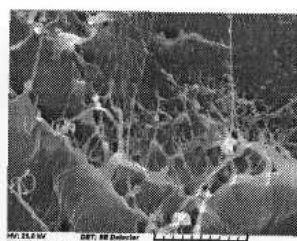
Rideg tartomány, nagyítás 4000x



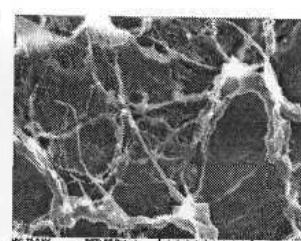
PE80, alapa.



PE80, varrat



PE100, alapa.



PE100, varrat

Szívós tartomány, nagyítás 4000x

A rideg tartományok esetén nem látható jellemző különbség a két alapanyag, illetve az alapanyagok és a hegesztett varratok között. A szívós tartományokban a PE100 alapanyag töretfelületén nagyobb, míg hegesztett varratán kisebb üregek figyelhetők meg.

Összefoglalás

A diagramok és a képek alapján megállapíthatjuk, hogy dinamikus igénybevétel során a polietilén cső viselkedése függ az anyagi minőségtől. A PE100 ütőmunkája nagyobb, mint a PE80-é, a töretfelületén több a szívós rész. A hegesztett varratot az alapanyaghoz viszonyítva azt láthatjuk, hogy a hegesztési varrat ridegebb, mint az alapanyag, mindkét polietilén anyag esetén. A hegesztett kötések ütőmunkája átlagban 30-40 % -kai kisebb, mint az alapanyagoké. A PE80 varrata teljesen rideg, a kiértékelt mérőszámok szórása itt a legnagyobb.

A kutatómunkát az OTKA T-030057 projekt támogatásával végeztük.

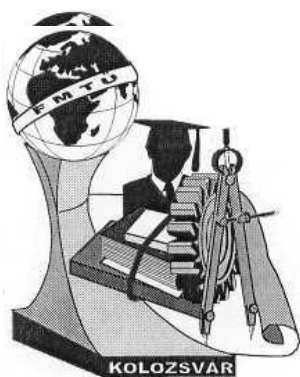
Felhasznált irodalmak

- [1] Bodor, G. - Vas, L. M.: Polimer anyagszerkezetan, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1995
- [2] Tisza, M: Anyagvizsgálat, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2001
- [3] Bezerédi, Á.: Műanyagok műszerezett ütésállósági vizsgálata, Anyagvizsgálók lapja 4, 2001, p.136-138

LESKOVICS KATALIN / Ph.D hallgató

Bay Zoltán Intézet / 3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 1.

Tel: 36 46/560120 /163, E-mail: lkatalin@bzlogi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

TISZTÍTÁS NAGYNYOMÁSÚ VÍZSUGÁRRAL

Polák Helga

Abstract

The removal with pure waterjets has reached an increasing acceptance and spread during the last three decades because of its environment-friendly features and its efficiency. A further distributions is hindered by the insufficient knowledge about the underlying process. This knowledge is mandatory for the optimisation of the waterjet application and the introduction of waterjets into new application fields.

Összefoglalás

A környezetvédelem és az újrahasznosítás korát élve, egyre több figyelmet és költséget fordítanak arra, hogy a lehető leghatékonyabb és emellett a környezetre ártalmatlan technológiákat fejlesszenek valamint alkalmazzanak. A vízsugárral történő tisztítás, de már megmunkálás is régóta szívesen és mind gyakrabban alkalmazott technológia. A tiszta vízsugarat a felületen nem kívánatos bevontok - mint például az öreg festékrétegek és védőrétegek, rozsda -, lerakódások, növényzetek eltávolítására valamint különböző szerkezeti elemek előkészítésére további megmunkálás céljára alkalmazzák. Itt is mint minden más eljárásnál a cél, megismerni és modellen keresztül szemléltetni a lejátszódó folyamatot az optimális kihasználás érdekében.

1. Bevezetés

Napjainkban a felületek tisztítására számos lehetőség létezik. A cél azonban minden esetben ugyanaz: a következő megmunkálási lépcsőfokhoz, megfelelő felületminőségi szerkezeti elemet készítsenek elő. Nyilvánvalóan, a megfelelő eljárás kiválasztása a munkadarab formájától, méretétől, a felület minőségi állapotától (szennyezettség) továbbá a felhasználás céljától is függ.

A tisztítás megvalósításánál alkalmazott technológiák eltérő eredményeket produkálnak egyazon anyagnál. A helytelenül kiválasztott vagy alkalmazott eljárás súlyos következményekkel járhat, okozhat pl. szerkezeti elem elgyengülést ami szélsőséges esetekben további költségekhez és talán emberi életek veszélyeztetéséhez is vezethet. A tisztítás valamint a felületkezelés folyamatának kiválasztása ezért nagy gondosságot igényel, minden esetben meg kell találni az optimális eljárást.

2. Tisztítási technológia

A tisztítási technológiákat eddigi ismereteink alapján három nagy csoportba sorolhatjuk:

1. termikus (pl. melegítés, lágyítás, stb.)
2. kémiai (pácolás, maratás, elektromkémiai eljárás, stb.)
3. mechanikus (köszörülés, polírozás, lappolás, ultrahangeljárás, vízsugaras tisztítás, stb.)

Az eljárások összehasonlítása után - melyeket most nem kívánok részletezni - a vízsugaras tisztítás bizonyult messzemenően a leghatékonyabbnak valamint alkalmazási területeit (öntési kéreg, rozsdá, oxid, salak, reve, különböző rétegződés, olaj, viasz, megmunkálási maradványok eltávolítása) nézve legszerteágazóbbnak.

E régóta ismert eljárás, népszerűségét rugalmasságának, univerzális alkalmazhatóságának és környezetbarát mivoltának köszönheti. Továbbá napjainkban, az egyetlen igazán hatásos módszer a víz alatti tisztításra.

3. A tisztítandó munkadarab

A munkadarabok összekötési lehetőségeinek és méreteinek széles változata következtében, továbbá a különböző tapadási viszonyok miatt a tisztítandó felület nehezen kezelhető.

A tisztítandó munkadarab három részből épül fel:

1. Substrat (hordozófelület vagy másnéven alapanyag):
 - Fémek,
 - Ásványi anyagok, pl.: kőzet, beton,
 - Egyéb substrat, pl.: fa, aszfalt, műanyag.
2. Fedőréteg
3. Tapadási közeg (a fent említett két réteg között található és jelentősen befolyásolja a tisztaság eredményességét.)

A tisztítás optimális alkalmazásához szükséges megismernünk a vízsugaras technológia alapvető összefüggéseit, valamint a különböző komponensek tulajdonságait (Substrat, fedőréteg, tapadási közeg). A kutatás nem csak a paraméterek tanulmányozására korlátozódik, hanem szükséges a jellemző viselkedés, a substrat valamint a fedőréteg leválasztási mechanizmusának leírása is.

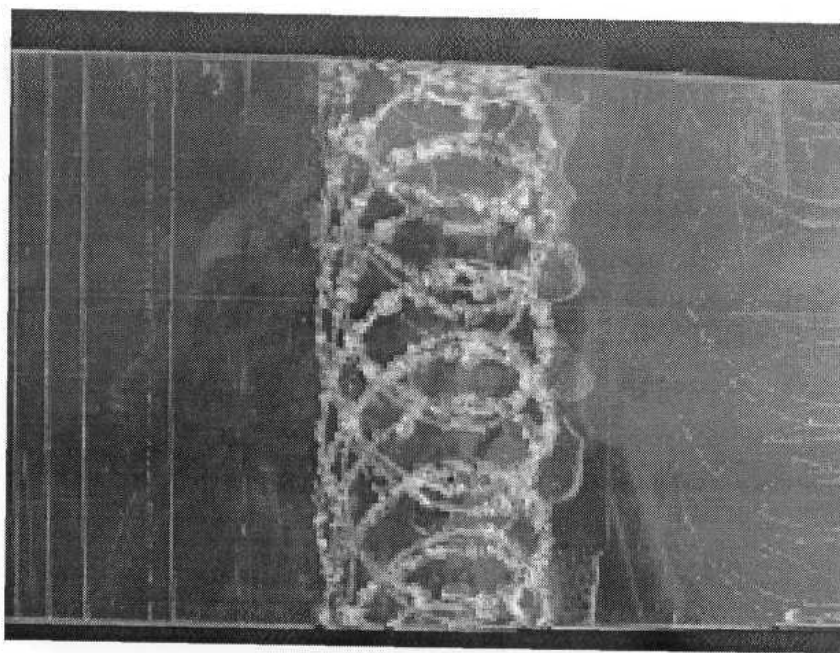
Egy olyan modellrendszert kell felépíteni ami a következő feltételeket kielégíti:

- összehasonlítható a valós tárggyal, objektummal,
- a tulajdonságok reprodukálhatósága,
- egyes tulajdonságok variálási lehetőségei,
- egyszerű és egyenletes előállíthatóság,
- kevés költség.

4. Kísérlet

Az intézetben használt tisztítófej öt fűvókát tartalmaz (2. ábra), melyeknek átmérője 0,2mm. A tisztítás során a fej egyszerre végez egyenesvonalú és forgó mozgást is. Ennél a készüléknél alkalmazható maximális nyomás 300MPa.

Egy előkísérlet során melyet az 1. ábra szemléltet, látható, hogy a paraméterek változtatásával milyen eltérő eredményeket kapunk, valamint az is észrevehető, hogy az öt fűvóka leválasztása nem egyforma.



1. ábra: Előkísérletek

A rendkívül eltérő leválasztás következtében az első lépés, hogy kísérletek során megismerjük a fűvókák teljesítményét (3. ábra). A fűvókákat egyenes vonalú mozgás mellett - elhagyva a rotációt - egyenként, de ugyanazon paraméterek mellett vizsgáltuk.

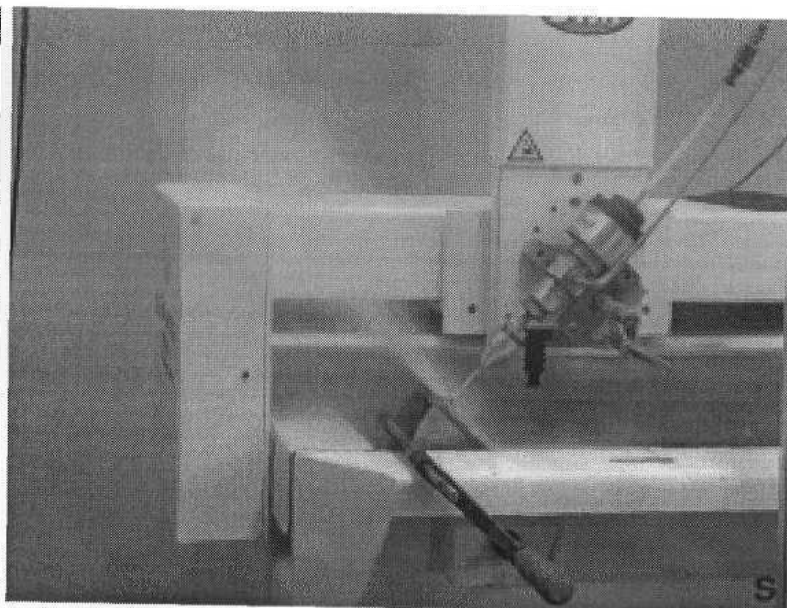
Állandó paraméterek:

- Nyomás: 125MPa,
- Előtolás: 800mm/min,
- Fúvóka (RX 20) átmérője: 0,2mm

A bemetszés során változó paraméter egyedül a fúvóka távolsága (0-260mm-ig) volt. A kísérlethez 300mm hosszú és 50mm széles alumínium lemezt használtunk. Minden egyes fúvókával ötször ismételtük meg a bemetszést - 6mm-es távolságot hagyva közöttük-, annak érdekében hogy pontosabb eredményt kapjunk az érdesség meghatározására.



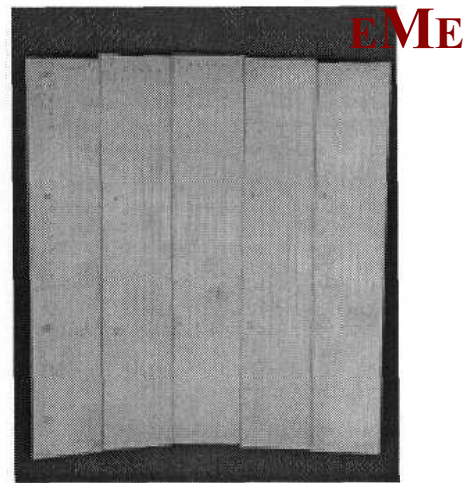
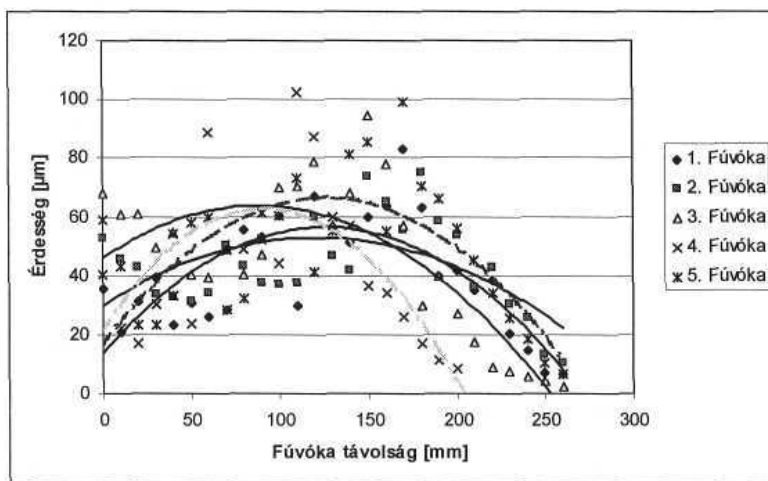
1. ábra Tisztítófej



3. ábra A vízsugaras berendezés kísérlet közben

5. Eredmény

Minden fúvókánál külön - külön 10mm-enkénti fúvókátávolságban mértünk érdességet ötször. A mérések és azok kiértékelése után igazolódott az a feltevésünk, miszerint az öt fúvóka, bár ugyanolyan típusú és ugyanazokkal a paraméterekkel rendelkezik, mégis eltérő eredményeket produkál az anyagleválasztás során (1.táblázat).



1. táblázat A fúvókák teljesítménye a távolságfüggvényében

A továbbiakban vetődik fel az a kérdés, hogy az különböző érdességet produkáló fúvókák, ezek után együttesen milyen paraméterek mellett hozzák az optimális leválasztást valamint milyen módon tudjuk modellen keresztül szemléltetni a megmunkálás közben lejátszódó folyamatot.

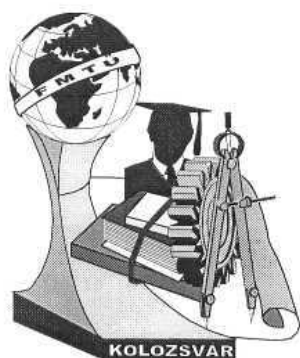
6. Irodalom

1. **Wolfgang Milchers:** Abtrag von Polymeren mit dem reinen Wasserstrahl, Hannover, 2001, pp1-13
2. **Wolfgang Schikorr:** Beitrag zum Werkstoffabtrag durch Flüssigkeitsstrahlen hoher Relativgeschwindigkeit, Hannover, 1986, pp33-40

Polák Helga / Tanszéki mérnök

Miskolci Egyetem Mechanikai Technológia Tanszék / H-3519 Miskolc, Egyetemváros

(00-36) 46-565-110 / polak@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

NAGY FORDULATSZÁMÚ KOMPOZIT TÁRCSA FEJLESZTÉSE

Csukat, G., Gaál, J., Rácz, I., Palócz, Zs.

A kutatás fejlesztési munka célja nagy fordulatszámú igénybevételnek kitett tárcsák fejlesztése volt, amelyek egy neutron nyalábot monokromatizáló berendezés u.n. Chopper rendszer alkotó részei. Szakirodalmi adatok alapján a tárcsa anyagául aromás poliamid szálal erősített, epoxi gyanta mátrixú kompozitott választottunk. A mátrixhoz 20% Gd_2O_3 kell adagolni, amely biztosítja a neutron nyalábok 99,99 %-nak elnyelését. Az ék alakú kivágással gyengített kompozit tárcsa feszültség analízisét végeselemes módszerrel is elvégeztük.

A fejlesztési munka eredményeként létrehozott több rétegű, aromás poliamid szövettel és paplannal erősített kompozit tárcsa, számításaink szerint a tervezett magas fordulatszámon szilárdságilag megfelelő.

The aim of of this work was to develop a very fast turning, highly loaded disc, that is part of a neutron beam monochromator, a so called Chopper system. The materials used were an aromatic polyamide as reinforcement and epoxy resin as mátrix. About 20 weight % Gd_2O_3 was added to the mátrix resin to ensure the sufficient, 99.99 % neutron absorption. The stress analyzis of rectengular slot weekend disc was calculated by a FEM method.

The resulting disc, containing several layers of aromatic polyamide woven and nonwoven fabrics, fulfilled the requirements of use.

1. A kompozitok jelentősége

A kompozitok a műszaki célú szerkezeti anyagok legkorszerűbb családját képezik, mivel kis fajlagos tömeg mellett kiváló szilárdsági és merevségi tulajdonságokkal rendelkeznek.

A kompozit olyan szilárd anyagot jelent, amely legalább két, egymásban nem oldódó komponensből áll, melyekből az egyik - a nagy szilárdságú és modulusú - szálak erősítő anyag a rendszerint kisebb szilárdságú, és modulusú mátrixban egyenletesen elosztatott formában helyezkedik el. Az erősítőanyag és a mátrix között erős kapcsolat (adhézió, tapadás) van, amely a deformáció illetve az igénybevétel magas szintjén is tartósan megmarad [1].

2. A tárcsával szemben támasztott követelmények

A kutatás fejlesztési munka célja különböző fordulatszámú igénybevételnek kitett tárcsák fejlesztése volt, amelyek egy neutron nyalábot monokromatizáló berendezés u.n. Chopper rendszer alkotó részei. A tárcsák min. 4 000 max. 15 000 fordulatszámmal forognak a készülékben, az üzemi fordulatszám 14 400. A tárcsák anyagukban neutron elnyelők kell legyenek, 3 mm vastagságúak, 700 mm átmérőjűek és 2 vagy 4 különböző szögű és hosszúságú réssel ellátottak.

3. A tárcsában igénybevételkor ébredő feszültségek

Szakirodalmi adatok alapján a tárcsa anyagául aromás poliamid szállal erősített, epoxi gyanta mátrixú kompozitot választottunk. A mátrixhoz 20% Gd_2O_3 kell adagolni, amely biztosítja a neutron nyalábok 99,99 %-nak elnyelését. A kompozit tárcsa anyagösszetételének (rétegfelépítésének) meghatározásához elemezni kell a forgó tárcsában ébredő feszültségeket. Mivel az anizotróp szerkezetű forgó tárcsában ébredő feszültségek eloszlására nincs zárt alakú összefüggés, ezért első közelítésben egy izotróp, állandó vastagságú tárcsában ébredő feszültségeket határoztuk meg tömör illetve középpontjában átfúrt esetben.

Egy r_k sugarú tömör tárcsa esetén a radiális és tangenciális feszültség eloszlása a sugár mentén az (1), (2) összefüggéssel számolhatók [2]:

$$\sigma_r(r) = \frac{3+\nu}{8} \rho \omega^2 (r_k^2 - r^2), \quad (1)$$

$$\sigma_t(r) = \frac{3+\nu}{8} \rho \omega^2 \left(r_k^2 - \frac{1+3\nu}{3+\nu} r^2 \right). \quad (2)$$

Középpontjában r_b sugarú furatos tárcsa esetén, a fenti összefüggések az alábbiak szerint módosulnak:

$$\sigma_r(r) = \frac{3+\nu}{8} \rho \omega^2 \left(r_b^2 + r_k^2 - \frac{r_b^2 r_k^2}{r^2} - r^2 \right), \quad (3)$$

$$\sigma_t(r) = \frac{3+\nu}{8} \rho \omega^2 \left(r_b^2 + r_k^2 + \frac{r_b^2 r_k^2}{r^2} - \frac{1+3\nu}{3+\nu} r^2 \right). \quad (4)$$

ahol: ν - a Poisson tényező, $\nu=0,3$

ρ - a tárcsa anyagának sűrűsége

$\omega = \frac{v_k}{r}$ szögsebesség, $v_k = d\pi n$ kerületi sebesség, n -fordulatszám

A fenti képletek alapján megállapítható, hogy a radiális és tangenciális feszültségek csak a fordulatszámától és a tárcsa anyagának sűrűségétől függenek. A két feszültségből számolható a Huber - Miseses - Hencky féle egyenértékű-feszültség (a továbbiakban HMMH feszültség) az (5) összefüggés szerint, ha a tárcsa síkjára merőlegesen ébredő feszültséget zérusnak tekintjük:

$$\sigma_{HMMH} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_t^2 - \sigma_r \sigma_t} \quad (5)$$

Előző munkáinkból ismert az aromás poliamid szálak kompozit sűrűsége (értéke $\rho \approx 1,4 \text{ g/cm}^3$), így a maximális fordulattal számolva a tömör tárcsában a feszültség maximális értéke $\sigma_{HMMH, \max} = 251,5 \text{ MPa}$.

A (3) és (4) összefüggésekkel számolva, 50 mm átmérőjű furat esetén, a maximális fordulaton a tárcsában ébredő feszültségek maximum értéke $\sigma_{HMMH, \max} = 442 \text{ MPa}$.

Számításaink alapján előre látható, hogy a tárcsába képzett rések további feszültség koncentráló helyek lesznek.

4. A kompozit anyagi jellemzőinek meghatározása

A kompozit mátrixa CIBA LY 5082 típusú epoxi gyanta volt, a katalizátor LY 5083 Hárter, az erősítő rendszer NEEDLONA KR122 márkanévű aromás poliamid nem szőtt paplan és KEVLAR szövet volt. Ahhoz, hogy megfelelő szilárdságú kompozitot állítsunk elő, több különböző rétegfelépítésű kompozitot vizsgáltunk. A szálerősített kompozitokra jellemző, hogy tulajdonságaik erősen irányfüggőek. így például ha az erősítő rendszer szövet, úgy a kompozit szilárdsága lánc- és vetülékirányban lényegesen nagyobb, mint egyéb irányokban. Az általunk első körben előállított különböző rétegfelépítésű laminátok szakító szilárdságainak irányfüggőségét az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Minta	Vizsgált irány	$\rho \text{ [g/cm}^3]$	$\psi \text{ [%]}$	$\sigma_s \text{ [MPa]}$
10 réteg 110 g/m^2 Kevlar szövet	lánc	1,26	46	297
	vetülék			256
	45°			221
4 réteg 185 g/m^2 Kevlar szövet	vetülék	1,25	54	350
	45°			103
4 réteg 185 g/m^2 Kevlar szövet + Gd_2O_3	vetülék	1,53	34	340
	45°			107

1. táblázat: Különböző rétegfelépítésű kompozitok szilárdsági jellemzői

ahol: ρ - a kompozit sűrűsége;

ψ - a kompozit száltartalma térfogatszázalékban;

σ_s - a kompozit szakítószilárdsága.

Annak érdekében, hogy csökkentsük a kompozit szilárdsági anizotrópiáját, egymáshoz képest elforgatott szövetrétegekkel laminátot készítettünk. A 2. táblázat tartalmazza annak a kompozitnak a

szilárdsági jellemzőit, amelyben a 10 szövetréteg láncfonalai a következő irányokat veszik fel: 0°; 22,5°; 45°; 67,5°; 90°; 90°; 67,5°; 45°; 22,5°; 0°.

Minta	Vizsgált irány	ρ [g/cm ³]	ψ [%]	σ_s [MPa]
10 réteg 110 g/m ² Kevlar szövet, forgatott + Gd ₂ O ₃	0°	1,42	56	370
	90°			355
	45°			310

2. táblázat: Forgatott szövetrétegű kompozit szilárdsági jellemzői

A további kísérleteink azt mutatták, hogy a szakítószilárdság tovább növelhető, ha a kompozit előállítása során 2-3 bar nyomást alkalmazunk. A fenti rétegfelépítésű kompozit szakítószilárdsága így elérheti a 400 - 450 MPa értéket is.

5. A tárcsa szilárdsági vizsgálata végeselemes módszerrel

Az ék alakú kivágással gyengített kompozit tárcsa feszültség analízisét végeselemes módszerrel végeztük. A numerikus szilárdsági vizsgálatok során kiderült, hogy az üzemi fordulatszámokon ébredő maximális HMH feszültségek a tárcsa kialakításoktól függően jelentősen eltérnek egymástól, értékeik 370-539 MPa között mozognak. A két réssel gyengített tárcsák esetén, a nagyobb nyílásszögű ékkel ellátott tárcsákban ébred kisebb feszültség, míg a négy réssel ellátott tárcsa esetén, a tárcsa pereméig kifutó rés ad kedvezőbb eredményt. A belső furat hatása függ a többi paramétertől. A feszültségeloszlás ábrák azt mutatják, hogy a nagy feszültségek lokálisan, a gyengítés tövénél ébrednek. A tárcsa anyagára érvényes rugalmassági határt figyelembe véve azt mondhatjuk, hogy vannak olyan kialakítású tárcsák, amelyeknél nem kell képlékeny alakváltozástól tartani.

6. A kivitelezés

A kivitelezés során problémát okozott, hogy a Gd₂O₃ gyorsítja az epoxi gyanta térhálósodását. Több ember szakszerű, egyidejű munkáját igényelte a rétegek átítatása, és a kompozit gyors előállítása úgy, hogy a térhálósodás már nyomás alatt történjen. A tárcsa végeleges geometriai kialakítása vízszagarással történt. A tárcsa statikus és dinamikus kiegyensúlyozását külső cég végezte el.

Az aromás poliamid szállal erősített kompozit tárcsa szilárdság szempontjából megfelelt az elvárásoknak, azonban merevség szempontjából nem tökéletes, ezért a fejlesztést folytatva, tervezzük a tárcsa elkészítését szénszövet erősítéssel.

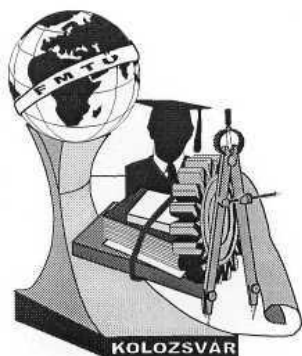
[1] - Czvikovszky, T., Nagy, P., Gaál, J.: A polimertechnika alapjai, Műegyetemi Kiadó, Bp., 2000

[2] - Muttyánszky, Á.: Szilárdságtan, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1981

Faurné Csukat Gabriella

Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet, H-1116 Bp., Fehérvári út 130.

Tel.: (+36 1) 463 0565, fax.: (+36 1) 463 0529, csukat@bzaka.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A MAGYARORSZÁGI KIS- ÉS KÖZÉPVÁLLALKOZÁSOK INNOVÁCIÓS LEHETŐSÉGEI

Sitkei Lili Eszter

Summary

Nowadays the economy and society of the developed countries have been changed by the achievement of the scientific research and technological development. The efficiency of economic activity has been decided by the knowledge. For the developed countries of the EU the innovation has become the key factor of the economic growth. It has created a competition, because mainly the big companies can afford the generally high cost of R&D. In long term it can result in unviable small and medium-sized enterprises, which can entail the disappearance of many workplaces. How can we solve this situation? What kind of facilities have the SME to increase there innovation potential? What do the government?

Összefoglalás

Napjainkban a fejlett világ országainak gazdaságát és társadalmát a tudományos kutatás és a műszaki fejlesztés eredményei gyökeresen átalakítják. A gazdasági tevékenység eredményességét egyre inkább a tudás határozza meg. Az EU fejlett országaiban az innováció a gazdasági növekedés kulcstényezőjévé vált. Ez azonban versenyhelyzetet is teremt, mivel az általánosságban magasnak mondható K+F költségeket elsősorban a nagy és tőkeerős vállalatok engedhetik meg maguknak. Ez hosszú távon a kis- és középvállalatok életképtelenné válását eredményezheti, amely többek között jelentős munkahely-megszüntetést vonna maga után. Mit lehet ez ellen tenni? Milyen lehetőségek vannak a KKV-nak, hogy innovációs képességeiket növeljék? Vagy inkább mit tesz az állam?

Mit jelent az innováció?

A szó szótári jelentése: újítás, megújulás.

Az innováció-fogalom klasszikus meghatározása Joseph A. Schumpeter nevéhez fűződik, aki az 1911-ben megjelent A gazdasági fejlődés elmélete című könyvében írta le először ezt a fogalmat.

Az innováció a dolgok és az erők új kombinációja és a fejlődés ezen új kombinációk megvalósításának az eredménye. Schumpeter szerint az új kombinációk elsősorban a gazdasági tevékenység következő

területeit érintik: új termékek előállítása, új eljárások bevezetése, új piacok megnyitása, új beszerzési források meghódítása, új szervezet létrehozása.

Látható, hogy Schumpeter innováció-értelmezésének elsődlegesen nem műszaki, hanem gazdasági tartalma van. [1.]

Történeti okok miatt azonban az innováció nem mindig ebben az átfogóbb értelmezésben volt használatos, hanem kiszakadva a társadalmi-gazdasági összefüggések sokrétűségéből pusztán műszaki innovációra redukálódott. E felfogás szerint a műszaki innovációk új termékeket és eljárásokat, valamint ezekben bekövetkező jelentős technológiai változásokat foglalnak magukban. Az innováció akkor tekinthető megvalósítotttalak, ha piaci bevezetése megtörtént (termék-innováció) vagy egy termelési folyamat során alkalmazták (folyamat-innováció).

A hatvanas években következett be az az áttörés, amely az innováció fogalmát kiszélesítette és kiterjesztette elsőként az oktatásra, majd egyéb területekre is.

Ma már általánosan elfogadott, hogy az innováció nemcsak a gazdasági, műszaki tevékenység jellemzője, hiszen az *új iránti fogékonyság, az új érték létrehozása* általánosságban *mindenfajta emberi tevékenységhez* kapcsolódik, ily módon a gazdaság és a társadalom minden szférájában megjelenhet. Mint ilyen egyszerre jelenti a gazdasági, politikai, kulturális szféra megújulását.

Az információs társadalom korszakában az innováció fogalma tovább bővül, és most már egyrészt beszélünk tudásinnovációról, másrészt társadalmi innovációról, amely szorosan összefügg a gazdasági vagy a műszaki innovációval. Az intelligens térségfejlesztési stratégiák, pedig itthon is ismertté tették a területfejlesztési innovációt, amely szintén kapcsolódik a gazdasági, technológiai és társadalmi innovációhoz. Az Európai Unió most már nem egy dokumentumában az új korszakot információs és innovációs társadalomnak nevezi, amely arra utal, hogy az innováció messze kikerült a hagyományos keretektől és a korszak egyik vezető fogalmává és stratégiai eszközévé vált, valamint a gazdasági növekedés kulcstényezőjévé.

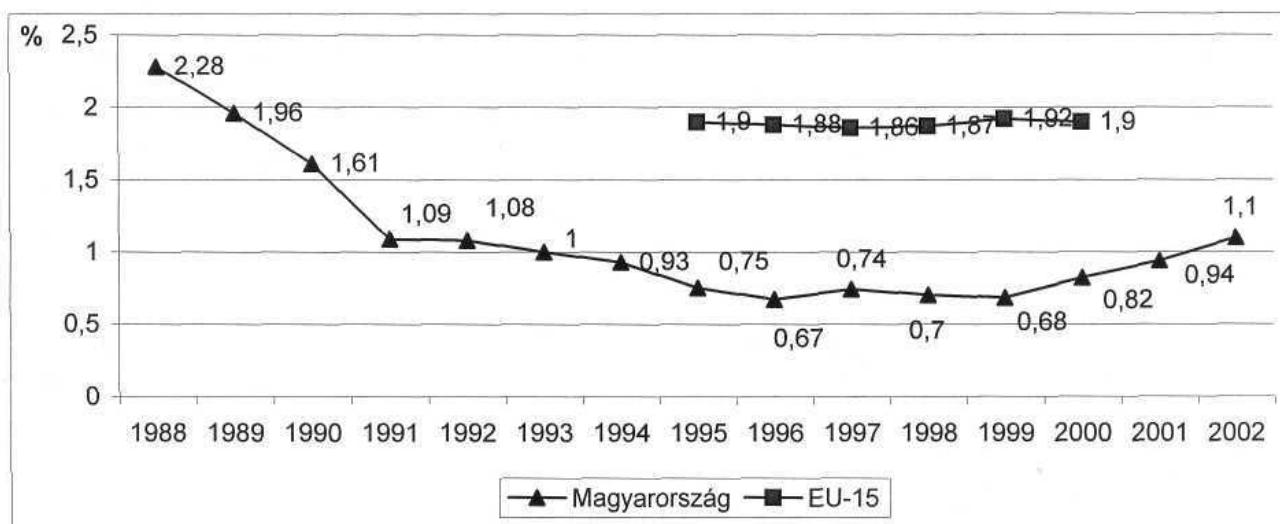
A következőkben azt mutatom be, hogyan alakul az innovációhoz szorosan kapcsolódó kutatás és kísérleti fejlesztés finanszírozása Magyarországon.

A hazai K+F folyamatok az EU folyamatok tükrében

Az elmúlt évtizedekben a K+F tevékenység egyre közvetlenebb gazdasági versenyképességi tényezővé vált. Ezzel párhuzamosan egy ország ezen irányú aktivitásának egyik legfontosabb jellemzőjévé lépett elő a teljes K+F ráfordítás GDP-hez viszonyított aránya. Ezen mutató magyarországi alakulását figyelhetjük meg az 1. ábrán.

Az ábrából egyértelműen leolvasható, hogy a tudományos kutatási, kísérleti fejlesztési tevékenységet az elmúlt évek folyamatai kedvezőtlenül érintették hazánkban. A nagyvállalatok jelentős részének megszűnésével szétszóródtak a kutató, fejlesztő csoportok, a privatizált vállalatok egy része beszüntette a közvetlen K+F tevékenységet. Az újonnan létrejött vállalkozások többsége kis méretű, tőkeereje mind a saját, mind a megbízásos K+F tevékenységhez kevés. A K+F-re fordítható anyagi

erőforrások folyamatosan szűkültek az 1990-es évek második felében. [2.] 2000-től némi javulás következett be, és a mutató lassú emelkedésbe kezdett. A csatlakozásunkig kívánatos volna elérni a 1,5%-ot, de ez jelenleg még csak álomnak tűnik.

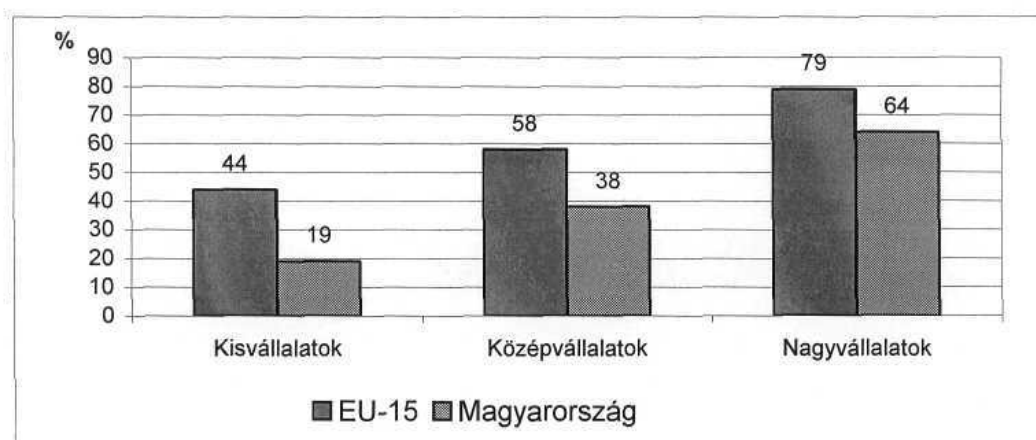


1. ábra

Kutatás és fejlesztés ráfordítási Magyarországon és az EU-ban a GDP %-ban

Az uniós átlaghoz képest nagy a lemaradásunk, Portugália és Görögország szintjén állunk, de vannak olyan EU-s országok, ahol ez az arány a 3-4 %-ot is eléri, például Finnországban és Svédországban (ami az EU két nagy versenytársának, az USA-nak és Japánnak a szintjét jelenti). Most pedig nézzük meg, hogy mi a helyzet a vállalkozási szférával.

1996-97-ben készült el a második „Közösségi innovációs felmérés” az EU-ban, amelynek eredményét 2000-ben tették közzé. Célja a vállalkozások innovációs képességeinek felmérése, ennek egyik részeredménye megmutatja, hogy milyen az innovációt bevezető vállalatok aránya nagyságkategóriák szerint. Az 2. ábra a feldolgozóiparban működő vállalkozások, megoszlását mutatja, mert az unióhoz hasonló felmérést Magyarországon is végeztek, de csak a feldolgozóipari vállalatok körében.



2. ábra

Az innovációt bevezető vállalatok aránya a feldolgozóiparban vállalati nagyságkategóriák szerint (%)

Ha a magyar adatokat az EU-felmérés mellé állítjuk, két megállapítást tehetünk:

- a magyar adatok minden nagyságkategóriában alacsonyabbak
- és nálunk sokkal nagyobbak a nagyságkategóriák közötti különbségek. [3.]

A KKV-k szemszögéből pedig arra következtetésre juthatunk, hogy az ő innovációs készségük messze elmarad a nagyvállalatokétól. Mit lehet ez ellen tenni? Valamilyen módon ösztönözni kell őket, hogy többet fordítsanak a versenyképesség meghatározó tényezőjére.

Az innováció ösztönzése

A kis-és középvállalati szektor jelentősége meghatározó mind a magyar, mind az Unió gazdaságában. A munkavállalók közel kétharmadát ők foglalkoztatják, és a gazdaság össz kibocsátásának több mint fele tőlük származik. Nem hiába az ő versenyképességük erősítése ma a fejlett országok gazdaságpolitikájának egyik súlyponti eleme.

A konkrét állami segítségi formák a pénzügyi támogatástól a tanácsadáson keresztül a kutatóintézetek és a kkv-k közötti kooperáció és technológiai transzfer ösztönzéséig terjed. Az innovációs lánc szinte minden elemére létezik valamilyen támogatás. Az EU által létrehozott Európai Üzleti és Innovációs Központok Hálózatának - Amelynek egyébként Magyarország is tagja - fő feladata a támogatásra érdemes innovációs projektek felkutatása, és a megvalósításukhoz segítség nyújtása.

Sikeres formák között tarják még számon az ún. innovációs parkokat vagy innovációs inkubátorokat. Összehasonlítva az EU innovációs politikáját a magyarországgal megállapítható, hogy jelenleg Magyarországon az innováció és a kkv-k támogatása nem egységes koncepció keretében történik. Elkülönült rendszerek és alapok támogatják a regionális fejlesztést, a K+F tevékenységet, az innovációt vagy a vállalkozásfejlesztést. Fontos lenne, hogy ezeket az erőforrásokat összehangolják, és a szinergikus hatást felerősítsék. [4.]

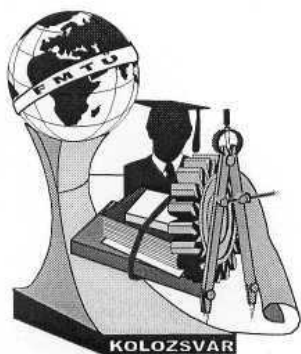
Irodalomjegyzék

1. Dr. Gáspár László: Általános innovációelmélet,
Magyar Innovációs Szövetség, Budapest 1998, 11. o.
2. Nyíri Lajos: Leszakadás vagy követés a tudásintenzív fejlődésben
Közgazdasági Szemle, XLIII. évf., 1996. június (564-576. o.)
3. Román Zoltán: Kis- és középvállalkozások a magyar gazdaságban
KSH, Budapest, 2000
4. Szerb László: Kisvállalati gazdálkodás
Pécsi Egyetem, 2000

Szerző: Sitkei Lili Eszter doktorandusz **Témavezető:** Dr. Tóth László, Pelczné dr. Gáli Ildikó

Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet, 3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 1.

Tel: +3646560111 Fax: +3646369438 E-mail: sitkei@alpha.bzlogi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MÉRNÖKI MÓDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK BIZTONSÁGA BEMETSZETT PRÓBATEST HAJLÍTÁSA ESETÉN

Köves Tibor, Tóth László

ABSTRACT

Dominant ratio of the engineering structures, machine parts have local stress, strain concentrators. The reliability and safety of these elements are determined by the local behaviour of materials at different loading conditions. Stress raisers generally termed **notches** require special attention as their presence reduces the resistance of a component to fatigue failure and brittle fracture which both of them are very dangerous because they always occur at nominal stress level below the yield stress. The relationship between the load and the elastic-plastic notch tip strains and stresses is often approximated by the Neuber rule [2] or the Equivalent Strain Energy Density (ESED) equation [3] instead of the expensive sophisticated numerical modelling. But the reliability of these methods depends mainly on the material and the geometry, so the research of the applicability criteria is relevant and the aim of this work.

BEVEZETÉS

A mérnöki szerkezetek döntő többsége, gépalkatrészek, nagy valószínűséggel tartalmaznak valamilyen feszültséggyűjtő helyet, melyeknek jelenléte sorsdöntő lehet a szerkezet különböző terhelésekkel szembeni ellenállásának és így megbízhatóságának szempontjából. E kritikus helyek (bemetszések) mindig fokozott figyelmet igényelnek, mert csökkentik az alkatrészek ellenállását a fáradásos tönkremenetel és a fáradásos töréssel szemben. Mindkettő nagyon veszélyes, mert a tönkremenetel megtörténik akkor is, ha a névleges feszültség a folyási határ alatt van. A kapcsolatot a bemetszés csúcsában a terhelés és a rugalmas-képlékeny feszültségek és alakváltozások között gyakran közelítik a Neuber módszerrel [2], vagy az egyenértékű alakváltozási energiasűrűségek (ESED) egyenlőségével [3], a költséges és modern numerikus modellezés helyett. Ezen módszerek megbízhatósága azonban függ az anyagtól, a geometriától. Az alkalmazhatósági kritérium kutatásában segít ez a munka.

1. SZÁMÍTÁS MENETE - KÖVETKEZTETÉSEK HÚZÁS ESETÉRE

Az első analízisben hengeres, U alakú beszúrással rendelkező próbatestet vizsgáltam, 400 MPa névleges húzóterhelés esetén. A próbatestek külső átmérője egységesen 8 mm, a beszúrásnál 6 mm. A

beszúrások rádiusza 0.1-1.5 mm-ig 0.2 mm-es lépésekben változik. Tehát 8 különböző geometria és e mellett 6 különböző anyagot, azaz összesen húzásra 48 számítást végeztem.

A VEM analízis után meghatároztam a bemetszés csúcsában a feszültségeket NEUBER és GLINKA módszerrel.

A NEUBER - féle modell szerint *kismértékű képlékeny alakváltozás* esetén a repedés csúcsánál a külső terhelés hatására kialakuló energiamezőt - jó közelítéssel - csak a képlékeny zónát körülvevő nagy rugalmas tér befolyásolja. Ez lehetővé teszi azt, hogy az alakváltozási energiák egyenlősége alapján rugalmas-képlékeny alakváltozás-, és feszültségmezőt számíthassunk kizárólag a rugalmas mezők és a rugalmas-képlékeny anyagegyenlet alapján.

A NEUBER által javasolt modell alapja, a rugalmas és képlékeny esetre vonatkozó *teljes alakváltozási energiasűrűségek* egyenlősége:

$$\sigma^{rug} \cdot \varepsilon^{rug} = \sigma^N \cdot \varepsilon^N \quad (1)$$

ahol:

$\sigma^{rug}, \varepsilon^{rug}$ - feszültség és alakváltozás rugalmas esetben,

σ^N, ε^N - feszültség és alakváltozás képlékeny esetben (NEUBER szerint).

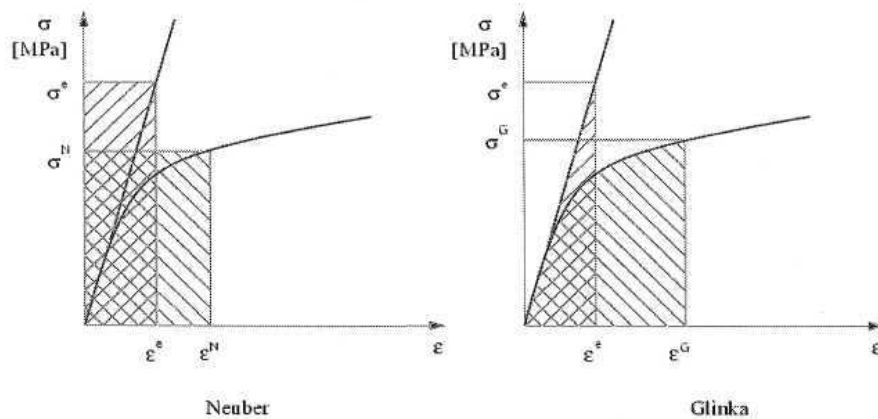
A GLINKA által javasolt modell az *alakváltozási energiasűrűségek* egyenlőségén alapszik:

$$\int_0^{\varepsilon^{rug}} \sigma^{rug} \cdot d\varepsilon = \int_0^{\varepsilon^G} \sigma^G \cdot d\varepsilon \quad (2)$$

ahol:

σ^G, ε^G - feszültség és alakváltozás képlékeny esetben (GLINKA szerint).

A két módszer geometriai interpretációja az 1. ábrán látható.



1. ábra. NEUBER és GLINKA módszerének geometriai interpretációja

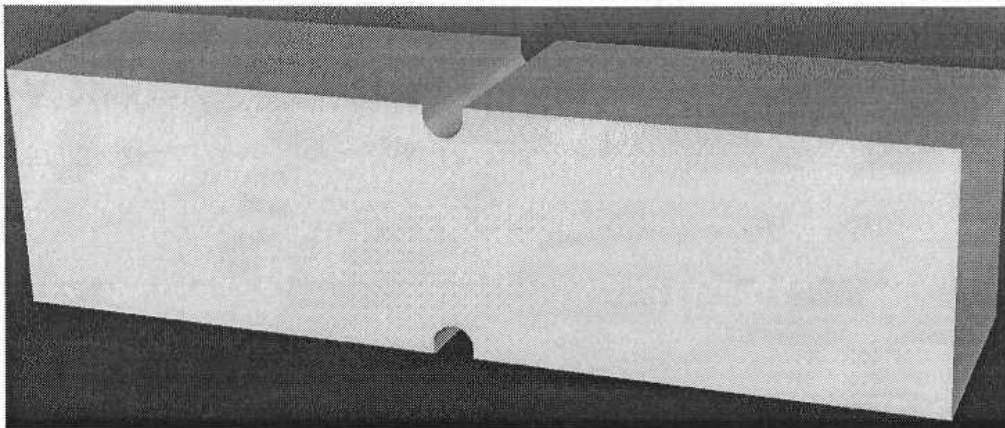
Az egyenletek bal oldalát, minden geometriára meghatároztam, miután rugalmas anyagra elvégeztem a VEM számítást. A mérnöki módszerekkel számíthatók a feszültségek (1) és (2) alapján,

valamint az anyagegyenletek felhasználásával. Ezeket összehasonlítva a VEM eredményekkel a következőket állapítottam meg húzás esetén:

- A mérnöki módszerek eredményesen alkalmazhatók a "pontos" feszültségállapot leírására húzás esetén.
- Minél nagyobb K_t (azaz a bemetszés zavaró hatása), annál pontosabb a mérnöki módszer (K_t - feszültséggyűjtési tényező kisképlékeny-rugalmas esetben).
- A mérnöki módszerek az alacsonyabb feszültségtartományban (amíg a képlékeny zóna mérete kicsi) mutatnak jó egyezést a VEM-rel.
- A mérnöki módszerekkel a feszültségállapot egy nagyságrenddel nagyobb pontossággal számítható, mint az alakváltozásállapot.

2. ANALÍZIS HAJLÍTÁSRA, MEGÁLLAPÍTÁSOK

Ebben az esetben a próbatest négyzet keresztmetszetű volt, szintén U alakú bemetszéssel, amit a 2. ábra szemléltet:

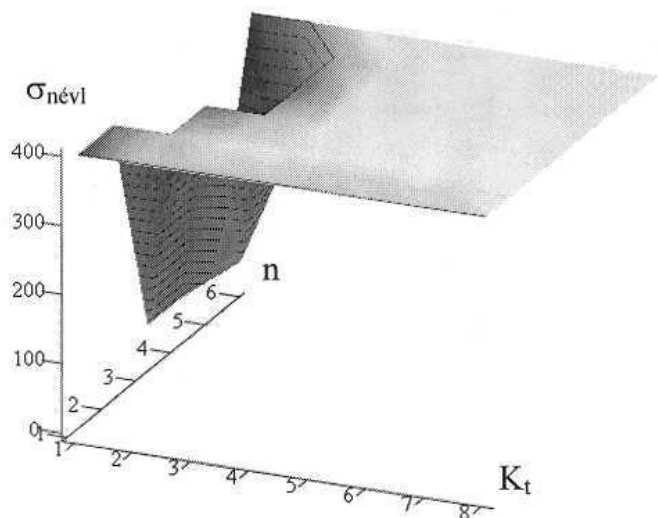


2. ábra. Próbatest geometriája hajlításnál

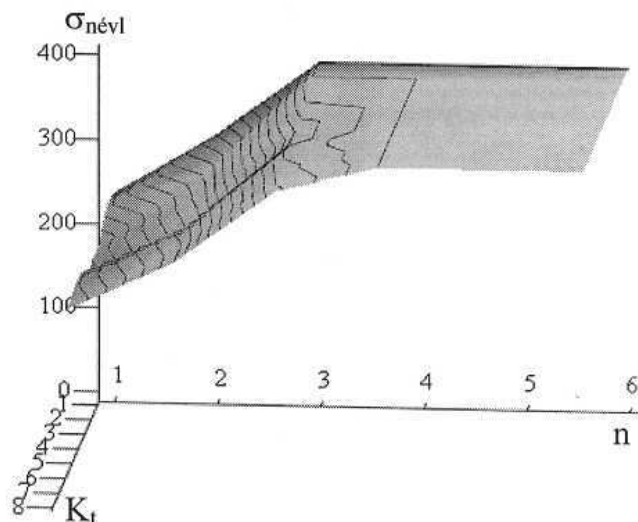
A geometriai adatok, anyagparaméterek, és a terhelés nagysága, valamint a terhelési lépések megegyeznek a húzásnál alkalmazottakkal.

Minden esetben meghatározva az NEUBER és GLINKA-féle feszültségeket, meghatároztam az egyes esetekre azt a névleges feszültséget, melynél az adott módszer hibája elérte az 5%-ot. Ezek a feszültségek az alkalmazhatósági határok. Ezeket a határpontokat térben ábrázolva megkaptam azt a határfelületet, vagy más néven alkalmazhatósági felületet, amely alatt elegendő pontossággal (hiba<5%) lehet a mérnöki módszert alkalmazni, felette pedig VEM használata szükséges az előírt pontosság eléréséhez. A koordinátatengelyeken rendre a $\sigma_{névl}$ - névleges feszültség, K_t - feszültségkoncentrációs tényező, n - keményedési kitevő található.

A 3. és 4. ábra az alkalmazhatósági felületeket mutatja. Az ábrákon $\sigma_{névl} = 400$ MPa-nál látható vízszintes felületrész azt jelenti, hogy az adott módszer hibája azon a tartományon nem érte el az 5%-ot.



3. ábra



4. ábra

Alkalmazhatósági felületek hajlításra

3 - NEUBER módszer, 4 - GLINKA módszer esetén

HIVATKOZÁSOK

- [1] R. E. Peterson, *Stress concentration factors*, John Wiley and Sons, New York, USA (1974).
- [2] H. Neuber *Theory of stress concentration far shear-strained prismatical bodies with arbitrary nonlinear stress-strain law*, Journal of Applied Mechanics 26, No.4 (1961) 544-550.
- [3] G.Glinka, W. Ott, H. Nowack *Elastoplastic pláne strain analysis of stresses and strains at the notch root*, Journal of Engineering Materials and Technology, vol 110(1988) 195-204.
- [4] T. H. Topper, R. M. Wetzell, J. Morrow *Neuber's rule applied to fatigue of notched specimens*, Journal of Materials 4, No.1 (1969) 200-209.
- [5] Hutchinson, J. W. *Singular behavior at the end of a tensile crack in a hardening matériái*, Journal of Mechanics and Physics of Soldis, Vol. 16, No.1 (1968) 13-31.
- [6] L. Tóth, S. Dadvandipour *Comparison of engineering methods used far evaluation of small elastoplastic deformation at notches*, GÉP IL. évfolyam 4-5. szám (1998) 62-64.

Köves Tibor¹, Tóth László²

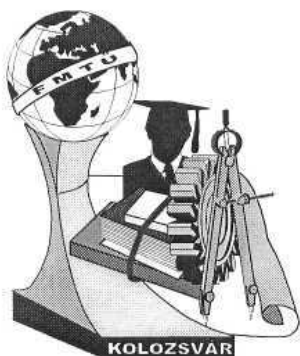
¹doktorandusz hallgató, ²egyetemi tanár

¹²Bay Zoltán Logisztikai és Gyártástechnikai Intézet, 3519 Miskolctapolca, Bay Zoltán tér 1.

Tel: ¹⁴+3646560120

Fax: ¹⁻⁴+3646369438,

E-mail: ¹kovest@alpha.bzlogi.hu, ²TLaszIo@bzlogi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MECHANIKUS ROBOTPERIFÉRIÁK MÉRÉSTECHNIKAI VIZSGÁLATA

Kovács Zsolt

Summary: When using robots in automated production it is necessary to use different mechanical robot peripheries (grippers, tools, fixtures) for handling, welding, machining, assembling, etc. the work pieces. The mechanical robot peripheries should be tested either after the development of prototypes or before their selection for applications. The measuring test gives the most important technical data about the peripheries, such as position accuracy, static and dynamic stiffness, etc, which show, whether they are able to realise the given tasks, operations or not. The results of the measuring test of an end-effector changer will be presented.

1. Bevezetés

Gyakran előfordul hegesztő, szerelő, festő vagy technológiai robotoknál, hogy a szükséges feladatokat egy megfogóval már nem lehet elvégezni, illetve az illesztési műveletek végrehajtásához célszerszámok szükségesek. A robotos műveletek végrehajtásához szükséges eszközöket (megfogókat, készülékeket, szerszámokat) mechanikus robotperifériáknak hívjuk. Azokat az eszközöket, melyeket a robot utolsó csuklójára erősítünk end-effektoroknak hívjuk. Sokszor olyan bonyolult a szerelési feladat, hogy a probléma többszerszámú, vagy univerzális cserélőfejjel sem oldható meg. Ebben az esetben szükség van a szerelőeszközök automatikus cseréjére, ami természetesen nem zárja ki, hogy a cserélendő eszközök is lehetnek többfunkciósak.

A cserélő egység minden esetben egy bonyolultabb robotoldali- és több szerszámoldali adapterből áll. (Az adapterekre a mechanikus interface elnevezés is használatos.) A szerszámoldali adapterre erősítik fel a megfogókat vagy a szerszámokat. Az utolsó robotcsuklóra felszerelt adapter ezeket veszi fel. Kapcsolódáskor az adapterekbe beépített csatlakozókon át történik a szerszámok működtetéséhez szükséges energia átvitele, illetve, ha a szerszámon érzékelők kerültek beépítésre, rajtuk keresztül jut el a jel a robotvezérlőbe. A megfogók és szerszámok nyugalmi helyzetükben egy erre a célra kialakított tárolóban helyezkednek el. A robot innen veszi fel a megfelelő eszközt, és ide is teszi vissza azt. Intelligens rendszereknél a cserélendő eszközök azonosító jellel rendelkeznek (identification system), így a vezérlés mindig ellenőrizni tudja, hogy melyik szerszámot vette fel a robot, illetve adott szerszám hol található a tárolóban.

A robotperifériák csak a műszaki jellemzőik által megengedett feladatok ellátására alkalmasak. A kereskedelmi forgalomban beszerezhető típusok kiválasztásánál, illetve az egyedi készülékek fejlesztésénél mindig az adott feladat követelményeiből kell kiindulni. A legfontosabb jellemzők, melyek egy adott alkalmazásnál alapvető szempontot jelentenek, az alábbiak:

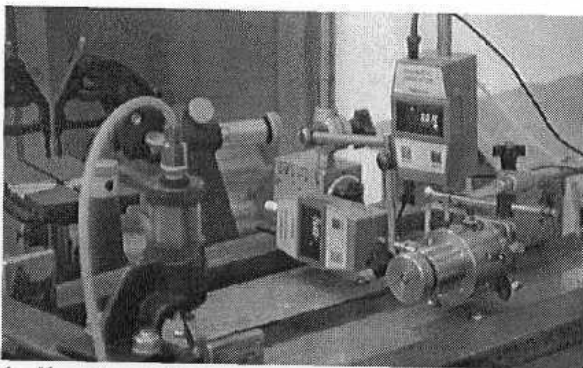
- pozícionálási- és ismétlési pontosság, irányváltási hiba, visszaállási hiba,
- statikus merevség (engedékenység),
- dinamikus merevség (sajátfrekvenciák, csillapítás),
- automatizáltsági szint, felügyeleti funkciók,
- felépítés bonyolultsága, karbantartásigény,
- méretek és önsúly,
- beszerzési, vagy bekerülési költség, stb.

Jelen előadás keretei között a mechanikus robotperifériák legjellemzőbb vizsgálatait, egy, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékén fejlesztett end-tektor tesztelésének eredményeivel mutatom be.

2. Pontossági vizsgálat

A szerszámcsereelő szét- és összekapcsolása után a játékkal illesztett kapcsolódó alkatrészek mechanikus perifériák más és más helyzetet vehetnek fel. A kapcsolások pontosságának ismerete, úgymint az eltérések szórása, terjedelme és átlaga fontos információi a szerszámcsereelő adott feladatra való alkalmasságának eldöntéséhez.

A szerszámoldali csereelő fél tengelye által felvett helyzetet, - mely a kapcsolások során kuppalastok sorozatát írja le - teljes pontossággal két rögzített sík és a szerszámcsereelő külső hengerpalástjának körmetszeteiként lehet meghatározni. A mérés során a szerszámcsereelőt egy pneumatikus, lineáris egységre épített készülékre rögzítettük, ennek segítségével a csereelési műveletet automatikusan lehet lebonyolítani. Feltételezve, hogy szétkapcsolás után a robotoldali csereelő fél a hátrajáratás véghelyzetében eltérés nélkül mindig ugyanabban a helyzetben áll meg, továbbá a robotvizsgálati szabványok hengeres vizsgálóelem esetén két db mérőórát (X-Y síkban) írnak elő így ebben az esetben két db 1 μm felbontóképeségű lineáris, inkrementális mérőelem elhelyezésére került sor (1. ábra).



1. ábra Ismétlési pontosság vizsgálata

Az ismétlési pontosság méréséhez differenciálmérések sorozatát kellett elvégezni oly módon, hogy a mérőelemek az első mérés előtt a felületre engedett tapintókkal nullázásra kerültek. A mérések 50 mérést tartalmazó csoportokban történtek. A mérési eredmények feldolgozásához a következő mennyiségek kerültek kiszámításra:

$$\begin{aligned} \text{a) terjedelem: } R &= x_{\max} - x_{\min} & \text{b) átlag } \bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ \text{c) szórás: } \sigma &= \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2} \end{aligned}$$

A mérési eredményekből számolt jellemzők az alábbiak:

$$\begin{aligned} R_x &= 26 \mu\text{m} & R_y &= 18 \mu\text{m} \\ \bar{x} &= 14,64 \mu\text{m} & \bar{y} &= -53,86 \mu\text{m} \\ \sigma_x &= 5,77 & \sigma_y &= 4,28 \end{aligned}$$

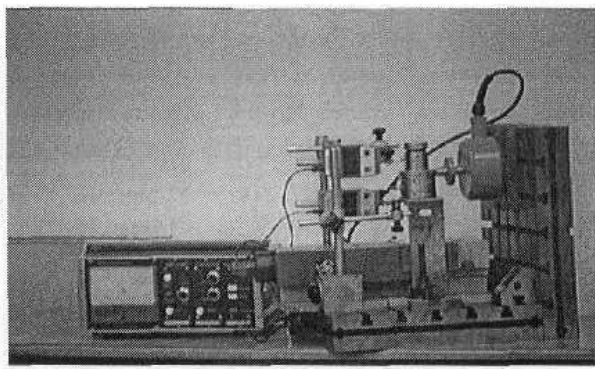
A pontossági méréseket a szerszámcsereelő teljes összekoptatása után is indokoltnak látszott elvégezni. Megfigyelhető a mérési eredményeken a bejáratás jótékony hatása.

$$\begin{aligned} R_x &= 13 \mu\text{m} & R_y &= 15 \mu\text{m} \\ \bar{x} &= 3,38 \mu\text{m} & \bar{y} &= -0,98 \mu\text{m} \\ \sigma_x &= 3,21 & \sigma_y &= 2,98 \end{aligned}$$

3. Statikus merevségi vizsgálat

A statikus merevségi vizsgálat célja annak a megállapítása, hogy a szerszámcsereelő adott erőtől származó terhelés mellett mekkora erőirányú elmozdulást szenved. A statikus merevséget a

terhelő erő és a hozzá tartozó deformáció hányadosaként határozhatjuk meg $[N/mm]$. Az erő-elmozdulás diagramot felvéve meghatározható a linearitás, a hiszterézis és a maradó elmozdulás mértéke, mely fontos információt ad a szerszámcserélő jellemzéséhez. A statikus merevség méréséhez építészekrény-elven alapuló készülékrendszer (EÖK) elemeiből összeállított vizsgálóberendezés készült. Az EÖK-állvány függőleges lapjára került fel a nyúlásmérő bélyeges erőmérő cella, melynek villamos jelét egy egyenáramú mérőerősítőn lehetett figyelemmel kísérni. A mérés során a terhelőerő átadására egy menetes orsót helyeztünk az erőmérő cella és a szerszámcserélő közé, melynek elforgatásával a terhelőerőt a kívánt értékre lehetett beállítani. A szerszámcserélő elmozdulását (X és Y irányban) lineáris, inkrementális mérőelem jelzi ki (2. ábra).

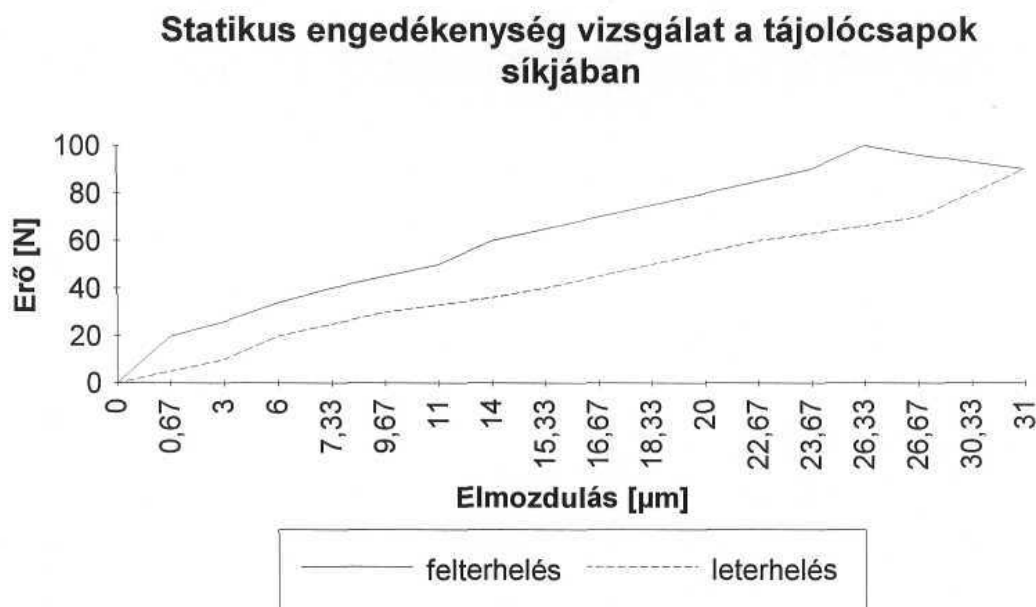


2. ábra A statikus merevségmérés eszközei

A vizsgálat során a terhelőerő maximumát a szerszámcserélő névleges terhelésével megegyező értékre, 100 N-ra vettük fel. A fel- és leterhelés 10 lépcsőben, 10 N-onként történt. Mivel a szerszámcserélő - szerkezeti felépítéséből kifolyólag - a különböző irányokban különböző merevséggel bír, szükséges volt a vizsgálatot a két jellemző irányban (X és Y tengelyek mentén), a tájolócsapok síkjában, és erre merőlegesen is elvégezni.

A tájolócsapok síkjában mérve a következő eredmények adódtak (3. ábra):

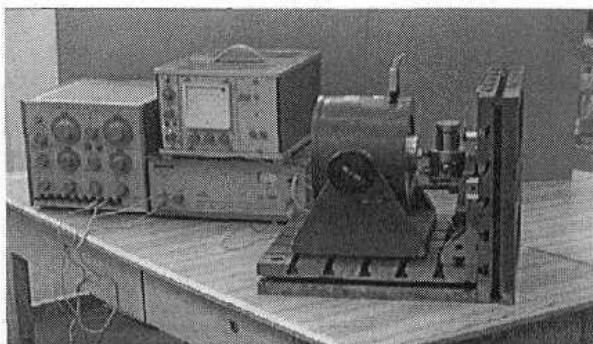
Maximális kitérés:	31 μm	Merevség:	3225 N/mm
Maradó elmozdulás:	0 μm		



3. ábra

4. Dinamikus merevségi vizsgálat

A robotok működése közben fellépnek rezgések, melyek a szerszámcserélő elemeinek különböző tömegei és rugalmassága miatt több sajátfrekvenciával jellemezhetőek. A rezgés okozója lehet a szerszámdoldali cserélő félre szerelt szerszám, de rezgést kelthet a robot valamely hajtóegysége is. A rezgés akkor válik a működést veszélyeztetővé, ha a gerjesztés frekvenciája közel esik valamelyik sajátfrekvenciához. Ilyenkor a rendszer elvileg végtelen nagyságú energiákat halmoz fel, mely a szerkezet kifáradásához, majd töréséhez vezethet. A szerszámcserélő dinamikus vizsgálata harmonikus gerjesztéssel történt. A mérőberendezések a 4. ábrán láthatók.



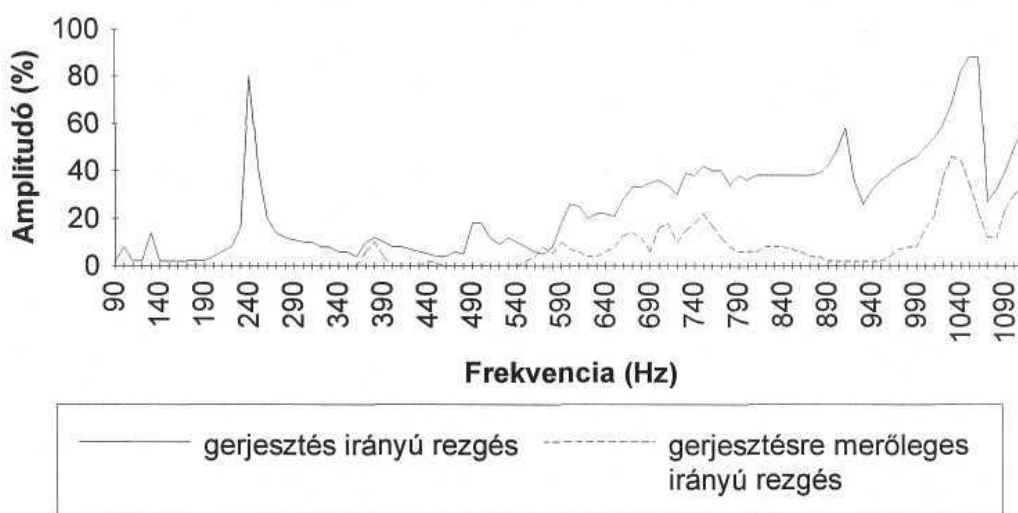
4. ábra A dinamikus vizsgálat berendezései

A szinuszos gerjesztő jel előállításáról jelgenerátor gondoskodott. A gerjesztő frekvencia több lépcsőben 3 - 1200 Hz között állítható, a beállított érték leolvasható a készülék számtárcsáiról.

A szerszámcsereelő rezgéseit 2 db piezoelektromos gyorsulásérzékelő érzékelt. A mért értékeket egy egysatosnás analóg rezgésmérő készüléken lehetett leolvasni.

A dinamikus vizsgálatot a szerszámcsereelőre jellemző mindkét síkban, így a tájolócsapokra merőlegesen és a tájolócsapok síkjában is szükséges volt elvégezni. Ezen belül mindkét mérésnél regisztrálásra került a gerjesztő rezgéssel átellenes oldalon mért, és az erre merőleges oldalirányban mért rezgésamplitúdó is. A vizsgálatok során egyik esetben sem jelentkezett 0,1 μm -nél nagyobb mérhető érték a 90 Hz alatti tartományban. Ezért a vizsgált frekvenciatartomány alsó határa ehhez az értékhez kapcsolódik. A mérési eredményekből kiolvashatók a kerülendő frekvenciák (5. ábra).

Dinamikai vizsgálat a tájolócsapok síkjában



5. ábra

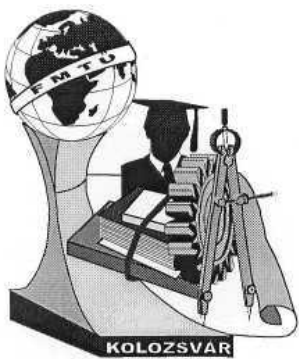
5. Összefoglalás, következtetések

Az itt bemutatott vizsgálatokat a mechanikus robotperifériák fejlesztői, míg a komplex (robotra szerelt) vizsgálatokat a felhasználók igénye szerint lehet továbbfejleszteni. A vizsgálatok egyszerűsítését, valamint az eredmények gyorsabb és megbízhatóbb feldolgozását eredményezi a mérőberendezések számítógéphez kapcsolása, melynek feltételei adóttak.

Irodaomjegyzék:

1. Kovács Zsolt: Szerelőrobotok szerszámcsereelőinek pontossági és merevségi vizsgálata. Diplomaterv BME, 1997. Konzulens: Dr. Alpek Ferenc és Mihálcz István
2. Dr. Alpek Ferenc: Greifer- und Werkzeugwechselsysteme - Steigerung der Flexibilität von Montagerobotern, -e & i, 111 Jahrgang 1994. Wien, Heft 6. S. 305 - 309.

Szerző: Kovács Zsolt okleveles gépészmérnök; Apórháza-Generál Kft. H-1142 Budapest, Tatai u. 3.; Tel/fax: +36(1)350-3454; E-mail: aporhaza@interware.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

BAGIRA BESUGÁRZÓ SZONDA

Gillemot Ferenc, Uri Gábor, Tatár Levente

One of main activities in KFKI AEKI Fuel and Reactor Materials Department is experimental investigation of irradiation induced change of properties for reactor materials. A dry He He-N cooled irradiation rig has been elaborated to facilitate irradiation of specimens.

A KFKI AEKI Fűtőelem és Reaktoranyag Laboratóriumában vizsgálatok folynak a reaktoranyagok tulajdonságainak besugárzás hatására történő megváltozásának kutatására. Az anyagtulajdonságok kísérleti vizsgálatához a besugárzást egy -a Reaktoranyag csoport által készített- He - He-N hűtésű száraz besugárzó szondában végezzük.

A besugárzó szonda szükségessége

A KFKI AEKI Fűtőelem és Reaktoranyag Laboratóriumában az egyik legfontosabb tevékenység a reaktoranyagok termikus és neutronsugárzás hatására bekövetkező öregedésének vizsgálata. Az öregedési folyamatok megértéséhez, jellemzéséhez igen jelentős kísérleti munka szükséges, melynek során a reaktoranyagból készült próbatesteket besugározzuk, majd besugárzás után roncsolásos anyagvizsgálati módszerekkel vizsgáljuk. A besugárzáshoz csoportunk saját fejlesztésű besugárzó szondát hozott létre, ez a BAGIRA (Budapest Advanced Gascooled Irradiation Rig with Alumínium structure). [1]

Előzmények, tervezés

A besugárzó szonda a svájci Paul Scherer intézetben alkalmazott STILO besugárzó szonda terveinek, üzemi tapasztalatainak és egyes elemeinek a felhasználásával készült. Hamarosan kiderült, hogy - tekintettel arra, hogy a budapesti kutatóreaktorban a viszonyok teljesen mások, mint a svájci intézetben- az eredeti tervek nem alkalmazhatók módosítás nélkül. A besugárzás során az egyik jelentős problémát az jelenti, hogy a próbatestek hőmérsékletét valamilyen módon szabályozhatóvá kell tenni. A reaktor 1993-as felújítását követően a teljesítmény elérte a 10 MW-ot. Ennek következményeképpen a próbatestekben igen jelentős gamma hő keletkezik. Az előírt hőmérséklet eléréséhez két lehetőség van:

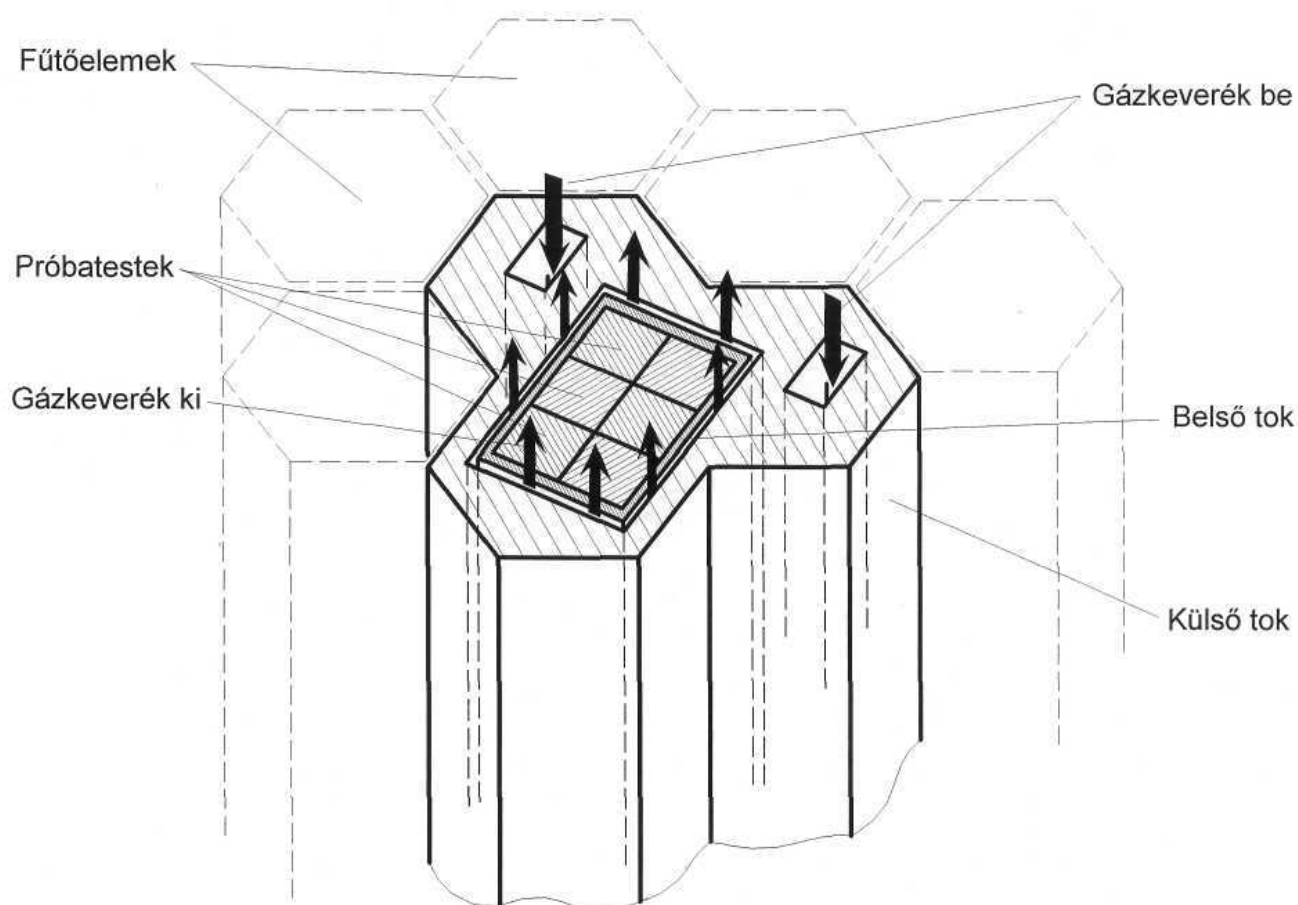
- Gamma fűtés és változtatható hőelvonás
- Fix hőelvonás és rásegítő elektromos fűtés

Biztonsági szempontokból az első változat került megvalósításra.

A besugárzó szonda leírása

A besugárzó szonda egy függőleges száraz csatorna amely egy ún. hármás vízlyuk (három fűtőelem helyén kialakított neutron csapda) helyére kerül a Budapesti Kutatóreaktor *aktív zónájába*. A szonda kialakítása olyan, hogy van egy része, mely állandóan a reaktor aktív zónájában helyezkedik el, és van egy cserélhető része, ez tartalmazza a besugárzandó próbatesteket. A szonda fűtőelemek közötti részén mutatjuk be a külső és a belső tok egymáshoz viszonyított helyzetét valamint a gáz áramlási viszonyait. (1. ábra) Az ábra csak szemléltető vázlat. A rendelkezésünkre álló hely kötött volt, a fűtőelemek alakja és elhelyezkedése határozta meg a besugárzó szonda alakját.

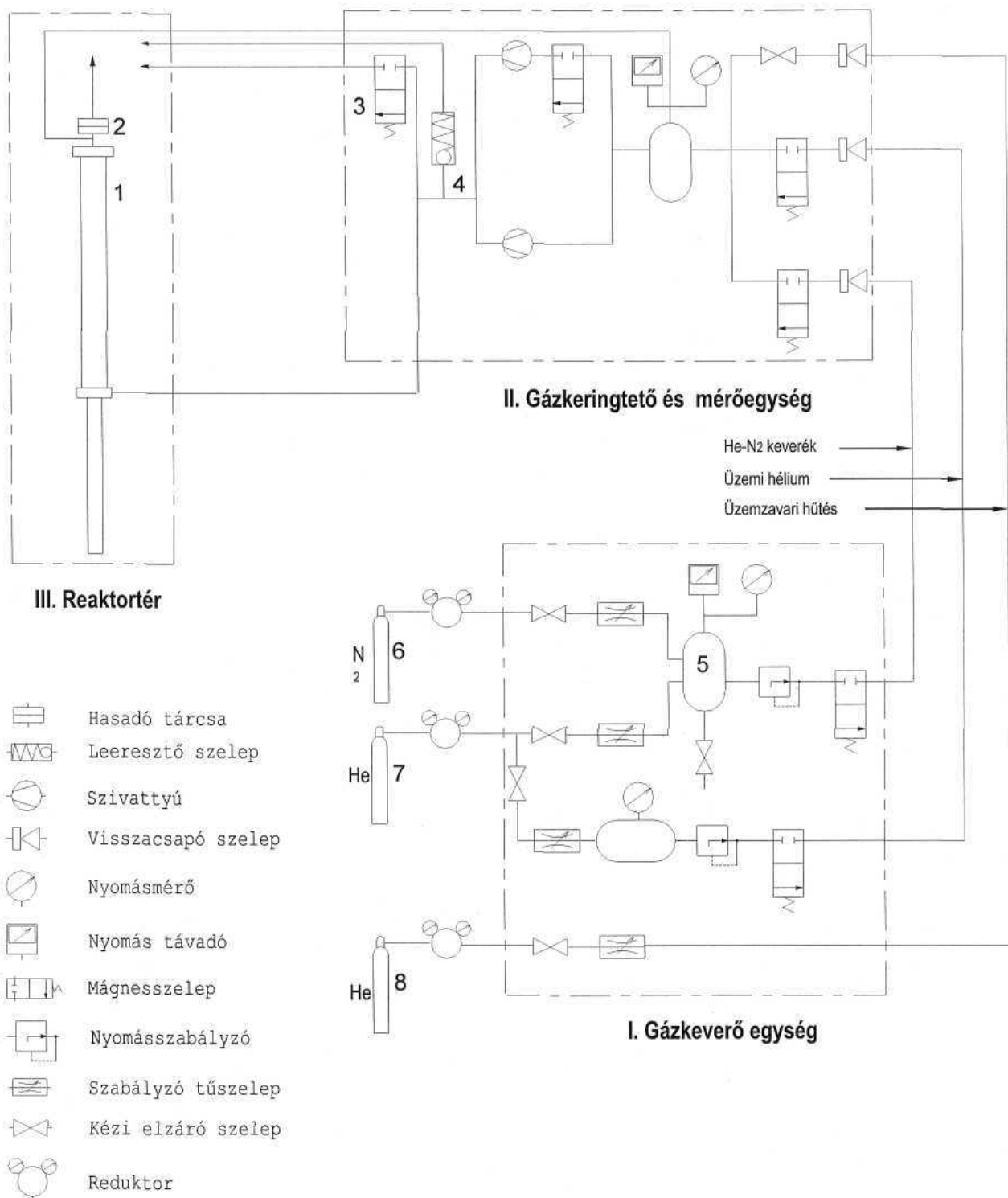
A csatorna belseje kisnyomású -keringtetett- hélium-nitrogén keverékkel van töltve a próbatestekben abszorbeált gamma hő elvezetésére. A külső tokban megy be a gázkeverék, ez a szonda alsó részén megfordul és a külső és a belső tok közötti résben áramolva hűti a belső tokban levő próbatesteket. Az egész szerkezet kb. 5 m hosszú (magas) és légmentesen zárt, a felső részen két műanyag tömlőn keresztül kapcsolódik a vezérlőegységhez.



1. ábra: A szonda működési vázlata

A szonda pneumatikus kapcsolási rajza látható a (2.) ábrán. A gázkeverék összetételének, keringtetési sebességének és nyomásának változtatásával beállítható a hőelvezetés, ezáltal a besugárzási hőmérséklet szabályozható. Az üzemeltetési gyakorlat azt mutatta, hogy a gázkeverék nyomásának hatása jelentéktelen a hőmérséklet változására. Biztonsági okokból a besugárzó szonda 1 bar-nál kisebb nyomás alatt üzemel. A gázkeverék összetételének hatása viszont igen jelentős a

hőmérsékletre, már igen kis mennyiségű nitrogén is nagy hőmérsékletnövekedést okoz, éppen ezért az eredeti tervet módosítani kellett.



2. ábra: A szonda pneumatikus kapcsolási rajza

A szondában a hőmérsékletmérés K típusú termoelemekkel, a vezérlés és a mérésadatgyűjtés számítógéppel, az Advantech által gyártott ADAM modulok [2] felhasználásával, RS232 porton keresztül történik. A hőmérséklet egyenletesebbé tételének érdekében elektromos kisegítő fűtés alkalmazására is van lehetőség.

Számítva a mérő és vezérlést végző modulok esetleges üzemzavarára és az ebből következő problémákra (próbatetek túlmelegedése, esetleg a szonda szerkezetének sérülése) a vezérlésbe egy időrelé is beépítésre került, mely a rendszert újraindítja, ha megadott időn belül nem kap jelet.

A biztonságos működés céljából a túlmelegedést megelőzendő beépítésre került a (2.) ábrán 8. számmal jelölt üzemzavari He palack, mely teljesen kikerül mindenféle elektromos vezérlést. A túlnyomás elkerülésére a számítógépvezérlésű 3. mágnesszelep, a 4. leeresztő szelep, valamint a 2. hasadótárcsa szolgál.

Folyamatban levő változtatások: Új szonda, vezérlőprogram átírása

Folyamatban van egy második besugárzó szonda tervezése és kivitelezése az első üzemeltetésének tapasztalatai alapján. A második besugárzó szonda annyiban különbözik az elsőől, hogy itt a szerkezet nem egy külső tokban helyezkedő belső tokból áll, hanem a reaktor hűtővizével közvetlenül érintkező egytokos rendszer, mely így csak egy fűtőelemnyi helyet foglal el. Ezt a rendszert hosszú idejű besugárzásokra fogjuk használni. A második besugárzó szondánál is a He-N keverék gáz összetételének változtatásával fogjuk a hőmérsékletet szabályozni. Szükség esetén itt is alkalmazhatunk elektromos kisegítő fűtést.

A második besugárzó szonda készítése különösen aktuálissá tette a vezérlőprogram teljes átírását.

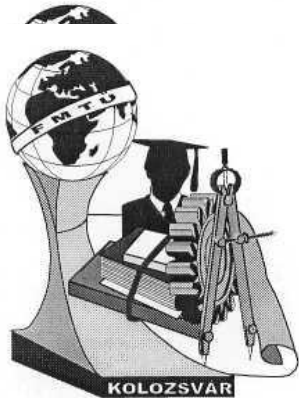
A jelenlegi vezérlőprogram QuickBasic nyelven íródott, MS-DOS alatt fut. A két, párhuzamosan működő szonda és a jobb adminisztrálhatóság miatt szakítani kell a jelenlegi egyfeladatos, egyfelhasználós MS-DOS rendszerrel. Mérlegelve az előnyöket és a hátrányokat, folyamatban van egy Linux alapú vezérlőrendszer kifejlesztése tekintettel arra, hogy így teljes szintű távoli rendszeradminisztrációra van lehetőség, bármilyen futó programot távolról le lehet állítani és újra lehet indítani a gép újraindítása nélkül. A vezérlőrendszerből jelenleg az alapszintű hardverkezelés készült el, tesztelése folyamatban.

IRODALOM, kapcsolódó anyagok:

1. F. Gillemot, G. Uri, T. Fekete, F. Gajdos, L. Franki The new high temperature irradiation rig of the Budapest Research Reactor. IAEA Specialist Meeting, "Irradiation embrittlement and mitigation" Espoo, Finland, 23-26 October 1995
2. http://www.advantech.com/products/sub_category.asp?Category_ID=1@29958

Dr. Gillemot Ferenc Tudományos főmunkatárs
Uri Gábor Tudományos munkatárs
Tatár Levente Tudományos munkatárs
KFKI Atomenergia Kutatóintézet
XII Budapest, Konkoly Thege Miklós út 29-33.
Tel: +36 1 3922222 / 3403

gillemot@sunserv.kfki.hu
uri@sunserv.kfki.hu
tatar@sunserv.kfki.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

INTEGRÁLT PROJEKTMENEDZSMENT OPTIMALIZÁLÁS

Dobán Orsolya

Összefoglalás

The key problems in software project management are the proper estimation of the effort needed to implement a specific design, the sufficient and effective allocation of resources and development environment. A proper project plan has to have a good or optimal scheduling of the individual development subtasks. This way our main objective was to provide a methodology, which is able to take into account all the main factors influencing the project efforts and scheduling for UML¹ based design, and to generate the mathematical model of a software process optimization problem based on UML diagrams.

A mindenki számára érthető, egységes szoftver modellező nyelv, valamint a szoftverfejlesztés műszaki folyamatát támogató számos CASE eszköz megjelenése dacára mind a mai napig sok projekt esetén okoz gondot mind a szoftverfejlesztés során felmerülő költségek, mind a szükséges időráfordítás becslése. A nemzetközi trendek szerint ugyanakkor a költséghatékony szoftverfejlesztést egyre inkább komoly időkényszer mellett kell megvalósítani, ezért az erőforrások optimális felhasználása komoly versenyképességi faktor.

A célunk ezért egy olyan UML alapú keretrendszer kidolgozása volt, mely képes az erőforrások optimális allokálásával a fejlesztési időnek az ésszerű minimumra szorítására, így a feladat és a megoldás megjelenése közötti idő (Time to Market) lerövidítésére.

1. Bevezető

Az utóbbi évtizedekben nőtt az igény az egyre megbízhatóbb szolgáltatást nyújtó rendszerek készítése iránt, akár redundancia árán is. Ilyen szolgáltatásbiztos rendszer tervezésekor a stratégiai döntések az alkalmazott redundancia fajtája mellett a becsült költségek és termékminőség együttes kezelését is igénylik. A fentieknek megfelelően intenzív kutatások folynak abban az irányban, hogy a megvalósítandó szoftver funkcionalitása, mérete, a fejlesztési humán és technológiai környezet jellemzői alapján előzetes becslést lehessen adni a teljes folyamat várható költségére.

¹ Unified Modeling Language: a szabványos vizuális objektum-orientált modellező nyelv

2. Költségbecslés

Az utóbbi két évtizedben költségbecslő modellek tucatja született meg. Ezek már a tervezés igen korai fázisától kezdve, az első durva rendszerspecifikáció megalkotása után lehetővé teszik a költségek és a munkaráfordítás becslését. A költségmodellek tapasztalati úton származnak oly módon, hogy

- kiválasztják azokat a faktorokat, amelyeket meghatározónak tartanak a projektköltség kialakulásában. Ezek részben a kialakítandó szoftver termék mennyiségi jellemzőit, (pl. becsült kódhossz), részben a fejlesztési környezet minőségj adottságait (pl. fejlesztők.felkészültsége), félig szubjektíven kvantáló független változókat jelentenek.
- A fenti független változók és a költség összefüggését leíró függvényt valamely adott környezetben kiválasztott és naplózott költségű projekt halmazra mint reprezentatívnak tekintett minta populációra legjobban illeszkedő függvényként határozzák meg.
- A fenti empirikus képletet *általánosítják* a jövőbeni projektek költségének becslésére, feltételezve azt, hogy a mögött elég tapasztalat rejlik az általános érvényű alkalmazáshoz.

Az általunk alkalmazott költségbecslő modell a COCOMO² modell, melynek alkalmazott algoritmusai nyilvánosak [1], az általa figyelembe vett faktorok pedig az 1. táblázatban olvashatóak.

Termékfaktorok	Személyi faktorok	Platform faktorok	Projektfaktorok
szoftver megbízhatóság	tervező hozzáértése	platform érzékenység	fejlesztői környezet
adatbázis mérete	programozó hozzáértése	végrehajtási idő	Kommunikáció
program komplexitása	alkalmazásbeli tapasztalat	tárkapacitás	Ütemezés
dokumentáció igény	progr. nyelv-beli tapaszt.		
újrahasználhatóság	platform tapasztalat		
	fejl. csoport folytonosság		

1. Táblázat COCOMO faktorok

3. UML bázisú ráfordításbecslés

Az egyre nagyobb méretű, bonyolultabb szoftverek elterjedésével megnőtt az igény az olyan fejlesztői környezetek iránt, amelyek a komplex szoftverrendszerek tervezését könnyen átlátható, mindenki számára egyértelmű módon teszik lehetővé. Mára már nyilvánvaló, hogy ez a cél egy egységesített, vizuális megjelenítésre is képes, ugyanakkor formális nyelvet igényel. Ezen igényre reagálva született meg az Object Management Group (OMG) által ipari szabvánnyá emelt UML (Unified Modelling Language) modellező nyelv.

² COConstructive COst MOdel, „Center for Software Engineering” (Kalifornia) csoport által kidolgozott költségbecslő módszer

A kutatási eredmények bizonyították azt is, hogy az UML nem csak a végtermék fokozatosan finomodó leírására, hanem a választott projektmenedzsment életciklus modellje, valamint a fejlesztési környezet (például háttér infrastruktúra, fejlesztők ismeretei, stb.) szabatos specifikálására is alkalmas, legalábbis a tiszta modellezés erejéig.

A jelen projekt alapgondolata az, hogy összekapcsolja a szoftverfejlesztési projekt költségét meghatározó valamennyi tényezőt (céltermék, technológia, környezet, stb.) egyetlen egységes UML modellé, azokat a modell különböző moduljaiként implementálva.

- A *termékmodell* elemi komponenseihez a költségbecslési faktorok értékét (pl. funkcionális bonyolultság vagy kódhossz) hozzárendelve már automatikusan felépíthető a megvalósítandó célrendszer műszaki szempontból teljes költségmodellje. A korábbiak szerint önálló UML modulként lehet megfogalmazni az adott fejlesztői környezet és folyamat költségbecslés szempontjából releváns modelljét, kibővítve az adott költségbecslési metodika által alkalmazott elemi költségfaktorokkal.
- Ez a kompozit költségmodell alkalmas mindazon elemzések elvégzésére, amelyekre a klasszikus projektvezetési eszközök képesek, mi több azok számára képes automatikus konverzióval a teljes bemenő leíró modelljüket származtatni.
- A rendszertervezés korai fázisaiban az UML segíti a tervezőt különböző megoldási alternatívák jól dokumentált felvázolásában. Az integrált rendszer ehhez automatikusan képes generálni a költségbecsléseket.

4. Integrált környezet

Kihasználva azt, hogy az UML modell formális jellegű szabatossága miatt mód van abból közvetlenül matematikai modell származtatására („matematikai kódgenerálás”) több tervezési alternatíva esetén mód van azok költségmodelljének automatikus generálására. Ezen matematikai problémátérben az optimumot ismert algoritmusokkal megkeresve támogatható a költség szempontjából optimális műszaki megoldás kiválasztása.

Az egyes, UML környezetben ábrázolt elemi döntési alternatívák költségfüggvényének meghatározásából egy olyan *kombinatorikus optimalizálást* megvalósító vegyes egész programozási feladat származtatható, melynek megoldása megadja az adott célfüggvény (például legrovidebb fejlesztési idő, költségminimum, vagy a team egyenletes terhelése, stb.) meghatározására szolgáló matematikai feladatot. E feladat megoldása ugyanakkor az optimális megoldáson túl még számos egyéb, a projektmenedzsment szempontjából kritikus információt is szolgáltatthat:

- Az optimális megoldás mellett jelzi, hogy mik a szűk keresztmetszetek, illetve milyen szabad kapacitások maradtak fenn.

- Az érzékenységvizsgálat módot ad arra, hogy megvizsgálja az egyes paraméterek kihatását az optimumra. Ez két szempontból is kitüntetett:
 - egyrészt módot ad a leginkább *költségérzékeny faktorok* meghatározására,
 - másrészt megmutatja az optimális megoldás szempontjából *kritikus faktorokat* (azokat, amelyek esetében a optimalizálandó célfüggvény maximálisan változik). Az ilyen faktorok esetében ugyanis mód van a költségbecslés egyes tényezőiben elkövetett hibák hatásának a felmérésére, azaz azon tényezők meghatározására, melyek becslésénél a tévedés a projekt egésze számára nagy kockázattal jár.

5. Összegzés

Az általunk alkalmazott megközelítésnek előnye az, hogy a tényleges műszaki tervezéssel integrált környezetbe helyezi el a korábban teljesen elkülönült, durva külső becsléseken alapuló projektmenedzsment aspektust. Ez a környezet a ma legkorszerűbbnek tekintett UML nyelvre épül, ahol akár külön adatgyűjtés nélkül is, csak kis, lokális adatok folyamatos megadásával, illetve karbantartásával a különböző vezetői szintek információellátása megoldhatóvá válik.

Hivatkozások

- [1] Barry W. Boehm: Software Cost Estimation with COCOMO II., Prentice Hall PTR, 2000, New Jersey
- [2] O. Dobán, A. Pataricza, Cost Estimation Driven Software Development Process, Proceedings of the 27th EUROMICRO Conference, ISBN 0-7695-1236-4, pp. 208., Warsaw, Poland, 4-6 September 2001
- [3] Dobán O, Pataricza A., Pintér G., Szécsi G., UML alapú költségbecslés, IKTA 00194/2000 - 3.
- [4] Object Management Group, *Object Constraint Language*, 2002.
- [5] A. Pataricza, Gy. Csertán, O. Dobán, A. Gábor, J. Sziray: Process Modeling and Optimization in UML, IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems, INES-2001, Proceedings, pp. 457-461, Helsinki, September 16-18, 2001.

Köszönetnyilvánítás

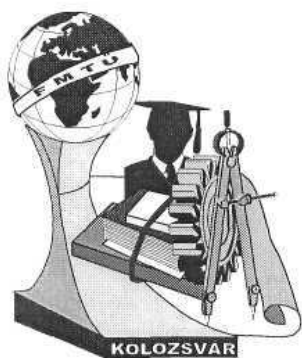
Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Pataricza Andrásnak, aki tanácsaival segítette munkám előrehaladását.

Dobán Orsolya doktorandusz hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Tel.: +36-1-4633579, Fax: +36-1-4632667, E-mail: doban@mit.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

NYÍLT, SVG ALAPÚ KERETRENDSZER METAMODELL- BÁZISÚ MODELLEK AUTOMATIKUS MEGJELENÍTÉSÉRE

Domokos Péter, Varró Dániel

In the paper, we propose an automated, SVG-based visualization framework for modeling languages defined by metamodeling techniques. Our framework combines XML standards with existing graph transformation and drawing technologies in order to provide an open, tool-independent architecture.

A dolgozatban bemutatunk egy automatikus, SVG alapú, metamodeljük által definiált modellek megjelenítésére szolgáló keretrendszert. Az általunk kidolgozott keretrendszer XML szabványokat és létező gráfrajzoló módszereket, eszközöket használ a nyílt, eszközfüggetlen architektúra érdekében.

Bevezetés

Napjainkban az **MDA (Model Driven Architecture - modellvezérelt architektúra)** a szoftverfejlesztés legmodernebb megközelítése. Eszerint a szoftver fejlesztése során először egy *platform-független modell* (PIM, Platform-Independent Model) készül el, amely a rendszer konkrét megvalósítástól független jellemzőit tartalmazza, melyből a konkrét megvalósítási környezet (szoftver architektúra) paramétereit is magában foglaló *platform-specifikus modell* (PSM, Platform-Specific Model) *automatikus modelltranszformációk* segítségével származtathatók. Végezetül a futtatható alkalmazás elkészítését a PSM modelleket feldolgozó *hatékony kódgenerátorok* támogatják. A fejlesztési folyamat során tehát olyan modellezési technológiára van szükség, amely segítségével mind a modellezési nyelvek, mind a különféle felhasználói modellek egységesen és precízen definiálhatók.

Egy *modellezési nyelv precíz leírásához* szükség van annak *absztrakt* (vagy logikai) *szintaxisának* definiálására, azaz tudnunk kell, hogy az adott nyelv milyen fogalomkészlettel rendelkezik, és az alapfogalmak hogyan kapcsolódnak egymáshoz (pl. a Petri-hálók modellezési nyelve esetén helyek, tranzíciók és ezek összeköttetései). Munkája során a tervező azonban nem az absztrakt, hanem a *konkrét szintaxissal* dolgozik (azaz pl. Petri-hálók esetén a helyeket mint köröket szeretné látni). Ezeket a *jólformáltsági kényszerekkel* kiegészítve (pl. egy helyet és egy tranzíciót összekötő él pontosan egy helyhez és egy tranzícióhoz tartozik) már precízen definiáltnak tekinthetjük a modellek *statikus struktúráját*, de természetesen szükséges még a *dinamikus szemantika* (hogyan működik a Petri háló?) megadása is.

Az **UML (Unified Modeling Language)**, amely az MDA-ban a közös modellezési nyelv szerepét töltené be, sajnos nem rendelkezik precíz szemantikával. A modellezési nyelvek precíz definíciójának fő irányvonalát a metamodellező eszközök képviselik (pl. VIATRA [1]). Ezek először egy tetszőleges modellezési nyelv absztrakt szintaxisát definiálják egy grafikus, UML-alapú *metamodellben*; majd az itt definiált elemkészlet segítségével építik fel a konkrét modelleket. Ezzel a módszerrel mind mérnöki mind matematikai modellezési nyelvek (pl. Petri hálók) statikus struktúráját is le lehet írni.

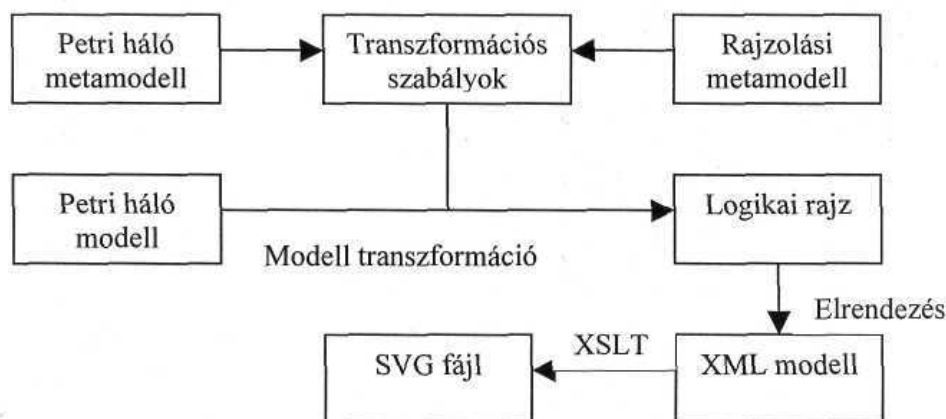
A rendelkezésre álló modellező eszközök közötti adatcserét lehetővé tévő közös, szabványos formátum az **XML (eXtensible Markup Language)**. Ez a megoldás kiforrottnak tekinthető az absztrakt szintaxis, azaz a modellek logikai felépítésének tárolása szempontjából (lásd PNML [2], GXL & GTXL [3]), de a modellek grafikus képének reprezentációja nem kellően megoldott.

Vektorgrafikus ábrák leírására létezik egy XML alapú nyelv, az **SVG (Scalable Vector Graphics - skálázható vektorgrafika)** [4], amely olyan alacsonyszintű grafikus primitívekből építkezik, mint pl. vonalak, körök, téglalapok; így, bár a megjelenítendő modellek grafikus képét le lehet írni vele, „kézi” tervezésre alkalmatlan.

A dolgozatban egy olyan megjelenítő keretrendszer vázát mutatjuk be (további információ: [5]), amely a metamodellel definiált modellezési nyelveknek megfelelő logikai modelleket képes egy metamodell szintű terv alapján automatizáltan és nyílt, eszközfüggetlen módon grafikusan megjeleníteni. Keretrendszerünkben a grafikus reprezentáció automatikus szintézisére gráftranszformációs ill. gráfrajzoló technológiákat használtunk föl, míg keretrendszerünk eszközfüggetlenségét XML alapú kapcsolódási pontok (interfészek) kialakításával értük el.

A megjelenítő keretrendszer

Az 1-es ábrán látható az általunk javasolt megjelenítő keretrendszer sematikus felépítése. Munkánk fő gondolatait a jól ismert Petri-hálók grafikus modellezési nyelvének példáján keresztül mutatjuk be, de a keretrendszer természetesen tetszőleges más modellezési nyelv esetén is alkalmazható.



1. ábra Az automatikus megjelenítési folyamat

Célunk egy konkrét Petri-háló modell transzformálása SVG-be, amely a legtöbb Internet böngészővel megnyitható. Ehhez a következő bemenetekre van szükségünk:

- **Petri-háló metamodell.** E metamodell megadja a Petri-hálók absztrakt szintaxisát, bevezeti pl. a helyek, tranzíciók, tökének fogalmát.
- **Petri-háló modell.** Természetesen szükség van a felhasználó megjelenítendő modelljére.
- **Az absztrakt és a konkrét szintaxis közötti leképezés** (transzformációs szabályok). Szükség van egy, a tervező által definiált modelltranszformációs szabályhalmazra, amely megadja, hogyan kell megjeleníteni egy Petri-hálót (pl. a helyeket körökként reprezentáljuk). Ezt a szabályhalmazt minden megjelenítendő modellezési nyelvhez egyszer kell elkészíteni, utána az alkalmazható lesz az adott nyelv tetszőleges modelljére.

Magát a megjelenítési folyamatot a következő jói elkülönülő lépésekre bontottuk:

- **A logikai felépítés transzformálása rajzolási primitívekké.** Első lépésként a megjelenítendő modellt egy logikai rajzzá transzformáljuk, amely a modellezési nyelv elemei (helyek, tranzíciók) helyett már rajzolási primitíveket tartalmaznak (körök, téglalapok). A modellezési nyelv elemei közötti kapcsolatokat (pl. helyek és tranzíciók között futó élek) természetesen át kell menteni a rajzra is. Az eredmény egy logikai rajz, amely grafikai elemeket tartalmaz, de ezeknek még nincsenek fizikai koordinátáik, csak az egymáshoz való viszonyuk ismert (pl. egy nyíl egy körből indul és egy téglalapban végződik). Ezen transzformáció végrehajtására a tanszékünkön fejlesztett VIATRA [1] rendszert használjuk.
- **Koordináta-számítási lépés.** Az előző lépésben kapott logikai rajz elemeihez koordinátákat kell rendelni. Ezt a feladatot jelenleg az IBM GFC (Graph Foundation Classes) [6] nevű Java alapú gráfrajzoló osztálykönyvtára látja el.
- **Az SVG reprezentáció létrehozása.** Ennél a lépésnél már minden szükséges információ megvan a modell megjelenítésére, azonban még a rajzolási metamodellnek megfelelő formában. Ezen a ponton kell ebből a formátumból egy SVG reprezentációt előállítani. Ennek végrehajtására XSLT-t használunk (eXtensible Stylesheet Language for Transformations) [7]. Habár ez egy másik transzformációs technika, mint az előző (modelltranszformáció), azonban ez nem okoz gondot, hiszen ezt két, előre definiált nyelv között kell végrehajtani, így ez közös minden modellezési nyelv esetén.

A megjelenítési folyamat fentebb felvázolt lépései egymástól jól elkülönülnek, és feltéve, hogy megtartjuk a köztük definiált, szabványos XML interfészt, a három lépést végrehajtó eszközök bármelyike lecserélhető másikkra.

Összegzés

A dolgozatban metamodell segítségével definiált grafikus modellezési nyelvek modelljeinek automatikus megjelenítésére javasoltunk megoldást, mely módszertanilag elkülönülő, de szabványos XML interfészek által csatolt lépésekre bontható. A megjelenítési folyamat végeredménye egy (szintén XML alapú) SVG formátumú vektorgrafikus ábra.

További terveink között szerepel az általunk definiált rajzolósi metamodell (melyet hely hiányában nem állt módunkban bemutatni) kibővítése, hogy komplex grafikus kényszereket is lehessen alkalmazni a konkrét szintaxis megadása során. Ehhez a CSVG (Constraint Scalable Vector Graphics) [8] nyelvet szeretnénk felhasználni, amely segítségével SVG primitívekre adhatunk meg különböző kényszereket lehet matematikai formában.

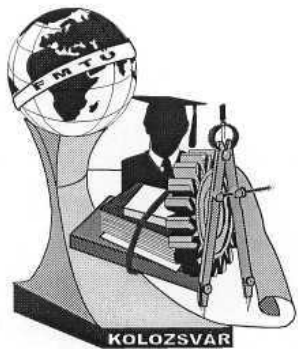
Hivatkozások

- [1] D. Varró, G. Varró, A. Pataricza: *Designing the automatic transformation of visual languages*, megjelenés helye: *Science of Computer Programming* 44 (2002.), 205-227. oldal
- [2] „Petri Net Markup Language”, URL: <http://www.informatik.hu-berlin.de/top/pnml>
- [3] G. Taentzer: *Towards common exchange formats for graphs and graph transformation systems*, megjelenés helye: UNIGRA 2001., *Uniform Approaches to Graphical Process Specification Techniques, ENTCS 44(4), 2001.*
- [4] World Wide Web Consortium, „Scalable Vector Graphics (SVG) 1.0 Specification”, 2001., URL: <http://www.w3.org/TR/SVG>
- [5] P. Domokos, D. Varró: *An open visualization framework for metamodel-based modeling languages*, megjelenés helye: GraBaTs 2002., *International Workshop on Graph-Based Tools*, Oct. 7-8., Barcelona, Spain, ENTCS 72 (2002), 78-87. oldal
- [6] IBM, „Graph Foundation Classes for Java”, URL: <http://www.alphaworks.ibm.com/tech/gfc>
- [7] World Wide Web Consortium, „XSL Transformations Version 1.0”, URL: <http://www.w3.org/TR/xslt>
- [8] G. J. Badros, J. J. Tirtowidjojo, K. Marriot, B. Meyer, W. Portnoy, A. Borning: *A constraint extension to Scalable Vector Graphics*, School of Computer Science and Software Engineering, Monash Univ., Dept. of Computer Science and Engineering, Univ. of Washington. URL: <http://www.cs.washington.edu/research/constraints/web/svg-www10>

Domokos Péter
V. éves egyetemi hallgató
e-mail: pdomokos@mit.bme.hu

Varró Dániel
doktorandusz
e-mail: varro@mit.bme.hu

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



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A VIATRA MODELLTRANSZFORMÁCIÓS RENDSZER

Varró Dániel, Domokos Péter

Despite the Unified Modeling Language (UML) has recently become the de facto standard object-oriented modeling language in software engineering, the lack of a precise semantics for UML hinders its use especially in safety critical applications where a formal proof of correctness and consistency of the system model is indispensable. In the paper, we present the VIATRA model transformation system, which provides a means to automated and provenly correct transformations of UML-based system models into equivalent mathematical descriptions (such as Petri nets, finite automata, process algebra) by hiding the entire mathematical background from systems engineers during verification and validation of the design.

Noha az UML (Unified Modeling Language) modellezési nyelve napjainkban az objektum-orientált szoftvertervezés de facto szabványává vált, precíz szemantikájának hiánya azonban komoly nehézségeket okoz különösen szolgáltatásbiztos és biztonságkritikus alkalmazások tervezése során, amikor elengedhetetlen a rendszer helyességének formális analízise. A dolgozatban bemutatjuk a VIATRA modelltranszformációs rendszert, mellyel UML modellek automatikusan és bizonyítottan helyesen transzformálhatók különféle matematikai leírásokká (pl. Petri hálók, véges automáták, processz algebrák), elrejtve a mérnökök által nehezen kezelhető matematikai háttérrel az UML bázisú rendszermodellek verifikációja és validációja során.

Bevezetés

Napjainkra az UML (Unified Modeling Language) [8] modellezési nyelve, az objektum-orientált rendszertervezés de facto szabványává vált. Az UML sikere egyrészt szabványosságában, másrészt grafikus mivoltában rejlik. Szabványossága révén megszűnt az egyedi tervezési metodikákra korábban jellemző zűrzavar, hiszen a tervező és a programozó közös nyelvet használ a kommunikációra. Az UML nyelv közérthetőségét pedig grafikus jellege adja, a szoftverrendszereket különféle nézetekből grafikus diagramok segítségével lépésről lépésre finomítva tervezhetjük.

A mindennapi használat során azonban számos probléma merült fel az UML-lel kapcsolatban mind ipari, mind akadémiai felhasználásokban. Egyrészt az UML nyelv egysíkú, monolit volta miatt nehezen hangolható speciális alkalmazási területekre (például valós idejű alkalmazások, ütemezés), amely "házi szabványok" létrejöttéhez vezetett. A legfontosabb problémát azonban a precíz szemantika hiánya jelenti: noha a grafikus nyelv elemkészlete precízen definiált (formálisan), az egyes elemek jelentését informális (angol) nyelven definiálták. Ennek következtében a nyelv egyes elemei félreértelmezhetők: mást érthet rajta a tervező, és mást a programozó.

Formális módszerek az informatikában

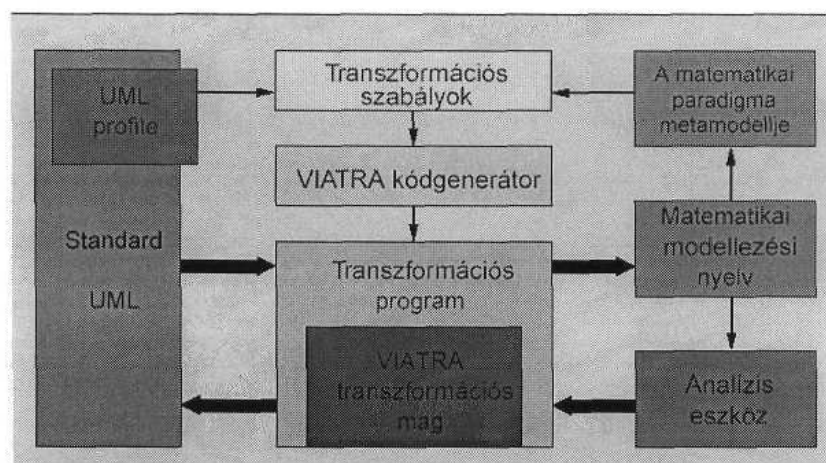
A precíz szemantika hiánya még hangsúlyosabban jelentkezik a nagymegbízhatóságú (pl. telekommunikációs és banki rendszerek) és biztonságkritikus alkalmazások (mint vasúti biztonságfelügyelő rendszerek, légiforgalom-irányítás) esetén, ahol az előírt szolgáltatás elmulasztása anyagi ill. emberi veszteségekkel járhat. Ilyen rendszerekben a hagyományos tesztelés alapú hibakeresés eredményessége nem kielégítő, mivel minden hiba megfelelő tesztesettel való lefedése lehetetlen. E rendszerek **verifikációja** és **validációja** során matematikai módszerekkel kell bizonyítanunk, hogy a tervezett rendszer kielégítően fog viselkedni.

Szolgáltatásbiztos rendszerek matematikai verifikációját **formális módszerek** segítségével végezhetjük, de e módszerek használatának széleskörű elterjedését számos tényező gátolja. Használatukhoz egyrészt nagyfokú matematikai jártasság szükséges, amely ritkán várható el egy rendszertervezőtől. Nem garantált továbbá a kapott *matematikai modellek valósághűsége*, valamint a tervezés alatt álló *rendszermodell és matematikai modelljének konzisztenciája* sem.

A VIATRA modelltranszformációs rendszer

A **VIATRA (Visual Automated model TRAnsformations)** modelltranszformációs rendszer [2,12] célja, hogy **automatikus, és bizonyítottan helyes modelltranszformációk** segítségével elérjünk a matematikát a rendszertervezők előtt [1], áthidalva ezáltal a grafikus rendszermodellek közérthetősége és a formális, matematikai modellek precizitása közti szakadékot.

A modelltranszformáció alapú rendszerverifikáció összefoglaló vázlata az 1. ábrán látható.



1. ábra. Modelltranszformáció alapú rendszerverifikáció

Az alapgondolat a következő: az UML alapú rendszermodellt automatikus modelltranszformációk segítségével különféle matematikai modellekké (Petri hálók, Kripke automaták, adatfolyamhálók) alakítjuk, majd a matematikai modelleken elvégzett formális analízis eredményét szintén

automatikusan vetítjük vissza a rendszermodellbe, elfedve ezáltal a rendszertervező elől a teljes matematikai hátteret.

Metamodellezés. Ennek érdekében először is szükségünk van az egyes *modellezési nyelvek* (UML, mint forrásnyelv és a matematikai paradigmák, mint célnyelvek) és *modelljeik egységes és precíz leírására*. A modellek és modellezési nyelvek egységes tervezését *metamodellezésnek* hívják, melynek támogatására megalkottuk a VPM módszertanát [11], amely a matematikai definíciók mintájára kiterjeszti az öröklés fogalmát a modellezési nyelvek szintjére. Tapasztalataink azt mutatják, hogy a metamodel bázisú definíciók közérthetőbbek és kifejezőbbek a mérnöki alkalmazásterületeken, mint a tiszta matematikai leírásmód.

Szabályok: gráfranzformáció. A tranzformációkat gráfranzformációs szabályok által specifikáljuk [12]. A gráfranzformációs szabályok [7] a számítástechnikai nyelvészet Chomsky által bevezetett nyelvtani szabályaihoz hasonlatosak, azonban a gráfranzformáció az utóbbival ellentétben szöveges minták helyett gráfminták manipulációját végzi. A gráfranzformációs szabályok egy UML dialektus (Profile) segítségével grafikusan adhatók meg egy tetszőleges UML CASE eszközben, jól illeszkedve ezáltal a metamodellezési környezethez. Az elkészült leírásokat az UML szabványos XMI formátumán keresztül táplálhatjuk be a VIATRÁ-ba, ezáltal egy nyílt, konkrét CASE eszközöktől független architektúrát kapunk.

Automatikus programgenerálás. E grafikus specifikációból a tranzformáció algoritmusát automatikusan generálható egy Prolog program formájában. A programgenerálás reflektív módon több modelltranzformációs lépésen keresztül valósul meg [9], mely által a modelltranzformációs szabályok *implementációját* szintén modelltranzformációs szabályok által *specifikáljuk*.

Formális helyességellenőrzés. A modelltranzformációk helyességét mind szintaktikai, mind szemantikai szinten vizsgálhatjuk. *Szintaktikai helyesség* esetén azt vizsgáljuk, hogy a generált modell vajon tényleg a célnyelv egy jólformált mondata-e. A tranzformációk szintaktikus helyességét *planner algoritmusok* segítségével vizsgálhatjuk [12]. *Szemantikailag helyes* tranzformáció esetén a forrásnyelvben előírt szemantikai tartalmat (pl. állapotok elérhetősége) kell megőriznünk a célnyelvben. A szemantikus helyességvizsgálathoz *modellellenőrzési módszereket* használhatunk, melynek során a gráfranzformációs szabályrendszert tranziciós rendszerekké képezzük le [10].

Fontosabb alkalmazások. A VIATRA rendszer sikerrel került felhasználásra több hazai, ipari partnerekkel közös projektben. *UML állapotterképek helyességellenőrzése* során a modell operációs szemantikáját hierarchikus automaták segítségével specifikálhatjuk [4]. Az UML állapotterkép - hierarchikus automata tranzformációja mintegy 40 szabályt használ. Biztonságkritikus környezetben

szükséges az *UML állapotterképek teljességellenőrzése*, melynek [5] egy modelltranszformáció alapú megközelítést adja a VIATRA rendszer felhasználásával. *UML modellek Petri háló alapú analízisét* célozza [6], melynek transzformációja szintén a VIATRA rendszerben készült. További transzformációk készültek el *UML alapú rendszertervek hibamodellezésére*, valamint az *absztrakt modellreprezentációk grafikus szintakszisének automatikus szintézisére* [3].

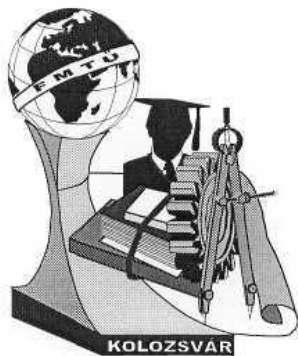
Hivatkozások

- [1] A. Bondavalli, M. Dal Cin, D. Latella, I. Majzik, A. Pataricza and G. Savoia: *Dependability Analysis in the Early Phases of UML Based System Design*. Int. Journal of Computer Systems - Science & Engineering, Vol. 16 (5), Sep 2001, pp. 265-275.
- [2] Gy. Csértán, G. Huszerl, I. Majzik, Zs. Pap, A. Pataricza, D. Varró: *VIATRA - Visual Automated Transformations for Formal Verification and Validation of UML Models*. In Proc. 17th Int. IEEE Conference on Automated Software Engineering (ASE 2002), Edinburgh, Scotland, 23-27 September 2002, IEEE CS Press, pp. 267-270, 2002.
- [3] P. Domokos, D. Varró: *An Open Visualization Framework for Metamodel-Based Modeling Languages*. In Proc. GraBaTs 2002, Int. Workshop on Graph-Based Tools, pp. 78-87, Vol. 72 (2), ENTCS, Elsevier, Barcelona, Spain, October 2002,
- [4] D. Latella, I. Majzik, M. Massink: *Automatic Verification of a Behavioural Subset of UML Statechart Diagrams Using the SPIN Model-checker*. Formal Aspects of Computing, Volume 11 Issue 6 (Springer) pp 637-664, 1999.
- [5] Zs. Pap, I. Majzik, A. Pataricza: *Checking General Safety Criteria on UML Statecharts*. Proc. 20th International Conference on Computer Safety, Reliability and Security 2001 (SafeComp 2001), LNCS 2187, Springer, pp. 46-55, September 25-27, 2001.
- [6] A. Pataricza: *Semi-decisions in the validation of dependable systems*. Supplementary of the Proc. IEEE DSN'01, The IEEE Int. Conference on Dependable Systems and Networks, pp. 114-115, Göteborg, Sweden, 30. June - 4. July 2001.
- [7] G. Rozenberg (ed.): *Handbook of Graph Grammars and Computing by Graph Transformation*. Volume 1: Foundations. World Scientific, 1999.
- [8] J. Rumbaugh, I. Jacobson, G. Booch: *The Unified Modeling Language Reference Manual*. Addison-Wesley, 1999.
- [9] D. Varró: *Automated Program Generation for and by Graph Transformation Systems*. In Proc. AGT 2002, Workshop on Applied Graph Transformation, pp. 161-173., April 12-13., Grenoble, France, 2002
- [10] D. Varró: *Towards Symbolic Analysis of Visual Modeling Languages*. In Proc. GT-VMT 2002: Int. Workshop on Graph Transformation and Visual Modelling Techniques pp. 57-70, Vol. 72 (3), ENTCS, Elsevier, Barcelona, Spain, October 2002.
- [11] D. Varró, A. Pataricza: *Metamodeling Mathematics: A Precise and Visual Framework for Describing Semantic Domains of UML Models*. Proc. UML 2002, Int. Conference on UML, LNCS 2460, Springer, pp. 18-33, Dresden, Germany, October, 2002
- [12] D. Varró, G. Varró, A. Pataricza: *Designing the automatic transformation of visual languages*, Science of Computer Programming 44 (2) 2002, pp. 205-227.

Varró Dániel (doktorandusz)
e-mail: varro@mit.bme.hu

Domokos Péter (egyetemi hallgató)
e-mail: pdomokos@mit.bme.hu

Mérés-technika 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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

PETRI-HÁLÓ MODELLEK FOLYAMATSZINTÉZIS-ALAPÚ ANALÍZISE¹

Gyapay Szilvia

Abstract - Összefoglalás

Resource allocation and scheduling optimization problems are core problems in the field of IT systems. However, such problems frequently underlay several additional constraints and the formalization of a real life problem requires a well-defined mathematical and modeling approach providing an *integrated verification and optimization*. We propose such methods adapting *Process Network Synthesis* algorithms to the *Petri net* model: combining the efficiency of PNS optimization algorithms with the modeling power of Petri nets, they provide powerful techniques to compute optimal Solutions for resource allocation and scheduling problems.

Az erőforrás allokációs és ütemezési problémák optimális megoldásának meghatározása alapprobléma az információs rendszerek területén. Mindazonáltal ezek a problémák gyakran tartalmaznak további kényszereket, így a valós problémák formalizálása precíz matematikai modellező paradigmát igényel, amely *integrált verifikációs és optimalizálási eszközt* nyújt. Ilyen módszereket szolgáltat a *folymatszintézis* algoritmusok alkalmazása a rendszer *Petri-háló* modelljében: az előbbieket hatékonyságát és az utóbbiak modellező erejét ötvözve hathatós algoritmusok dolgozhatóak ki erőforrás allokációs és ütemezési problémák megoldására.

1. Bevezető

Napjainkban az élet minden területén elvárás egy informatikai rendszerrel szemben a bizonyítottan helyes és optimális működés. Különösen igaz ez az ütemezési és erőforrás allokációs feladatok esetében. E követelmény teljesülésének vizsgálata az információs rendszerek növekvő komplexitása miatt formális módszerek használatát igényeli, melynek egyik legelterjedtebb eszközét a *Petri-hálók* szolgáltatják [4].

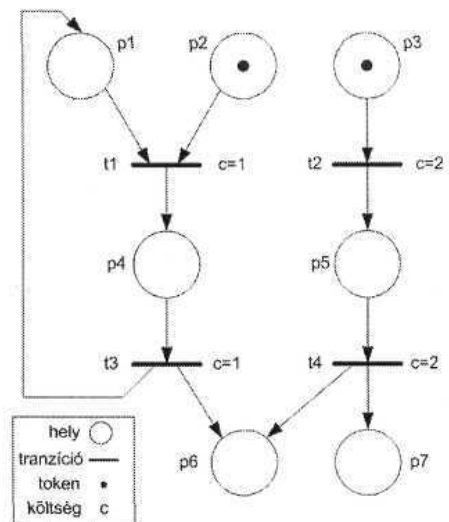
¹ A cikk az OTKA T038027 (Országos Tudományos Kutatási Alap) projekt támogatásával készült.

A Petri hálók népszerűségüket érthető grafikus reprezentációjuk mellett modellező erejüknek köszönhetik: mind a nemdeterminisztikusság, mind a párhuzamosság modellezését támogatják. Éppen ezért a Petri-hálók kiválóan alkalmasak információs rendszerek vezérlési problémáinak modellezésére, amely tipikusan elérhetőségi problémával fogalmazhatunk meg. Ugyanakkor a valós problémákat leíró Petri-hálók analízise extrém méretük miatt könnyen állapotter-robbanáshoz vezethet, hiszen egy állapot elérhetőségének bizonyítása során gyakran a teljes állapotter kiterítése szükséges. Továbbá a tágabb értelemben vett vezérlő rendszerekben az optimális megoldás keresése a rendszer működési fázisaihoz rendelt költségek felett értelmezett, amely keresési probléma megoldására gyakorlati jelentősége ellenére az irodalom nélküli a Petri-hálókon optimalizálást végző algoritmusokat.

E hiány pótlására a Petri-hálókkal mutatott hasonlóságuk alapján a *folyamatszintézis* algoritmusainak alkalmazását vizsgáljuk, amely módszerek alkalmasak a rendszer Petri-háló modelljében adott kezdő- és végállapot közötti optimális trajektóriáinak meghatározására. A *produkciós hálók szintézis* feladatának újrafogalmazásával és a megfelelő matematikai eszközök kidolgozásával szükséges és elégséges feltételrendszer, valamint hatékony algoritmusok állnak rendelkezésre a teljes megoldástér egzakt meghatározására, továbbá az e fölött értelmezett függvények optimalizálására [1].

2. Analógia: Petri-hálók elérhetőségi analízise és folyamatszintézis módszerek

A Petri-hálók egyik előnye, hogy egyszerű, érthető grafikus ábrázolással rendelkeznek (ábra). A Petri-hálók páros, irányított gráfok, amelyekben a két diszjunkt csúcshalmaz *helyeket* és *tranzíciókat* ábrázol. A helyek *tokeneket* tartalmazhatnak, amelyek eloszlásával jellemezhető a háló állapota. A tokeneket a tranzíciók tüzelése áramoltatja a hálóban: egy tranzíció tüzelése elnyeli a bemeneti helyeken tartalmazott, az élekhez rendelt súlyfüggvénynek megfelelő számú token (az ábrán minden élre 1), majd szintén a súlyfüggvény által meghatározott mennyiségben termel token a kimeneti helyekre.

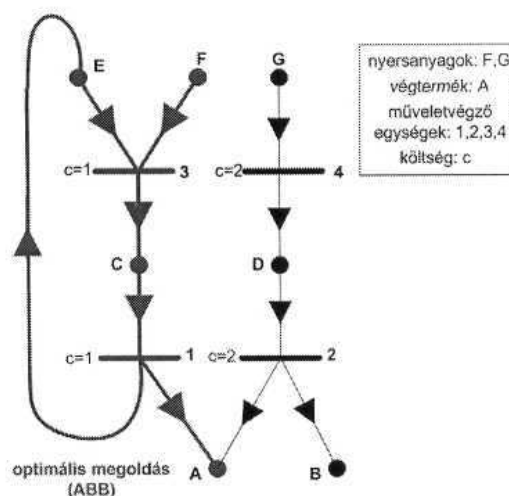


A háló egy trajektóriája egy végrehajtható tüzelési szekvenciát ír le két állapot között. A kiterjesztett modellben a költségek a rendszer működési fázisaihoz, azaz a tranzíciókhoz vannak rendelve. Ebben az esetben az elérhetőségi probléma csupán annak a problémának az eldöntése, hogy adott kezdőállapotból adott célállapot elérhető-e, hanem az optimális (minimális költségű) trajektória keresése az állapotterben adott kezdő- és célállapot között.

A produkciós hálók a termelési folyamatot irányított páros gráffal írják le, amelyekben a csomópontok egyik típusa az *anyagtárolókat*, másik típusa pedig a *műveletvégző egységeket* reprezentálja, a

csomópontok közötti élek pedig a köztük levő kapcsolatot (többnyire anyagmozgást) írják le.

A folyamatszintézis feladata (röviden PNS) adott nyersanyagok (nyersanyagok) felhasználásával megfelelő mennyiségű végtermék gyártása a műveletvégző egységek segítségével (ábra). Ennek mennyiségi paraméterei a műveletvégző egységek anyagfogyasztó- és termelő rátája, valamint a nyersanyagok és a műveletvégző egységek állandó és működési költsége. Így a feladat nem csupán egy megfelelő termelő hálózat megadása, hanem optimális hálózat megadása is (ábra: vastagított részgráf). Az



Accelerated Branch and Bound (ABB) algoritmus az alapproblémát több részproblémára, azaz termelési ágra bontja (a probléma strukturális tulajdonságainak és a hagyományos Branch and Bound módszernek megfelelően), a további keresést a redukált téren végezve.

Az ábrák alapján nyilvánvaló a hasonlóság a Petri-hálók és a produkciós hálók között [2]: a Petri-háló helyei a produkciós hálók anyagtárolóinak, a tökének az anyagoknak, az állapotátmenetet reprezentáló tüzelések pedig a műveletvégző egységeknek feleltethetők meg. Ugyanakkor az elérhetőségi probléma felfogható adott végtermékek gyártásaként: a kezdőállapotban tokeneket tartalmazó helyeknek megfelelő anyagtárolók által tartalmazott anyagokból (nyersanyagok) termelhetők-e a célállapot helyeinek megfelelő termékek.

3. Folyamatszintézis módszerek alkalmazhatósága az elérhetőségi problémában

A fent említett hasonlóság ellenére azonban a PNS algoritmusok nem alkalmazhatóak közvetlenül általános Petri-hálók elérhetőségi problémájának megoldására olyan Petri-hálók esetében, amelyek úgynevezett *szifont* tartalmaznak [5]. A szifon a helyek egy olyan részhalmaza, amely, ha egy adott állapotban nem tartalmaz tokenet, akkor ebből az állapotból nem érhető el olyan állapot, hogy token kerüljön a szifonba (ábra: p1,p4 szifont alkotnak). A szintézis feladat megfelelő anyaga a *katalizátor*: ezek az anyagok a hálózatban egyszerre kerülnek fogyasztásra és termelésre is (ábra: E anyag). A PNS feladatban a katalizátor jelenléte a termelésben nem okoz problémát, mivel a folyamatszintézis módszerei, bár a katalizátor nem gyártható nyersanyagokból, de „kölsönvehető” a termelés idejére.

A fentiek miatt a folyamatszintézis algoritmusok csak közvetve alkalmazhatók tetszőleges Petri-hálók kiterjesztett elérhetőségi problémájának megoldására:

- A kiterjesztett esetben a Petri-háló úgynevezett *fedési fája* a strukturális elágaztatás (amely az adott állapotban a tüzelhető tranzíciók alapján történik) mellett további numerikus vágásokkal gyorsítja a keresést: ha egy állapotban a kiindulóállapotból hozzávezető trajektória költsége

nagyobb, mint egy már ismert a kezdő- és célállapot között vezető tüzelhető trajektóriáé, akkor a fa építése ezen az ágon nem folytatódik. Ugyanakkor a fa felépítése során az algoritmus által adott trajektória tüzelhetősége lépcsőről lépésre biztosított.

- Egy másik módszer középpontjában a *szimbolikus modelellenőrzés* áll. A megfelelő folyamatszintézis feladat ABB algoritmus által generált optimális megoldása által eredményezett állapot elérhetőségét az állapottérnek az állapotátmenetek hatékony ábrázolása alapján történő felépítésével ellenőrizzük [5].
- Az elérhetőségre adott pozitív válasz esetén a megoldás tüzelhetőségének ellenőrzése adja az algoritmus utolsó fázisát, amely szimbolikus modelellenőrző programok segítségével elvégezhető. Mind az elérhetőségi, mind a tüzelhetőségi vizsgálatra adott negatív válasz esetén az ABB algoritmus generálja a következő legkedvezőbb optimális megoldást, amelyet szintén elérhetőségi és tüzelhetőségi analízis követ.

A jelenleg folyó kutatás célja egy olyan integrált algoritmus kidolgozása, amelyben az állapottér az állapotátmeneti függvény tranzitív lezártjával jellemezhető, amelynek nagy előnye, hogy kezdőállapottól függetlenül szolgáltatja az elérhető állapotok kompakt leírását.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Pataricza Andrásnak, aki tanácsaival segítette munkám előrehaladását.

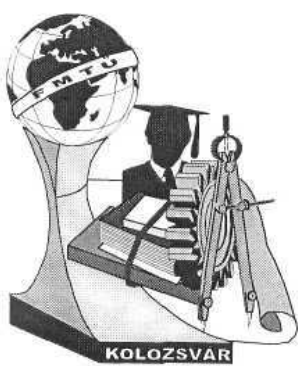
Hivatkozások

- [1] F. Friedler, J. B. Varga, E. Fehér, L.T. Fan, "Combinatorial Accelerated Branch-and-Bound Method for Solving MIP Model of Process Network Synthesis, Nonconvex Optimization and its Applications", *State of the Arts in global Optimization, Computational Methods and Applications*, 609-626, 1996.
- [2] Sz. Gyapay, A. Pataricza, J. Sziray, F. Friedler, "Petri Net-based Optimization of Production Systems", in *The 6th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems*, Opatija, Croatia, 2002.
- [3] S. Melzer and J. Esparza, "Checking system Properties via Integer Programming", in *European Symposium on Programming*, pp. 250-264, 1996.
- [4] T. Murata, "Petri Nets: properties, analysis and applications", *Proceedings of the IEEE*, 77(4), pp. 541-580, 1989.
- [5] E. Pastor, J. Cortadella, O. Roig, "Symbolic Analysis of bounded Petri nets", *IEEE Transactions on computers*, 50(5):432-448, 2001.

Név: Gyapay Szilvia doktorandusz hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék, H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Telefon: +36-1-4633579, Fax: +36-1-4632667, E-mail: gyapay@mit.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HSM SZERSZÁMPÁLYÁK PROGRAMOZÁSÁNAK SPECIÁLIS VONÁSAI, FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK

Gyönyörű Attila

Summary

High Speed Milling is becoming more widespread nowadays. With its usage the productivity of cutting and the quality and dimensional accuracy of the machined surface can be improved substantially. At the same time the technology makes great demand upon its environment, including the tool, the tool holder, the machine tool, the controller and the CAM system. This article studies the demands upon the CAM system and those tools that can meet these demands, and sketch the areas whom development the programming of HSM tool path can become more effective with.

Összefoglalás

A nagysebességű marás napjainkban egyre szélesebb körben terjed el. Alkalmazásával a forgácsolás termelékenysége és a megmunkált felület minősége és méretpontossága jelentősen növelhető. Ugyanakkor a technológia magas követelményeket támaszt környezetével, így a szerszámmal, a szerszámbefogóval, a szerszámgéppel, a vezérléssel és a CAM rendszerrel szemben is. A cikk a CAM rendszerekkel szemben támasztott követelményeket és az azok kielégítésére szolgáló eszközöket ismerteti, valamint felvázolja azokat a területeket, amelyek fejlesztésével a nagysebességű szerszámipályák programozása hatékonyabbá tehető.

A nagysebességű megmunkálás

A nagysebességű megmunkálás (HSM) alapjait a német *C. Salomon* fektette le az 1920-as évek végén, de az eljárás ipari alkalmazásának feltételeit csak 1982-1988 között teremtették meg a Darmstadti Műszaki Főiskolán, H. Schultzs professzor vezetésével.

A technológia alkalmazásával jelentősen csökkenthető a megmunkálási idő és ezen keresztül a gyártási költségek, és javítható a munkadarab felületi minősége és méretpontossága. Az eljárás a módosult forgácsolási paramétereknek (pl.: kis forgácskeresztmetszet) köszönhetően, az eddig csak nehezen megmunkálható, speciális (pl.: vékonyfalú, vagy pengeszerű) alkatrészek forgácsolásához is új, termelékeny lehetőséget kínál.

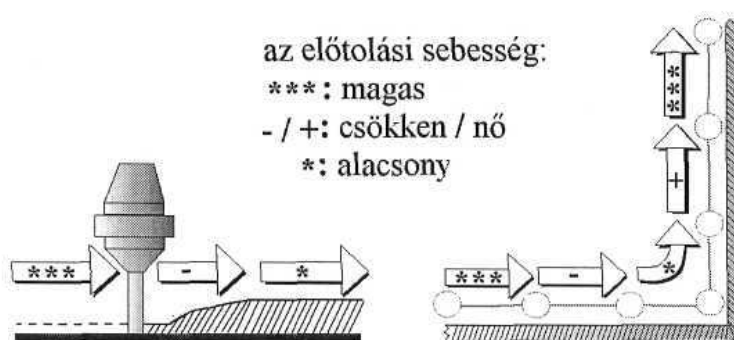
Napjaink kutatásai

A nagysebességű marás jellegzetes szerszáma a gömbvégű maró. Ezen szerszám esetében fontos kérdés a megmunkálandó felület és a szerszámtengely egymáshoz viszonyított helyzete, mivel ez jelentősen befolyásolja a pillanatnyi forgácsolási sebességet. Ebben a témakörben a közelmúltban számos cikk jelent meg. [1, 2, 3, 4] Gömbvégű maróval végzett megmunkáláskor a forgácsolási folyamat és a szerszámkopás nagymértékben befolyásolható a szerszám-elhelyezési szöggel. A fenti cikkekben ismertetett kutatások különböző anyagok vizsgálatára irányulnak. Eredményeik alapján megállapítható, hogy a nagysebességű technológia a különböző anyagok megmunkálása esetén azonos hatásmechanizmussal dolgozik, de annak pontos jellemzőit és követelményeit az adott munkadarab-anyagra (és annak hőkezeltiségi állapotára) vonatkozólag egyedileg kell meghatározni.

A HSM támogatására szolgáló eszközök a CAM rendszerekben

Valamennyi, a kor elvárásainak megfelelő, modern CAM rendszer tartalmaz valamilyen nagysebességű megmunkáló modult, amely figyelembe veszi a technológia követelményeit. Négy piacvezető CAM rendszert (Mastercam Mill, Delcam Powermill, Unigraphics, ProEngineer) vizsgáltam meg, kimondottan a HSM támogatására szolgáló eszközök szempontjából.

Valamennyi vizsgált rendszerben megtalálható az úgynevezett intelligens előtolás optimalizálás. A módszer alkalmazása nem egységes, de az elv azonos: a rendszer a 1. ábrának megfelelően módosítja a szerszám előtolását az eltávolítandó anyagmenyiség, illetve a pálya alakjának figyelembe vételével. Ezáltal csökkenthető a megmunkálási idő, és növelhető a szerszám élettartama. A bal oldalon az állandó forgácstérfogat biztosításához, a jobb oldalon pedig az éles sarkok minél lágyabb megmunkálásához szükséges előtolás kompenzáció látható.

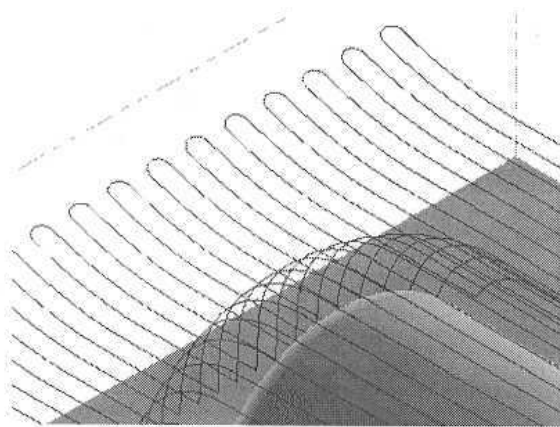


1. ábra

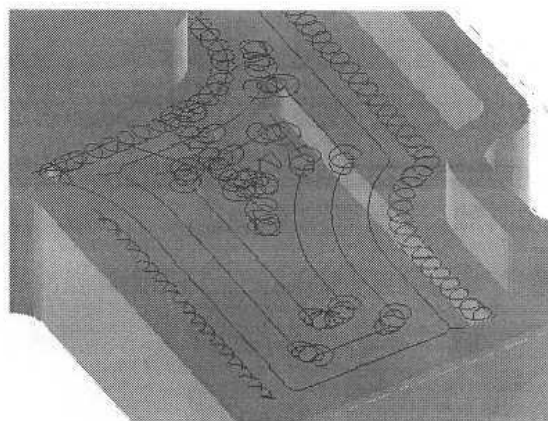
Az általam vizsgált rendszerek mindegyike tartalmaz kimondottan a nagysebességű technológia kiszolgálására létrehozott pályatípusokat, illetve a hagyományos pályatípusokon belül olyan opciókat, amelyek alkalmassá teszik a pályát az eljárás kiszolgálására. A magas előtolás-értékek miatt, szükséges, hogy a szerszám-pálya minél kevesebb irányváltást tartalmazzon, és lehetőleg ne legyenek benne éles irányváltások. Csökkenteni kell az anyagba-, illetve az abból való kilépések, a szerszámkiemelések számát. Nagyoláskor célszerű az anyagon kívül venni a mélységirányú fogásokat,

zszerű alkatrészeknél pedig csavarvonal mentén kell a fogást venni. Simítás esetén is törekedni kell arra, hogy a fogásvétel lehetőleg szerszámkiemelés nélkül, a megmunkáló szakaszokhoz érintőlegesen csatlakozó spline vagy körív mentén történjen (2. ábra). Az ezen feltételek kielégítésére szolgáló eszközök rendelkezésre állnak a legtöbb hagyományos pályatípusnál is, és nem csak a HSM alkalmazása esetén, hanem hagyományos forgácsolási paraméterekkel történő megmunkálásnál is növelik a szerszám-éltartamot, így a forgácsolás gazdaságosságát.

A 3. ábrán egy tipikus nagysebességű nagyolópálya látható, ahol az oldalirányú fogásvétel egy érintőleges hurok mentén történik, és az irányváltásoknál maradó anyagmennyiséget szintén egy hurkolt pálya mentén távolítja el a szerszám. A pálya azon részein, ahol a szerszám teljes átmérője fogásban lenne, nagysebességű hurkokból álló szerszámpálya generáltható ennek elkerülése érdekében.



2. ábra



3. ábra

A nagysebességű technológia szempontjából nem elegendő a rendszerek 3 tengelyes megmunkálási képességeit vizsgálni, a vizsgálatokat ki kell terjeszteni az 5-tengelyes megmunkálásokra is, hiszen gömbmaróval történő felületsimítás esetén, a eljárás gazdaságos alkalmazásához rögzíteni kell a szerszámtengely és a megmunkálandó felület aktuális megmunkálási pontjában vett normálisának egymáshoz viszonyított helyzetét.

A vizsgált rendszerek támogatják a többtengelyes megmunkálásokat is, így például a spirális szerszámpálya a megmunkálandó felülethez kötött szerszámtengellyel is alkalmazható. Ugyanakkor nem mindegyik rendszer támogatja az előtolás optimalizálását a többtengelyes megmunkálások esetén, ami pedig elengedhetetlen lenne a technológia leggazdaságosabb alkalmazásához.

Fejlesztési lehetőségek meghatározása

Amint azt napjaink kutatásainak eredményei is tükrözik, a gömbvégű maróval történő nagysebességű felületsimítás gazdaságos alkalmazásához elengedhetetlen a szerszámtengely helyzetének felülethez képest történő megadása. Így a megmunkálás 5-tengelyes szerszámgépet és megmunkáló-pályát igényel. A helyzetet tovább bonyolítja, hogy a szerszámbedöntés módja és mértéke a megmunkált anyag és hőkezeltégi állapotának függvénye.

Emiatt célszerű a CAM rendszerek 5-tengelyes funkcióinak fejlesztése a HSM technológia követelményeinek figyelembevételével. A mai PC-k nagy számítási kapacitása lehetővé teszi számunkra, hogy valamilyen, például a T. J. Ko és társai által alkalmazott numerikus módszerhez [3] hasonló eszközt integráljunk a rendszerekbe, amelyekkel elvégezhető az optimális megmunkálási paraméterek meghatározása. Másik lehetséges megoldás a rendelkezésre álló kísérleti úton meghatározott paraméterek alapján egy tudásbázis alapú, analitikus módszer alkalmazása. Amennyiben biztosítjuk a rendszer nyitottságát és az ötanulás lehetőségét, akkor ezen módszer segítségével egy olyan pályageneráló eszközt kaphatunk, amely képes automatikusan előállítani a technológia feltételeit egyre pontosabban megvalósító szerszámpályát az 5-tengelyes nagysebességű megmunkáláshoz.

Melyek a meghatározandó paraméterek? Az előtolás és a forgácsolási sebesség névleges értéke adott anyag-szerszám párosításra adatbázisban tárolható. Meg kell határozni az optimális szerszámbedöntési irányt és szöget, majd ennek ismeretében a gömbmaró megmunkálási pontját, és módosítani kell a szerszám fordulatszámát a valós megmunkálási sugár ismeretében. Amennyiben az optimális bedöntés nem valósítható meg az adott geometria minden pontjában, akkor figyelembe kell venni a megváltozott forgácsolási feltételeket, és ezeknek megfelelően módosítani kell a technológiai paramétereket. Természetesen a 3-tengelyes megmunkálásoknál tárgyalt előtolás-optimalizációs szempontokat is alkalmazni kell. Persze a fenti szempontokat figyelembevevő program futtatási- (pályagenerálási) ideje a sok változó miatt hosszú lehet, ami veszélyezteti a nagy termelékenységre épülő folyamatos programellátásának biztosítását. Ezért elengedhetetlen az egyes szempontok között prioritási sorrendet felállítani, hatásuk mértékének függvényében, és azon jellemzőket, amelyeknek nincs jelentős hatása a pálya minőségére, ki kell hagyni a számításból.

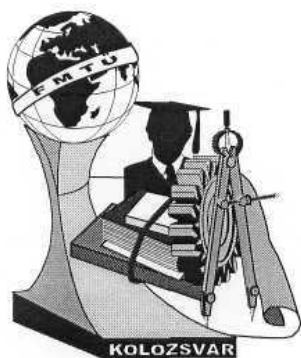
Irodalomjegyzék

- [1] SCHULZ, H.: **High-Speed Milling of Dies and Moulds - Cutting Conditions and Technology**, Annals of the CIRP Vol. 44/1/1995
- [2] KO, T. J., KIM, H. S., LEE, S. S.: **Selection of the Machining Inclination Angle in High-Speed Ball End Milling**, Int. J. Adv. Manuf. Techn., London, Springer-Verlag, 2001
- [3] KANG, M. C, KIM, K. K., LEE, D. W., KIM, J. S., KIM, N. K.: **Characteristics of Inclined Planes According to the Variations of Cutting Direction in High -Speed Ball-End Milling**, Int. J. Adv. Manuf. Techn., London, Springer Verlag, 2001
- [4] NG, E. G., LEE, D. W., SHARMAN, A. R. C, DEWES, R. C, ASPINWALL, D. K.: **High Speed Ball End Milling of Inconel 718**, Annals of the CIRP Vol. 49 / 1 / 2000

Gyönyörű Attila, PhD hallgató

BMGE, Gépábrázolótechnológia Tsz., 1111 Budapest Egry J. u 1. E ép. II.;

Tel: (+36) 1 463 2510; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: gyonyoru@manuf.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

ELID ÉS ESETALAPÚ SZAKÉRTŐRENDSZER (SzR)

Keresztesi Gizella

Abstract: The article, at first, focuses on the newly developed method for grinding of hard and brittle materials, called ELID (electrolytic in-process dressing). The secondary objective is the presentation of the Expert System. This is based on a Question-Answer format in which the system prompts the user to a series of questions about the materials to be machined, manufacturing (grinding) methods, required surface roughness, etc. The answers given by the user identify a situation, and this situation will conduct to an action, finally the system offering the solution for grinding method, processing parameters, etc.

Keywords: ELID, Expert System, hard materials.

Az ELID (elektrolitikus folyamat közbeni korongszabályozás) módszerét mutatja be első lépésként a cikk, majd az eset alapú szakértőrendszerrel ismerteti meg. Ez egy Kérdéseken és Válaszokon alapuló blokkrendszer, a feltett kérdések (munkadarab anyagára-, köszörülési eljárás típusára-, az igényelt felületi érdességre-, stb. vonatkozóan), és a felhasználó által adott válaszok alapján, automatikus módon definiálódik egy olyan akció, amely az elvárásainknak a rendelkezésünkre álló adatbázis alapján, leginkább megfelel.

Kulcsszavak: ELID, eset alapú szakértőrendszer, kemény anyagok.

1. BEVEZETÉS

Az új iparágak megjelenése illetve az elektrotechnika, repülőgépgyártás, villamosipar, stb., folyamatos fejlődése olyan új anyagfajták megjelenését vonta maga után, amelyek a hagyományos anyagokkal szemben kopásállóbbak, könnyebb súlyúak, jobb fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek. Ezek az anyagok azonban kemények és törékenyek, ami a precíziós megmunkálásukat nagymértékben megnehezíti. Hagyományos köszörülési eljárásokkal nagyon időigényes ultraprecíziós felületminőség előállítása. A tradicionális eljárások legnagyobb hátránya az időigényes megmunkálás, ugyanis nagyon kis mértékű anyagleválasztást tesznek lehetővé. A megoldást az elektrolitikus folyamat közbeni korongszabályozás jelenti, amely nagy hatékonyságot és nanométer nagyságrendű felületi érdességet eredményez.

2. AZ ELID EL JÁRÁS

Az elektrolitikus folyamat közbeni szabályozás lényege, hogy a korongot a köszörülési folyamat közben lehet szabályozni, tehát a megmunkálást nem kell leállítani, mint a hagyományos szabályozási eljárások esetében, ugyanis itt a korongeltömődés és felkenődés esélye nulla. Hónolással, lepeléssel illetve polírozással megvalósítható a felületek ultraprecíziós megmunkálása, azonban nagy hátrányt

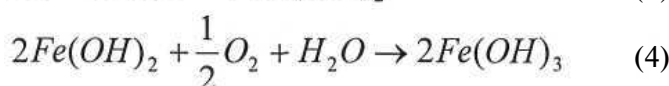
jelent, az időigényes megmunkálás, ennek következtében a munkadarab magas előállítási ára. Az 1990-es években Ohmori és Nakagawa elsőként valósították meg a folyamat közben korongszabályozást. A megmunkálás során fémkötésű gyémánt köszörűkorongot használtak, melynek szemcsemérete #1000 volt. Az eljárást hagyományos köszörűgépen nagyon jó eredménnyel lehet alkalmazni, nanométer nagyságrendű felület érdességeket lehet létrehozni, tehát nincs szükség drága UP köszörűgépre. Az ELID folyamat közbeni szabályozás elengedhetetlen összetevői a fémkötésű (elektromos vezető) szuperabrazív gyémánt vagy CBN köszörűkorong; elektróda, jellemzően rézből vagy bronzból készített, vizes oldató hűtőfolyadék, mely elektrolitként szolgál, illetve egy DC generátor, amely az elektrolízishez szükséges áramot biztosítja.

A folyamat közbeni korongszabályozást két eljárás előzi meg: koronglehúzás, amely a korong kezdeti kilengését állítja be, illetve a korong előszabályozás, amely a sík köszörűkorong kezdeti szemcse kiemelkedését valósítja meg, [1]. Az így előkészített korong alkalmas lesz az ELID eljárással történő felületmegmunkálásra, köszörülésre.

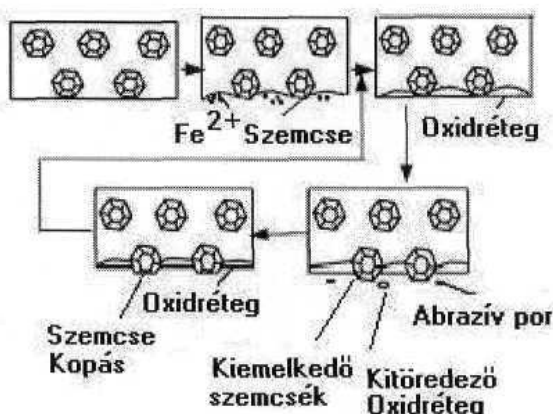
A köszörűkorongot egy szénkefe segítségével az áramforrás pozitív végpontjára csatoljuk, míg az elektródát a negatív végpontra, [2]. A köztük lévő hézagban történik meg az elektrolízis, melynek hatására a következő kémiai reakciók játszódnak le:



A Fe ionok és a hidroxil ionok reakciója az (1) és (2) egyenletek alapján a következő összetevőket eredményezi:



A keletkező fémoxid réteg a (3) és (4) kémiai reakciók alapján növekedésnek indulnak a korong felületén. Ezzel párhuzamosan csökken a korong vezetőképessége illetve a rendszerben folyó áramerősségre és feszültségre is hatással lesz. Az ELID folyamat során a kiemelkedő köszörűszemcsék a munkadarabbal való kontaktus eredményeként kopásnak indulnak, ezzel egyidejűleg a keletkezett oxidréteg is kopni kezd. Ezt a jelenséget a 1.Ábra szemlélteti.



1.Ábra [3]

Képlékeny anyagleválasztás valósítható meg ELID köszörülési eljárás során, ami kiváló felületi érdességet valamint jó felületintegritást eredményez a kemény és törékeny anyagok megmunkálásakor. A 0.5-3µm szemcseméretű korong esetén, ami #8000 szitaszámnak felel meg, a felületi berepedezések mélysége kisebb, mint egy mikron. Az érdesség ugyancsak csökkenő tendenciát mutat ELID alkalmazása sora. Fontos tényező, hogy a megmunkálási paraméterek ideális megválasztása során felállítható egy optimális rendszer, amelynek beállításával a legjobb felületminőséget tudjuk elérni és biztosítani.

3. ESET ALAPÚ SZAKÉRTŐRENDSZER (SzR)

Eset alapú szakértőrendszeren (SzR) egy számítógépesített ismereteken alapuló rendszert értünk. A rendszer által feltett kérdésekre válaszolva, a válaszok alapján a SzR javaslatot tesz az alkalmazandó optimális megmunkálási paraméterekre, köszörülési eljárás jellegére, stb., vonatkozóan, amelyeknek betartásával az elvárásainknak legmegfelelőbb felületi érdességeket kaphatjuk.

A SzR egy olyan információ halmazt jelent, amelyben egy bizonyos szakterületre vonatkoztatva különböző forrásokból származó adatok találhatók.

Az ismeretanyag begyűjtési eljárása a következő lépéseket foglalja magába:

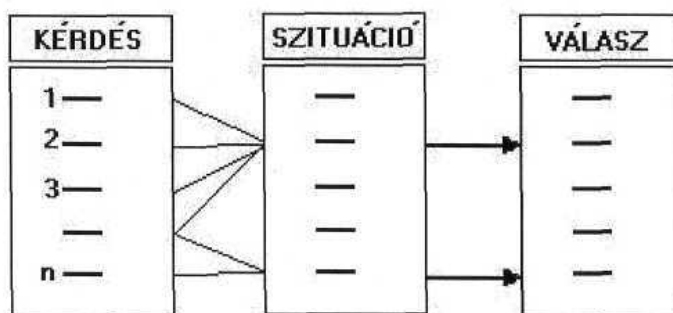
- 1.) A szakirodalom egy adott területére vonatkoztatott könyveinek, cikkeinek áttanulmányozása. Ide tartoznak a hazai és nemzetközi tudományos kiadványok, tudományos folyóiratok, szakkönyvek, stb.
- 2.) Saját eredmények beépítése a rendszerbe.
- 3.) Eddig még nem tanulmányozott, új anyagok megmunkálása olyan célból, hogy a kapott eredmények a rendszer adatbázisának részét képezzék

3.1. Az eset alapú szakértőrendszer (SzR) leírása

Az eset alapú szakértőrendszer Kérdés- Felelet felépítésű, melyben a szakértőrendszer kérdéseket tesz fel a felhasználónak a megmunkálandó anyagra vonatkozóan, a megmunkálási (köszörülési) eljárásra vonatkozóan, az igényelt felületi érdességre vonatkozóan, stb.,. A felelet megkönnyítése érdekében sok esetben a rendszer képeket, ábrákat jelenít meg, ezáltal a félreértések kiküszöbölhetők, illetve a feleletadás még pontosabb lehet.

A magyarázó szöveg beiktatása ugyancsak a felhasználó munkáját segíti, a megjegyzések által még konkrétabbá válik, hogy pontosan mire is vonatkozik a SzR által feltett kérdés.

A felhasználó által adott válaszok beazonosítanak egy szituációt, amely szituáció egy akciót fog eredményezni, ahogyan ezt a 2.Ábra is szemlélteti.



2.Ábra

Tehát kijelenthetjük, hogy az esetalapú szakértőrendszer egy olyan döntéshozó eszköz, amelyet akár kevés szakmai ismerettel rendelkező felhasználók is nagyon hatékonyan tudnak kezelni.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ELID által biztosított nagy anyagleválasztási aránynak köszönhetően kemény és törékeny anyagok (kerámiák, ferritek, üvegek, stb.) nagy hatékonysággal munkáihatók meg ezzel a nemrég kifejlesztett eljárással. Nagyon jó felületi érdességet illetve kis felületkárosodást eredményez, ugyanis képlékeny módon történő anyagleválasztást tesznek lehetővé.

A munkadarab anyaga illetve a megkívánt felületi érdesség elegendő információ az SZR felhasználója számára ahhoz, a rendszer optimális döntést tudjon hozni annak érdekében, hogy a kívánt felületminőséget biztosíthassa. A rendszer adatbázisa új esetekkel bővíthető, tehát következőképpen az esetek száma növelhető.

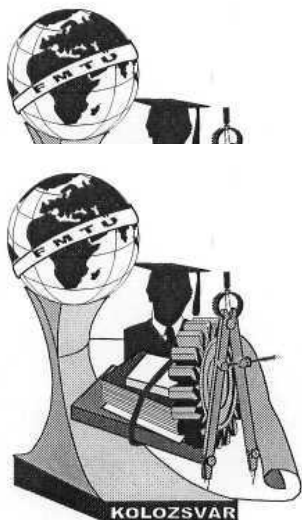
5. IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1]. A. J. Shih, An experimental investigation of rotary diamond truing and dressing of vitreous bond wheels for ceramic grinding, International Journal of Machine Tools & Manufacture, 40, 2000, pp.1755-1774.
- [2]. H. Ohmori, I. Takahashi, B.P. Bandyopadhyay, Ultra-precision grinding of structural ceramics by electrolytic in-process dressing (ELID) grinding, Journal of Matériái Processing Technology, 57, 1996, pp.272-277.
- [3]. F.H. Zhang, Z.J. Qiu, G.W. Kang, Z.J. Yuan, Y.S. Yang, X.K. Shi, High efficiency ELID grinding of garnet ferrite, Journal of Matériái Processing Technology, 129, 2002, pp.41-44.

Keresztesi Gizella, doktorandusz

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Egry J. 1, E.ep, 316

Tel/Email: +3614631875/keresztesi@manuf.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

ROBOTIZÁLT GYÁRTÁS MÉRÉSTECHNIKAI FELADATAI

Pál Jenő

***Summary:** Applying intelligent robots in the industry is a way to increase for production flexibility and reliability, to improve quality for workpieces, to make it high production and to reduce the cost. During automation of production and assembly using robots it is necessary to replaced the humán inspection applying sensors. In this paper the author gives an overview about his experiments in the field of monitoring and robotized assembly focused on development, testing and applying force/torque sensors. Using robots, the monitorization is a way to eliminate the disturbances during automation in production.*

The measuring test of industrial robots and mechanical robotperipheries (end-effectors, fixtures, tools, etc.) gives the most important technical data., which show if they are able to réalisé the given operations or not.

Keywords: robotized production, monitoring, measuring test, mechanical robot peripheries, sensors

1 Bevezetés

Napjainkban az automatizálás egyre inkább tért hódít. Az ipari folyamatok zöme részben vagy teljesen automatizált. A folyamat, a gyártás felügyeletszegény vagy emberi felügyelet nélküli, azaz a kezelőszemélyzet csak korlátozott mértékben vagy egyáltalán nincs jelen a közvetlen folyamatban.

Gyártásautomatizálás egyik fontos területe az ipari robotok alkalmazása. Az alkalmazkodó képesség és az intelligenciaszint szoros kapcsolatban vannak egymással. Az alkalmazkodó képesség a környezeti változások érzékelését és a rájuk adott válasz (ellenlépés), az irányítási mód bizonyos összhangját és egységét feltételezi.

2 A Robottechnikában alkalmazott fontosabb szenzorok

A szenzorokat a robotalkalmazásokban az általuk szolgáltatott jel információ tartalma szerint célszerű osztályozni. Megkülönböztetünk: egyszerű (bináris jelet adó) és intelligens (folytonos jelet adó) szenzorokat.

2.1 Egyszerű, bináris jelet adó szenzorok

Az egyszerű szenzorokat a gyakorlatban proximity szenzornakjelenlét vagy közelítésérzékelőnek nevezik. A megnevezés hűen tükrözi funkciójukat: ott van vagy nincs ott, fenn van vagy lenn van, stb., tehát a kívánt esemény bekövetkezett-e vagy sem?

A hatáselv szerint léteznek:

- > elektromechanikus érzékelők (mikrokapcsolók),
- > induktív jelenlét-érzékelők,
- > kapacitív jelenlét-érzékelők,
- > optoelektronikus jelenlét-érzékelők.

2.2 Intelligens szenzorok

Ipari robotok alkalmazása során, robotizált gyártási és szerelési folyamatokban általában a következő fizikai mennyiségek, mint meghatározó, következő mennyiségek érzékelése a feladat: erő és nyomaték, nyomás, vizuális információk.

Az ipari robotokkal végezhető szinte összes művelet során az egyik legjellemzőbb mennyiség a működés, a művelet végrehajtása során a **fellépő erő** illetve **nyomaték** definiálása. Léteznek esetek, ahol az erőt, a működtető nyomatékot szabályozni kell annak érdekében, hogy a munkadarab, amelyen a műveletet végezzük, ne károsodjék, ne deformálódjék (szorítóerő szabályozás). A szabályozás alkalmával a **nyomás** automatikus ellenőrzése, mérése szükséges. Erre a célra nyomásszenzort kell használni.

A **vizuális információk** sokasága tájékoztat bennünket arról, hogy robotos műveletek során van-e valami rendellenesség. A látás, a vizuális információszerzés automatizálása, a gépi látás, az alak- és mintázat felismerés "gépesítése " a robottechnikában igen fontos feladat.

Az azonos időben, párhuzamosan alkalmazott többféle szenzor az ún. **multi-szenzor technika** része, mely egyszerre sok-sok információt gyűjt be a folyamatokról, dönt és beavatkozik annak érdekében, hogy a folyamatok, műveletek lefolyása zavartalan legyen. A **felügyelet, a monitoring** célja a folyamat megbízhatóságának és a gyártmány minőségének növelése.

3 Robotos rendszerekben használt erő- és nyomatékérzékelők

Robotizált rendszerekben a legjellemzőbb és legfontosabb erő-, nyomaték- és nyomásmérési feladatok az alábbiak:

- > megfogó szerkezetek és munkadarab befogó készülékek szorítóerő felügyelete és szorítóerő szabályozása,

- > műveletek közben fellépő erők és nyomatékok mérése, felügyelete és esetleges szabályozása (nyomákszabályozással).

3.1 Robotmegfogó szerkezetek erőfelügyelete

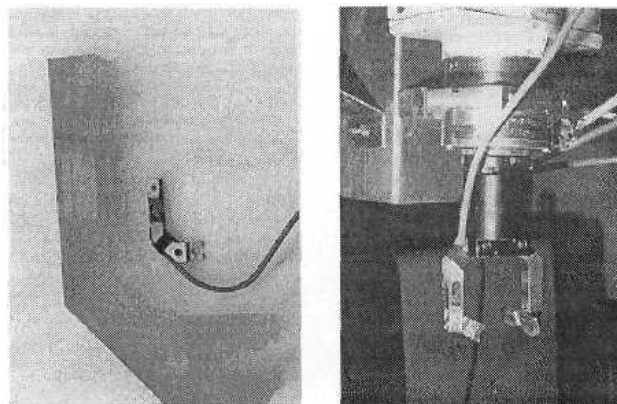
A robotmegfogó szerkezetnek, a manipulálandó darabot olyan erővel kell megfogniuk, hogy: a munkadarab maradó deformációt ne szenvedjen, felülete ne sérüljön meg, a művelet során ne essen ki, ne mozduljon ki, ne forduljon ki a megfogóból.

Az erő szenzort általában a megfogó szerkezet ujjaira vagy a mozgást átvivő mechanizmus valamelyik tagjára lehet szerelni. A megfogó szerkezet ujjaira épített nyúlásmérő bélyeges erőmérő szenzor "mérőujj" a Kaliber Kft, Budapest közreműködésével lett kialakítva.

Az un. mérőujj kialakítása előtt 4:1 arányú feszültség optikai modellen mérésekkel meghatározták a főfeszültségek irányát (1.ábra. bal oldal). Ezzel a nyúlásmérő bélyeg felragasztásának irányát állapították meg. A kellő deformáció eléréséhez az ujjat el kellett vékonyítani, különben az erők (20-70 N) igen kis nyúlást eredményeztek volna, nagyon kis villamos jelet fejtettek volna ki.

A felhasználás során figyelembe kellett venni azt is, hogy a megfogó szerkezet szorító erőszorítási út függvénye nem állandó és nem lineáris. A kialakított mérőujjas robotmegfogó szerkezet az 1. ábrán látható.

A mérőujj kalibrálását elvégezve megállapítottuk, hogy a szenzor linearitási hibája 1,5-2 %, míg hiszterézise 4-5 % között van.



1.ábra. A mérőujj és feszültség optikai modellje, robotmegfogó szerkezet mérőujjával

A szorító erőt nem elegendő csak mérni és felügyelni, hanem szabályozni is tudni kell. Pneumatikus megfogóknál a szorító erő szabályozásának egyetlen módja van: szabályozni és mérni kell a táplevegő nyomását. Erre két módszer létezik: folyamatos nyomákszabályozás és nem folyamatos szabályozás, diszkrét (lépcsőzetes) nyomákszabályozás.

A lépcsőzetes szabályozáshoz 0,5 bar értékű nyomáskülönbségekre beállított, speciális pneumatikus blokkokat használtunk, melyek nyomákszabályozóból, 24 V DC mágneses útszelepből,

visszacsapó szelepből és nyomáskapcsolóból állnak. A szorító erő illetve a nyomás folyamatos szabályozása léptető motoros adaptív szabályozással lehetséges.

Robotos, erővezérelt pályakövetés

A kontúrkövetés során ismert vagy ismeretlen kontúrt kell megmunkálnunk vagy az ismeretlen helyzetű és nagyságú akadály kikerülését kell megoldanunk. Ezekben az esetekben a robot megfogója, illetve a megfogó helyén lévő szerszám és az akadály vagy a munkadarab közötti érintkezési erőt közel állandó értéken (vagy legalábbis egy igen szűk intervallumon belül) kell tartani.

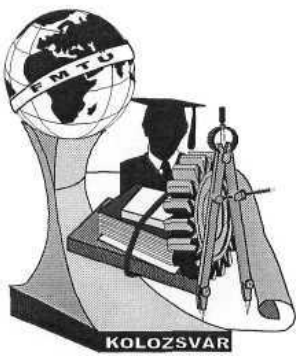
A kontúrkövetés olyan technológiai műveleteknek szolgál alapul, mint pl.: sorjázás, ragasztóanyag terítése, ívhegesztés vagy fogyóelektródás hegesztés, vízsugaras (vagy lézeres) kivágás, stb.

A kontúrkövetés során mérni és szabályozni kell az érintkezési erőt. Az erőszensor elhelyezhető a robot csuklójában illetve a munkadarabot tartó készülékben. Ezek megállapítására statikus merevségi méréseket kell végezni a munkatartomány több pontján.

Felhasznált irodalom

1. Lestelle, D.: Gripper with finger build-in force/torque sensors, in Proc. of the 5th Int. Conference on Robot Vision and Sensory Controls, 1985.p. 59-68, Amsterdam, North Holland (Elsevier Science Publishers BV).
2. Alpek,F.: Greifer - und Werkzeugwechselsysteme-Steigerung der Flexibilität von Montagerobotern -e & i, 111 Jahrgang 1994. H. 6. S. 305 - 309.
3. Alpek, F., Krys, N.: Increasing the Reliability of Industrial Robots Using Force and Torque Sensors. Machining 2000, Budapest, Springer Hungary, Volume 2, pp.618-622
4. Alpek, F.; Kovács,S.;Krys, N.: Development and Testing Force/Torque Sensors for Robotized Production. XIV IMEKO World Congress IMEKO 2000 Vienna,Volume XI. pp. 77-82
5. Alpek,F.; Szalay,T.; Krys,N.: Monitoring and Measurement in Robotized Production. Research News, Special Issue 2000/4 (May 2001), Budapest University of Technology and Economics.pp. 92-101. (Ed.: Dr.Bojtár, I.)

Pál Jenő, doktorandusz, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépgyártástechnológia Tanszék; 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.;
E-mail cím: putyius@freemail.hu; Telefonszám: +36 1 463 25 18



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

TERVEZÉSI MINTÁK METAMODELLEZÉSE

Petri Dániel

Összefoglalás

Design patterns capture low level object-oriented concepts. They contain several informal parts like problem description, solution and consequences. The formalization of these parts simplifies their application in tools that deal with e.g., automatic design pattern matching. Therefore we created a design pattern metamodel that allows storing information described in the informal sections in a formal way attached to the pattern's *class diagram*. Using this metamodel based on a software specification the right design patterns can easily be found without knowing the tremendous amount of patterns and querying the properties of a pattern is also possible.

A tervezési minták alacsony szintű objektum-orientált vezérelveket tartalmaznak. A minták számos informális fejezetből állnak, mint például egy probléma és megoldásának leírása, valamint a megoldás alkalmazásának következménye. Ezen részek formalizálásával lehetővé tesszük olyan eszközök használatát, amelyek tervezési minták automatikus keresését végzik. A cél érdekében létrehoztunk egy tervezési minta metamodelt, amely segítségével az informálisan dokumentált információ formálisan leírható és a minta *osztály diagramjához* csatolható. E metamodel segítségével automatikusan megtalálhatók a megfelelő tervezési minták egy szöveges specifikációból kiindulva anélkül, hogy ismernénk az eddig elkészült hatalmas mennyiségű tervezési mintát.

1. Bevezető

A tervezési minták építészetből átvett alapötletét az 1990-es évek elején kezdték el alkalmazni a szoftver világban. Tervezési minták formájában tetszőleges absztrakciós szinten fellépő probléma és bevált, esetleg bizonyítottan helyes megoldásának váza dokumentálható, valamint az újrafelhasználáskor könnyen eldönthető, hogy az adott megoldás milyen következményekkel alkalmazható. A tervezési mintákkal kapcsolatban [1] és [2] úttörő jelentőségű művek, az koncepció és a formátum bemutatása mellett számos alapvető tervezési mintát ismertetnek. Megjelenésük óta hatalmas mennyiségű mintát dokumentáltak és a minták száma gyorsan növekszik.

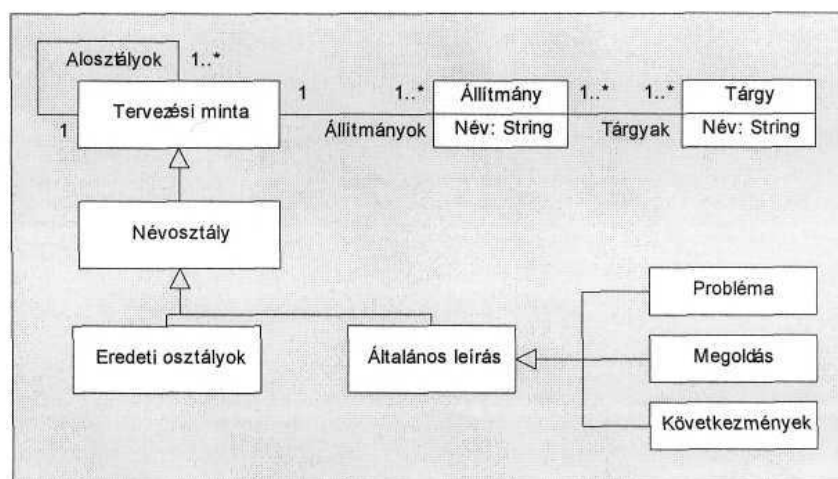
A tervezési minták négy fő részből állnak: (i) a minta adminisztrációs célokat szolgáló fejrészből, (ii) a probléma ismertetéséből egy adott kontextuson belül, (iii) a probléma megoldásának vázából, valamint (iv) a megoldás alkalmazásának következményeiből.

Ezek a fejezetek szöveges, többnyire angol nyelvű leírásokat tartalmaznak. A *megoldás* statikus és dinamikus viselkedésének ismertetésére többnyire UML¹ osztály és szekvencia diagramot alkalmaznak, valamint szöveges formában ismertetik a megoldás résztvevőit, ezek felelősségeit és együttműködéseiket.

A szakirodalomban számos tervezési mintával kapcsolatos eszközt és ötletet dokumentáltak a következő célokkal: (i) tervezési minták automatizált keresése, (ii) minta specifikációja és implementációja közötti konformitás ellenőrzése, (iii) minták azonosítása egy implementációban, valamint (iv) minták közötti kapcsolatok megállapítása. Az irodalomban megtalálható formalizálási törekvések (pl. [3], [4]) is ezeket a célokat szolgálják, de többnyire a mintában található UML diagramokra koncentrálnak. Ahhoz, hogy az automatizált tervezési minta keresést lehetővé tegyünk, hangsúlyt kell fektetnünk az informális fejezetekben található információra is. Ezt a célt támogatja a következő fejezetben ismertetett minta metamodel.

2. A minta metamodel

Az ábrán az elkészült metamodel látható. Létrehoztuk a *Tervezési minta* absztrakt ősosztályt, amelynek minden eredeti, a mintában szereplő osztály és objektum közvetve a leszármazottja. Ehhez kapcsolódik egy-több megfeleltetéssel az *Állítmány*



osztály, majd ehhez több-több megfeleltetéssel a *Tárgy* osztály. Ezen osztályok *Név* attribútumaiban tároljuk a minta viselkedését és tulajdonságait leíró információt. Az absztrakt *Névosztály* a minta eredeti nevét veszi fel, ő a közvetlen őse a mintában szereplő eredeti osztályoknak, valamint az *Általános leírás* osztálynak, amely a *Probléma*, a *Megoldás*, valamint a *Következmények* absztrakt osztályok közvetlen őse. A minta tulajdonságait az OCL² segítségével írjuk le, a kereséshez pedig e nyelv lekérdezési lehetőségeit használjuk. A *Tervezési minta* osztályból létrehoztunk továbbá egy

¹ Unified Modeling Language: a szabványos vizuális objektum-orientált modellező nyelv

² Object Constraint Language: Formális nyelv kifejezések leírására, amelyek tipikusan invariáns feltételeket fogalmaznak meg UML modellek esetében. [5]

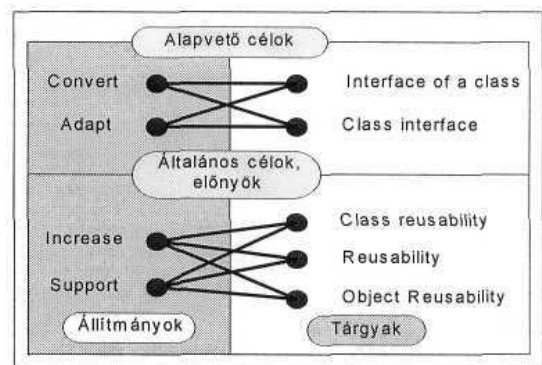
rekurzív asszociációt, amely azt a célt szolgálja, hogy a *Névosztályból* kiindulva OCL-ben tetszőleges alosztály tulajdonságai lekérdezhetők legyenek.

3. Minták kiegészítése a metamodel alapján

A minták kiegészítése a metamodelnek megfelelően egyelőre kézzel történik, az automatikus kiegészítés lehetősége további kutatás tárgyát képezi. Új minták esetében a készítő számára ez a kiegészítés nem okoz jelentős többletmunkát. Meglevő minták esetében ahhoz, hogy a kiegészítést a metamodelnek megfelelően elvégezzük, a leírás alapján össze kell gyűjteni az állítmányokat és a hozzájuk tartozó tárgyakat, ahogy azt a következő fejezetben ismertetett példa mutatja. Célszerű egy-egy tulajdonságot többféleképpen is megfogalmazni, így növelhető a minta megtalálásának esélye. A *Probléma*, a *Megoldás*, valamint a *Következmények* osztályok segítségével pedig lehetőség nyílik az összefoglalás kategorizálására. Az átalakított tervezési mintákat egy hierarchikusan strukturált adatbázisban kell tárolni, amelyben a minta részletei is kereshetők.

4. Példa: az Adapter minta

A minta célja egy létező osztály interfészét a kliensek elvárásainak megfelelően átalakítani. Így olyan osztályok is együtt tudnak működni, amelyek az Adapter minta nélkül a különböző interfészeik miatt erre nem volnának képesek. A minta leírását végigolvasva az ábrán látható állítmányok és tárgyak kigyűjtése tűnik célravezetőnek. Mivel a minta dokumentálása eredetileg angolul történt és az Interneten fellelhető minták többsége is angolul van, az általános kereshetőség érdekében célszerű volt az eredeti nyelv mellett maradni és az állítmányokat és tárgyakat nem lefordítani.



5. Minták keresése

Az alábbi OCL keresőkifejezéssel azokat a mintákat találhatjuk meg, amelyek az újrafelhasználhatóságot hivatottak elősegíteni:

```
context Általános_leírás
inv: self.Állítmány->select(Név='Increase')-> exists(Tárgy.Név='Reusability')
```

Ezt a keresőkifejezést minden egyes tervezési mintára le kell futtatni a teljes minta adatbázison belül. A kifejezés első fele kiválasztja azokat a mintákat, ahol az *Állítmány Név* attribútuma megegyezik az 'Increase' szóval, és ezen a halmazon belül *igaz* boolean eredménnyel tér vissza azon minták esetében, ahol a *Tárgy Név* attribútuma megegyezik a 'Reusability' szóval.

6. A megközelítés előnyei

Ha egy adott szöveges rendszerspecifikáció alapján keressük a megfelelő tervezési mintákat, kiindulásként választhatunk Internetes keresőket is. Azonban még abban az esetben is, ha a megfelelő keresőkifejezéseket írtuk be, nem garantált, hogy a megfelelő találatokat kapjuk, mert a megadott

keresőkifejezés szavai nem biztos, hogy a megfelelő környezetben, illetve a megfelelő sorrendben vannak. A cikkben ismertetett megközelítés legnagyobb előnye a célzott minta kereshetőség a viselkedés és a tulajdonságok alapján, mert az ezeket leíró állítmányok (igék) és a hozzájuk tartozó tárgyak párosítva vannak, ami pontosabbá teheti a keresést. Számos állítmányt rendelhetünk egy tervezési mintához és tetszőleges számú tárgyat rendelhetünk az állítmányokhoz és fordítva.

A megközelítés másik előnye az, hogy nem csak a tervezési minta globális viselkedését és tulajdonságait írhatjuk le, hanem annak tetszőleges részeit is jellemezhetjük és a keresés során le is kérdezhetjük. Ha az adatbázis nagy mennyiségű, a metamodell alapján kidolgozott mintát tartalmaz, akkor a fejlesztők nagy valószínűséggel megtalálják a megfelelő mintákat a specifikáció alapján.

Míg egy szöveges specifikáció általában a „MIT” kérdésre ad választ, egy tervezési minta esetében a „HOGYAN” kérdés megválaszolásán van a hangsúly. A megközelítés harmadik előnye, hogy ezt a hézagot segít kitölteni, hiszen a „MIT” kérdésre a választ a minta esetében is segít megválaszolni.

Hivatkozások

- [1] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, "Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software", Addison-Wesley Professional Computing Series. Addison-Wesley Publishing Company, New York, NY, 1995.
- [2] J. O. Coplien and D. C. Schmidt, Eds., "Pattern Languages of Program Design", Addison-Wesley, Reading, MA, 1995.
- [3] A. H. Edén, "Lepus: A visual formalism for object-oriented architectures", in *The 6th World Conference on Integrated Design and Process Technology, Pasadena, CA, June 26-30, 2002*.
- [4] A. L. Guennec, G. Sunyé, and J.-M. Jézéquel, "Precise modeling of design patterns" in *UML 2000 - The Unified Modeling Language. Advancing the Standard, Third International Conference, York, UK, October 2000, Proceedings*, A. Evans, S. Kent, and B. Selic, Eds., vol. 1939 of *LNCIS*, pp. 482-496. Springer, 2000.
- [5] Object Management Group, *Object Constraint Language*, 2002.

Köszönetnyilvánítás

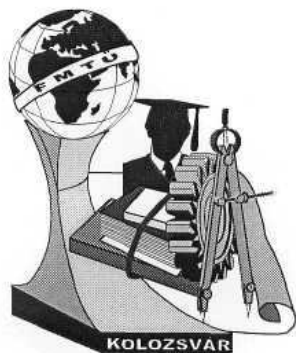
Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Pataricza Andrásnak, aki tanácsaival segítette munkám előrehaladását.

Petri Dániel doktorandusz hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Tel.: +36-1-4633579, Fax: +36-1-4632667, E-mail: dpetri@mit.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

PÁRHUZAMOS KINEMATIKÁJÚ SZERSZÁMGÉPEK STRUKTURÁLIS LEÍRÁSA

Püspöki János, Dr. Lipóth András

Abstract

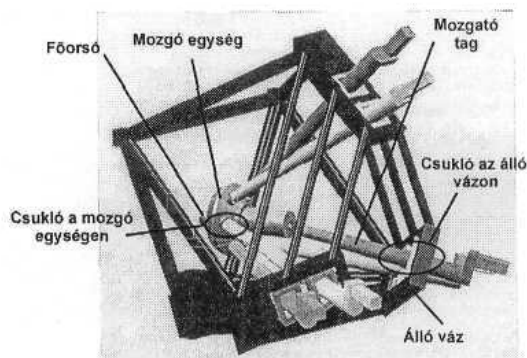
The parallel kinematics machine tools (PKMs) are novel machine tool constructions that were demonstrated in the '90s. There exist several design methods and computer-aided design tools for the systematic design of serial machine tools. Today, many structural alternatives of serial machine tools can be synthesized using such systems. PKMs do not own such design methods and design tools. This paper presents a method for the structural description of PKMs. This method will allow the systematic design and computer-aided automatic synthesis of PKMs. A genetic representation can be deduced from such description, which can be used by genetic algorithms for the search of optimal PKM structures.

Bevezetés

A párhuzamos kinematikájú szerszámgépek (PKM-ek) újszerű gépkonstrukciók, amelyek a '90-es években jelentek meg. A hagyományos szerszámgépek tervezéséhez különböző módszerek és számítógéppel segített tervező eszközök léteznek. A hagyományos szerszámgépek tervezésénél az automatikus szintézis útján különböző struktúrájú berendezések generálhatók. A PKM-eknél még nem alakultak ki ilyen módszerek és tervező eszközök. Ez a cikk bemutat egy módszert a PKM-ek strukturális leírásához. Ez a módszer lehetővé teszi majd a PKM-ek módszeres tervezését és számítógéppel segített automatikus szintézisét. Ezen strukturális leírás alapján genetikai reprezentáció is létrehozható majd, amely genetikai algoritmusok alkalmazására is lehetőséget biztosít optimális PKM struktúrák keresésénél.

1. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek

A párhuzamos kinematikájú szerszámgépek (Parallel Kinematics Machine Tools, PKM) alkalmazása a szerszám- és formagyártáson túl is nagy területet hódított meg. A nagysebességű megmunkálásokra jellemző nagy előtolási sebességekből, nagy pontosságból, a jobb felületi minőségből következik a szerszámgépek jelentősége. A legfontosabb előnyei a PKM-nek a hagyományos szerszámgépekkel szemben a kis mozgatott tömeg, a nagy mozgási sebességek, gyorsulások, a terhelőerők megoszlása a mozgó tagokon, a nagy merevség [1,2].



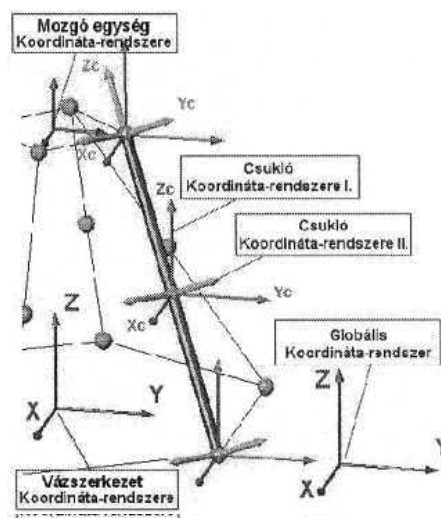
1. ábra

A PKM-nél a megmunkáló főorsó a mozgó egységen helyezkedik el (esetleg a munkadarab is lehet), a mozgó egység és az álló váz között a párhuzamos mozgató tagok vannak. Ezek a mozgató tagok vagy állandó, vagy változó hosszúságúak. Egy változó láb hosszúságú típusra mutat példát az **1. ábra** [3], bár ennél lényegesen sokszínűbbek ezek a berendezések.

2. Párhuzamos kinematikája szerszámgépek strukturális leírása

A PKM-ek felépítése változatos, de bizonyos szempontok alapján általános építő elemeket határozhatunk meg. Mindig megtalálható a mozgó egység, az álló váz, valamint a mozgató tagok, amelyeket csuklók kapcsolnak össze. A strukturális leíráshoz nélkülözhetetlen az elemek fő jellemzőinek és egymáshoz való viszonyának ismerete. A főorsó jellemzője a főorsó tengelyiránya, amelyet a globális koordináta rendszerhez képest adunk meg. A mozgó egység és az álló váz jellemzője, hogy milyen a normálisuk iránya a globális koordinátarendszerben, valamint, hogy hány csukló kapcsolódik hozzájuk. Fontos a csuklók elrendezése is, amely optimalizációs lehetőségekre ad módot. A mozgató tagokra jellemző, hogy hány tagból állnak, azokat milyen csuklók kapcsolják össze, és a hajtások hol helyezkednek el. A mozgató tag lehet aktív (ha tartalmaz hajtó tagot) és passzív (ha nem tartalmaz hajtó tagot). Ennek értelmében bevezethetjük az aktív és passzív csuklók fogalmát, aszerint, hogy a csukló tartalmaz-e hajtó egységet vagy nem, továbbá a csuklókat a szabadságfokok alapján jellemezhetjük.

A PKM-ek kinematikai leírásához a fenti jellemzőket használjuk fel. A leírásmód koordináta rendszereket használ, ezért először az alkotóelemeket és a koordináta rendszereket kell definiálni. A strukturális leírás több szinten valósítható meg, annak megfelelően, hogy a tervezési munka melyik fázisában szeretnénk majd azt felhasználni. A mozgó egységet és a vázszerkezetet első közelítésben egy-egy sokszögnek tekinthetjük, csúcsaiknak száma azonos a csuklók számával, a sokszög köré írható kör sugara állandó. A mozgató tagok úgy definiálhatók, mint két merev testből és három csuklóból álló kinematikai mechanizmus (**2. ábra**). A mozgató tag két merev testét összekapcsoló csukló egy vagy több szabadságfokot is szabadon hagyhat, amely szabadságfokok lehetnek lineáris vagy rotációs szabadságfokok is. Ez a csukló lehet aktív vagy passzív is, a gyakorlatban mind a kettőre találhatunk példákat.



A struktúra leírásakor meghatározzuk, hogy milyen az orientációja a főorsónak, a mozgó egységnek, az álló váznak a globális koordináta rendszerben, és hány csomópont található rajtuk. Következő lépésben megadjuk, hogy mely csomópontokat kapcsolnak össze mozgató tagok. A

csukló definiálásakor azt adjuk meg, hogy melyik koordináta rendszerben milyen szabadságfokokat köt meg. Például egy gömbcsukló három tengely mentén az elmozdulást megköti és a három tengely körül az elfordulásokat megengedi. A strukturális leíráshoz tehát szükségünk van egy globális koordináta rendszerre, a vázhoz és a mozgó egységhez rögzített egy-egy koordináta rendszerre, valamint a csomópontokhoz tartozó két-két csukló-koordináta rendszerre (2. ábra).

Ezen adatok ismeretében a legfelső szinten különböző struktúrák képezhetők. Ezen struktúrák leírására jól használható egy olyan mátrix (3. ábra), amely annyi oszlopot és sort tartalmaz ahány csukló található a mozgó egységen és az álló vázon. A mátrixnál a P1..., és a B1... jelek a mozgó egységen és az álló vázon lévő csomópontok jelölése. A PS és BS jelképek a súlypontban lévő csomópontokat jelölik. A mátrixban a mozgató taggal összekapcsolt csomópontoknak megfelelő oszlopok és sorok metszéspontjába 1-t írunk, amelyeket nem kapcsolunk össze, oda pedig 0-t. Az 1-esek számának és elhelyezkedésének változtatásával különböző struktúrákat alakíthatunk ki, majd szűrőfeltételek alkalmazásával a generált változatok egy részét már ezen a szinten könnyen kiszűrhetjük.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	PS
B1	1	0	0	0	0	0	0
B2	1	0	0	0	0	0	0
B3	0	1	0	0	0	0	0
B4	0	1	0	0	0	0	0
B5	0	0	1	0	0	0	0
B6	0	0	1	0	0	0	0
BS	0	0	0	0	0	0	0

Ilyen szűrőfeltétel lehet például, ha azt mondjuk, hogy egy csomópontban 2-nél több mozgató tag nem kapcsolódhat. Ilyenkor a mátrixnak egyik sorában és oszlopában sem szerepelhet 2-nél több egyes. Ha meghatározzuk, hogy hány mozgató tagot tartalmazhat a mechanizmus, akkor a mechanizmusban csak ennyi 1-t helyezhetünk el. Ha egy előállított változat nem felel meg a feltételeknek, akkor azokat a struktúrákat már itt el lehet vetni. A generált változatok megfelelő kiszűréséhez további szűrőfeltételeket kell kidolgozni.

A következő lépés az egyes mozgató tagok definiálása, és csak ezek ismeretében lehet a mechanizmus szabadságfokáról nyilatkozni. A definiáláskor meg kell adni, melyik csukló-koordináta rendszerben értelmezzük a csukló kötöttségeit, és milyen kötöttségeket definiálunk. Ezek után az alábbi képlettel (1) meg tudjuk határozni a mechanizmus szabadságfokát.

$$F = \lambda \cdot (n - j - 1) + \sum_i f_i \quad (1),$$

ahol λ -mozgás paraméter ($\lambda=3$, ha síkbeli, $\lambda=6$, ha térbeli), n -mechanizmus elemeinek a száma, j -csuklók száma, f_i -az „ i ”-edik csukló által megengedett szabadságfok ($i=1..j$).

A mozgató tagok egy karaktersorral jellemezhetők, ahol minden csuklóhoz 7 db karakter tartozik. Az első tagja azt adja meg, hogy melyik koordináta rendszerben definiáljuk a szabadságfokokat. Ha a csukló koordináta-rendszer I.-ben (2. ábra) adjuk meg a szabadságfokokat, akkor 0-t, ha pedig a csukló koordináta-rendszer II.-t használjuk, akkor 1 kódot alkalmazunk. A következő hat pedig 1 értékű, ha megköti az adott szabadságfokot és 0 értékű, ha

szabadon hagyja a csukló azt a szabadságfokot. Jelölje a szabadságfokokat ($T_x, T_y, T_z, R_x, R_y, R_z$), ahol a T_x, T_y, T_z az adott irányú elmozdulás, az R_x, R_y, R_z pedig az adott irány körüli elfordulás. Egy gömbcsukló a csukló koordináta-rendszer II.-ben ekkor a (1 111000) kóddal jellemezhető.

További változatok dolgozhatók ki a hajtótagok meghatározásával. A hajtásokat különböző helyekre helyezhetjük el, a csukló által szabadon hagyott szabadságfokhoz hozzárendelhetünk 1-1 hajtótagot. A csuklók több szabadságfokot is szabadon hagynak, így különböző változatok generálhatók. A vonalakból, csomópontokból, síkidomokból álló modell egyes elemeihez célirányosan kialakított adatbázisokból tényleges szerkezeti elemek rendelhetők. Egy modelltaghoz különböző szerkezeti elem is elképzelhető, így további változatok hozhatók létre. Megfelelő geometriai kötöttségek definiálása után 3D-s, parametrikus modellek is létrehozhatók, amelyek vizsgálatokkal, szimulációs eljárásokkal tovább javíthatók.

3. További feladatok

A struktúrák megfelelő válogatásához meg kell találni azokat a feltételeket, amelyek a szerszámgépek szempontjából biztosítják azt, hogy megvalósítható, műszaki tartalommal rendelkező konstrukciókat kapjunk. Ezek ismeretében ki kell dolgozni a programozási algoritmusokat, a megfelelő szoftverek együttműködését, hogy a CAD rendszerek működését megfelelően tudjuk segíteni, a tervezői munkát támogatni.

A struktúra leírásának eddigi eredményei alapján a genetikus algoritmusok működéséhez szükséges reprezentációt is ki lehet dolgozni. A fitness tényezők kidolgozása után mód nyílik az első vagy második generációs algoritmusok [5] alkalmazására is.

4. Irodalom jegyzék

- [1] Christian Ottó: HSC mit Parallelkinematik, Werkstatt und Betrieb, Hanser, 4/2001., 30.-31.
- [2] Reimund Neugebauer: Erfahrungen mit einer Hexapoden-Fräsmaschine, Werkstatt und Betrieb, Hanser, 5/1999., 67.-72.
- [3] Dr.-Ing. E. h. M. Weck: Das Hexapod-Prinzip, WZL der RWTH Aachen, 09./1997
- [4] M.Weck: Parallel Kinematic Machine Tools-Current State and Future Potentials, Annals of the CIRP, 51/2/2002., 671-681.
- [5] Dr. Bercsey Tibor: Genetikai algoritmusok alkalmazása a konstrukciós tervezésben 2002., GÉP 2002./6-7.LVIII. évfolyam, 3-7.0.

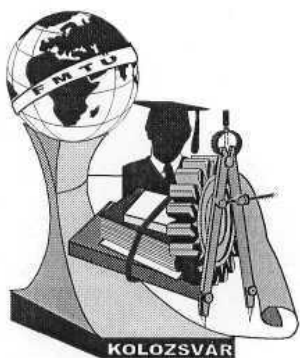
Püspöki János / PhD hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Gépgyártástechnológia Tanszék

1111 Budapest, Egry József u. 1.

+36-1-463-25-12, puspoki@manuf.bme.hu



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MULTIPROCESSZOROS RENDSZEREK MAXIMUM LIKELIHOOD DIAGNOSZTIKÁJA

Polgár Balázs

Abstract - Összefoglalás

Diagnostics is an important aspect of the availability and operability of IT systems. This paper presents a new approach used in the system level tests of multiprocessor systems. The algorithm is based on the adaptation of the models of Process-graphs used in the field of process network synthesis problems. With the new approach more general problems can be solved. With the introduction of some probabilistic parameters a more accurate model of the real system can be created and thus, the diagnostic accuracy of the solution is also better. The paper sketches the modeling technique, the solution method and the efficiency of the approach.

Az informatikai rendszerek működőképességének és stabilitásának egyik fontos összetevője a diagnosztika. Ez a cikk egy új megközelítést mutat be, mely multiprocesszoros rendszerek rendszerszintű tesztelésében használható. Az algoritmus egy, a folyamatszintézis területén használt modellezési technika, a Processz-gráfok modellezés adaptálásán alapul. Ennek segítségével egy általánosabb problémakört sikerült megoldani és bizonyos valószínűségi paraméterek bevezetésével, amivel valósághűbb modell írható fel, a diagnosztika pontosságát is sikerült javítani. A cikk a modellezés menetét, megoldását és a módszer hatékonyságát vázolja fel.

1. Bevezetés

Összetett rendszerekben a megbízhatóság és rendelkezésreállás biztosításának egyik alapfeltétele a diagnosztikai képesség megléte, a rendszer komponenseiben előforduló hibák mielőbbi megtalálása. Az egyik tipikus megvalósítási mód a rendszerszinten történő tesztelés: az „intelligens” komponensek vizsgálják egymást és a környezetüket, az így keletkező teszteredmények összegyűjtésre kerülnek és ezen információhalmaz, az ún. *szindróma* alapján kerül megállapításra a rendszer egyes elemeinek jó vagy rossz állapota. Ezt a folyamatot nevezzük *diagnosztikának*.

A multiprocesszoros rendszerekben az intelligens egységek maguk a processzorok, ezek

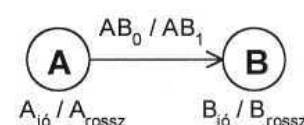
periodikusan tesztelik egymást, hogy bármelyiknek a hibája esetén a rossz processzor minél előbb kizárásra kerüljön, és így a rendszer egészének integritása ne sérüljön. Számítalan determinisztikus és valószínűségi diagnosztikai algoritmus született az idők folyamán, de ezek mind valamilyen korlátozó feltétel bevezetésén vagy a valóság leegyszerűsített modelljén alapultak. Az általunk bevezetett módszer jobb paraméterezhetősége révén a valós rendszert jobban megközelítő modellt használ és így nagyobb diagnosztikai pontosság érhető el vele. A módszerünk célja az, hogy megtalálja azt a hibamintát, amelynek fennállása esetén áll elő a legnagyobb valószínűséggel a megfigyelt szindróma. Ezt nevezzük *maximum likelihood diagnosztikának*.

A cikk további részében először bemutatásra kerülnek az alapfogalmak és a diagnosztika során használt hibamodell [1,2]; az ezt követő részben az egyes rendszerek ún. P-gráfok modelljei következnek. Az utolsó fejezetben pedig szimulációs mérések eredményei és más módszerekkel való összehasonlítás található.

2. A rendszerszintű diagnosztika alapfogalmai

A rendszerszintű diagnosztika a rendszer cserélhető egységeinek meghibásodását vizsgálja, de nem foglalkozik a hiba ezen egységeken belüli elhelyezkedésével. Multiprocesszoros rendszereknél ezek az egységek a processzorok a működésükhöz szükséges csatolt részekkel együtt. A rendszer tehát független, de együttműködő egységek által alkotott hálózatnak tekinthető. Egy egységnek két állapota lehet: vagy *jó* vagy *rossz*. A egységek állapotaiból képzett halmazt *hibamintának* nevezzük.

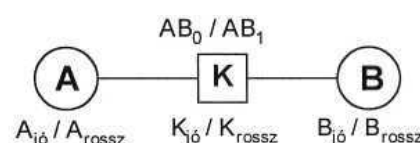
Az egyik gyakran használt modellben a rendszer szomszédos elemei tesztelik egymást; megkülönböztetjük a *tesztelő* és a *tesztelt egységet* (1. ábra). A teszteredmények az egységek állapotának megfelelően binárisak (0/1), ezek halmazát *szindrómának* nevezzük. A



1. ábra

diagnosztika során a szindróma alapján próbáljuk megtalálni a rendszer hibamintáját; maximum likelihood diagnosztika esetén azt a hibamintát, amelyik esetén a legnagyobb valószínűséggel áll elő a megfigyelt szindróma. A szindróma dekódolásában az a nehézség, hogy a teszteredmény nem feltétlenül egyezik meg a tesztelt egység állapotával (pl. ha a tesztelő rossz vagy ha a teszt hibafedése nem 100 %). A rendszernek ezt a viselkedését valószínűségi paraméterek írják le (7. táblázat).

Egy másik lehetséges tesztelési modell a *komparátoros modell*. Itt a tesztelésben résztvevő mindkét egység ugyanazt a tesztet futtatja le, és egy komparátor összehasonlítja az eredményüket. A teszteredmény ennek megfelelően „egyezik”



(0) vagy „nem egyezik” (1) lehet. Ha a komparátort hibátlan-nak tekintjük, akkor az előző modell egy részproblémáját kapjuk ($p_{a0} = 1$, $p_{b0} = p_{c0} = 0$). A komparátor hibájának (2. ábra) figyelembevételéhez viszont további paramétereket kell bevezetni (2. táblázat).

Tesztelő egység állapota	Tesztelt egység állapota	Teszteredmény valószínűsége	
		0	1
jó	jó	p_{a0}	$p_{a1} = 1 - p_{a0}$
jó	rossz	p_{b0}	$p_{b1} = 1 - p_{b0}$
rossz	jó	p_{c0}	$p_{c1} = 1 - p_{c0}$
rossz	rossz	p_{d0}	$p_{d1} = 1 - p_{d0}$

1. táblázat

Kompa- rátor állapota	Tesztelő egység állapota	Tesztelt egység állapota	Teszteredmény valószínűsége	
			0	1
jó	jó	jó	1	0
jó	jó	rossz	0	1
jó	rossz	jó	0	1
jó	rossz	rossz	p_{d0}	$p_{d1} = 1 - p_{d0}$
rossz	jó	jó	p_{e0}	$p_{e1} = 1 - p_{e0}$
rossz	jó	rossz	p_{f0}	$p_{f1} = 1 - p_{f0}$
rossz	rossz	jó	$p_{g0} = p_{f0}$	$p_{g1} = p_{f1}$
rossz	rossz	rossz	p_{h0}	$p_{h1} = 1 - p_{h0}$

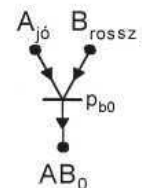
2. táblázat

3. A diagnosztikai rendszer P-grafos modellje

A P-gráf elnevezés a folyamatszabályozás területén használt Processz-gráfból származik; a modell matematikai háttere ezzel a területtel kapcsolatosan került kidolgozásra [3].

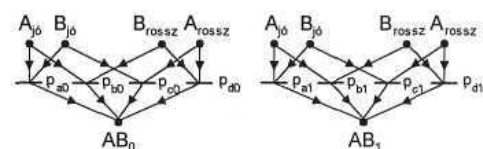
A P-gráf irányított élekkel rendelkező gráf, melynek csomópontjai két diszjunkt halmazra oszthatók. A mi modellünkben az egyik halmaz az *ismeretet*, a másik az ismeretek közti *logikai kapcsolatot* tartalmazza. A csomópontokhoz valószínűségek is rendelhetők.

A multiprocesszoros rendszerekben az ismeretek halmazában az egységek lehetséges állapotai (A_{j0} , A_{r0} , B_{j0} stb.) és a teszteredmények (AB_0 , AB_1 , CA_0 stb.) vannak. A „ha A jó és B rossz akkor p_{b0} valószínűséggel lesz a teszteredmény 0” logikai kapcsolatot a 3. ábrán látható módon lehet modellezni. Az egy teszthez (ld. 1. ábra) tartozó összes logikai reláció, melyek a teszteredmények lehetséges előállási módjait határozzák meg, a



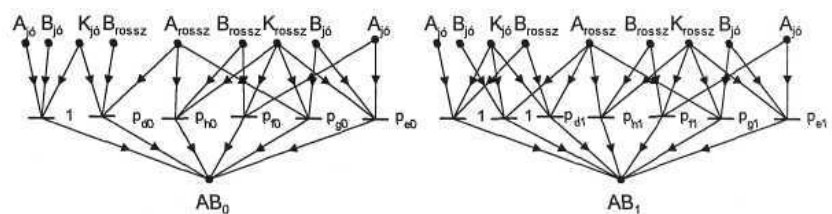
3. ábra

4. ábrán láthatók (az azonos nevű csomópontok természetesen ugyanazok, csak a jobb áttekinthetőség kedvéért lettek többször feltüntetve). A teljes rendszer modelljében minden teszthez hasonlóan hozzá van rendelve 8 logikai reláció. A modellt még néhány *logikai kényszerrel* kell kiegészíteni, melyek azt kötik ki, hogy egy egység nem lehet egyszerre jó és rossz.



4. ábra

A komparátoros modellben egy teszthez a 2. táblázatnak megfelelően valamivel több reláció kapcsolódik (5. ábra), de egyébként hasonlóan épül fel a modell.



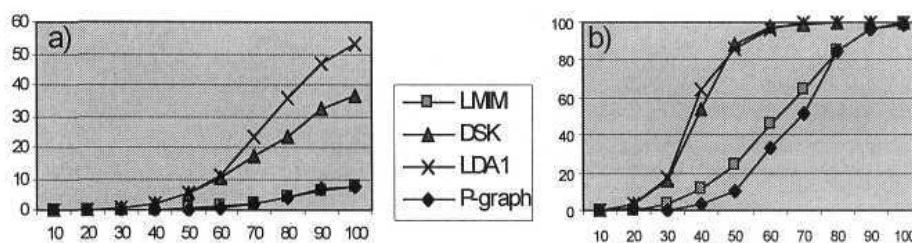
5. ábra

4. A megoldás menete és hatékonysága

A megoldás során először a P-gráf releváns részét kell kiválasztani: ez a teszteredmények által

meghatározott fele a gráfnak. Ezután a kényszereket kielégítő részgráfokat (megoldásstruktúrákat) kell keresni, melyekhez mérőszámként a benne szereplő relációk valószínűségeinek szorzata rendelődik. Ez a mérőszám a *szindróma előállásának valószínűsége adott hibaminta esetén*. A cél megtalálni a legnagyobb mérőszámmal rendelkező megoldásstruktúrát; ez például adaptált branch-and-bound algoritmussal [3] tehető meg egyszerűen.

Mivel valószínűségi algoritmusról van szó, ezért megvan a pozitív esélye annak is, hogy a megtalált hibaminta nem egyezik a rendszerben lévő hibamintával. A diagnosztikai pontosság mérésére szimulációs program készült, melyben néhány gyakran használt algoritmus (LDA1 [4], DSK [5], LMIM [1]) is implementálásra került. A 6.a ábrán az átlagosan félrediaosztizált egységek %-os száma, a 6.b ábrán a hibás diagnosztika valószínűsége látható szintén %-ban 8x8-as tórusz topológia és változó processzor-meghibásodási valószínűségek esetén. Látható, hogy egy nagyobb pontossággal rendelkező algoritmust sikerült kifejleszteni, mely a valós rendszerek szempontjából fontos tartományban gyakorlatilag hibátlanul működik.



6. ábra

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Selényi Endrének, aki tanácsaival segítette munkám előrehaladását.

Hivatkozások

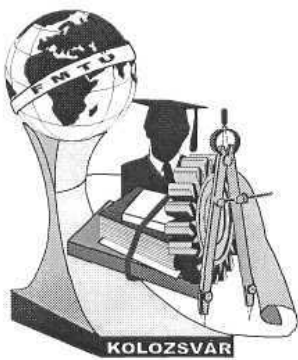
- [1] T. Bartha, E. Selényi. Probabilistic Fault Diagnosis in Large, Heterogeneous Computing Systems, *Periodica Polytechnica*, vol. 43/2, p. 127-149, 2000.
- [2] B. Polgár, Sz. Nováki, A. Pataricza, F. Friedler. A Process-Graph Based Formulation of the Syndrome-Decoding Problem, *DDECS-2001, Workshop on Design and Diagnostics of Electronic Circuits and Systems*, p. 267-272, Hungary, 2001.
- [3] F. Friedler, K. Tarján, Y. W. Huang, and L. T. Fan. Combinatorial Algorithms for Process Synthesis. *Computers Chem. Engng*, 16, p. 313-320, 1992.
- [4] A. Somani and V. Agarwal. Distributed syndrome decoding for regular interconnected structures, in *19th IEEE Int. Symp. on Fault Tolerant Computing*, p. 70-77, IEEE 1989.
- [5] A. Dahbura, K. Sabnani, and L. King. The comparison approach to multiprocessor fault diagnosis, *IEEE Transactions on Computers*, vol. C-36, p. 373-378, Mar. 1987.

Polgár Balázs, tanársegéd

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Méréstechnika és Inf. Rendszerek Tansz.

H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Telefon: +36-1-4633579, Fax: +36-1-4632667, E-mail: polgar@mit.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

AZ ÁTVITELI FÜGGVÉNYEK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A LINEÁRIS PREDIKCIÓS VEKTOROKRA

Repcsényi Zoltán, Dr. Szalay Tibor

Abstract

With the computerisation of the industry we took a great step on the way of flexible automatization, but till now there exists no system, what could even partly substitute the human supervision. The reason of this phenomenon is the vibration. If it is impossible to substitute then we have to support this supervision. We need an efficient data compressing and basic data processing method. In this article I used a speech processing method - the linear prediction - in machining in order to follow the wear process of the tool with changing machining parameters. The aim was to find the influence of the changing transfer function to the applied method.

Keywords: milling, turning, linear prediction, monitoring

Összefoglaló

Az ipari termelés számítógépesítésével nagy lépést tettünk a nagyfokú rugalmas automatizálás irányába, de eddig nem sikerült olyan rendszert építeni, ami képes lenne helyettesíteni az emberi felügyeletet. Ha nincs mód a helyettesítésre, akkor a cél a felügyelet támogatása. Ebben a cikkben, egy beszédfeldolgozásban kialakult módszert használtam — a lineáris predikciót - arra, hogy változó megmunkálási körülmények között vizsgáljam a kopást, hogy meggyőződhsek a módszer alkalmazhatóságának korlátairól.

Kulcsszavak: marás, esztergálás, lineáris predikció, felügyelet

1. Bevezetés

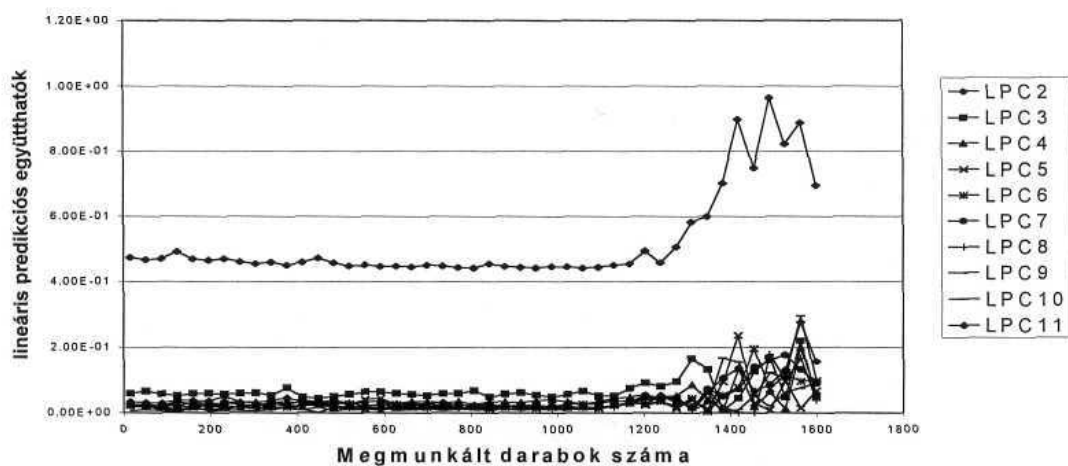
A forgácsolás automatizálása során, a legtöbb megmunkálási paraméter előre meghatározható és a technológiai utasításokban előírható. Sajnos azonban a megmunkálás során fellépő rezgések előre nem határozhatóak meg, ugyanakkor az elkészült darab minőségét nagymértékben befolyásolják. A minőségbiztosítás és a rugalmas gyártás előtérbe helyeződésével ez a kérdés egyre fontosabbá vált.

Az irodalomban fellelhető munkák két nagy részre oszthatóak. Az egyik megközelítés a mechanikai rendszereket valamilyen módon leegyszerűsítő, a jelenségeket egyértelműen modellezni kívánó irányzat, ide Tobias, G. [1] Sweeny, [2] Stépán G.[3] művei tartoznak. Itt a hangsúly alapvetően a mechanikai modellen és a tömör matematikai formában történő leírás van. A rendszerek maximum két szabadság fokúak, egyszerre csak egyféle jelenséggel foglalkoznak.

Az irodalom másik része a gyakorlati megközelítés irányzata, itt a hangsúly sokkal inkább az adott megmunkálás minőségének javításán van. Itt a mechanikai modellek szerepe kisebb, a hangsúly

inkább a méréseken és az így kapott eredmények valamifajta osztályozásán van. Ebbe a csoportba tartoznak többek között D. E. Dimla, [4] valamint Szalay T.[5] írásai.

Itt a vizsgálatok célja általában a valamilyen forgácsolási esemény detektálása vagy előre jelzése. Amely a jelenleg alkalmazott forgácsolási paramétergyűjtő eljárások valamelyikével készül, ide tartozik többek között az akusztikus emisszió (testhangok), a szerszám hőmérséklet, rezgés jelek (gyorsulás), teljesítmény, forgácsoló erő, stb. mérése. Ezek közül mind az irodalomban fellelhető, mind a saját korábbi tapasztalataim alapján az AE szenzor tűnik a legalkalmasabbnak a kopás előrehaladásának kimutatására. Korábban vizsgáltam a kopást állandó forgácsolási paraméterek között, itt a lineáris predikció hatásos tömörítő eljárásnak bizonyult.[6] 1. ábra.



1. ábra: A LP együtthatók változása a megmunkálás előrehaladtával.

Kérdés azonban azzal bővíthető, hogy milyen módon befolyásolja a kopásról kapott képet, ha nem állandó az átviteli függvény, hanem a forgácsolás előrehaladtával ez megváltozik. A kérdés a gyakorlati életben igen fontos, hiszen a forgácsolások többsége ilyen módon zajlik, ennek a jelenségnek a részleteit vizsgáltam ebben a cikkben.

2. Lineáris predikció módszere és alkalmazása

A lineáris predikciót eredetileg arra találták ki, hogy egy mintavételezett jelben - egy vektorban - a megelőző elemekből előre lehessen jelezni a rákövetkező elemet. Ha kellően kis hibával jelzi előre a lineáris predikció rákövetkezendő elemeket egy kellően nagy intervallumban, akkor az eredeti vektor kis hibával leírható a lineáris predikciós együtthatókkal valamint a hozzájuk kapcsolódó elemekkel.

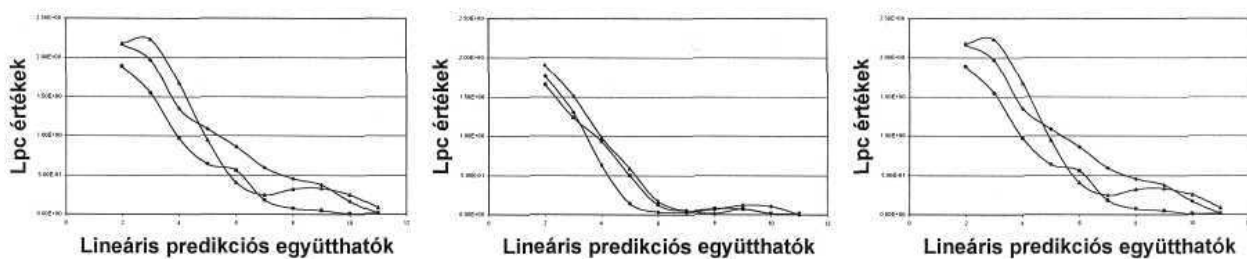
Ha előre ismert a mintavételezett vektor, akkor determinisztikus lineáris predikcióról (DLP) beszélünk és ebben az esetben az eredeti vektor pusztán a lineáris predikciós együtthatókkal (LPC) leírható. [7]

A forgácsolás felügyelete során nem arra van szükségünk, hogy pontosan lássuk, hogy milyen frekvencia változik meg, hanem arra, hogy a kopás során a számottevő változásokat észrevegyük.

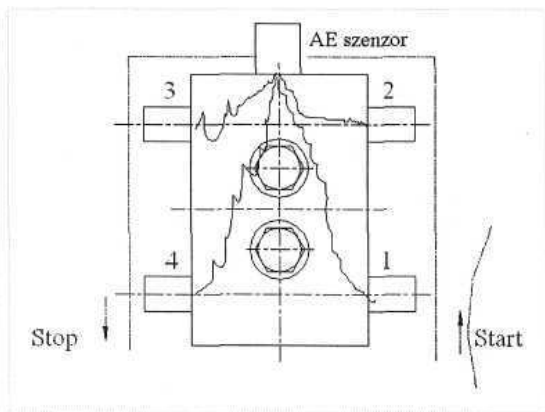
Valamint, hogy viszonylag kevés alternatíva közt kelljen választanunk. így, ha valamit kis hibával becslünk, de ehhez kevés paramétert használunk akkor ez nagyban, segíti a döntést.

3. Mérések

Két mérésen keresztül vizsgáltam DLP érzékenységét átviteli függvény változására. Az első vizsgálat egy esztergálási folyamat volt. Itt egyszerűen folyamatosan esztergáltunk azonos forgácsolási paraméterekkel (f,a,v). Az egyetlen változás az volt, hogy ezt hossz mentén végeztük így az átviteli függvény folyamatosan változott. Ezzel párhuzamosan lépésről lépésre cseréltük a lapkát. Három különböző állapotú lapkát használva (1: teljesen új, 2.: bekopott, 3.: elkopott). Az mérés technika érdekessége volt, hogy a hűtő folyadékön keresztül mértük a AE szignált. A mért jel kimenete egy HP spektrum analízátor volt, ami rögtön a jel energia spektrumát adta. Ennek a jelnek az elemzéséhez használtam a DLP-t, aminek az eredményeit a 2 ábra mutatja.

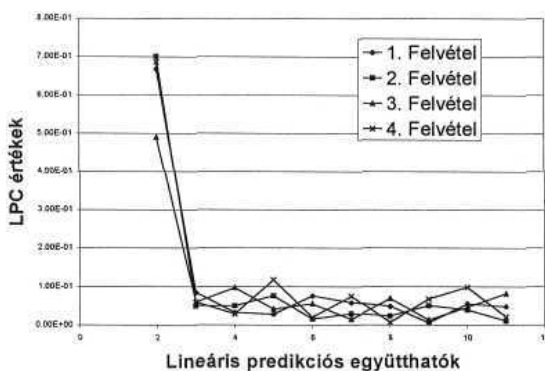


2. ábra: Friss új és kopott szerszám Lpc-i

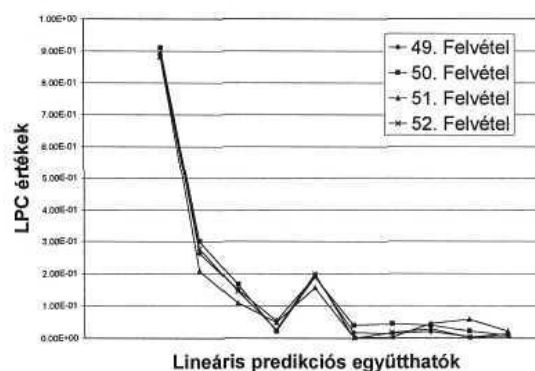


Hasonló vizsgálatot végeztem ezek után a [6] cikkben leírt mérések eredményein. Ott 4 eltérő helyzetű csapot munkáltunk meg folyamatosan. Bár az eltérés mértéke nem olyan nagy, mint az fentebb részletezett esztergálási folyamat esetében. 3. Ábra. A négy csap marásából itt négy helyen vettem mintát (négy egymást követő felvételt feldolgozva.). 4.a ábra: a teljesen új szerszám, 4.b.ábra: a bekopott 4.c. ábra: normál kopású, 4.d.ábra: az elkopott

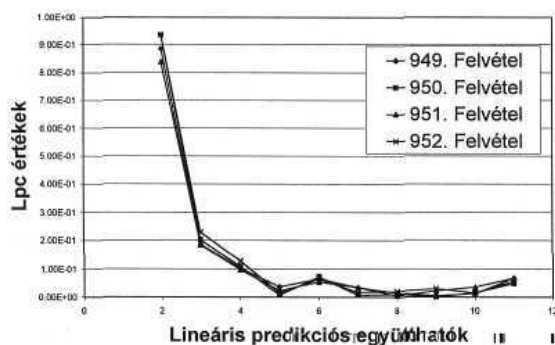
3. ábra: A 4 marási helyzet és az AE szenzor szerszám. Az eredeti időjelekből először átlag FFT készítettem, majd az így kapott tisztított és lényegesen rövidített vektorra alkalmaztam a DLP-t.



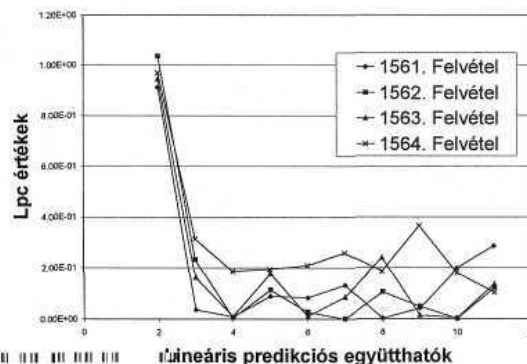
4. a Ábra: a teljesen új szerszám



4. b.Ábra: a bekopott szerszám



4.c. Ábra: normál kopású



4.d.Ábra: az elkopott szerszám

4. Eredmények kiértékelése

Mind a két vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy a szerszám bekopása előtt illetve az elkopott szerszám esetében az átviteli függvény okozta eltérések jelentősek, míg a normál kopás szakaszában mind két megmunkálás esetében kicsi az átviteli függvények különbségeinek hatásai. Ez a módszer alkalmas lehet eltérő átviteli függvényű - változó megmunkálás esetében az elkopás fázisának detektálására, illetve ennek megfelelően egy felügyeleti rendszer bemeneteként.

5. Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton is szeretnék köszönetüket kifejezni a TÉT alapítvány MONACO (SLO-2/01) projektjének, amely lehetővé tette a ennek a cikknek a létrejöttét.

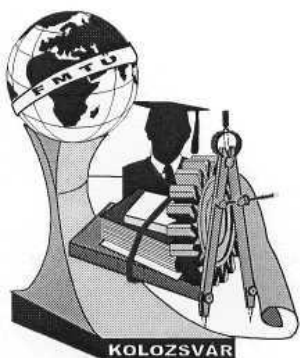
6. Irodalomjegyzék

1. Tobias, S. A: Machine-Tool Vibration. Blackie and son Ltd London 1965 198-232
2. Sweeny S: Vibration of machine tools. The Machinery publishing co. Ltd London 1971 145-150
3. Stépán, G., Modelling non-linear regenerative effects in metal cutting, *Philosophical Transactions of the Royal Society* **359** (2001) 739-757.
4. Dimla D. E.: Sensor signals for tool wear monitoring in metal cutting operations-review of methods. *Int. Journal of Machine tools & Manufacturing* 40(2000) 1073-1098
5. Szalay, T., Hernandez, O., Horváth, M.: „Signal Processing and Control Strategies for the Efficient Monitoring of Manufacturing”, 4th ISMTII, Miskolc, Sept. 2-4, 1998, pp. 458-463
6. Kenter, M. Repcsényi Z: Monitoring milling process with linear prediction method (Benyújtva) IMech E C: Mechanical Engineering Science
7. Gordos G. Takács Gy.: Digitális beszédfeldolgozás MK. Budapest 1983

Repcsényi Zoltán doktorandusz, Dr. Szalay Tibor egyetemi adjunktus

BME Gépészmérnöki Kar Gépgyártástechnológia Tanszék Budapest 1111 Egry József utca 1 E316

Telefon: +36-1463-18-75, Email: repcsenyi@manuf.bme.hu, szalay@manuf.bme.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA A TERMELÉSÜTEMEZÉSBEN

SZÁNTAI Mihály, TOKAI Attila, KUTROVÁ CZ Lajos

Summary

The subject of the paper is connected to a stage of the manufacturing control, production programming. GA was used to solve scheduling problems. Firstly, GA was verified to be suitable to make schedule with common instance. Thereafter, more elaborate instance was solved and the results of GA was compared to results of traditional methods by Johnson criterion. On the base of results GA based method is more powerful like conventional methods. This nature of GA accrue from required economic aim is used as objective function instead of a priority rule which is only supposed to be able to achieve our aim.

Összefoglalás

A cikk témája a termelésirányítás egyik moduljához, a termelésprogramozáshoz [1] kapcsolódik. Ezen téma területén a mesterséges intelligencia egyik eszközével, a genetikusan algoritmus (GA, [2]) próbáltunk meg finomprogramot készíteni. Elsőként, egyszerűbb példán keresztül bebizonyítottuk, hogy a genetikusan algoritmus alkalmas finomprogramozási problémák megoldására, majd egy bonyolultabb termelésprogramozási feladat keretein belül más - prioritás alapú - eljárásokkal hasonlítottuk össze a kapott eredményeket. Összehasonlítási szempontnak a Johnson¹ kritériumot választottuk. A lefutott gyártási példák alapján azt mondhatjuk, hogy a *genetikus algoritmus* nagy valószínűséggel meghaladja más algoritmusok teljesítőképességét. Ez az előny abból fakad, hogy célfüggvényként az alkalmazni kívánt gazdasági célt használjuk, nem pedig egy prioritási szabályt, amelyről csak feltételezhetjük, hogy a célunkat elérjük vele.

Jellemzők vizsgálata

A GA működését néhány sajátos paraméter jelentősen befolyásolja [3, 7], ezért ezek megválasztása fontos és kitüntetett figyelmet érdemel. Ezek a következő paraméterek: keresztezési pontok száma, mutációs pontok száma, keresztezési ráta, mutációs ráta, populáció nagysága, és a leállási feltétel. Az első két paraméter megválasztása adódott a kísérleti feladatunk genetikai reprezentációjából, mely

¹ Johnson kritérium: programozott gépeken a legkésőbbi befejezési idővel minősíti a finomprogramot, és ennek keresi a minimumát. $J_{kritérium} \rightarrow \min(t_{i,bef})$, ahol $t_{i,bef}$ az i -edik gép utolsó műveletének befejezési ideje;

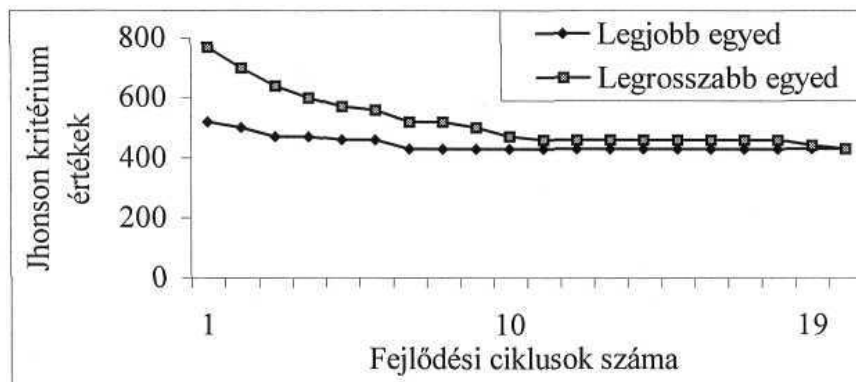
szerint egyponthoz keresztezést és egyponthoz mutálást valósítottunk meg. A keresztezési - és a mutációs rátát első lépésben a korábbi tapasztalataink alapján 66%-ra és 33%-ra választottuk, ami a [7] irodalom ajánlásával is összhangban van bonyolultabb problémák esetében. A populáció méretét kezdetben 20 egyedre választottuk. Leállási feltételnek pedig, mindig a populáció kritérium szerinti homogenizálódását állítottuk be.

Először arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az általunk alkalmazott egyed reprezentáció és a fent említett paraméterek együttesen képesek-e a feladat megoldása során valamilyen konvergenciára. Ennek ellenőrizhetőségét biztosítva, kezdetben kisebb feladaton kísérleteztünk (1. táblázat).

1. táblázat
Termelésütemezési feladat

Műveletek száma	A alkatrész		B alkatrész		C alkatrész		D alkatrész	
	Gép kód	Gépidő	Gép kód	Gépidő	Gép kód	Gépidő	Gép kód	Gépidő
1.	G1	90 (M1)	G3	30 (M5)	G1	60 (M8)	G2	70 (M13)
2.	G2	40 (M2)	G1	50 (M6)	G3	40 (M9)	G3	30 (M14)
3.	G3	60 (M3)	G2	110 (M7)	G2	110 (M10)	G1	80 (M15)
4.	G1	40 (M4)	-	-	G3	60 (M11)	G3	50 (M16)
5.	-	-	-	-	G1	40 (M12)	G2	50 (M17)

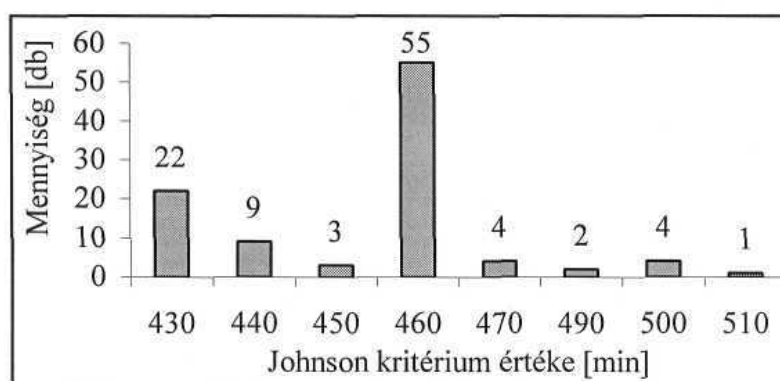
A feladat megoldása során rögzítettük a populáció fejlődésének lépéseit ciklusról ciklusra, és ábrázoltuk egy diagramban a populáció legjobb és legrosszabb egyedének a Johnson kritériumszerinti értékét (1. ábra).



1. ábra
Populáció fejlődése

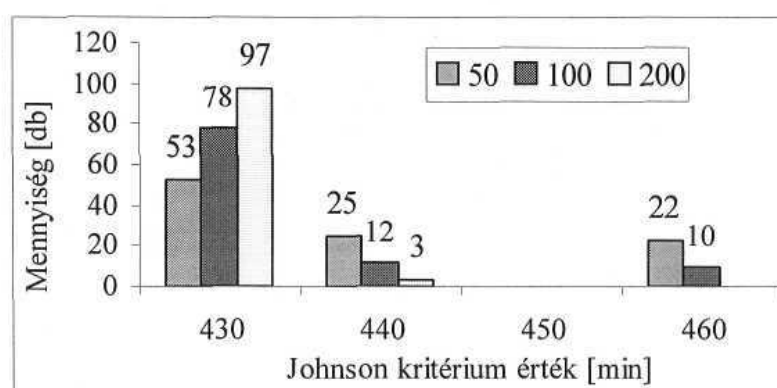
Az ábráról leolvasható, hogy az egyedek kritériumértékei monoton csökkennek, tehát a keresett konvergencia biztosítható a választott paraméterekkel, de ez nem igazolja azt, hogy a kihozott eredmény megfelelő, és nem javítható tovább. Ennek igazolására létrehoztuk az összes lehetséges megoldást (ezért választottunk kis feladatot, hogy ezt megvalósíthassuk) - $6! \cdot 5! \cdot 6! = 62208000$; az első gépen hat, a második gépen öt, a harmadik gépen hat művelet sorrendjét kell meghatározni - és a legjobb finomprogramokat kikerestük, amelyeknek a kritérium szerinti értékük 430 perc volt. Hogy megállapíthassuk, milyen valószínűséggel találja meg az algoritmus a legjobb megoldást, ezen a

feladaton változatlan paraméterállással 100 mérést hajtottunk végre, és ábrázoltuk azokat előfordulásuk arányában (2. ábra).



2. ábra
Húszegyedekes populáció statisztikai szórása

A legjobb megoldást 22%-os valószínűséggel találta meg, de megfigyeléseink alapján a populáció növelésével ez az eredmény javítható. Az ide vonatkozó kísérletek eredményeit a 3. ábra mutatja. Minden populáció mérettel 100 mérést végeztünk.



3. ábra
50,100 és 200 egyedek populáció statisztikai szórása

Az eredmények azt mutatják, hogy a populáció méretének növelése pozitívan befolyásolja a genetikus algoritmus működését. Tovább növelve az egyedek számát - kísérletképpen 500-ra - azt tapasztaltuk, hogy az algoritmus minden esetben - száz futtatásból százszor - megtalálta a legjobb megoldást.

2. táblázat
Termelési feladat

No.	A alkatrész		B alkatrész		C alkatrész		D alkatrész		E alkatrész		F alkatrész		G alkatrész	
	Gép	Gépidő	Gép	Gépidő	Gép	Gépidő	Gép	Gépidő	Gép	Gépidő	Gép	Gépidő	Gép	Gépidő
1.	G14	30	G14	50	G12	30	G5	30	G9	30	G13	50	G7	30
2.	-	-	G10	50	G9	50	G1	60	G15	40	G6	50	G6	40
3.	-	-	G12	30	G7	40	G15	30	-	-	G8	30	G9	30
4.	-	-	G9	40	-	-	G7	40	-	-	G12	60	G16	50
5.	-	-	G16	30	-	-	G11	60	-	-	G15	50	-	-
6.	-	-	G4	30	-	-	G9	40	-	-	G5	30	-	-
7.	-	-	G7	30	-	-	G12	30	-	-	G4	50	-	-
8.	-	-	G5	40	-	-	G6	50	-	-	G11	60	-	-
9.	-	-	G15	30	-	-	G2	40	-	-	-	-	-	-
10.	-	-	G6	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A GA előnye

Az algoritmus előnyét - miszerint nem prioritási indexek alapján rakja sorba a várakozó munkákat, hanem az egész finomprogramra nézve célfüggvényként alkalmazza a gazdasági kritérium függvényeket - egy nagyobb termelési példán keresztül bizonyítottuk be (2. táblázat).

Egy százegyedekes populáció esetén 99%-os valószínűséggel találta meg a GA által legjobb megoldást, ami Johnson kritérium szerint 380 perc volt. Ezt a feladatot megoldottuk más finomprogramozási eljárásokkal is [4] - melyek prioritás alapúak - és a kapott eredmények a vártaknak megfelelően alakultak (3. táblázat). A felsorolt prioritási szabályok közül - a Johnson kritérium szerint - egyik sem készített olyan jó finomprogramot, mint a genetikai algoritmus.

3. táblázat
Finomprogramok kritérium értékei

Prioritási szabályok	SPT	FIFO	SOT	CRATIO	EDD	SLACK	Gen. Alg.
Érték [min]	420	420	410	420	420	410	380

A szerzők ez úton is köszönik az OTKA (T032732) támogatását.

Irodalom

- [1] SOMLÓ, J., SZELKE, E., GIRNT, M: **Integrált gyártórendszer termelésirányítása.** Tanulmány, Budapest, 1987.
- [2] HOLLAND, J. H.: **Adaption in neural and artificial systems.** MIT Press 1975.
- [3] HORVÁTH, G.: **Neurális hálózatok és műszaki alkalmazásai.** Műegyetemi kiadó, 1998. 74-81 old.
- [4] ABAFFY, K.: **Gyártási finomprogramok készítése és kiértékelése.** Diploma, Budapest, 2000.
- [5] VÁNCZA, J.: **Műveleti sorrendtervezés tudásalapú módszerek és genetikai algoritmusok együttes alkalmazásával.** Kandidátusi értekezés, Budapest, 1993.
- [6] BUCKLES, B. P.: **Genetic algorithms.** IEEE Computer Society Press, 1992.
- [7] S.G. PONNAMBALAM, N. JAWAHAR, B. SENTHIL KUMAR: **Estimation of Optimum Genetic Control Parameters for Job Shop Scheduling.** Int J Adv Manuf Technol 2002. 19:224-234.

Készítette:

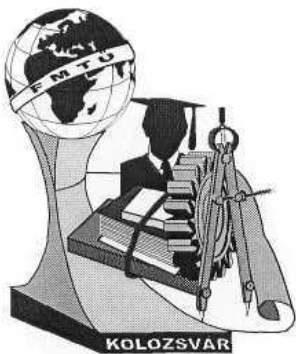
Kutrovác Lajos, tanszéki mérnök, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egrý J. u 1. E ép. II.;

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: kutrovac@manuf.bme.hu;

Szántai Mihály, PhD hallgató; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tsz., 1111 Budapest Egrý J. u 1. E ép. II.;

Tel.: (+36) 1 463 2513; Fax: (+36) 1 463 3176; E-mail: szantai@manuf.bme.hu;

Tokai Attila, egyetemi hallgató; E-mail: tokaiati@freemail.hu;



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

ALAKSAJÁTÓSSÁG ALAPÚ MODELLEZÉS AZ ECOTEST RENDSZERBEN

Dr. Mikó Balázs, Szántai Mihály

Summary

There are several methods for representation of machine parts. The article presents the most important methods especially the facility of feature-based modeling. The most important characteristics are demonstrated by the experimental CAE system for manufacturing cost estimation.

Keywords: feature-based modeling, manufacturing cost estimation

Összefoglalás

Gépipari alkatrészek reprezentálására számos módszert dolgoztak ki. A cikk bemutatja legfontosabb módszereket, külön hangsúlyt fektetve az alaksajátosság alapú modellezés tulajdonságainak bemutatására. A feature-alapú modellezés lehetőségeit egy kísérleti, költségbecslő CAE rendszerrel demonstrálja.

Kulcsszavak: feature-alapú modell, gyártási költségbecslés

1. Bevezetés

A konstrukciós tervezés során megszületik a termék, amely megfelel mindazon funkcionális, esztétikai, szerelhetőségi, gyárthatósági, stb. elvárásoknak, amelyeket a vevő követelményként támasztott a termékkel szemben. A konstrukciós tervezés eredménye a konstrukciós dokumentáció, amely a termék egyértelmű, műszakilag szabatos leírását tartalmazza. Ez a műszaki dokumentáció áll egyrészt a termék geometriáját, másrészt a termék összeállítását, üzembe helyezését, karbantartását, használatát leíró részből. A termék geometriájának leírására számos módszer alakult ki, melyek kialakulása, alkalmazása és elterjedése az adott kor műszaki színvonalát tükrözik ([1]).

2. Reprezentációs módszerek

Az egyik legkevésbé pontos, de könnyen használható reprezentációs mód a *természetes nyelv*, vagyis a köznapiban beszélt nyelv használata. Az ilyen leírás, egyrészt könnyen érthető, másrészt feltételez egy közös tudást a leíró és az olvasó között, amely segítségével a hiányzó információk pótolhatók. Egyszerűbb alkatrészek viszonylag pontosan leírhatók ily módon, azonban bonyolultabbak esetén nehézségekbe ütközünk, tehát speciális esetektől eltekintve ritkán alkalmazzuk műszaki dokumentálásra.

Szabadkézi vázlatok a mérnökök közötti kommunikáció elengedhetetlen velejárói, melyek jól szemléltetik a korai konstrukciós elképzeléseket. Természetükből adódik, hogy elsősorban bizonyos részletek demonstrálását szolgálják, tehát a konstrukció egyéb vonatkozásai háttérben maradnak, az arányok torzulnak, a kidolgozottság nem egységes, egy teljes összeállítás dokumentálása nehézkes.

A *műszaki rajz* a legelterjedtebb dokumentációs eljárás, amely szabványosított szabályokkal meghatározott formában ábrázolja az adott alkatrészt. A műszaki rajzon két dimenzióban ábrázoljuk a háromdimenziós alkatrészt vetített nézetek segítségével. A teljes és egzakt ábrázolás érdekében használhatunk metszeteket, nagyított részletrajzokat, szöveges megjegyzéseket, megadhatjuk a geometriai méreteket, a felületi érdességet, méret és helyzetűréseket. A műszaki rajz a konstrukciós dokumentáció alapját jelentette és jelenti még sokáig a műszaki életben, akár kézzel akár számítógép segítségével készülnek.

Számos termék esetén, mint például a gépkocsik karosszériája, vagy háztartási gépek burkolata, amelyeket szabad formájú, szoborfelületek határolnak a dokumentáció része a termék valós méretű, vagy méretarányos *fizikai modellje*. A modell készülhet akár hagyományosan kézi formázással, akár számítógépi modell alapján gyors prototípus készítő eljárással. A módszer előnye, hogy a termék a tervezés befejeztével szinte egy időben kézbe vehető, vizsgálható funkcionális, esztétikai stb. szempontból.

Abban az esetben, ha egy alkatrész gyártástervezése során a csoporttechnológiák nyújtotta lehetőségeket szeretnénk kihasználni, el kell készíteni az alkatrész *csoporttechnológiai kódját*. Ez a kód számokból áll és az egyes számok egy-egy tulajdonságot írnak le, mint például az alkatrész jellege, mérete, anyaga, a geometria fontosabb részletei stb. Az alkalmazott osztályozási rendszer lehet generális (pl Opitz) vagy üzemre szabott.

Egy alkatrész geometriájának leírására fejlesztették ki, bár elsősorban technológiai tervező rendszerek számára a *szimbolikus nyelvi leírást*. Ennek alkalmazása során az alkatrész egyes geometriai alkotó elemei, mint pl. furat, horony, zseb stb. egy alkalmazás specifikus nyelven vannak leírva, meghatározva azok helyzetét, méretét, pontosságát stb. A leírás alkalmazása manuálisan nehézkes, azonban egy megfelelő grafikus megjelenítéssel támogatva már hatékonyan alkalmazható. További előnye, hogy egy technológiai tervező rendszerben bemenetként közvetlenül alkalmazható.

Egy terméket határoló felületek egzakt matematikai formulákkal leírhatók, a felületek áthatásai számolhatók, tehát a termék számítógépes *felületmodellje* elkészíthető. Természetesen elvileg számítógép nélkül is készíthetünk felületmodellt egy alkatrészről, azonban a számítási igény elengedhetetlenné teszi a számítógépek alkalmazását. Amennyiben a termék nem tartalmaz szabad formájú felületeket, elegendő csupán a felületeket határoló éleket tartalmazó *drótváz modell* alkalmazása.

Számítógéppel támogatott terméktervezésben egyre inkább a *testmodellezés* válik elterjedte. Ennek során a termék geometriai primitívekből épül fel hozzáadás és kivonás műveletek segítségével.

Végezetül az alaksajátosság alapú modellezést kell megemlíteni, amely új szemléletet jelent az eddigiekhez képest, bár egyes elemei a már említett módszerek némelyikében felfedezhetők.

3. Alaksajátosság alapú tervezés

Az eddig ismertetett módszerek során a termékrepresentációk elemi primitívekből épülnek fel, ezek összessége alkotja a reprezentáció egészét. Ezek az elemi primitívek azonban igen alacsony szintűek, - pontok, vonalak, egyenesek, körívek, geometrikus testek stb. - a tervező nagyobb funkcionális egységekben gondolkodik. Ennek felismerése vezetett az alaksajátosság alapú modellezés megalkotásához.

Az alaksajátosság tehát olyan geometriai alapegység, amely a modellezett objektum alakjának adott tartományát képezi és a termék funkciója vagy létrehozásához kapcsolódó tevékenység szempontjából van jelentősége ([2]).

Egy alaksajátosság lehet például egy menetes zsákfurat, ahol mint geometriai méretet meg kell adni az átmérőt, a mélységét, a menet hosszát, az élettörés nagyságát, valamint a furat helyzetét és irányát egy viszonyítási ponthoz, vagy más alaksajátossághoz képest. A módszer lehetőséget biztosít arra, hogy egy alaksajátosság ne csak geometriai, hanem egyéb paraméterekkel is rendelkezzen, mint például felületi érdesség, bevonat, hőkezeltség stb. Maga az alaksajátosság alapú modellezés nem köti meg a megjelenítési módot, így az egyes rendszerek drótváz, felület, test vagy hibrid modellezési technikákat is alkalmazhatnak.

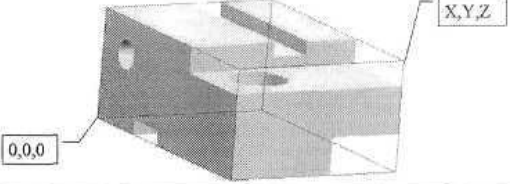
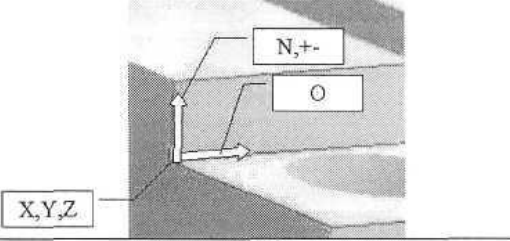
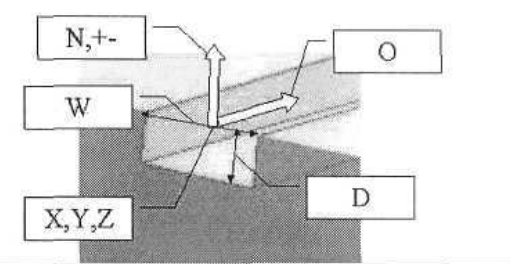
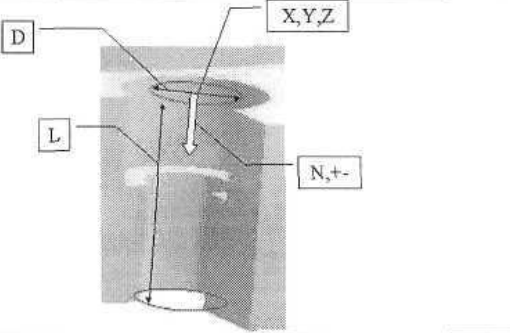
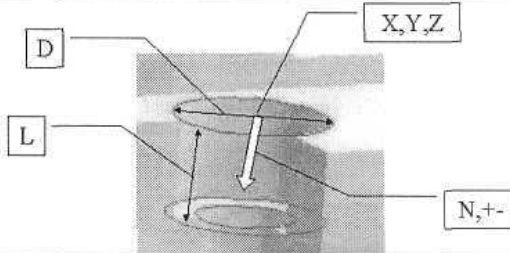
Az alaksajátosságok fogalma természetesen más területekre is kiterjeszthető. A gyártástervezés során a technológus a tervezőhöz hasonlóan nagyobb egységekben, megmunkálási műveletelemekben és nem az azokat felépítő elemi mozgásokban gondolkodik. Ily módon egy CAD/CAM rendszer fejlesztése során, az alaksajátosságok készletéhez hasonlóan megalkotható a műveletelemek készlete, melyek paramétereikben tartalmazzák a megmunkálandó alaksajátosság azonosítóját, a ráhagyás nagyságát, az alkalmazandó szerszám azonosítóját, forgácsolási paramétereket stb.

A következő fejezetben egy általunk fejlesztett kísérleti analízis (CAE) rendszert mutatunk be, melynek célja az alkatrész ismeretében megbecsülni az alkatrész gyártásához szükséges időt és költséget.

4. Az ECoTest alaksajátosságai

Árajánlat készítés során részletes technológiai terv kidolgozására nem áll rendelkezésre elegendő idő és szakember, illetve amennyiben a megrendelés elmarad, a tervezésre fordított költségek nem térülnek meg. Egyedi gyártás esetén a becslés eredményének és pontosságának kiemelt jelentősége van.

Az ECoTest (Early Cost and Time Estimation) program forgácsolással előállítható alkatrészek gyártási idejének és költségének becslésére alkalmas a technológiai tervezés korai szakaszában.

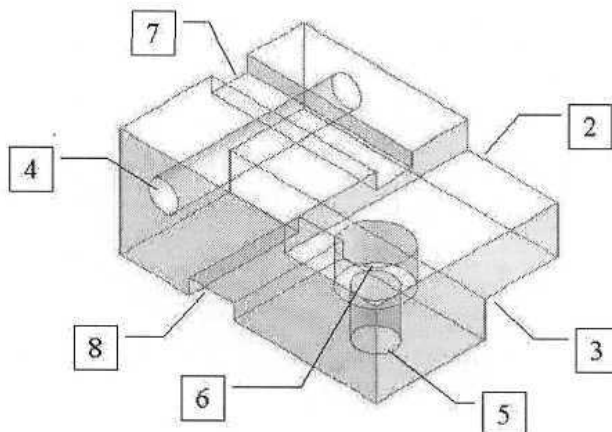
Táblázat I. Alaksajátosságok az ECoTest rendszerben		
Azonosító	PART, Name	
Téglatest	BOX,DFNo,X,Y,Z,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z: érték Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály	
Lépcső	STEP,DFNo,X,Y,Z,N,S,O,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z:kezdő koordináta N,S:felületi normális iránya O:a lépcső irányutsága (mindig +) Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály	
Horony (átmenő)	SLOT,DFNo,X,Y,Z,N,S,O,W,D,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z:kezdő koordináta (a profil közepe a hordozó felületen) N,S:felületi normális iránya O:a horony irányutsága (mindig +) W:szélesség D:mélység Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály	
Furat	HOLE,DFNo,X,Y,Z,N,S,D,L,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z:kezdő koordináta (furatközéppont a hordozófelületen) N,S:a furat tengelyének iránya D:átmérő L:mélység Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály	
Süllyesztett furat	CBORE,DFNo,X,Y,Z,N,S,D,L,Ra,IT DFNo: azonosító X,Y,Z: kezdő koordináta (furatközéppont a hordozófelületen) N,S: a furat tengelyének iránya D: átmérő L: mélység Ra: felületi érdesség IT: méretpontossági osztály	

A kutatás során több mesterséges intelligencia módszert is kipróbáltunk a feladat megoldására (szabály-alapú következtetés, mesterséges neurális háló, eset-alapú következtetés, [3], [4].), melyeknél a bemeneti adatok összeállítása, vagyis az alkatrész leírása alaksajátosság alapú tervezéssel történt.

A rendszer öt alaksajátossággal dolgozik {Táblázat I), melyek az alkatrész befoglaló méretét megadó Téglatest, valamint a Lépcső, a Horony, a Furat és a Süllyesztett furat. Ezen alaksajátosságok segítségével igen változatos és sokféle alkatrész leírható. Élettörést és éllekerekítést nem kezel a

modellező modul, mivel azok elkészítése jelentősen nem befolyásolják a gyártási időt. Az egyes feature-öket az alkatrész koordinátarendszerében kell megadni, amelyet az első alaksajátosság, melynek *Téglatestnek* kell lennie, jelöl ki.

PART, 123
 BOX, 1, 70, 50, 30, 2.5, 8
 STEP, 2, 45, 0, 23, Z, +, Y, 1.25, 8
 STEP, 3, 0, 30, 10, Z, -, X, 1.25, 8
 HOLE, 4, 12, 0, 20, Y, +, 8, 50, 5, 8
 HOLE, 5, 55, 15, 23, Z, -, 10, 23, 0.63, 7
 CBORE, 6, 55, 15, 23, Z, -, 16, 10, 2.5, 8
 SLOT, 7, 0, 30, 30, Z, +, X, 10, 4, 0.63, 7
 SLOT, 8, 25, 0, 0, Z, -, Y, 12, 4, 1.25, 8



Ábra 1. Példa alkatrész

Az *Ábra 1.* egy példa alkatrészt mutat, ahol láthatók az egyes alaksajátosságok paraméterei, valamint az alkatrész drótváz modellje. A tervező rendszer az alaksajátosságok definiálásával párhuzamosan létrehozza az alkatrész drótváz modelljét.

5. Összegzés

Az ECoTEst projekt célja különböző mesterséges intelligencia módszerek vizsgálata forgácsolt alkatrészek gyártási idejének és költségének becslésére. A fent ismertetett alkatrészleíró rendszer a különböző MI módszereket használó modulok közös bemenetét alkotja. A rendszer nyitott, mivel a feature elemkészlet bővítésével az alkatrészek geometriája tetszőleges mértékig bonyolítható.

A szerzők ez úton is köszönik az OTKA (T032732) támogatását, valamint *NovákKrisztián* és *Tóth Gábor* egyetemi hallgatók munkáját.

6. Irodalom

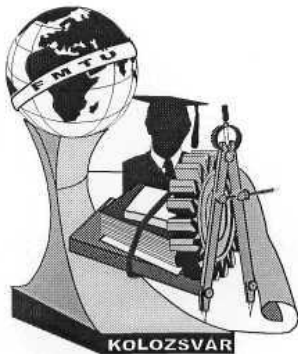
- [1] Chang T-C: Expert process planning for manufacturing, Addison-Wesley, Reading Mass., 1990.
- [2] Horváth L, Juhász I.: Számítógéppel segített gépészeti tervezés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1996.
- [3] Mikó B., Szántai M.: Artificial intelligence methods in early manufacturing time estimation, Proc of Gépészet 2002, Budapest 2002.
- [4] Mikó B., Novak K., Tóth G.: Early manufacturing time and cost estimation - A feature based concept, Proc of microCAD 2001 Miskolc, 2001.

Mikó Balázs, Dr. PhD, okl.
 gépészmérnök,
 Cascade Engineering Europe.
 Halásztelek 2314 Kisgyár u. 23.
 e-mail:
 miko.balazs@freestart.hu



Szántai Mihály, okl.
 gépészmérnök, doktorandusz
 Budapesti Műszaki és
 Gazdaságtudományi Egyetem,
 Gépgyártástechnológia Tsz.
 1111 Budapest Egr J. u 1. E
 ép. II. Tel.: (+36) 1 4632513,
 Fax.: (+36) 1 4633176, e-mail:
 szantai@manuf.bme.hu





FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

SZÁMÍTÓGÉPES VÍRUSOK

Garaguly Kálmán, Tomka Ildikó

Mi is a vírus?

Olyan program, ami

- engedély nélkül hatol be a rendszerbe
- szaporodik
- kárt okoz(hat)

Részei:

- reprodukciós rutin
 - o polimorf vírus: állandóan változtatja az alakját
 - o permutációs vírus: a program részei változó sorrendben jelennek meg
- aktiválási mechanizmus
 - o egy bizonyos feltétel teljesülése esetén
 - péntek 13-a van
 - az operációs rendszer Windows 98
 - nincs telepítve egy javítás
- romboló egység
 - o beférkőzés a rendszerbe
 - o rendszerinformációk megszerzése és továbbküldése
 - o fájlok megfertőzése, törlése, tartalmuk felülírása, kiterjesztésük átírása
 - o bizalmas adatok (pl. jelszavak) továbbküldése e-mailben
 - o csak közvetve okoz kárt (annyi példányban küldi tovább magát e-mailben, hogy az internet forgalma lelassul)

Vírustípusok

Rendszervírus

A rendszervírusok megfertőzik az MBR-t (Master Boot Record) és/vagy a FAT-táblát (File Allocation Table).

Előbbi a merevlemez azon része, ami a gép indításakor elsőként töltődik be. Rendszerinformációkat tartalmaz (mint például az operációs rendszerre vonatkozó utasítások), és mivel ezek az információk képezik a gép működésének alapját, ezt a vírust valamivel nehezebb kiirtani, mint a többi. Mivel minden vírusirtó program a rendszer elindulása után indul, a legtöbb feltételezi, hogy az MBR-nak semmi baja, - hiszen anélkül ő sem működne -, így nem is ellenőrzi. Egyes rendszervírusok úgy változtatják meg az MBR-t, hogy az fdisk-mbr utasítás (ami normális esetben törölné az MBR-t) a merevlemez tönkremenetelét okozza.

A FAT-táblában szerepel minden, a merevlemezen található fájl neve és holléte. Ha egy vírus megtelepszik a merevlemez egy szektorában, átírhatja a FAT-táblát, hogy minden név órá mutasson; vagy a fájlneveket nem változtatja meg, épp csak felülírja a tartalmukat, mint a HalfLife vírus.

Programvírus

Más programokhoz kapcsoltn érkezik, vagy csak egymagában. Ha egyszer aktivizálódott, szinte bármit megtehet - fájlműveletek, jelszavak feltörése és elküldése e-mailben, fájlok megfertőzése és egy e-mail csatolt fájlaként való továbbküldése.

Ha egy programvírus lopakodó üzemmódba vált, viselkedhet egyszerű lopakodóként - ránézésre a fertőzött fájl mérete nem változott, de megnyitáskor már észrevehető a különbség -, vagy teljesen lopakodóként - nem lehet észrevenni a fájl méret változását.

A Magistr.b vírus példának okáért megsemmisíti az összes helyi és hálózati meghajtón található fájlt, elrontja a CMOS memóriában és a FLASH BIOS mikrochip-ben tárolt adatokat, még az operációs rendszert betöltő WIN.COM-ot és NTLDR-t is felülírja oly módon, hogy bizonyos körülmények teljesülése mellett, a számítógép következő indításakor, a helyi és a hálózati meghajtókon tárolt összes adatot letörli. Miközben a vírus olyan fájlok után kutat, amiket megfertőzhet, megsemmisíti a .NTZ kiterjesztésűeket. Ha a Magistr.b a "ZoneAlarm" személyi tűzfal szoftvert aktívnak találja a memóriában, azt automatikusan kikapcsolja.

Makróvírus

A makró egy névvel rendelkező, ismételhető utasítássorozat, hasonló a batch (.bat) fájlokhoz. A leggyakrabban a Microsoft Word és Excel használja. A makróvírusok működését némiképp nehezíti, hogy egyes utasítások csak az adott nyelven (angol, magyar,...) értelmezhetőek.

Makró csak sablon tartalmazhat (.dot), de mivel a Word felismeri dokumentum-kiterjesztéssel is (.doc), ez ritkán jelent akadályt. Egy szövegfájlra senki sem gyanakodna, így viszonylag könnyen terjed.

Elsődleges célpontja általában a Normál.dot (a Word indulásakor automatikusan betöltődő sablon). Ezután - bár viszonylag korlátozott utasításkészletből kell megélnie - képes átdefiniálni bizonyos utasításokat (pl. *FileSave*), alkalmazásokat hívhat vagy szüntethet meg, fájl műveleteket végezhet; akár saját magát is meghívhatja a parancssorból (*winword/<makrónév>*), valamennyire beleszólhat a rendszer működésébe (törölhet automatikus rutinokat).

Ha csak programon belül garázdálkodik, megváltoztat néhány szót, jelszóval látja el a dokumentumokat (ami zavaró lehet, ha épp nincs olyan valaki a közelben, aki fel tudja törni), esetleg nyomtat.

A W97M.Thus nevű makróvírus saját makróit másolja a fertőzött dokumentumba, ráadásként december 13-án törli a c: meghajtóról az összes állományt.

Egyéb kártékony programok

Trójai programok

Hasznosat is tesznek, de nem várt „mellékhatásaik” is vannak (megfelelő körülmények közt szabadon engednek egy vírust; miközben kiirtanak egy vírust, átírnak egy rendszerfájlt).

Vírushordozók és -generátorok

- injektor: fertőz, bár ő maga nem fertőzött
- germ: normális úton nem terjedőképes vírusokhoz
- dropper: indításakor vírust generál, majd szabadon ereszt; ő maga ártalmatlan

Programférgek

Szaporodnak, kárt okoznak, de mindezt hordozóprogram nélkül.

A Slapper (Ütő) egy Linux hálózati környezetben terjedő féreg, amely egy 2002. augusztusában felfedezett OpenSSL könyvtárbeli hibát használ ki. A férget először 2002. szeptember 13-án, pénteken

Kelet-Európában észlelték. A férgek azokat a gépeket veszélyeztetik, melyeken Apache web server fut OpenSSL támogatással. Ez elég sok gépet érinthet, nagyjából a nyilvános Internetes webszerverek 60%-át. Ha egy gép megfertőződik, a férgek elkezd terjedni további gépekre. Ezenfelül a férgek kódja megvalósít egy peer-to-peer hálózati támadást is, ahol a fertőzött gépeket távolról lehet DDoS (Distributed Denial of Service) típusú támadásra kihasználni.

„Vicces” programok

Ártalmatlan programok, nem titkolt céljuk a felhasználó halálra rémítése. Egy jellemző példa rá a Jep/Russ nevű program, ami - miután úgy tett, mintha megkérdezte volna a felhasználót, hogy akarja-e - úgy tesz, mintha letörölné a Windows rendszerkönyvtárát.

Védekezés

1. Megnehezíteni a vírusok számára a behatolást

- Folyamatosan figyelő vírusellenőrző program
- Tűzfal
- A vírusellenőrző program adatbázisának gyakori frissítése
- Ismeretlen, megbízhatatlan forrásból származó állományok elkerülése (messzire)
- Szükségtelen alkalmazások használatát kerülni
- Frissítések, j. avítások telepítése

2. Megnehezíteni a vírusok elterjedését

Ha egy elszánt vírus szabadul be egy megfelelő védelem nélküli gépre, és letöröl mindent, csak az segíthet, ha van biztonsági másolat.



A Windows és a Unix között a nagy különbség a jogosultságok szabályozásában és a biztonsági rések számában van.

Míg egy Windows-felhasználót könnyen megfertőzte az ILOVEYOU vírus (az e-mail program automatikusan futtatta a csatolt állományban levő .vbs kiterjesztésű fájlt), a Unixot használókat ez nem érintette, hiszen az ő levelezőprogramukban nincs ilyen lehetőség, éppen az efféle fertőzések elkerülése érdekében.

A felhasználói jogosultságok pontos behatárolása szintén sok vírus számára akadályozza meg a továbbfertőzést - ha egy átlagos felhasználó fertőzött alkalmazást indít el, az nem tud átmenni más

felhasználókhöz, hiszen a program futtatójának jogait örökölte, márpedig egy átlagos felhasználónak csak a saját könyvtárához van joga.

A Unix gyenge pontja a rendszergazdai jogosultsággal rendelkező felhasználó - azaz a rendszergazda. Ha ő indít el egy fertőzött programot, az.az.ő (mindenható) jogosultságait kapja, így bárkit megfertőzhet azon a gépen, vagy más, távoli gépeket is, ha azok megbíznak a fertőzött gépben.

Egy jelszó sokat érhet a vírusok elleni harcban - minél nehezebb megfejtetni, annál jobb. Ha legalább 12 karakter hosszú, részenként sem értelmes kis és NAGY betűkből, számokból és speciális karakterekből (/ % & #) áll, nagyon nehéz megfejtetni, tehát azok a vírusok, amelyek netán ezt szeretnék tenni, nem tudnak vele mit kezdeni.



3. Tökéletes biztonság nincs

Legfeljebb egy soha be nem kapcsolt gép lehet teljes biztonságban, de mivel ennek nincs értelme, igyekezni kell a lehető legbiztonságosabbá tenni a gépeket a fent felsorolt módszerekkel.

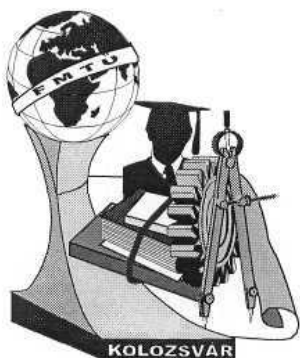
Bár a Windows a legtöbb (sikeres) támadás célpontja, és Japánban a Linux-klónokon kívül leginkább Windowst használnak, ott mégsem akkora probléma a vírustámadás, mint másutt - merthogy rendszeresen telepítik a javításokat, és kellően óvatosak.

A vírusirtó cégek legtöbbször egy-két órával, legkésőbb egy nappal a vírus megjelenése után már közzéteszik a vírusirtó frissítését, a vírus kiirtására vonatkozó tanácsokkal együtt, a helyzet tehát nem reménytelen.

Felhasznált irodalom:

- www.index.hu
- www.virushirado.hu
- Kaspersky Labs/www.viruslist.com

vissafgthotmail.com, kalmv@netposta.net



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

KOPÁSVIZSGÁLATOK TERVEZÉSI SZEMPONTJAI

Kovács Tünde

Abstract

The applicable tests are effectuating the wear process in a different way concerning each other and the result of the process can be evaluated in different ways. The testing methods and results of researchers are different, sometimes contradictory. The obtained results of the testing concern only the tested matériái, the applied experimental equipment and the eventually used lubricant.

So the wear process can be tested with the supposed presence of lubricants, as well as with the dry friction, when the damage of the components is taking place in the experimental life too. In case of dry friction, in testing the wear process it has to be tested the geometry of the surface. Because of the different trial methods and experimental conditions needs exact preparing and planning of the test as well as setting of the retinue coefficient for constans value or elimination.

In this article I would like to present the construction view-point of the abrasion tests, considering that planning of my tests.

Bevezetés

A kopási folyamatok vizsgálatára a szakirodalom számos eljárást ismertet. Ezek a vizsgálatok egymástól különböző módon valósítják meg a koptatási folyamatot, és a folyamat eredményét is különböző módon lehet értékelni. A kutatók vizsgálati módszerei és eredményei igen eltérőek, néhány esetben ellentmondóak. A vizsgálat során kapott eredmények csak a vizsgált anyagra, az alkalmazott kísérleti berendezésre és az esetlegesen használt kenőanyagra vonatkoznak.

A kopási folyamat vizsgálható tehát, kenőanyagok jelenlétét feltételezve, de vizsgálhatjuk, úgynevezett száraz súrlódás esetén, mely esetben az alkatrészek tönkremenetele a gyakorlati életben is bekövetkezik. Száraz súrlódás esetén a kopási folyamat vizsgálatakor vizsgálni kell a felület geometriáját, amely ebben az esetben makroszkopikusan deformálódik.

A különböző kísérleti módszerek és kísérleti körülmények miatt szükséges a kísérlet pontos előkészítése, megtervezése, valamint a környezeti tényezők konstans értékre történő beállítása vagy kiküszöbölése. Jelen közleményben a kopásvizsgálatok tervezési szempontjait kívánom bemutatni, tekintettel az általam végzett kísérletek tervezésére.

1. A kopás definiálása

Kopáson felületi anyagvesztéset értenek, mely anyagpár érintkezési felületén jön létre terhelés és relatív elmozdulás hatására.

A terhelési mód és mérték valamint a relatív elmozdulás jellegétől az anyagpár anyagjellemzőitől és felületi minőségétől továbbá a környezeti hatásoktól függően a felületi anyagvesztés különböző mechanizmusokkal jön létre. Természetesen egy időben több mechanizmus is működhet.

2. Kopási mechanizmusok

A szakirodalomban széleskörűen ismertetett alapvető kopási mechanizmusok a következők:

- Abrázív kopás
- Adhéziós kopás
- Fáradásos kopás
- Oxidációs kopás
- Korróziós kopás
- Eróziós kopás
- Kavitációs kopás

3. Az üzemmód függvényében ez alábbi kopásformák különböztethetők meg

- Száraz illetve kenőanyagcsúszó súrlódás okozta kopás
- Gördülő elemek kopása
- Dinamikus illetve statikus terhelés mellett illetve terhelési programmal kiváltott kopás
- Kis intenzitású koptatás (közel üzemi)
- Erős koptatás (extra nagy terhelések)
- Nagy hőmérsékletű kopás

4. A kopást befolyásoló paraméterek

- Anyagi jellemzők:

Összetétel, szemcsenagyság, rugalmassági modulus, hővezetőképesség, keményedési kitevő, keménység, stb.

-Tervezési paraméterek:

Terhelés, alak, mozgástípus, felületi érdesség, vibráció, ciklusidő, stb.

-Környezeti hatások:

hőmérséklet, páratartalom, atmoszféra, szennyezések, stb.

-Kenési paraméterek:

kenés típus, kenőanyag stabilitása, folyadék kenés típusa, stb.

-Kopástermékek jelenléte, vagy hiánya.

A felsoroltakból következik, hogy a kopás fogalma önmagában nem határozható meg a körülmények és a befolyásoló tényezők részletes ismerete nélkül. Modellkísérletek tervezésénél a valóságot minél jobban megközelítő, de elfogadható idő alatt információkat szolgáltató módszerekre kell törekedni.

Ezt a törekvést tükrözi, hogy a Metals Handbook adatai szerint már az 1960-as években az Amerikai Kenéstechnikai Egyesület több mint 200 típusvizsgálatot tartott számon.

5. A vizsgálatok tervezésénél a következő szempontok részletes vizsgálata és elemzése szükséges

-Az üzemi kopások modellezésénél feltétlenül szükséges a kopás gyorsítására törekedni. A kopási körülmények szigorítása csak addig a határig engedhető meg, ameddig hasonló típusú kopás megy végbe. A kopástípus megváltozása esetén az eredmények hasznavehetetlenek.

-A kísérleti darabok előkészítését és a vizsgálatok minden paraméterének ellenőrzését és konstanson tartását szigorúan elő kell írni. A kopásvizsgálatok ugyanis jellemzően nagy szórású eredményeket adnak. A szórás csökkentése és használható információk nyérése szempontjából ezek az intézkedések nem hagyhatók ki.

-A kopás mértékének mérési módszerét pontosan ki kell dolgozni. A vizsgálati paraméterek változása függvényében megfelelően szelektív eredményt kell kapni.

6. A kopási eredmények megadásánál kellő részletességgel le kell írni a vizsgálat körülményeit, elengedhetetlenek a következők

- A berendezés pontos specifikálása
- A kontaktfelületek pontos geometriája
- Mozgástípus
- Terhelés
- Sebesség
- Környezeti hatások
- A koptató elem pontos specifikációja
- A kopó próbatest mindenre kiterjedő specifikációja
- Kenés specifikációja
- Koptató ciklus specifikációja
- A kopás mértékének mérési és kiértékelési módszerei

7. Kopásvizsgálatok gyakorlati tervezése

Az előzőekben felsorolt szempontok szerint a kopásvizsgálatok tervezési koncepciói a következők lehetnek:

- Adott ipari probléma megoldására tervezett modell kísérletek (ez igen bonyolult és összetett feladat)
- Adott kopási mechanizmus vizsgálata, kiválasztott általánosan elfogadott berendezéstípussal, anyagpárok kopásának relatív rangsorolását célozva.
- Kopási kísérletekhez szükséges részvizsgálatok technikájának fejlesztését célzó kutatások (pl. a kopás mérési módszerei).

Összefoglalás

Vizsgálataimnál a módosított pin-on-disk típusú koptatóberendezéssel abrazív felületen hőkezelt acél próbatest kopás vizsgálatát terveztem. A vizsgálatokon belül célkitűzésem a kopási érték meghatározásának tökéletesítése.

Problémát okoz, hogy a kopott felületen a kopás nem egyenletes a tömegveszteségen alapuló módszerek viszont egyenletes kopást feltételeznek.

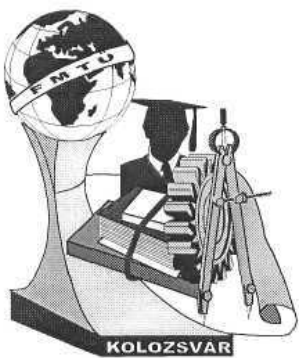
A kopás eloszlásának vizsgálatára kidolgozott módszerem azon alapul, hogy a felületeken Vickers lenyomatokat helyezek el, ezek időnkénti mérésével ellenőrizhető a kopás mértéke a hely függvényében.

Irodalomjegyzék:

1. Kozma M. (1993), Tribológia, Műegyetemi kiadó, Budapest
2. ASM International (1989), Metals Handbook 8. Mechanical Testing, USA
3. J. P. Riviére, P. Méheust, J. A. García, R. Martínez, R. Sánchez and R. Rodríguez (2002) Tribological properties of Fe and Ni base alloys after low energy nitrogen bombardment, Surface and Coatings Technology, Volumes 158-159, Pages 295-300
4. W. Hübner: Phase transformations in austenitic stainless steels during low temperature tribological stressing, Tribology International 34 (2001) 231-236

Szerző:

Kovács Tünde doktorandusz hallgató; BMF Bánki Donát Gépészmérnöki Kar.
Budapest, H-1081 Népszínház u.8; Tel/fax:+36(1)314-1438;
E-mail: kovacs.tunde@bgk.bmf.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁS - A KORSZERŰ TERMÉKFEJLESZTÉS EGYIK ESZKÖZE

BAKI-HARI Zoltán-Gábor

Abstract

The present paper presents one of the rapid product development methods namely the one based on Rapid Prototyping Technologies. This is realized by survey the importance, some basic characteristics respective advantages of method.

Összefoglalás

Ezen dolgozat az egyik gyors termékfejlesztési eljárással foglalkozik, éspedig a gyors prototípusgyártáson alapulót. Mindezt az eljárás szükségességének, néhány alapvető jellemvonásának illetve előnyeinek bemutatásán keresztül teszi.

Bevezetés

Mai rohanó világunkban minden termelő a lehető leggyorsabban akarja piacra dobni legújabb termékét, természetesen még a konkurencia előtt. És persze a legjobb minőségben, mivel ezek a piacon való megmaradásnak egyes feltételei. Ennek a piacon való megmaradásnak a másik feltétele, hogy az új termék kifejlesztése, valamint gyártása minél kisebb költségekkel történjen a rövid idő és a magas minőségi elvárások ellenére.

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

Ennek a gyors termékkifejlesztésnek az egyik eszköze a gyors prototípusgyártás. Ugyanis ezen eljárásokkal, mint a neve is mutatja, rövid időn belül állíthatók elő a prototípusok, az úgynevezett RP modellek (ma viszont már funkcionális darabok is), amelyek a termék elfogadtatását illetve különböző tesztek elvégzését teszik lehetővé. Ugyanakkor ezen eljárások mindamelllett, hogy gyorsak, olcsók is (legalábbis a hagyományos prototípusgyártási eljárásokkal szemben), a felhasznált anyagok is olcsók és ma már mind jobb és jobb tulajdonságokkal rendelkeznek, valamint az elért pontosság is egyre nő.

Ezen eljárások másik előnye, hogy nem igényelnek hagyományos gépeket, szerszámokat, mivel az eljárás alapelve szerint csak kellő mennyiségben s oda ahova kell van anyag helyezve.

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

Villámgyors termékfejlesztés

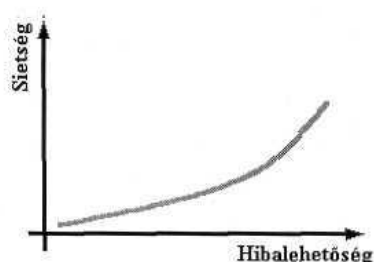
Mint már az előbbieken említődött a termelőknek ahhoz, hogy túléljék az „ádáz piaci harcokat”, egy új termék(ki)fejlesztési eljárást kell alkalmazniuk, amely a gyors prototípusgyártáson alapszik.

Ugyanis tudjuk, hogy az új termékkel minél előbb, legalábbis a konkurencia előtt kell megjelenni. Ez nem más mint a „Kellő időben a piacon lenni” (Time to Market) kényszere, amelynek feloldásában a számítógéppel segített tervezési, szimulációs és gyártási eljárások (CAD/CAM/CAE) ugyan jelentős segítséget nyújtanak, de a termékfejlesztés idejének csökkentésére új technológiákat és eljárásokat kellett kidolgozni, elsősorban a prototípusgyártás idejének csökkentése érdekében. Ezen új eljárások lényegesen különböznek a prototípusgyártás szokásos eljárásaitól. Erre azért van szükség, mivel ezek sokat segítenek a tervezési hibák kiküszöbölésében, valamint az új termék megismertetésében és elfogadtatásában.

A következőkben erre a két vonatkozásra térünk ki részletesebben.

A tervezési hibák kiküszöbölése

Tudjuk, hogy napjainkban egy új termék kifejlesztésére illetve továbbfejlesztésére a gyártók aránylag



1. ábra

kevés idővel rendelkeznek. Ez pedig sietséget eredményez, aminek a direkt következménye, amint az 1. ábrán is látható, a hibalehetőség növekedése. A bekövetkező hibák pedig a minőség csökkenését, valamint a piacon való megjelenés kitolódását és a költségek növekedését eredményezik. Ez pedig megrendítheti a fogyasztók bizalmát az adott termékben, sőt a gyártó más termékeiben is. Ami pedig a piac elvesztését eredményezheti, egészen a megszűnésig.

A gyors prototípusgyártással kivitelezett RP modellek nagyon alkalmasak a formatervezési hibák kimutatására, mivel ezek a hibák nehezen azonosíthatók a virtuális megjelenítésekben, mivel az emberi szem természetesen nem ezekhez szokott, s nem is tapinthatóak. Ugyanakkor rávilágíthat egyes szerelhetetlenségekre, vagy nehezen szerelhetőségekre, amelyet a szimulációs programok nem tudnak „észrevenni”, mivel *nem emberek*.

Ezen hibák felfedezésére a gyors prototípusgyártással kivitelezett RP modelleket különböző vizsgálatoknak vetik alá, mint amilyenek a működési, szilárdsági stb. vizsgálatok.

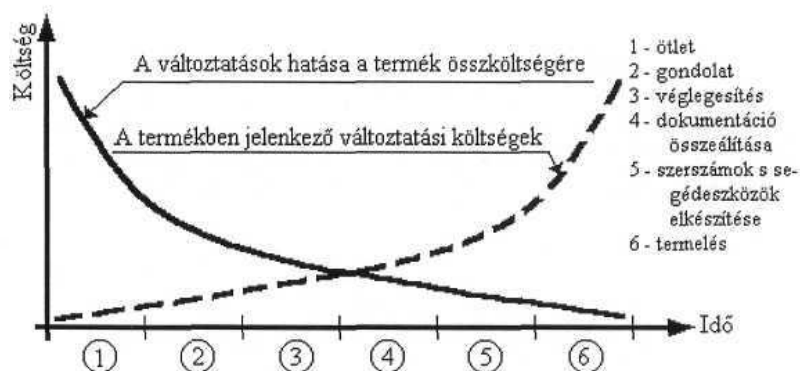
Az új termék megismertetése és elfogadtatása

Egy új termék tervezésének vagy egy már meglévőnek a modernizálási szakaszában, az RP modellek nagyon nagy sikerrel használhatóak a termék fizikai (tapintható) megjelenítésére, a gyártó és vevő közötti kommunikációra vagy éppen a terméket gyártó cég különböző csoportjai között. Mindez azért mert ezek fizikai modellek s így kézzel foghatóak s ennek köszönhetően sokkal meggyőzőbbek, főleg ha még felhasználási környezetükben vannak bemutatva (például egy ergonómikus távirányító). Ugyanakkor lehetővé teszik az elvárások függvényébeni változtatások megtételét még a megfelelő időben.

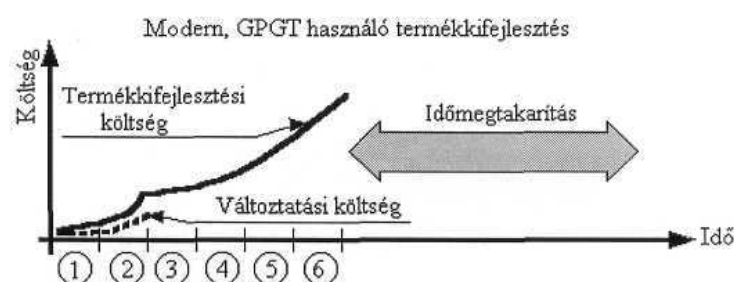
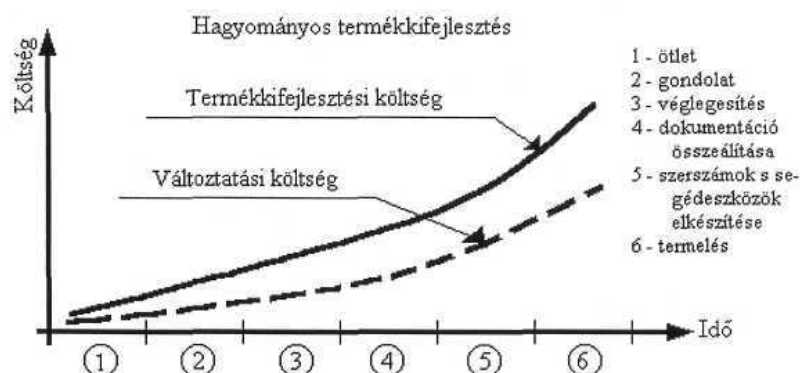
Következtetések

Amint látható az RP modellek lehetővé teszik hogy egy új termék kifejlesztésének csak az első szakaszaiban, a termék kidolgozásának és véglegesítésének szakaszában, kelljen csak változtatásokat s javításokat eszközölni. Ez nagyon hasznos, mivel egy ideig a változtatásoknak minimális hatása lesz a kivitelezés költségére, úgy ahogy az 2. ábrán is látható. A két görbe metszéspontja azt a pontot mutatja ahonnan a változtatással járó költségek nagyobbak mint a jövedelem. Ettől a ponttól kezdődően az esetleges változtatásokat be kell foglalni az első felülvizsgált és korszerűsített termékbe. Az ilyen kellemetlen helyzetek elkerülhetőek a CAD rendszerek és RP modellek alkalmazásával még az új termék kifejlesztésének első szakaszaiban.

Ugyanakkor ezen RP modellek azt is lehetővé teszik, hogy pontos, helyes és teljes információk ismeretében



2. ábra



3. ábra

szülessen meg egy, a lehető legkorábbi, döntés egy új termék kifejlesztése során. A döntés minősége egyenes arányban áll azon információ minőségével, melynek alapján született. A 3. ábra mutatja a gyors kifejlesztés által létrehozott költség-idő összefüggést. Általában nehéz azt állítani, hogy a költségek mindenütt csökkenni fognak. Mindenesetre a fő hatás a piacon való megjelenésig tartó idő lecsökkenése, arányosan a kifejlesztési és hitelesítési idővel.

Irodalom

- [1] BAKI-HARI, Z. G., *Actualități și perspective în fabricatia de matrite pentru mase plastice*, Doktorátusi közlemény, Kolozsvári Műszaki Egyetem, 1999.
- [2] BAKI-HARI, Z. G., *Műanyagok vákuumöntése*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka VI., Kolozsvár, 2001 március 23 - 24, 1 -4 old., ISBN 973-8231-03-5.
- [3] BAKI-HARI, Z. G., *Cercetări experimentale privind realizarea de matrițe pentru produse de unicat și de serii foarte mici*, Doktorátusi közlemény, Kolozsvári Műszaki Egyetem, 2001.
- [4] BAKI-HARI, Z. G., *The Vacuum casting - An Interesting and Spectacular Application of Using the RP Models*, Annals of MTeM for 2001 & Proceedings of the 5th MTeM Symposium: "Modern Machines and Technologies", Technical University of Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, Romania, 4th-6th October 2001, 19 - 22 old, ISBN 973-85354-1-7.
- [5] BERCE, P, és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, Bucuresti, 2000, ISBN 973-31-1503-7.
- [6] DALI, I, *Számítógéppel segített RP eljárás kiválasztása mesterséges intelligencia alkalmazásával*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka III , Kolozsvár, 1998 március 20 - 21, pp. 9- 12, ISBN 973-98092-5-1.
- [7] <http://www.fabacad.hu>
- [8] <http://www.cadworks.hu>

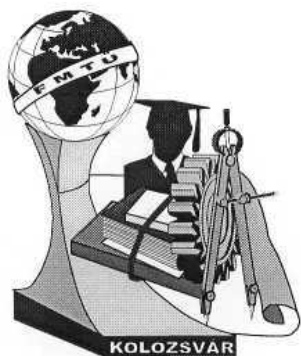
BAKI-HARI Zoltán-Gábor, okleveles gépészmérnök, doktorandus

Cím: 3400, Kolozsvár, Miron Costin utca, 19 szám, ROMANIA

Tel: +40-264-136255

Mobil: +40-723-206415

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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HOLONIKUS GYÁRTÓRENDSZEREK NÉHÁNY ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI ALKALMAZÁSAI

Bakos Levente

Holonic manufacturing is trying to overcome today's limitations in flexibility of manufacturing systems by autonomous, decentralized and cooperative approach. The holonic manufacturing systems is positioned between the top-down organized hierarchical systems and the bottom-up organized modern systems, which presume MI autonomy and negotiation capacity between all the elements of the system. Being more than a decade old, it is one of the few new manufacturing paradigms that proved achievability to the real manufacturing systems. In the present paper we'll try to present some possible applications to real manufacturing systems.

Az elmúlt pár évtized technológiai fejlődési ütemét és tendenciáit a hagyományos termelés-szervezés csak részben tudta követni. A jelenlegi, erősen hierarchikus felépítésű rendszerek helyébe innovatívabb, rugalmasabb működést biztosító elosztott struktúrájú szervezetek kerülnek. A holonikus gyártás azon modern gyártórendszer modellek közé tartozik, amelyeknek ipari alkalmazási lehetősége valós, ellentétben a számtalan más próbálkozással a kilencvenes évek közepétől kezdődően. Jelen dolgozat megkísérel bemutatni a holonikus gyártórendszerek modell néhány olyan jellegzetességét, amelyet a jelenlegi ipari körülmények között alkalmazni lehet.

1. Bevezetés

A következő évtizedekben forradalmi változások várhatóak a gyártórendszerek fejlődésében, melynek során előtérbe kerülnek a kisebb méretű, de jóval nagyobb rugalmassággal, autonómiával rendelkező, egymással együttműködő gyártóegységek. Az új gyártórendszerek szükségességének a felismerése új paradigmák kidolgozásához vezetett. Ezek a modellek sokkal közelebb állnak a természetes rendszerekhez és rendszerint több tudományágból átvett tapasztalatokra épülnek. Néhány ismertebb modell a holonikus gyártórendszer modell (Yoshikawa, 1992), a fraktális vállalat (Warnecke, 1993), a bionikus gyártórendszer (Ueda, 1992), a leosztott gyártórendszerek (Peklenik, 1992), a tanuló gyártórendszerek (1990), illetve az inkább angol megnevezés alatt ismert Lean Manufacturing (Jones & Roos), Business Process Reengineering (M. Hammer & T. Davenport), General Theory of Evolution (Thao), Intelligent Agent és Multi-Agent Systems (Wooldridge Jennings), Artificial Life (Langton), Metasystem Transitions (Heylingen-Joslyn-Turchin) modellek. Zárójelben a megjelenés éve, illetve a modell kidolgozója vagy ismertebb képviselője. Mindezen rendszerek között talán a holonikus rendszer modellje az, amelyik immár közel egy évtizede az érdeklődés középpontjában van. Bár a legmodernebbek közé tartozik, gyakorlati alkalmazási esélyei valóságok.

A holonikus gyártórendszerek kidolgozásához több személy neve fűződik. Elsősorban Yoshikawa nevét lehet a szakirodalomban fellelni, mint első személyt, aki 1992-ben először kidolgozta a holonikus gyártórendszert. Ugyanakkor már a nyolcvanas évek vége felé két ismert japán cég a

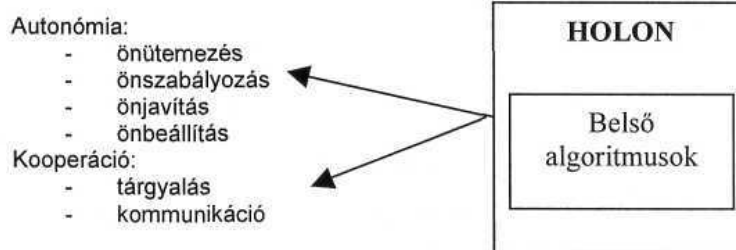
Toshiba és a Hitachi már felhasznált holonikus elméletből átvett elemeket a gyártási folyamatuk megszervezésére.

A *holon* fogalma több évtizeddel megelőzi a holonikus gyártási rendszer modelljét. Jelentése egyidejűleg *egész*, - amely részeket tartalmaz - és *rész*, amely alkotóeleme egy másik egységnek. A szó a görög eredetű *holosz* (egész) illetve az *—on* végződésből (*jelentése részecske, valaminek a része, pl. a proton, elektron, neutron, stbj* alakult ki. Nevéből is következtetni a részek kettős voltára utal, miszerint egy holon egyszerre egy önálló egész, de ugyankkor egy nagyobb rendszer része.

A holonok különböző tulajdonságokkal rendelkeznek, de ezek közül is ki kell emelnünk kettőt, amelyik rendkívül fontos és alapjaiban határozza meg a viselkedési mechanizmusukat. Az egyik az önállóságra törekvés, a másik az együttműködés útján történő feladatmegoldás. Az önállóságra törekvés az előzőekben említett *egész*, míg az együttes feladatmegoldásra való törekvés a *rész* dinamikus megjelenése. Ez a két merőben ellentétes magatartásforma határozza meg holonok két alapvető sajátosságát az *autonómiát*, illetve a *kooperációt*. A holonokat az általuk végzett funkciók, feladatok alapján különítjük el.

Legismertebb holon típusok a szakirodalomban a következők: forrás holonok (resource holons), gyártó holonok (product holons) és a vezérlő holonok (order holons).

Használják még a például a



1. Ábra: A holonok két legfontosabb tulajdonsága, [6]

Használják még a például a végső kiszállításhoz, a gyártóegységhez tartozó, a szállító holon fogalmát, valamint az információs holonok fogalmát. Segítségükkel például a fogyasztó szerves részévé válik a holonikus gyártóegységnek, ami rendkívül rugalmassá teszi annak működését. Helyszűke miatt nem mutathatjuk be részletesen a különböző holonok szerepét, jelentőségét, de tulajdonképpen a hagyományos gyártórendszer elemeit mind megtalálhatjuk, valamelyik holon típusban.

A különböző holon típusok egymással szoros kapcsolatban állnak, és közöttük a gyártó rendszer működéséhez szükséges információcseré zajlik. A gyártó holon és a forrás holon között a folyamatokkal kapcsolatos adatok-ismeretek cserélődnek, a gyártó holon és a vezérlő holon között a gyártással kapcsolatos információk, míg a forrás és a vezérlő holon között a kivitelezéssel kapcsolatos információk áramlanak.

Autonómiájuknál fogva a holonok az önálló feladatmegoldásra törekednek, de ha nem képesek a feladatot önállóan megoldani, akkor kapcsolatba lépnek más egységekkel és közös csoportba tömörülve oldják meg a problémát. Az ilyen csoportokban, ha feladat megoldása megkívánja, akár időleges hierarchikus szerveződés is lehet. Példa lehet erre, ha adott holon egy bizonyos feladatra csoportot szervez maga köré, és a feladat teljesítéséig maga irányítja a csoportot.

A holonikus gyártórendszer elsősorban egy új, forradalmi, szervezési formát jelent. A vállalat funkciói, és ezek közül a legfontosabb, a termelési funkció, nem változik. A holonikus gyártás bevezetése nem jelent feltétlenül infrastrukturális változást. Nem kell új gépeket, épületeket vásárolni, hanem a meglévőket kell teljesen más szervezés mellett használni.

A kialakult szervezet nem statikus, különböző feladatokra más-más csoportosulások jönnek létre, a feladat teljesítése után a csoport felbomlik.

2. A holonikus gyártórendszer mint elméleti fejlesztési irány a CIM-el szemben

A gépipari vállalatok eddigi leggyakoribb elméleti fejlesztési iránya a számítógéppel integrált gyártás, vagy ismertebb nevén a CIM (Computer Aided Manufacturing). Ennek a modellnek az alternatívája, mint egyik elméleti fejlesztési irány, a holonikus gyártórendszer.

A számítógéppel integrált gyártás fogalma (CIM) egy jellegzetesen ipari számítógépes hálózatra épülő modell, melynek "árnyékában" az elmúlt 15-20 évben integrált gyártórendszerek sora fejlődött ki. A legfontosabb jellegzetessége ezeknek a rendszereknek, hogy megpróbálja a rendszerrel kapcsolatos problémákat a rendszer mint egészt kezelni. A CIM modell a 1980-as évek illetve a 1990-es évek a technológiai szintjére volt kifejlesztve, és alapjában egy funkcionális, egylépcsős fejlesztésre kigondolt modell. A megvalósított CIM rendszerek jelen pillanatban komoly gondokkal küzdenek abból adódóan, hogy a gyakran változó kereskedelmi piacok a teljes gyártórendszer átalakítását kérik. Ugyanakkor a CIM rendszerek meglehetősen merevnek bizonyulnak pontosan azokban az esetekben, amikor a változások gyakoriak. Ma már bizonyított tény, hogy a CIM rendszerek labilisak, nehezen kezelhetőek, a meglévő rendszer átalakítása és bővítése nehézkes. A gyártási adatok feldolgozása a rendszer diagnosztizálása érdekében nehézkes. A rendszer teljesítménye nagymértékben romlik a normálistól eltérő körülmények között.

Az előzőekben említett hiányosságok a központosított termelést követő rendszernek tulajdonítható, amely a merev hierarchiával társul. Mindezek merev kommunikációs csatornákhöz vezetnek, az információáramlás pedig egy fentről lefele irányuló autokrata kialakításra utal. A CIM rendszerek gyengeségeit észlelve, illetve az információs technológiák robbanásszerű fejlődését kihasználva az 1990-es évek a bevezetőben is felsorolt alternatív modell kidolgozását hozták.

3. A holonikus gyártórendszer mint gyakorlati fejlesztési irány a valós rendszerekben

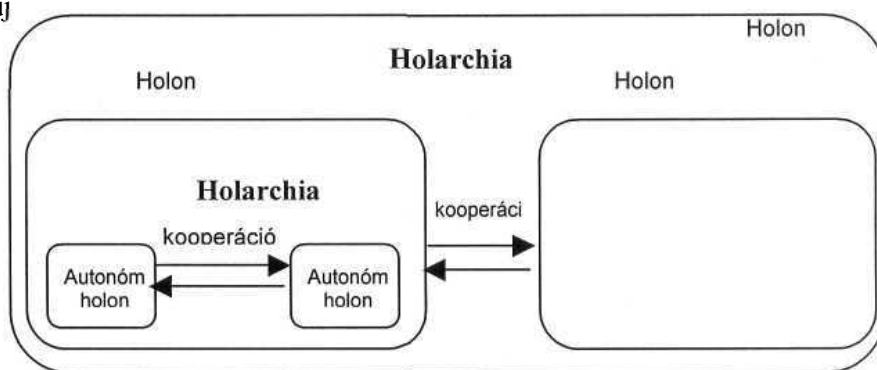
A holonikus rendszer modellje túl azon, hogy tartalmaz, legalábbis kelet-európai szemmel több enyhén utópikus elemet, vitathatatlanul tartalmaz olyan szervezési elveket, amelyeket akár azonnal lehetne alkalmazni bármely vállalatnál. A továbbiakban bemutatunk néhány ilyen elemet.

A holonikus gyártórendszerek forradalmian felborítják a klasszikus üzemek szerkezeti struktúráját. A romániai ipar kettős átalakítási kényszer alatt áll. Egyrészt szembesül azokkal a nemzetközi gondokkal, amellyel bármely vállalat bárhol is legyen az, szembesül. Ilyen például: a vásárlók egyre

növekedő igénye a minőségre és szolgáltatásokra, az alacsony költségen személyre szabott termékekre valamint a folyamatos termékfejlesztésre. A piac nyomására folyamatosan csökken a termékek kifejlesztésének időtartama, ugyanakkor egyre komplexebb termékekre van kérés.

Másrészt a hazai termelőipari vállalatok több mint egy évtizede szembesülnek a gazdasági rendszer változásából adódó sajátos gondokkal. Ilyen például a szemléletváltás kérdése, a központosított problémamegoldó szemlélet (a problémák megoldását valahonnan felülről várják, a csapatmunka hiánya), szűk termékskálára és nagy sorozatra tervezett gyárak, elavult géppark, tőkeszegény gazdasági környezet. Ezeknek a gondoknak a megoldásában a gyakorlatban jól használható a holonikus rendszerek egyik nagy felismerése, (már Koestler átvette Herbert Simon, Nobel díjas, közgazdásztól), hogy a stabil közbenső részrendszerekből gyorsabban és könnyebben alakulhatnak ki nagy, komplex struktúrák, mint az alap építőelemekből. Ez azt jelenti, hogy modern technológiákra építő új

gyártórendszereket inkább úgy érdemes tervezni, hogy a meglévő struktúrát fokozatosan alakítjuk át. Éppen ezért a legtöbb gyártó vállalat az eredményeit úgy próbálja javítani, hogy inkrementális javításokat végez a



2. ábra Holarchia és kooperáció. Forrás [2]

rendszeren a legmodernebb elméleteket is felhasználva (integrált gyártás, lean production, virtuális vállalat, stb.)

A szerző néhány hazai vállalatánál végzett felmérései is igazolják, hogy a legtöbb probléma egy vállalaton belül a belső kommunikáció valamely hiányosságára vezethető vissza. Az holonikus rendszerek működési mechanizmusának fontos követelménye a fejlett kommunikációs rendszer. A holonokon belüli elemek között a kapcsolat sokkal intenzívebb mint a holon határain kívüli, illetve belül elhelyezkedő részek között (2. ábra).

A holonikus gyártórendszerekbe, ellentétben a CIM-el, könnyen beilleszthető az ember, hisz autonóm és együttműködésre képes, egyszerűen integrálható a gépi és az emberi döntéshozás. A holonoknak, más holonok mellett gyakran része lehet az ember is, pl. szállító holon vagy előkészítő holon. Az ilyen típusú egységekben az ember is önálló holon, szerves összetevője egy komplex feladatot ellátó csoportosulásnak.

Az emberekkel történő együttműködés miatt, a mesterséges holonok általános leírásában is már szerepel az emberekkel létrehozandó kommunikációs felület, a többi holonnal illetve a megmunkálási részekkel történő kommunikáció mellett. Lásd 3. ábra

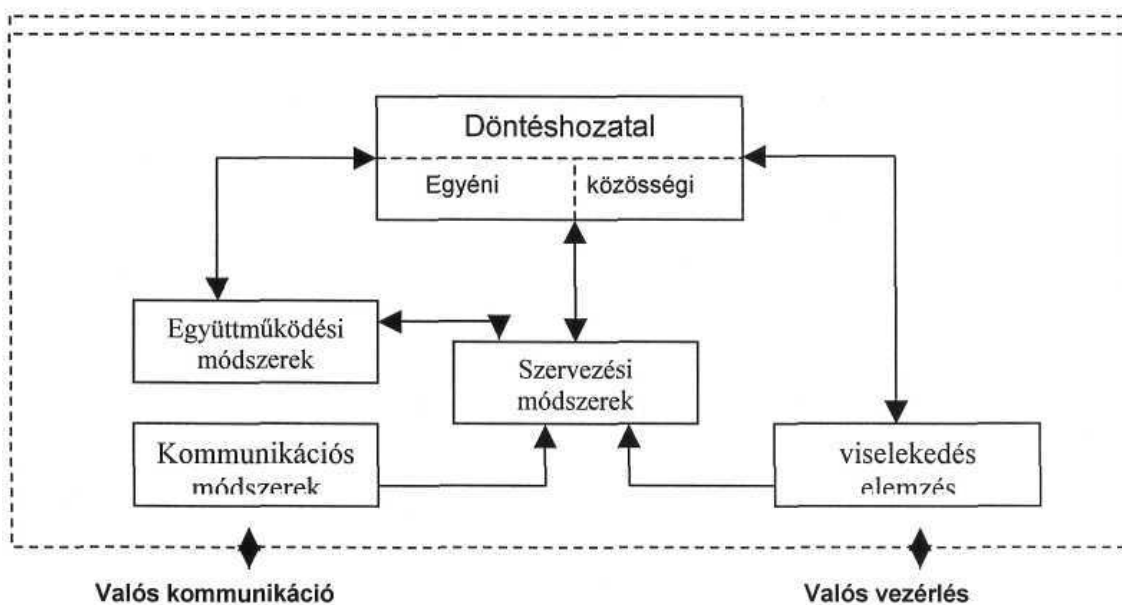
Holon-holon kommunikációs felület	Döntéshozó mechanizmus Termelés követés	Holon-ember kommunikációs felület	Adatfeldolgozó rész
	Fizikai megmunkálás		Megmunkáló rész

3. ábra: Általános holon szerkezet. Forrás [2]

A holon koncepció hálózat fogalmára épül, ez könnyen asszociálható a számítógépekkel, távközléssel (pl. GSM mobil háló) illetve a modern társadalomban megjelenő jelenségekkel (pl. a csapatmunka felértékelődése, hálózatos kereskedelem, civil társadalmi szerveződések, stb.). A működése a rendszernek a piaci elvek szerint történik. A holonok heterogén, nem tökéletes, korlátozott információval rendelkező, és korlátozott hatalommal rendelkező egységek. A tapasztalat azt mutatja, hogy amennyiben a holonok racionálisan viselkednek gazdasági szempontból, akkor ez a mechanizmus segíti az együttműködést, rendszerint korrekt versenyen keresztül. Hasonló képpen ez a mechanizmus megoldja a termelés ütemezés és vezérlés kérdését is oly formán, hogy integrálja a dinamikus feldolgozását a megrendeléseknek illetve a termelés leosztott ütemezését. A gyártás irányító rendszer a holon megfelelő működése érdekében a következő elemekkel kell rendelkezzen: algoritmusok, procedúrák, eljárások, döntéshozatali mechanizmusok. Lásd 4. ábra.

Tekintettel a napjainkban uralkodó világgazdasági körülményekre óvatos, inkább pesszimista, szervezési elvekre épülő gyártórendszerek vannak kialakulóban, amelyek gyakori külső és belső változásoknak vannak kitéve. A holonikus rendszerek elvei szerint inkább jobb felismerni a tudatlanságot, mintsem feltételezni a tudást; jobb a jövőt beláthatatlannak tekinteni, mint csak a belátható eseményekre felkészülni.

A globalizáció korában, a virtuális üzemek korának kezdetén meg kell oldani azokat a feladatokat, amelyek a különböző termelési egységek koordinációját feltételezi, olyan egységeket, amelyeknek különböző céljai, képességei, és kultúrája van. Új



4. Ábra: Adatfeldolgozás egy holonon belül

elvekre van szükség, amelyek a kisméretű de gyorsan alkalmazkodó vállalatok dinamikus szövetségét segíti, amelyek közösen dolgozva nagyméretű feladatok megoldására képesek, anélkül, hogy a nagyságból adódóan gazdaságtalan, alacsonyhatékonyságú lenne a működésük. A holonikus gyártás

megpróbálja ötvözni a teljesen autonóm, laza hálózatban működő rendszerek gyors alkalmazkodó képességét a klasszikus hierarchiai rendszerek stabilitásával és hatékonyságával.

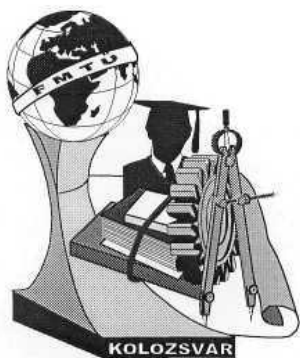
3. Megoldandó kérdések

Központi probléma, hogy miként biztosítható az autonóm egységek csoportba tömörülése és a csoporton belül olyan feladatok elvégzése, amelyhez több résztvevő szükséges. Hasonló képpen még nem tisztázott, hogy hogyan vehetők rá a holonok a kooperációra. A holonikus rendszereknél máig vitatott és precízen nem definiált, hogy milyen mértékű alá-, illetve fölérendeltségi viszony szükséges az egyes elemek között a zökkenőmentes működés érdekében. Mi a teendő akkor, amikor egy általános szempont-mint például egy szállítási határidő betartása, vagy a profit maximizálása- nem bontható illetve osztható, vagy éppen nem egyezik a helyi érdekekkel, prioritásokkal. Továbbra is nyitott kérdés, hogy milyen garanciák vannak arra, hogy a holonok elvégzik a feladatokat, illetve az, hogy kiszámítható-e egy ilyen rendszer működése.

Mindezek ellenére a holonikus modell megvalósíthatónak tűnik, bár megvalósított, teljes holonikus gyártóegységekről még nem tudunk, de részrendszerek működéséről már jelentek meg publikációk.

Felhasznált irodalom

- [1]. Bongaerts, L., Monostori, L., McFarlane, D., Kadar, B.-Hierarchy in distributed shop floor control- Computers and Industry, Vol.43, issue 2, October 2000
- [2]. Bussmann, S.-An Agent-Oriented Architecture for Holonic Manufacturing Control, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [3]. Dooley, Lawrence; O'Sullivan, Dávid: Decision support system for the management of organizational change, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [4]. Daizhong, Su- Internet based engineering, Nottingham, 2000
- [5]. Draghici, Gh.- Ingineria integrata a produselor, Ed.Eurobit Timisoara 1999
- [6]. Kádár B., Monostori L.: Holonikus gyártás, fraktális vállalat, TEP Termelési és üzleti folyamatok munkacsoport jelentése, 1999
- [7]. Kirsch, D., Wiecek, D., Albayarak, S.- Open agent architecture for the realization of holonic manufacturing systems, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [8]. Márkus, A.; Kiss, T.; Vancza, J.; Monostori, L.: "A market approach to holonic manufacturing", Annals of CIRP Vol.45/i pp 433-437, 1996.
- [9]. Mezgar, L, Kovács, Gy., Paganelli, P.-Co-operative production planning for small and medium sized enterprises, International Journal of Production Economics, vol64, Issue 1-3, March, 2000
- [10]. Monostori, L. Hornyak, J. Kádár B.: Novel approaches to production planning and control
- [11]. Vancza, J., Márkus, A.-Holonics manufacturing with economic rationality, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998
- [12]. Yi Peng, Duncan C. McFarlane- Modelling and design methodologies towards an adaptive manufacturing system, First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 1998



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A PROGRAMOZÓI KÉSZSÉGEK FEJLESZTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI A KÖZÉPISKOLÁKBAN ÉS FELSŐOKTATÁSI INTÉZMÉNYEKBEN

Hevesi Zsolt

Summary

I am collecting the necessary information for a computer programming oriented magaziné to run. As we can experience, neither in Hungary, nor in the surrounding countries there are no newspapers, that deal with this area of interest, by organizing the young and talented programmers under one flag. I have decided to create such an organization and its magaziné, when I had nőne to show the magaziné to, when nőne would judge over it, when nőne could appreciate it, and last, but not least when there was no one to understand it, and especially to use it.

Bevezető

Egy informatikai folyóirat kiadásához szükséges adatokat gyűjtöttem össze. Saját tapasztalatából adódóan, arra a megfigyelésre jutottam, hogy mind a magyar, mind az országgal szomszédos országok magyar piacán nem található olyan informatikai folyóirat, melynek fő célja a fiatal programozók csoportba szervezése lenne. Egy, a fent említett célt megvalósító folyóirat szerkesztését akkor határoztam el, amikor szorgalmam, tudássom nem volt kinek megmutatnom (eldicsekednem), nem volt, aki elbírálja, nem volt, aki kijavítsa, és nem utolsósorban, nem volt, aki megértse és felhasználja azt.

A kezdetek kezdetén

Mi az Pentax Labs? - ugyanis a projekt ezt a nevet viseli, és ezt a kérdést már sokan feltették. A középiskolám záró dolgozata egy Pascal program volt, melyet elneveztem Pentax-nak. A szó jelentése: a *Penta*=öt, az *x=a* csillag, így létrejött az **ötcsillagos**. Programomat az utolsó percig mindig csak fejlesztgettem, ezzel egy időben törtem még a fejem dolgokon, mint pl. egy kétszemélyes programozói csapat megalakulásán, és így a **Pentax** már nem volt elegendő, megalakult a **Pentax Labs** csapat.

Most ez a szervezet, ha lehet annak nevezni - sem a szervezet, sem a név, jogilag nincs levédve - egy tagú, magam személye. De miért kell egy szervezet egy száz embernek? Azért, hogy kialakíthasson egy újabb szervezetet melynek tagjai szinte megszámlálhatatlanok: diákok, hallgatók, tanárok, igazgatók, iskolák, szakemberek, cégek, alapítványok és még más szervezetek. Hogy mi lenne e

hatalmas szervezet célja? Az hogy kialakítson egy programozókból álló csoportot! Mi szükség van e csoportra? A csoport célja összeállítani egy programozási nyelvekkel foglalkozó folyóiratot. A folyóirat célja, hogy tovább oktassa a (fiatal) tehetséges programozókat, és hogy kapcsolatot teremtsen és biztosítson közöttük. **Fő cél: kapcsolatteremtés a tehetséges programozók között.**

Hogy miért célom vagy, miért érdekem e célok megvalósítása? Az ember, ha hiányol valamit, legyen az akár egy fizikai, akár egy érzelmi jelenség mindig nekiül akarva-akaratlanul tervezni, fantáziáim. Saját tapasztalatomból adódóan arra a megfigyelésre jutottam, hogy mind a magyar, mind az országgal szomszédos országok piacán, nem található olyan informatikai folyóirat (magyar nyelvű), melynek fő célja a fiatal programozók egybeszervezése (csoportba szervezése) lenne. E cél elérésére a legalkalmasabbnak az bizonyulna, ha egy folyóiraton keresztül a cégek és a (akár kezdő) programozók (egyéni vagy csoportos felállásban) kommunikálhatnának egymással. Ha nem is azonnal, de előbb-utóbb felbukkannának a rejtett tehetségek - melyek száma mostanság rohamosan csak nő -, akik valamiért nem tudják a nagy nyilvánosság előtt bemutatni tudásukat: lehet, azért mert nem (volt) megfelelő a tanári képzés és nem tudtak/tudnak továbblépni, nem tudnak kibontakozni. Vagy az ország egy olyan részén laknak, ahol képtelenek kiszakadni a környezetükből - nem tudnak bejárni egy távolabbi munkahelyre -, vagy értéküket veszítik egy viszonylag sok, jó programozóval telített környéken - nem tudnak bizonyítani (lekörözik). És egy másik fő oka az lehet, hogy magyar létükre nem Magyarországon, hanem egy szomszédos országban élnek és ott mivel nem a magyar az államnyelv - kisebbségi okok miatt - nem kapnak lehetőséget.

A terv menedzselője szeretné lenni, és ez által szeretném összegyűjteni (összekovácsolni) az összes olyan programozót, legyen az akár fiatal, akár egy idősebb korosztály, akik a számítástechnikát a programozás szemszögéből nézve ismerik, szeretik, kutatják, tanulják, tanítják stb., akik nem csak a számítógép kézzelfogható részeit kedvelik, vagy csak a játékokat szeretik. A tehetségek felkutatása most az egész Kárpát-medencére, sőt továbbmennék, 9-10 országra kiterjed. A célszemélyek - mint általában mindig - az első lépéseket nehezen teszik meg, és ha még meg is teszik számuk feltehetően alacsony. Persze ez nem vetíthető az olvasók körére. Hiszek abban, hogy a reklámok, hirdetőtáblák, szóbeszéd, diákok, tanárok, cégek és egyéb szervezetek ösztönzésére feleleveníthető a "szunnyadó" tehetségek érdeklődése, és ha ez így van, akkor miért ne! Végül is ez az egyik fő cél! Tehát, a célszemélyek kortól, állampolgárságtól és társadalmi helyzetüktől függetlenül akárkik lehetnek.

Eddig volt szó, hogy mit, miért, kiknek. Most szeretnék egy keveset a folyóirat tartalmáról mondani. Fontos tudni azt, hogy a folyóiratban megtalálható lesz az összes aktuálisan elérhető programozási nyelv (mind Linux-os, mind Windows-os környezetben). Bármelyik nyelvről írható cikk; bármelyik programozási nyelvben írható program. A folyóiratban szeretném, ha érdekes, ötletes, látványos programok jelennének meg; leírással, kezeléssel. A programokhoz tartozó leírásokat főként technikák

és technológiák szintjére szeretném emelni! A lapban megjelenő cikkek főként tudományos jelleggel bírnának, de nem zárnánk ki a szakmai humort sem. Természetesen minden dolgozatot a megjelenése előtt annak kiértékelése előzi meg. Összefoglalásképpen: a dolgozatok bármelyik programozási nyelvről szólhatnak. És lehet írni akár egy programot, akár egy cikket.

Már azt is tudjuk, hogy mit tartalmaz, de azt nem, hogy milyen közegben szeretném megjelentetni. A fő cél a papírra nyomtatott forma (A4-es formátumú, 32 oldalas, színes borító, fekete-fehér oldalak, CD mellékeléssel).

Eddig a múlt, most egy keveset a "most" pillanatáról, a valóságról, majd a célokról a jövőbe tekintve!

A folyóirat első két száma **már megjelent** (február 7.-e, illetve március 7.-e)! Havonta több mint negyven személy: középiskolás diákok, egyetemi hallgatók, tanárok, cégek stb. azon fáradoznak, hogy minden egyes szám időben le legyen adva a Magyarországi IDG Lapkiadó Kft-nek. Nekik, hiszen hála Bíró István Úrnak, az IDG igazgatójának a **CodeX programozói folyóirat** a PC WORLD folyóirat mellékleteként jelenik meg. A PC World havonta átlagosan 29800 példányban jelenik meg, míg az olvasótábor a statisztikák szerint eléri a 109 000 főt. Egyelőre azonban csak a CD mellékleten jelenünk meg, de van arra remény, hogy megfelelő színvonal és érdeklődés esetén helyet kapjunk a folyóiratban is, és nem csak mellékletként, hanem egy programozói rovatként. Már most is helyet kaptunk a folyóiratban, igaz, csak kb. 1 oldalnyit az amolyan összefoglalók számára, de e felület egy igazán nagy érték! Mind a 109 000 olvasó, legalább egyszer átlapoz az oldalunkon. Elég csak egy pillantás a fejlécre, majd véletlenül "elszólja" magát, és kitudja hol, lehet egy informatika osztály előtt, lehet egy informatika tanár előtt, lehet egy programozói cég vezetőjének stb. így reméljük, hogy rohamosan fog terjedni a havonta megjelenő lap híre.

Amint azt már említettem is, tanárok is kiveszik részüket a lapkörüli tevékenységekből. Öröömre szolgál, hogy nemrég a Gábor Dénes Főiskola programozói testülete is kifejezte helyeslését, éppúgy, mint a Számaik Oktatási rendszer munkatársai. Ők, nem csak elvben járulnak hozzá, hanem ígéreteiknek híven, tettekben is, hiszen szakcikket írnak, beérkező cikkeket lektorálnak és válaszolnak a fórumokon felmerült kérdésekre. A következő szint, lehet az egyik legfelső, szeretnék "betörni" a Magyar Oktatási Minisztérium látókörébe (előterébe). Levelet is küldtem, hogy vizsgálják meg a lapkörüli tevékenységeket, valamint, ha látnak értelmet a küzdelemben, akkor adják áldásuk az elképzelésre.

Említettem, hogy a folyóiratot, nem csak Magyarországon és/vagy Romániában szeretném működtetni, hanem, mondanám az egész Európában, ahol található hivatalosan bejegyzett magyar nyelvű oktatási intézmény, legyen az akár közép-, akár főiskola, vagy egy másmilyen oktatási

rendszer. Igaz, a határokat ledönteni nagyon nehéz feladat. Ha már csak az indulást vesszük is figyelembe, felmerül a kérdés, kinek a költségére lesz elszállítva a nyomtatott anyag, és nem csak egyszeri útról van szó, hanem egy rendszerességről. A másik gondolat, ami felmerül ilyenkor, hogy a szállítást nem is lehet megoldani akárhogyan, hiszen több ezer kilométeres távolságokról beszélünk, és akkor még nem is beszélve arról, hogy kisebb településekre, városrészekre hogyan fog eljutni a lap.

Természetesen nyomtatott folyóiratot Magyarországon is szeretnénk kiadni, azonban ez egyelőre anyagi javak miatt megvalósíthatatlan. Akkor hogyan lehetséges a külföldre áramló több ezer lap előállítás (kiadásának fedezése)? Az Illyés Közalapítványhoz hamarosan egy pályázatot szeretnénk benyújtani. Ha a kérésem pozitív elbírálású, akkor a Magyarország határain túli példányok kiadása lehetségessé válik. Azonban attól, hogy a nyomdában ott tornyosul egy halom "papír", még nem nevezhető információforrásnak, azt el kell juttatni az olvasóközönségnek. Persze ez nem könnyű. És itt szeretnénk visszakanyarodni a Magyar Oktatási Minisztériumhoz címzett kérésemre. A Minisztérium valószínű nyilvántartja az összes magyar nyelven működő oktatási rendszert, ha nem is az összest, de nagy részét. A lap sorsán rengeteget segítené, ha az Oktatási Minisztérium pl. a Magyar Posta közreműködésével, eljuttatná a nyomtatott anyagot a címzett intézményeknek.

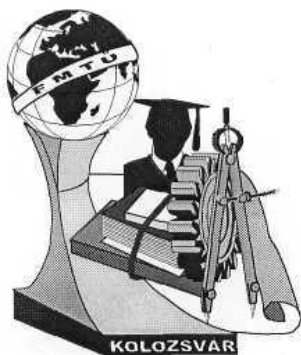
Az újságnak készítettünk egy Internetes oldalt. Még most is kezdetleges fázisban van, de ez nem is csoda, hiszen rengeteg szolgáltatással rendelkezik, és a szolgáltatások sora még bővül. Az oldal teljesen saját fejlesztésű, azaz nem egy sablon szerint lett generálva. Erre szükség is volt, mivel az egésztest nagyon testre kell szabni. Két főbb része a külső és belső rész. A belső rendszer működteti a teljes szerkesztőséget. A szerkesztőség, eléggé meredeknek hangozhat, teljes egészében az Interneten keresztül működik. A lap, bár nyilvántartásba lett véve, és rendelkezik egy szerkesztőségi címmel, ott mégsem található szerkesztőség. Az Internet segítségével ki lesznek/vannak osztva a feladatok. Történik itt, többszintű lektorálás (szakmai, nyelvtani stb.), tördelés, szerkesztés, webprogramozás, cikkírás stb., és minden más, aminek történnie kell egy hagyományos, jól megszokott szerkesztőségben. Igaz, valószínű vannak/lesznek hátrányai, ezeket csak csökkenteni leszünk képesek, megoldani nem. Egy egységes lapot szeretnénk működtetni, az összes magyar lakta területeken, így könnyen belátható, hogy a fix szerkesztőség elve, eleve elvan vetve. A mi szerkesztőségünk csak úgy ottvan valahol a "világban", és egyelőre tökéletesen működik! Az oldal bár kezdeti fázisban van, alig egy hónapja működik, de már van tapasztalható érdeklődés. Az oldalon, a regisztráltak száma kb. 350 fő, és az oldalletöltések száma eléri az 50 000-et.

Célunk az, hogy a CodeX programozói folyóirat egy világszerte ismert és közkedvelt szaklappá váljon!

Név: Hevesi Zsolt / Műszaki informatikus — programozó

SC Albina SRL, 3596 Tileagd (Mezőtelegd), Crisan 1045, Bihor megye (Bihar - BH), Románia

Telefon: +4 (0) 259 345227; Mobil: +4 (0) 745 865132; Email: pentax_labs@hotmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

AZ ALKATRÉSZEK CSOPORTOSÍTÁSA HALMAZELMÉLET SEGÍTSÉGÉVEL

Dr. Gyenge Csaba, Mezei Sándor

Summary

In the group technology, the classification and the engine parts are divided into groups is a problem which is not finalized and still needs to be improved. If this problem is successfully solved, then the writing group technology for a formed group, the realization of group technology line and the manufacturing development on this is an easier problem to be solved. This article is a new method divided into groups based on main mathematics knowledge. The engine parts and the associated technology process are approached as set theory well-known in algebra. The sets are joined on the base of identity or similarities among them. The more they are joined the more the group efficient coefficient is being checked. Among the multitude solutions, varying the most simple and the most complicated group, we can choose the one that suits best to the manufacturing conditions and to the owners expectations orders and producers.

A csoporttechnológiában az alkatrészek optimális osztályozása és csoportosítása egy olyan feladat, amely még mindig tökéletesítésre vár. Ha sikeresen meg van oldva, akkor a csoporttechnológia megírása, a megmunkálási vonal megszervezése és a gyártás levezetése már kevesebb nehézséggel történik. A most bemutatott dolgozatnak is az a célja, hogy egy újabb módszert, a matematikai ismeretek alapjaira épült eljárást ismertessen. Az alkatrészeket és a hozzájuk rendelt technológiát, mint halmazokat képzeltem el. Azonosságuk és hasonlóságuk alapján ezek a halmazok egyesíthetők. Hogy milyen mélységig végezzük az összevonást, azt a csoportosítás hatékonyságával ellenőrizzük. A legegyszerűbbtől és a legbonyolultabb csoportosításokig bármelyiket választhatjuk, mely megfelel az adott feltételeknek és elvárásoknak.

Bevezetés

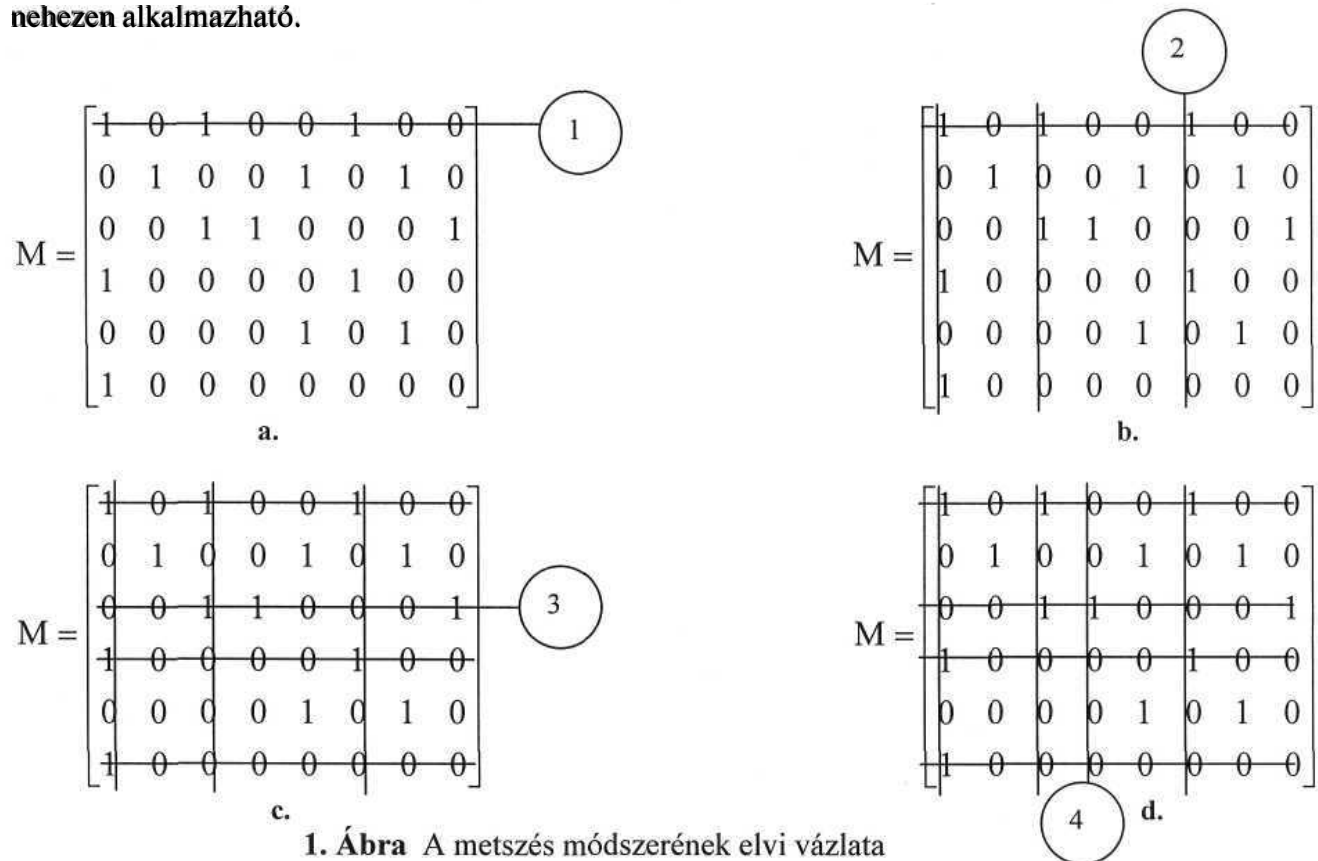
A mindennapi gyakorlatban számtalanszor találkozunk azzal az igénnyel, hogy egy adott időben legyártandó alkatrészeket megfelelő csoportokba soroljuk és elkészítésüket az ismert csoporttechnológia segítségével végezzük.

Az alkatrészek morfológiai osztályozását kezdeményező A.P. Sokolovski (1949) óta és a csoporttechnológia S.P. Mitrofanov (1959) által bevezetett alapelvei óta az alkatrészgyártás óriási fejlődést ért el, és ez a folyamat a napjainkban is folytatódik. Mérföldkőnek számít ebben a folyamatban a számítógép fejlesztése és ipari alkalmazása, a számvezérlésű szerszámgépek megjelenése és azoknak valamint a programozási nyelveknek a tökéletesítése, a megmunkálási központok, gyártócellák, gyártórendszerek, stb. tervezése és rugalmassá tétele, tervezési, vezérlési, ellenőrzési, optimalizálási stb. programok készítése és azoknak a gyakorlatban széleskörű alkalmazása, és nem utolsósorban új technológiák és módszerek, anyagok és szerszámok alkalmazásai. Párhuzamosan a tárgyi háttér fejlődésével a gyártási folyamatban résztvevő szakemberek is állandóan fejlődtek, tudásban és szemléletben új, magasabb szintű munkára képesek.

A dinamikusan fejlődő piac mind változatosabbá teszi a termékek és alkatrészek gyártását. A kis- és középméretű termelést csak úgy tudjuk gazdaságos keretek közé hozni, ha alkalmazzuk a csoporttechnológia elvét, mely hasznosítja azokat az előnyöket, amelyeket a nagy sorozatok biztosítanak, melyeket a csoportba gyűjtött kisszámú alkatrészekből hoztunk össze. Egy adott csoportban geometriailag és technológiailag hasonló alkatrészek tehetők, ezek egyetlen csoporttechnológia alapján készülnek. A valós vagy képzelt komplex alkatrészeire írni egy csoporttechnológiát és annak alkalmazása minden egyes alkatrészeire, mely a csoportban van, jelen pillanatban nem okoz gondot a technológusoknak és gyártóknak. Az optimális csoportosítás és a csoport gazdaságos mérete azonban még mindig egy kutatás alatt levő terület, melynek a fejlesztéséhez a jelen eljárás is hozzá akar járulni.

Az alkatrészek csoportosítása

Többféle csoportosítási eljárás ismert. Egyik eljárás a *metszés módszere* (1. Ábra), mely egyszerű esetekben sikeresen segít felfedezni a lehetséges csoportosítást, de bonyolult esetekben **nehezen alkalmazható**.



A 2. Ábra egy példát mutat a metszés módszerének alkalmazásáról.

		1	2	3	4	5	6	7	8
a	1	0	1	0	0	1	0	0	
b	0	1	0	0	1	0	1	0	
c	0	0	1	1	0	0	0	1	
d	1	0	0	0	0	1	0	0	
e	0	0	0	0	1	0	1	0	
f	1	0	0	0	0	0	0	0	

		1	3	4	6	8	2	5	7
a	1	1	0	1	0	0	0	0	
c	0	1	1	0	1	0	0	0	
d	1	0	0	1	0	0	0	0	
f	1	0	0	0	0	0	0	0	
b	0	0	0	0	0	1	1	1	
e	0	0	0	0	0	0	1	1	

2. Ábra A metszés módszerének alkalmazása egy p=8 és m=6 mátrix esetében

McAuley, javasolta [1] a *hasonlósági együttható* módszerét. Az adott M mátrixot vektorokra bontotta. Legyen két ilyen vektor a következő meghatározású:

$$V_k = [t_{1j} \quad t_{2j} \quad \dots \quad t_{kj} \quad \dots \quad t_{mj}] \quad (1)$$

$$V_l = [t_{1j} \quad t_{2j} \quad \dots \quad t_{lj} \quad \dots \quad t_{mj}] \quad (2)$$

A két, (0-1) elemekből felépített vektor hasonlósági együtthatóját a következő képlettel számítjuk ki:

$$S_{kl} = \sum_{j=1}^p \delta(t_{kj}, t_{lj}) \quad (3)$$

ahol:

$$\delta(t_{kj}, t_{lj}) = \begin{cases} 1 & \text{ha } t_{kj} = t_{lj} \\ 0 & \text{ha } t_{kj} \neq t_{lj} \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{bármely } j=1, 2, \dots, p \text{ és } k, l=1, 2, \dots, m \\ \text{bármely } j=1, 2, \dots, p \text{ és } k, l=1, 2, \dots, m \end{matrix}$$

ahol :

- p - az alkatrésztípusok száma
- m - a műveletek száma

Egy adott $p \times m$ méretű M mátrix esetében (3. ábra), ha az oszlopvektorokat hasonlítjuk össze, akkor a hasonlósági együtthatók mátrixa (4. ábra) $p \times p$ méretű lesz.

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 4 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 3 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 4 & 0 & 0 & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

3. Ábra 5x4-es méretű mátrix

4. Ábra A hasonlósági együtthatók mátrixa

A meghatározott hasonlósági mátrixban a zárt hurkok jelentik az ajánlott csoportosítást, melyeknek a felfedezése nem minden esetben könnyű művelet:

$$X_{13} = X_{31} \quad \text{és} \quad X_{24} = X_{45} = X_{52}$$

Az adott példa esetében az 5. ábrán bemutatott mátrix tartalmazza a javasolt csoportosítást és annak alapján az alkatrészekből a következő két csoportot alkothatunk :

1. csoport $\rightarrow \{1, 3\}$
2. csoport $\rightarrow \{2, 4, 5\}$

A megmunkálásra használt gépekből pedig a következő cellákat alkothatjuk :

1. cella $\rightarrow \{b, d\}$
2. cella $\rightarrow \{a, c\}$

$$M = \begin{array}{cc|cc} 1 & 3 & 2 & 4 & 5 \\ \hline \begin{matrix} b \\ d \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & & \\ \hline \begin{matrix} a \\ c \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} & & \end{array}$$

5. Ábra A hasonlósági együttható módszerének alkalmazása a $p=5$ és $m=4$ mátrix esetében

Kusiak (1987) [2] javasolta az *átlós csoportosítás* módszerét, mely szerint a mátrix átlója mentén alakulnak ki a csoportok, miután az oszlopokat és sorokat megfelelő szabályok szerint felcseréltük. A kialakult csoportok számát előre szabályozni lehet. A 6. ábrán bemutatott mátrix elemeit csoportosíthatjuk úgy is, hogy három csoportja legyen (7. ábra) és úgy is, hogy két csoportot alkossanak (8. ábra).

1	0	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0	1

6. Ábra 8x6-os mátrix

1	1	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	1	1

7. Ábra Három csoportra bontás

1	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	1	1

8. Ábra Két csoportra bontás

Többen tovább fejlesztették ezt a módszert és számítógépes feldolgozásra alkalmazták. Többek között maximálták az elemek számát, melyek a csoporthoz tartoznak, vagy minimálták az elemek számát, melyek a csoportokon kívül esnek [Ventura, Chen, Wu]. Mások előre meghatározták az alsó és felső határokat, melyek korlátozzák az egy csoporthoz tartozó alkatrészek és gépek számát [Hon, Chi]. A csoportosítás hatékonysága [Chandrasekharan, Rajagopalan], vagyis az 1-es elemek jelenléte a csoportokban és a 0-s elemek jelenléte a csoportokon kívül meghatározható a következő képletekkel:

$$\eta = q \eta_1 + (1 - q) \eta_2 \quad (4)$$

ahol:

- η_1 - az adott átló 1-es elemekkel való kitöltésének hatékonysága

$$\eta_1 = \frac{N_1^{in}}{\sum_{k=1}^g m_k p_k} \quad (5)$$

- η_2 - az átlón kívül eső terület 0-val való kitöltésének hatékonysága

$$\eta_2 = \frac{N_0^{ex}}{mp - \sum_{k=1}^g m_k p_k} \quad (6)$$

- q - súlyzó tényező
- m, p, m_k, p_k - a mátrix és a csoportok méretei
- N_1^{in}, N_0^{ex} - az 1-es és a 0-s elemek száma a csoportokon belül vagy kívül
- g - a csoportok száma

A csoportosítás kivitelezése halmazelmélet segítségével

Az adott alkatrészeket, melyeket csoportosítani akarunk és melyeket egy adott M mátrixban ismertnek tekintünk, külön-külön számokkal az alkatrészeket és betűkkel a műveleteket jelöljük, betartva a megfelelő sorrendeket.

A csoportosítást a következő lépésekkel végezzük el:

1. Minden alkatrészt függetlennek tekintünk és a hozzájuk rendelt műveletsort típustechnológiának
2. Azonosítjuk és egyesítjük a technológiailag azonos alkatrészeket
3. Azonosítjuk és egyesítjük a részhalmazokat egy közös technológia alatt
4. Egyesítjük a maradék halmazokat. Először azokat melyeknek több közös elemük van, végül azokat melyeknek kevés vagy egyáltalán nincs közös elemük. Addig végezzük az egyesítést, míg az adott alkatrészek egyetlen csoportot alkotnak.

Minden szinten kiszámítjuk a csoportosítás hatékonyságát:

$$\eta[\%] = \frac{N_1^k}{m_k \cdot p_k} \cdot 100 \quad (7)$$

ahol:

- N_1^k - az 1-es elemek száma a k csoportban
- m_k, p_k - a k csoport méretei

A hatékonyságnak a súlyozott számtani középértéke kiszámítható a következő képlettel:

$$\eta_s = \frac{\sum_{k=1}^g p_k \cdot \eta_k}{p} \quad (8)$$

ahol:

- p_k - a k csoport alkatrészeinek száma
- η_k - a k csoport csoportosítási együtthatója
- g - a csoportok száma
- p - az alkatrészek száma

Ha az alkatrészeket külön-külön típustechnológiával készítjük, akkor a csoportosítás hatékonyságának a felső határát kapjuk ($\eta_{\max}$). Ha pedig az összes alkatrészt egyetlen csoportba tesszük és közös technológiával megmunkáljuk, akkor a csoportosítás hatékonyságának az alsó határát kapjuk ($\eta_{\min}$). A kettő között a csoportosítás hatékonysága változó. Azt a csoportosítást választjuk melynek hatékonyságát megfelelőnek tartjuk az adott megmunkálási körülmények esetében.

A csoportosítási módszer alkalmazása

Adott egy 22 alkatrészt tartalmazó 11 műveletben megmunkálható mátrix [Hon]:

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

A következő halmazokra bontjuk:

$$\begin{aligned} \{1\} &= \{a, d, e, j\} & \{12\} &= \{b, c, f, h, j\} \\ \{2\} &= \{a, d, e, j\} & \{13\} &= \{c, h\} \\ \{3\} &= \{a, d, e, j\} & \{14\} &= \{g, h, i\} \\ \{4\} &= \{g, i, k\} & \{15\} &= \{a, d, e, j\} \\ \{5\} &= \{b, c, f, h, j\} & \{16\} &= \{a, d, e, j\} \\ \{6\} &= \{c, g, h\} & \{17\} &= \{g, h, i, k\} \\ \{7\} &= \{e, j\} & \{18\} &= \{g, h, i, k\} \\ \{8\} &= \{b, f, j\} & \{19\} &= \{b, c, f, h\} \\ \{9\} &= \{g, h, i, k\} & \{20\} &= \{a, d, e\} \\ \{10\} &= \{h, k\} & \{21\} &= \{a, d, e\} \\ \{11\} &= \{b, d, j\} & \{22\} &= \{a, d, e\} \end{aligned}$$

1. A technológiailag azonos alkatrészek csoportosítása :

$$\begin{aligned} \{1, 2, 3, 15, 16\} &= \{a, d, e, j\} & \{7\} &= \{e, j\} & \{11\} &= \{b, d, j\} \\ \{4\} &= \{g, i, k\} & \{8\} &= \{b, f, j\} & \{13\} &= \{c, h\} \\ \{5, 12\} &= \{b, c, f, h, j\} & \{9, 17, 18\} &= \{g, h, i, k\} & \{14\} &= \{g, h, i\} \\ \{6\} &= \{c, g, h\} & \{10\} &= \{h, k\} & \{19\} &= \{b, c, f, h\} \\ & & & & \{20, 21, 22\} &= \{a, d, e\} \end{aligned}$$

A csoportosítás hatékonysága 100 %-os.

2. A részhalmazok azonosítása és egyesítése :

$\{1,2,3,7, 15, 16, 20,21, 22\}=\{a,d, e,j\}$
 $\{4,9, 10, 14, 17, 18\}=\{g,h,i,k\}$
 $\{5,8, 12, 13, 19\}=\{b,c,f,h,j\}$
 $\{6\}=\{c,g,h\}$
 $\{11\}=\{b,d,,j\}$

η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	η_s
86,11 %	83,33 %	76 %	100 %	100 %	84,31 %

3. A halmazok egyesítése :

- a. $\{1, 2, 3, 7, 11, 15, 16, 20, 21, 22\}=\{a, b, d, e, j\}$
 $\{4,6,9, 10, 14, 17, 18\}=\{c,g,h,i,k\}$
 $\{5, 8, 12, 13, 19\}=\{b,c,f,h,j\}$

η_1	η_2	η_3	η_s
68 %	82,14 %	76 %	74,31 %

- b. $\{1, 2, 3, 7, 15, 16, 20, 21, 22\}=\{a, d, e, j\}$
 $\{4,6,9, 10, 14, 17, 18\}=\{c,g,h,i,k\}$
 $\{5,8, 11, 12, 13, 19\}=\{b,c,d,f,h,j\}$

η_1	η_2	η_3	η_s
86,11 %	65,71%	61,11 %	72,80 %

- c. $\{1,2,3,5,7,8, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22\}=\{a, b, c, d, e, f, h,j\}$
 $\{4,6,9, 10, 14, 17, 18\}=\{c,g,h,i,k\}$

η_1	η_2	η_s
44,16 %	65,71 %	51,01 %

- d. $\{1,2,3,7, 11, 15, 16, 20, 21,22\}=\{a,b, d, ej\}$

$\{4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19\}=\{b, c, f, g, h, i, j, k\}$

η_1	η_2	η_s
68 %	43,75 %	54,77 %

- e. $\{1,2, \dots ,22\}=\{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k\}$

η_1	η_s
31,40 %	31,40 %

Következtetés

A bemutatott példát elemezve arra a következtetésre juthatunk, hogy több megoldása is van. Ha három csoportba akarjuk osztályozni az alkatrészeket, akkor a 3.a variáns a legjobb. Ha a két csoportba akarjuk osztályozni akkor a 3.d variáns a legjobb.

Irodalom

1. **Gupta T., Seifoddini H.** : Production data based similarity coefficient for machine-component grouping decisions in the design of a cellular manufacturing system, Int. J. Prod. Res., 1990, Vol. 28, no. 7, p. 1247-1269.

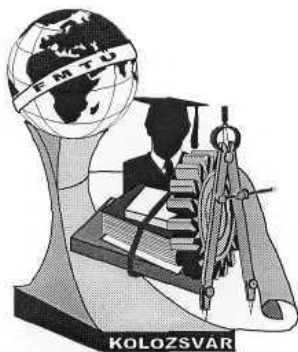
2. **Kusiak A.** : The generalized group technology concept, Int. J. Prod. Res. 1987, Vol. 25, no. 4, p. 561-569.

Prof. dr. Gyenge Csaba

Műszaki Egyetem, Kolozsvár
B-dul Muncii 103-105, RO-3400 Cluj-Napoca
T: 0040-264-415001
E-mail: cgyenge@tcm1.east.utcluj.ro

Mezei Sándor

doktorandus, K.M.E.
Str. Pácii nr. 41, RO-4300 Tg-Mureş
T: 0040-265-214511
E-mail: smezei@fx.ro



FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

VIRTUÁLIS LABORATÓRIUM AZ IPARI METROLÓGIÁBAN

A.Valean, I.Santo, Dr. M.Bulgaru, L.I. Bolboaca

Abstract:

The paper presents some application of the Virtual Reality in Industrial Metrology. The applications have been designed as part of a database. The components have been modeled using ProEngineer, and the simulation has been programmed in VRML using Java scripts. The components can be manipulated using the keyboard and the mouse. The introduction of these virtual instruments in educational activities will lead to a higher level of qualification of the students offering them possibility to use and study these virtual instruments.

1. Bevezetés

Az utóbbi időben a virtuális valóság sokat fejlődött és nagy népszerűségnek örvend. Ez egy olyan technológia, amely megváltoztatja és folyamatosan változtatja elképzelésünket számos gyakorlati alkalmazásokról úgy ipar, mint az orvosi tudomány, az oktatás, a művészet és a szórakoztatási ipar területéről. Manapság léteznek virtuális egyetemek, virtuális irodák, virtuális gyárak, és mindez a virtuális valóság létezésének köszönhető.

2. Általános bemutatás

A virtuális valóság arra vonatkozik, ahhoz hogy a számítógép, megváltoztatja a felhasználó valóságérzékelését azáltal, hogy egy másik valóságot szimulál. A számítógépet arra használjuk, hogy három dimenziós képeket és háromdimenziós kereteket nyújt a felhasználónak ahhoz hogy belépjen és felfedezzen. Végül a virtuális valóság egy realista valóságot sugall, habár ez a valóság fizikailag nem létezik. A képkészítés a virtuális valóságban két fontos tényezőtől áll:

- -a virtuális színhely modelljének megteremtése
- -a virtuális színhely vizualizálása.

3. A Virtual Reality adatbázis

A Kolozsvári Műszaki Egyetemen, a CERMI-nél- a Regionális Ipari Metrológiai központban fejlesztettünk egy programot amely bevezeti a virtuális valóságot a tanításban. Ennek a programnak a részében kifejlesztettük a virtuális valóság alkalmazását az ipari metrológiában. Ezeket az

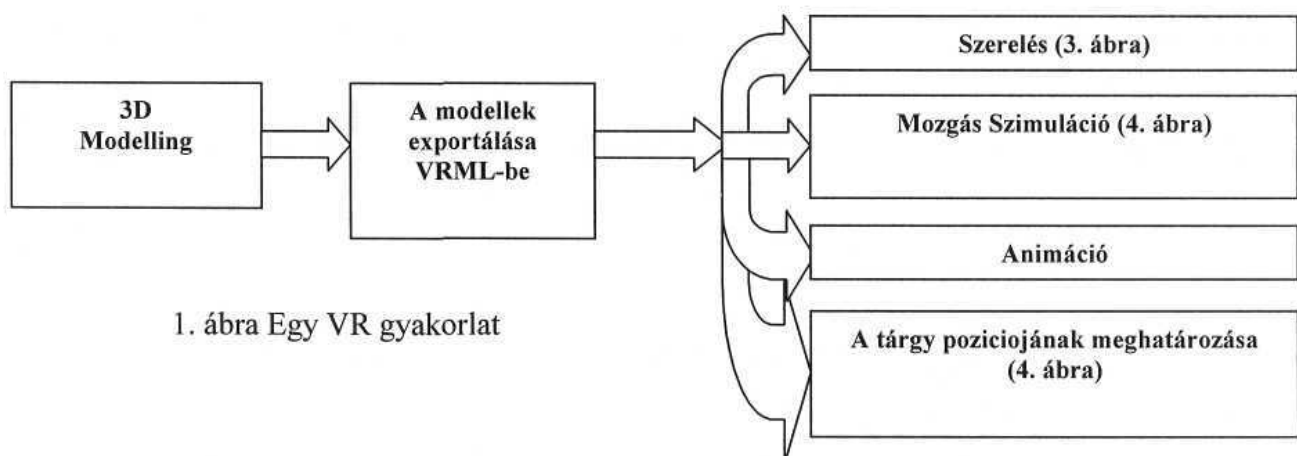
alkalmazásokat egy 3D-modeling-nyelvezet felhasználásával készítettük, amelyek neve VRML-Virtual Reality Modelling Language.

3.1. VRML (Virtual Reality Modeling Language)

A VRML (Virtual Reality Modeling Language), megengedi ezáltal az Internet felhasználóknak hogy kapcsolatba lépjenek a 3D-s környezettel. Azok a programok, amelyek a felhasználásokat megvalósítják, egy szövegszerkesztő segítségével történnek, amely hasonlít a Notepad-hez és a Wordpad-hez. Ennek a neve Vrml-Pad és egy specifikus VRML szövegszerkesztő. Egy VRML fájl magába foglalja egy 3D-s világ leírását "graphical primitives", színek és anyagforma formájában és azt, hogy hogyan kell vizualizálni egy virtuális kamera segítségével. Lehetővé válik a virtuális tárgyak méretének, forgásának megváltoztatására. Mikor egy ilyen fájl a web-en van tárolva, akkor bármelyik felhasználó letöltheti ezt a saját számítógépére. Majd, egy megfelelő kereső segítségével, mind például az Internet Explorer, Netscape, Navigator és egy Cortona vagy Cosmo Player összeköttetésével lehetővé válik az ASCII fájl átváltoztatása 3D-s képpé. A Cortona automatikusan beindul mikor megnyitunk egy olyan fájlt ami Virtuális valóság-világot tartalmaz. Annak köszönhetően, hogy a browser (kereső) navigációs eszközökkel van felszerelve, a felhasználó használatára állhat a virtuális tér felfedezésére.

3.2. VRML alkalmazások és fázisok

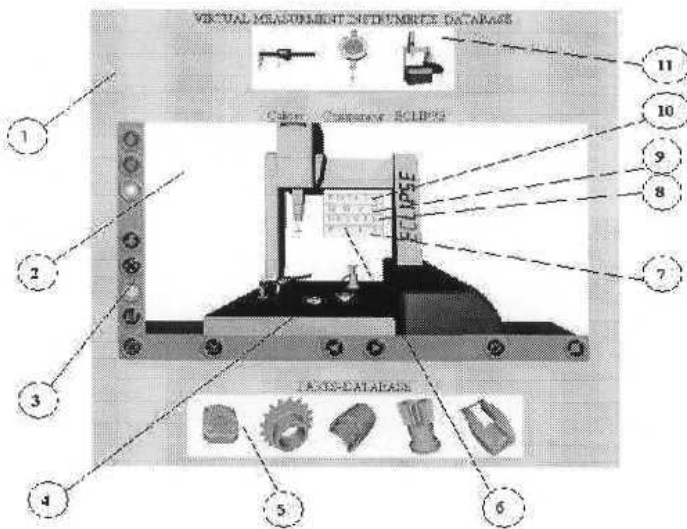
A 1-es számú ábra bemutatja azokat a lépéseket, amelyeket egy VRML alkalmazáshoz használtunk. Az első fázisban megalkottuk a virtuális világban megjelenő tárgyak 3D-s modelljét. Ezt megtehetjük a VRML-ben vagy egy 3D-s modelling software segítségével (SolidWorks, ProEngineer). Az 5 számú ábra bemutatja egyenként a lépéseket a virtuális CMM (Coordinating Measuring Machine - Koordinátákban mérő gép) komponensei közül, amely Pro Engineer-ben készült.



1. ábra Egy VR gyakorlat

3.3. A VRML adatbázis. Virtuális eszközök és komponensek

Az adatbázis egy HTML applikáció formájában készült. A HTML ablak egy munka felületet foglal magába, amelyben, az egér segítségével tudjuk mozgatni a virtuális mérési eszközöket és annak részeit a meglévő két adatbázisból. Ennek az applikációnak komponenseit a 2 számú ábra mutatja be:



2. ábra Virtual Laboratory for Industrial Metrology

1. HTML ablak, mely összeköti a virtuális helyszínt és az alkotó tárgyakat;
2. 3D-s ablak;
3. Cortona navigációs toolbar;
4. Virtuális rész;
5. Adatbázis, mely tartalmazza a méréshez szükséges virtuális részeket.

Egy Drap Sensor-t használva, az adatbázis komponenseit (alkotóelemeit) be lehet hozni a 3D ablakba, a virtuális koordinátákban mérő gép asztalára.

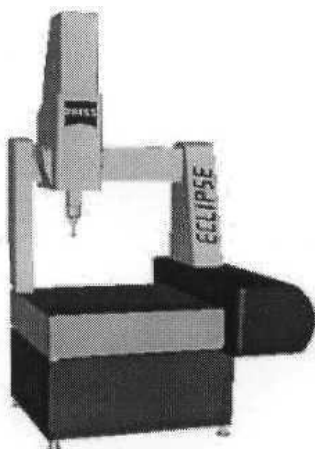
6. A menü amelyet arra használnak, hogy kapcsolatot teremtsen a alkatrészekkel, melyek a gép asztalán vannak. Aktiválni

tudjuk ezt a menüt a nyíl és a alkatrész kapcsolatteremtésével és ezt a kapcsolatot egy touchSensor érzékeli. Ez a menü a következő lehetőségeket kínálja:

7. Exit - megengedi a felhasználónak a kilépést;
8. Delete - megengedi a felhasználónak hogy eltávolítsa a mért alkatrészeket a gép asztaláról;
9. Move - megengedi a felhasználónak hogy mozgathassa a részt egy felületen (ebben az esetben az asztal felületen)
10. Rotate - megengedi a felhasználónak hogy forgathassa a részt a saját Z- tengelye körül;
11. Az adatbázis, amely virtuális mérőeszközöket tartalmaz: (Caliper, PrecisionDial, Comparator, Coordinate Measuring Machine). Ezek a virtuális eszközök mozgathatók a menüben.

3.4. A virtuális koordináta mérő műszer

Mintául a Zeiss által készített ECLIPSE (3 .ábra) koordináta - mérő műszert használtuk. Első lépésként megalkottuk a koordináta mérő műszer 3D-s modelljét felhasználva a Pro Engineer 3D-s



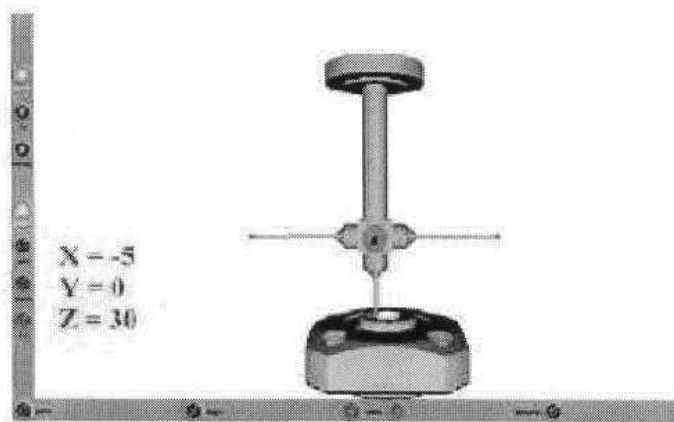
3. ábra. Virtuális koordináta mérőgép

tervezési szoftvert. Felépítettük a műszert, figyelembe véve azt, hogy egyes alkatrészek mozgathatóak. Ezek után a műszer virtuális komponenseit átvittük VRML-be, ahol egy koordináló program segítségével össze lettek kötve. Következő lépésként megvalósítottuk a komponensek mozgását. A virtuális műszert a billentyűkel irányítjuk, egy szenzor segítségével (Kbd Szenzor). Ez a szenzor a parancsokat a billentyűzeten keresztül kapja és a Java Script segítségével átalakítja ezeket a parancsokat a virtuális műszer mobil komponenseinek mozgásával.

A Cortona szoftver nyújtotta szenzorok fontos szerepet játszanak az interaktív alkalmazás létrejöttében.

3.5 Az ütközés-érzékelés

Ahhoz, hogy létrehozzuk a mérési feltételeket a szimuláló alkalmazást, megoldottuk az ütközés-érzékelés problémáját a műszer orsója és az alkatrész között (4. ábra).



4. ábra Ütközés érzékelés

Az ütközés érzékelés lépései:

- - ha a „Collide” mező TRUE (igaz), akkor az ütközésérzékelés meg lesz valósítva és a tárgyak szilárdnak mutatkoznak;
 - - ha „FALSE” (hamis) akkor a tárgyak ütközése a menüben érzékelhető;
- - mi egy Java Script-et használtunk ahhoz hogy, mozgathassuk és kiszámítsuk az orsó (spindle) pozícióját a 3D-s világban.
 - - ugyancsak Java Script-ben használtuk a "collide"-ot, hogy érzékeljük az ütközést ezáltal,
 - összehasonlítjuk az orsó pozícióját „spindle” a mérendő tárgy pozíciójával. Ha a két pozíció azonos volt, akkor a Java Script megállította az orsó lefordítását.

4. Összefoglalás

A virtuális valóság bevezetése a tanítási tevékenységbe a diákok magasabb szintű képzsét szolgálja, mindegyiküknek lehetősége nyílik a virtuális műszerek használatára és tanulmányozására. A virtuális segítségével és felhasználásával tanulmányozhatjuk és szimulálhatjuk a különböző dolgozók környezetében történő méréseket.

Bármely Internet felhasználó igénybe veheti a virtuális mérési műszereket.

Irodalomjegyzék:

1. <http://www.parallelgraphics.com>

A. Valean, I. Santo hallgatók, Konzulensek: Dr.Ing. M.Bulgaru, Ing. L.I. Bolboaca

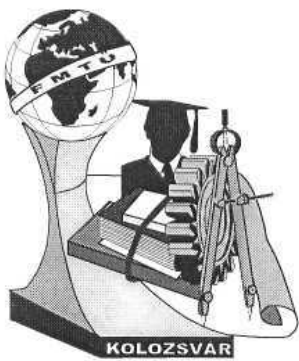
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépgyártástechnológia tanszék,

B-dul Muncii 103-105; RO-3400 Cluj-Napoca,

E-mail: valeanadi@hotmail.com, santo.ion@personal.ro; bulgaru@zeus.east.utcluj.ro;

llucianabolboaca@yahoo.com.

Tel/Fax:+40-(0)264-415467



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A GÉPKOCSIGYÁRTÁS TÖRTÉNETE ROMÁNIÁBAN

Varga András, Dr. Gyenge Csaba

Abstract

Unfortunately, the history of Románián automobiles is not too long. Most Romanians consider DACIA car as being the first automobilé ever produced in Románia. Somé of them know that at the end of the '30s in Bucharest were assembled Ford automobiles. Yet, only a few know that almost 90 years ago, in 1908, at Arad was set up the factory of automobiles MARTA.

Románia has been one of the first countries in the world to introduce the automobilé intő traffic, since the very beginning of its construction.

Összefoglaló

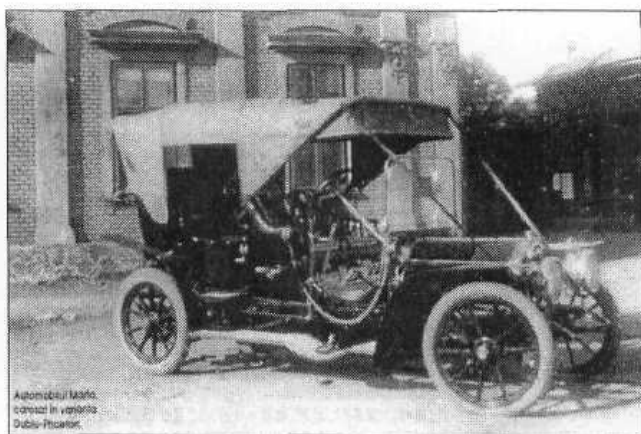
Sajnos a romániai autógyártásnak nincsen hosszú története. A legtöbben a DACIA-át ismerik mint az első Romániában gyártott gépkocsit, egyesek azt tudják, hogy a 30-as évek végén Bukarestben Ford szerelési üzem működött. De azt viszont kevesen tudják, hogy ezelőtt több mint 90 évvel, 1908-ban létesült Aradon a MARTA gépkocsi gyár.

Ami viszont tudnivaló az, hogy Románia az első országok között van a világon akik gépkocsikat vezettek be a forgalomba már ezek korai gyártásának idejéből.

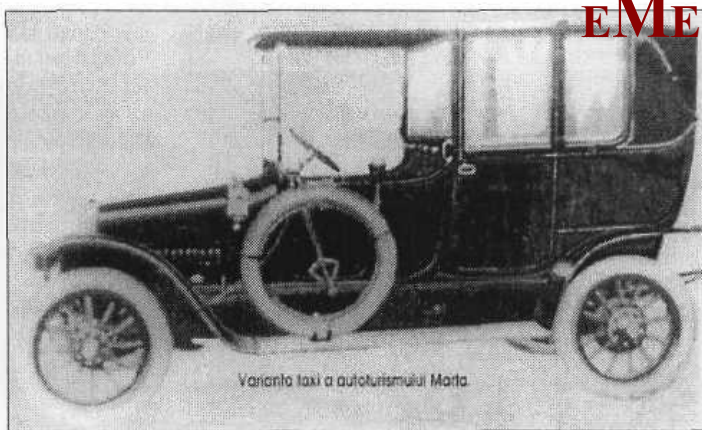
1. A MARTA GÉPKOCSIGYÁRTÁS

Az aradi bíróság kérésére, amely autóbuszokkal akarta ellátni a várost, a Le Havre-i Westinghouse francia cég pozitívan válaszolt és egy gyárnak az építését vállalta Aradon a bíróság által adott területre. Így született meg a Magyar Automobil Részvénytársaság Arad (MARTA), mint a Westinghouse cég fiókja. Az épületek építése és a gépek beszerelése hamar történt, úgy, hogy már egy évvel később 1909-ben a gyártás beindult. A különböző emeletes vagy emelet nélküli autóbuszokon kívül, teherkocsikat és mozdony motorokat is gyártottak.

A MARTA-nál 1910-ben kezdődött a különböző karosszériás gépkocsik gyártása: Dublu-Phaeton, Landolet (1. ábra), Limuzin, stb.



1. ábra MARTA gépkocsi Dublu-Phaeton karosszériás változata



2. ábra A MARTA gépkocsi TAXI változata

A beépített motorok 4 hengeres 20,30 vagy 40 lóerőt fejlesztettek. A 20 és 30 lóerős gépkocsik kardános áttétellel működtek, a 40 lóerősök pedig láncos áttétellel. Persze az összes gépkocsik Westinghouse licenc alatt voltak gyártva.

Körülbelül 150 gépkocsi volt gyártva 1912-ig amikor a Westinghouse cég csődbe ment. A MARTA cég jövője nem lett kitűnő de szerencsére az Austro-Daimler osztrák cég megmentette. Ez átvette a MARTA céget és átrendezte a gyártást, új gépkocsi modelleket gyártva Austro-Daimler licenc alatt. Ezek már kisebb modellek 4 hengeres, 2,5 literes, 18/22 lóerővel. Ezeket főképpen taxinak használták a közép-európai országokban (2. ábra). 1936-ban Aradon még közlekedésben volt egy MARTA taxi amelynek tulajdonosa több mint 1 millió kilométerrel dicsekedett.

Persze, hogy a tehergépkocsik is, 1912 után már Austro-Daimler licenccel voltak gyártva a közismert hármass csillagot viselve (3. ábra).



3. ábra Az Austro-Daimler licenccel gyártott tehergépkocsik

Az első világháború kezdetéig, 1914-ig körülbelül 650 gépkocsi és autóbusz lett gyártva. 1915-1918 között a MARTA gyárban már csak repülőgép motorokat gyártottak. A háború miatt a gyártás a MARTA-nál szervezetlenné válik és a viszonyok a volt patrónussal megromlanak. Ezekben a

viszonyokban jön létre az ASTRA társulat és az első román vagon és motor gyár. Ez a **EME** vagongyár és a Marta egyesülésével született. Az ASTRA társulatban, a MARTA gyár a *Motorgyár* nevet kapta. Itten teherszállító kocsikat, autóbuszokat, gépkocsikat, benzinnel vagy gázzal ellátott motorokat, precíziós gépeket és repülőgépeket gyártottak. Az itten gyártott *Astra-Porto* felismerő repülőgép amely Stefan Protopopescu mérnök terve után volt gyártva, 300 lóerős Hispano-Suiza motorral volt ellátva és nagy elismerésnek örvendett a román katonaság részéről amely 25 darabot rendelt meg.

Ami az ASTRA gépkocsikat illeti a legsikeresebbek a teherszállító kocsik és az autóbuszok voltak, a személygépkocsikat pedig csak rendelésre gyártották, ezek luxusmodellje 4 hengeres, 8000cm³-ös és 60 lóerős volt. 1926-ban a gépkocsigyártás teljesen leáll Aradon, a gyárat bezárják és az összes gépeket Brassóba szállítják ahol a Román Légi Vállalat létesült.

2. A MARTA GÉPKOCSITÓL A MAI DACIA-IG

2.1 Történelmi különlegességek és tudnivalók

- * A Bukaresti Műszaki Múzeumban az egyike annak a gőzmeghajtással ellátott teherszállító gépkocsinak példánya van kirakva, amely a fővárosban már 1895-ben volt forgalomban.
- * 1898-ban jelent meg Bukarestben az első amerikai *Oldsmobile* gépkocsi egyik példánya, alig egy évvel miután E.R. Olds a gépkocsit kezdte műhelyében gyártani.

A 4. ábra a hajdani Bukarestet ábrázolja.



4. ábra Bukaresti emlékkép

- * 1900-ban van beiktatva a Bukaresti bíróságon az 1-es számrendszerű gépkocsi, Liege belgiumi városban gyártott 15 lóerős Penhard amely egy fajta „*Cabrio*” hintó volt.

- * 1904-ben egy pár gépkocsi tulajdonos a Román Gépkocsi Társulatot (Automobil Clubul Român-ACR) létesíti, társulat ami a mai nap is létezik. Abban az évben több 60 gépkocsi volt a forgalomban, úgynevezett *"ló nélküli hintók"*. A társulat születésének évében az első gépkocsi verseny is volt megtartva, Bukarest és Giurgiu városok között.
- * 1906-ig 150 gépkocsi volt Romániába importálva, hogy majd 1907-ben már 233-ra növekedjen, 1909-ben 447-re és 1912-ben 850-re emelkedjen ezeknek száma. A legelterjedtebb a Mercedes, Panhard és Dion-Bouton márkák voltak.
- * 1918 után már növekedett a hazai gépkocsik száma és újabb különböző márkájú gépkocsi jelent meg: Renault, Fiat, Ford, Chevrolet, General Motors képviselőinek köszönhetően.
- * 1922 után az import növekedett és 1926-ban Romániában már több mint 11.300 gépkocsi volt forgalomban.
- * 1936-1939 közötti években a gépkocsik száma 25876 volt, de sokkal alacsonyabb mint a nyugati országokban.

2.2 Más Romániai gépkocsi gyártók

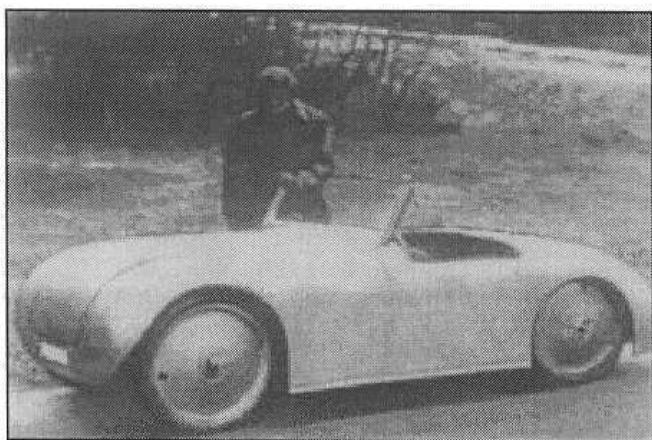
- * 1880-ban Dimitrie Vasescu román gyártó amikor még 20 éves egyetemista volt a Párizsi Ecole Central-ban, saját elképzeléséből és befektetéséből gyártott egy gőzmeghajtásos gépkocsit amit több évig lehetett a Párizsi utcákon.



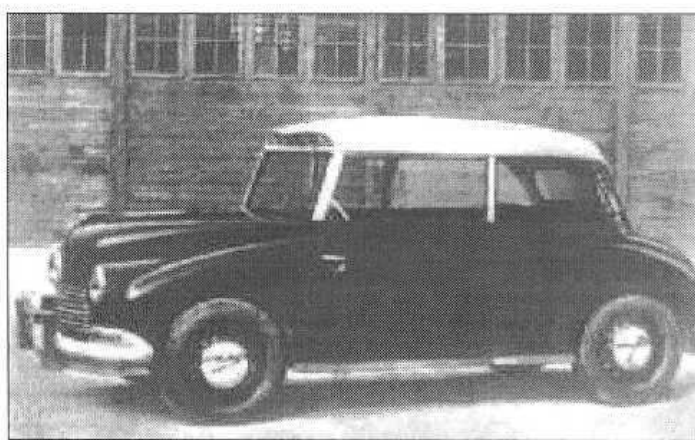
5. ábra Az 1924-ben szabadalmazott gépkocsi

- Aurél Persu volt az első azok szakértők között akik az aerodinamikus karosszériák használatát tudományozták, ezt már 1920-ban kutatta. Már 1923-ben gyártotta az első aerodinamikus karosszériás gépkocsit amelyet 1924 szeptember 19-én Németországban szabadalmazta (5. ábra).
- 1935-ben a Bukaresti Ford üzem kezdte szerelni a Ford 193-as gépkocsikat, amelyek 60 lóerős motorral voltak ellátva, később más modelleket is gyártva.
- 1945-ben Radu Manicatide mérnök egy M.R. 1945 típusú mini gépkocsit gyártott egy 2 hengeres áttevezett motorbicikli motorból amely 11.5 lóerőt fejlesztett és aerodinamikus és tetőtlen karosszériával volt ellátva (6. ábra).
- 1946-ban volt gyártva egy Malaxa nevezetű 6 személyes gépkocsi prototípusa, amely egy 3 hengeres motorral 30 lóerőt fejlesztett és a 120 km/h sebességet érhetette el (7. ábra).

- 1947-ben a Brassói üzemekben Radu Mardarascu vezetése alatt egy 4 hengeres, 45 lóerőt fejlesztő gépkocsi volt gyártva, amely a 124 km/h sebességet érte el.
- 1965-ben kezdődött el Bukarestben az ITB vállalatnál az autóbusz és később majd a trolibusz gyártás.
- 1968-ban volt felavatva a Pitesti-Colibas-i üzem ahol a Dacia 1100 gépkocsik (7. ábra) szériagyártása kezdődött, ahol később az 1300, 1310, Nova, SperNova (2000), Solenza (2003) modelleket gyártják.
- 1957-ben kezdődött Cámpulung Muscel-on az ARO televjárok gyártása (8. ábra) és Brassóban a ZIS majd később MAN licenc alatt a teherkocsik gyártása.
- 1982-ben kezdődött el Craiován az Olcitit gépkocsi gyártása Citroen licenc alatt amely 1995-ig tartott. A volt Craiovai gyár ma már a Daewoo gépkocsikat gyártja.



6. ábra Az M.R. 1945 típusú mini gépkocsi



7. ábra Az 1946-ban gyártott Malaxaprototípus



7. ábra A DACIA 1100-as gépkocsi



8. ábra Az ARO televjáró



9. ábra Justin Capra mini gépkocsija

* Justin Capra több egyedi gépkocsit gyártott, egy repülő sugárhajtásos járműt szabadalmazott még az amerikaiak előtt és több mini-motorbiciklit és -gépkocsit gyártott. Híres, az általa gyártott alacsony fogyasztású gépkocsikért és éppen egy anti-gravitációs járművet gyártott amelynek súlya 30%-al csökkent. Sokan ismerik az általa gyártott mini-

gépkocsit amellyel 3 literes fogyasztással 409 kilométert tett meg Bukarestből Iasi-ba (9. ábra). **EME**

Ma Romániában 4 gépkocsi gyártó cég működik: a Pitești-i DACIA-RENAULT, a Craiova-i DAEWOO-AUTOMOBILE, a Câmpulung-Muscel-i ARO és a Brassóban tehergépkocsikat gyártó ROMAN.

3. IRODALOMJEGYZÉK

*** <http://www.cimec.ro/Muzee/auto/auto.htm>

*** <http://www.geocities.com/valibradateanu>

*** http://www.autoparc.ro/InfoAuto/istorie_main.php

Varga András, Ph.D. hallgató

Dr. Gyenge Csaba, tszv. egy. tanár

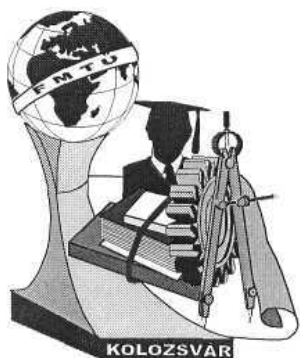
KOLOZSVÁRI MŰSZAKI EGYETEM

Gépgyártás Technológia tanszék

B-dul Muncii 103-105, RO-3400 Cluj-Napoca

Tel./Fax: (+40) 264 415001

e-mail: andrei@tcml.east.utcluj.ro, cgyenge@tcml.east.utcluj.ro



EME *FIATAL MŰSZAKIAK* *TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA*

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A Fe-C-Mo SZINTERELT ANYAGOK SEM / EDS VIZSGÁLATA

Zsók János Csaba, Dr. Pálfalvi Attila

1. Összefoglaló

A dolgozat a szintereit alkatrészek pásztázó elektronmikroszkóp - SEM - mel való vizsgálatát, illetve az EDS-energiadiszperzív röntgenanalízis metodológiáját tárgyalja. Az EDS segítségével meghatározzuk az 1120 °C-on, illetve 1260 °C-on szintereit Fe-C-Mo alkatrészek koncentráció-térképeit, vagyis külön kivetítjük a Fe, illetve a Mo fázistérképeit.

2. Bevezető

A pásztázó elektronmikroszkóp olyan berendezés, amelyben jól fókuszált elektronnyalábbal végigpásztázzuk a vákuumban levő minta felületét és a mintából kilépő szekunder elektronokkal (vagy a mintából származó egyéb jelekkel, mint például visszaszórt elektronok) leképezzük a minta felszínét oly módon, hogy a mikroszkóp elektronnyalábjával szinkron működő katódsugárcső fényintenzitását a mintáról kapott jelel moduláljuk.

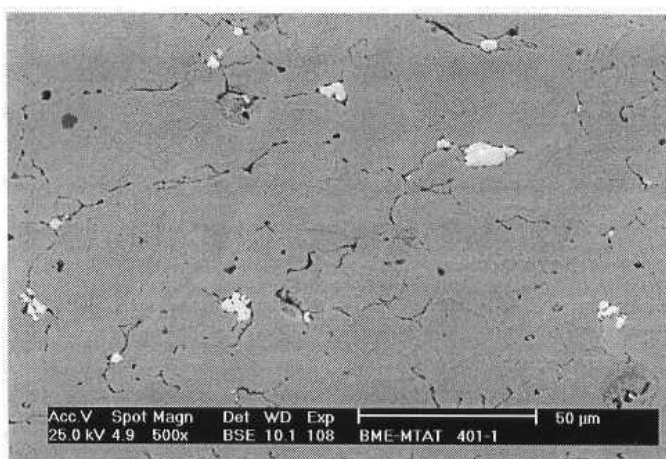
Jelen tanulmányban a pásztázó elektronmikroszkóp névvel a reflexiós üzemmódban, általában 25-30 KV gyorsítófeszültséggel dolgozó elektronmikroszkópokat illetjük. A nagyobb gyorsítófeszültségen dolgozó pásztázó elektronmikroszkópok, amelyek rendszerint vékony minták vizsgálatára szolgálnak, pásztázó transzmissziós elektronmikroszkóp elnevezéssel kerülnek tárgyalásra.

A pásztázó elektronmikroszkóp segítségével olyan plasztikus képek nyerhetők, amelyekhez hasonlót sem fénymikroszkóppal sem pedig transzmissziós elektronmikroszkóppal nem lehet előállítani. Kis nagyítások esetén a pásztázó elektronmikroszkóp mélységélessége elérheti a 3-4 mm-t is, szemben a fénymikroszkóp 1-10 μm -es mélységélességével. Nemcsak a mélységélesség, de a felbontóképesség tekintetében is a pásztázó elektronmikroszkóp javára billen a mérleg. Az átlagosnak mondható 5 nm-es felbontás a pásztázó elektronmikroszkóp szekunder üzemmódjában lényegesen jobb, mint a fénymikroszkóp 100-200 nm-es felbontóképessége.

3. Szekunder (SE) és visszaszórt (BSE) elektronkép

A pásztázó elektronmikroszkópban a gyorsított és fókuszált elektronnyaláb a minta (vizsgált alkatrész) anyagával kölcsönhatásban, egy úgynevezett gerjesztési térfogatban, egy sor az anyagra jellemző jelet hoz létre. Az 50 eV-nál kisebb energiájú elektronokat szekunder elektronoknak nevezik. Ezek nagyrésze onnan származik, hogy a besugárzó elektronnyaláb a minta atomjaival kölcsönhatásba lépve, leszakítja azok külső elektronhéjain leglazábban kötött elektronokat, a másik részét viszont kisenergiájú visszaszórt elektronok alkotják.

A szekunder elektronok a mintáról topográfiai információt hordoznak (2.ábra) és velük készíthetjük a legjobb felbontású képet, tekintettel arra, hogy kis energiájuk miatt kisebb mintafelületről származnak, mint a többi jel.



1.ábra Fe-C-Mo minta visszaszórt elektronokból formált SEM képe



2.ábra Fe-C-Mo minta szekunder elektronokból formált SEM képe

A minta felszínét elhagyó 50 eV-nál nagyobb energiájú elektronok tartoznak a visszaszórt elektronok csoportjába.. Szemben a szekunder elektronokkal, a felszíni geometriai (topográfiai) információkon kívül kémiai összetételi (kompozíciós) információt is hordoznak magukban (1.ábra). Ez teszi a visszaszórt elektronokat az elektronsugaras mikroanalízis fontos segédeszközüvé. Ugyanis könnyebben ki tudjuk választani a szükséges terepet mikroelemzésre, ha előtte visszaszórt elektronképet készítünk a mintáról.

4. A kísérlet feltételei és a mintaelőkészítés elektronmikroszkópos vizsgálatra

A minták előállításához DP200-as hazai vasport használtunk amelyet az 1 .táblázatban feltüntetett összetétel szerint szénporral, illetve molibdénporral kevertünk. A keverék homogénizálásához 0,5% cinksztearátot használtunk. A fémporokat 600 MPa-on tömörítettük, majd a szintén az 1. táblázatban leírtak szerint, a kolozsvári Sinterom Rt.-ben 1120 °C - on a

szállítoszalagos ipari kemencében, illetve 1260 °C - on laboratóriumi csőkemecében szintereltük.

1. Táblázat A szinterelt anyagok összetétele

Az alapvaspor elnevezése	Adagolt porok		Szinterelési hőmérséklet	Szinterelési idő	Védőatmoszféra
	C (%)	Mo (%)			
DP200	0,5	0,85	1120 °C	30 perc	endogáz
DP200	0,5	0,85	1260 °C	30 perc	hidrogén

A kvantitatív SEM, illetve EDS analízishez az analizálandó minta felületének síknak és simának kell lennie. Ezért a mintát, ha önmagában nem kezelhető, beágyazzuk, csiszoljuk majd polírozzuk.

A szinterelt mintáink beágyazásához hőre keményedő anyagot, illetve epoxigyantát használtunk. Beöntő formaként vettünk egy olyan átmérőjű és magasságú csövet, amely a mintatartóba beleillik. A mintát a vizsgálandó lapjával lefele fordítva rátettük egy üveglapra, rátettük az öntőformát, majd ráöntöttük a folyékony beágyazó anyagot.

A csiszolást illetve a polírozást a következőképpen végeztük:

- csiszolás 120, 280, 360, illetve 500-as dörzspapírral,
- polírozás az alumíniumoxid vizes szuszpenziója segítségével,
- felületi kezelés 2%-os nital oldattal.

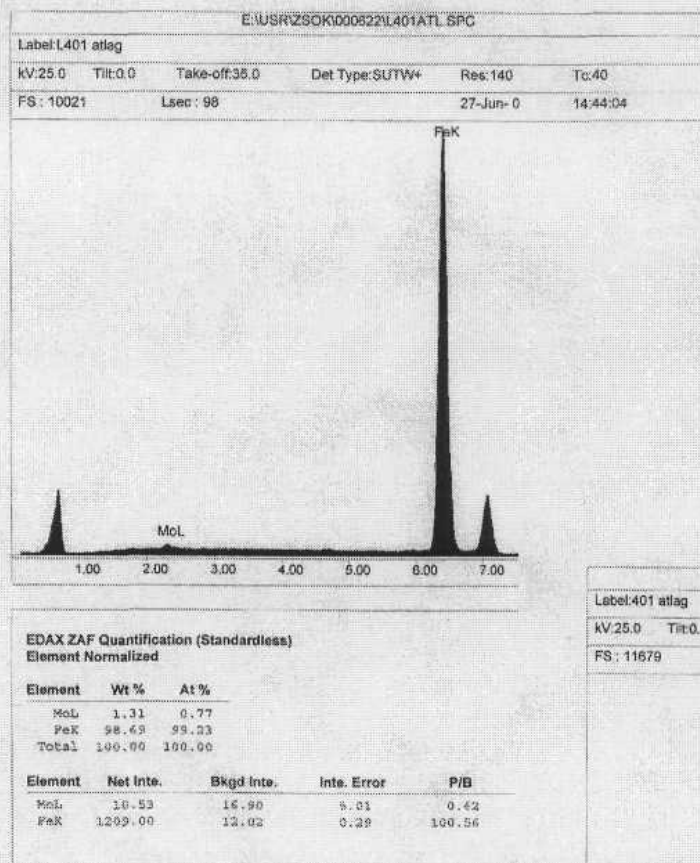
5. Energiadiszerziv röntgenanalízis (EDS)

A beeső elektronnyaláb hatására keletkező karakterisztikus röntgensugárzást energia szerint felbontva az energidiszerziv röntgenspektrumokhoz jutunk. A felbontást egy lítiummal adalékolt Si-detektorral végezzük. Az egyes elemek relatív koncentrációját a hozzájuk tartozó görbék alatti területek arányaiból számíthatjuk ki.

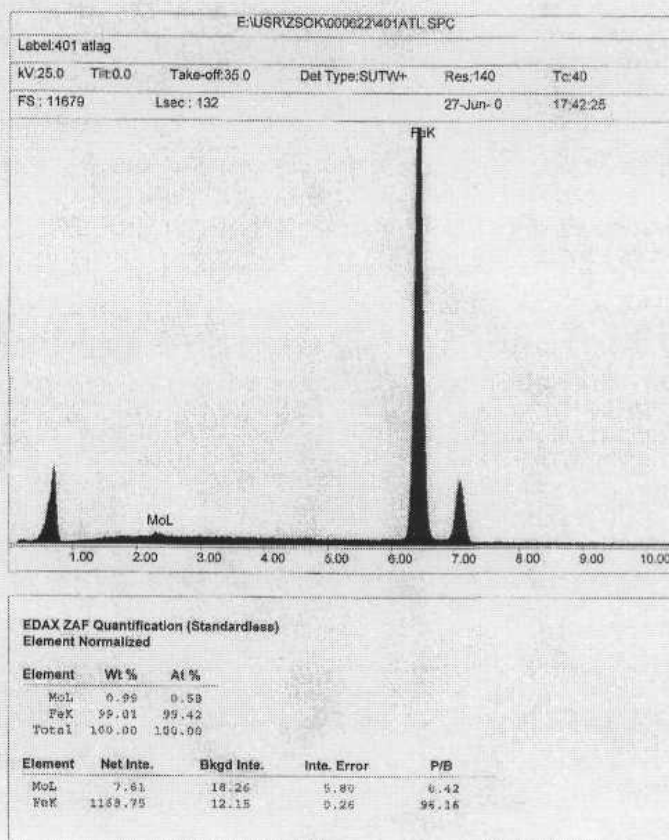
Az EDS legnagyobb előnye, hogy a minta egy tetszőlegesen kiválasztott területének, esetleg egyetlen pontjának az összetételét meghatározhatjuk.

A.) Pont illetve területelemzés: meghatározhatjuk a minta egyetlen pontjának, illetve területének az összetételét.

A 6. ábrán egy Fe-C-Mo 1120 °C-on szinterelt minta SEM felvétele, és a 3. ábrán a minta felületén végzett EDS területanalízis eredménye látható. A 9. ábrán látható egy Fe-C-Mo 1260 °C-on szinterelt minta SEM felvétele, és a 4. ábrán a minta felületén végzett EDS területanalízis eredménye. Tehát amint az EDS eredmények is mutatják 1120 °C-os szinterelés esetében: 98,69% Fe és 1,31%Mo, illetve 1260 °C-os szinterelés esetében 99,01% Fe és 0,99%Mo azt bizonyítja, hogy a molibdénnek a vasban való diffúziója nagyon gyors és ez a szinterelési hőmérséklettel nő. A szénnek az ötvöztetett acél anyagában való diffúzióját nagyban elősegíti a molibdén jelenléte.

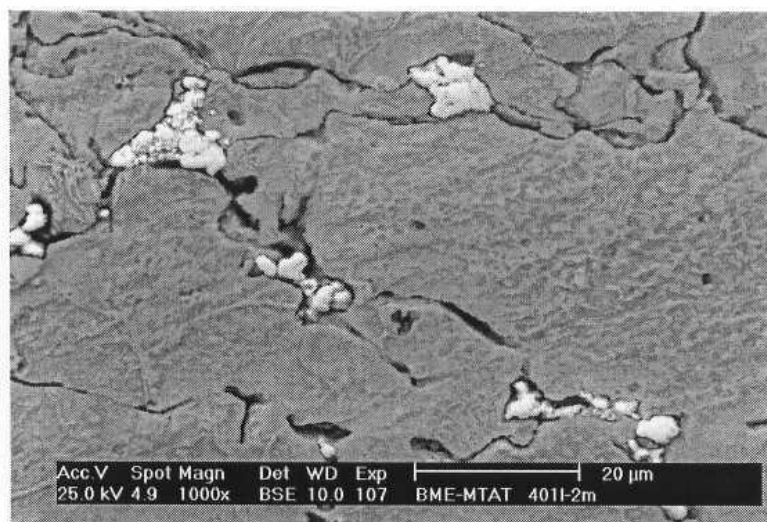


3.ábra EDS elemzés az 1120 °C-on szinterelt minta felületén

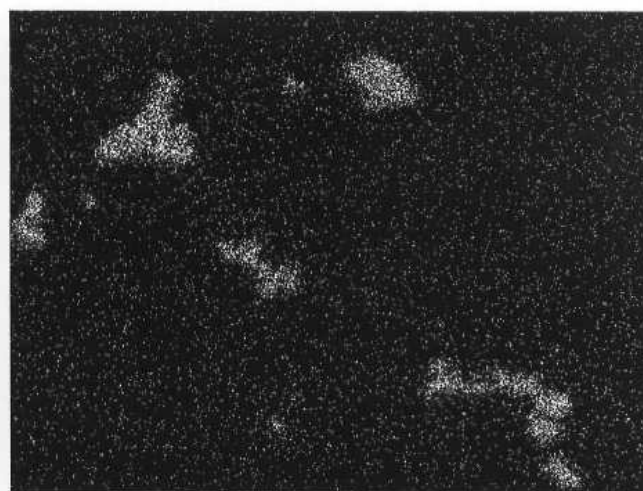
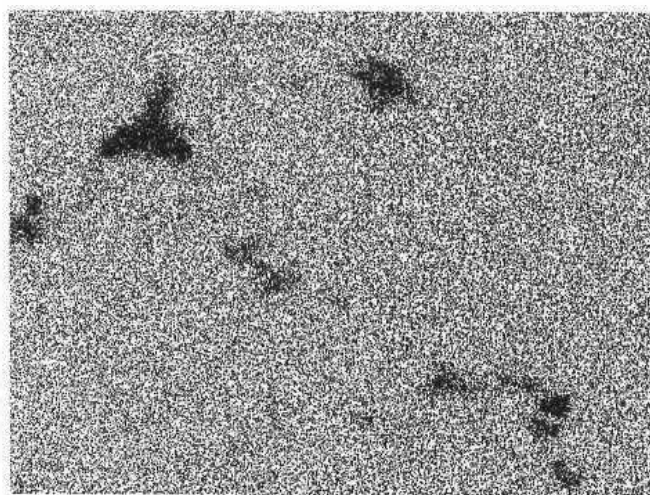


4.ábra EDS elemzés az 1260 °C-on szinterelt minta felületén

B.) *Térképanalízis.* Ha minden egyes mintapontban végrehajtunk egy EDS pontelemzést, akkor lehetséges az úgynevezett koncentráció-térképek elkészítése, amellyel kimutathatók a diffúzió méreteke illetve a helyi dusulások.



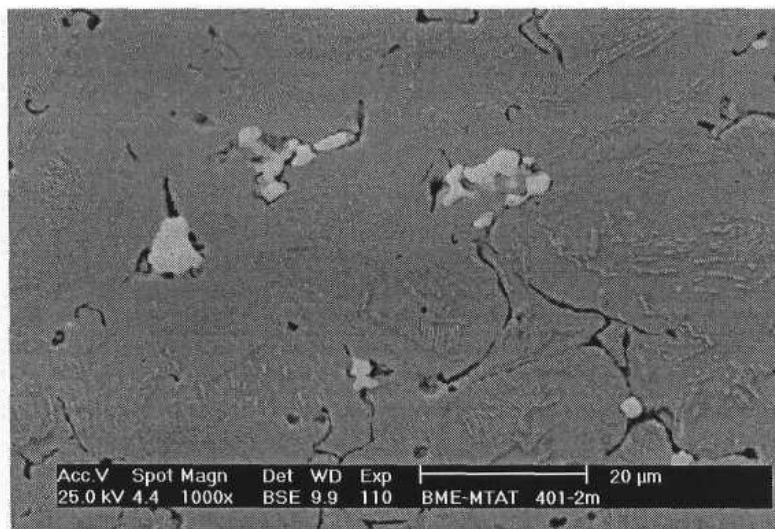
6.ábra Fe-C-Mo ötvözet SEM képe, 1120°C-os szinterelés



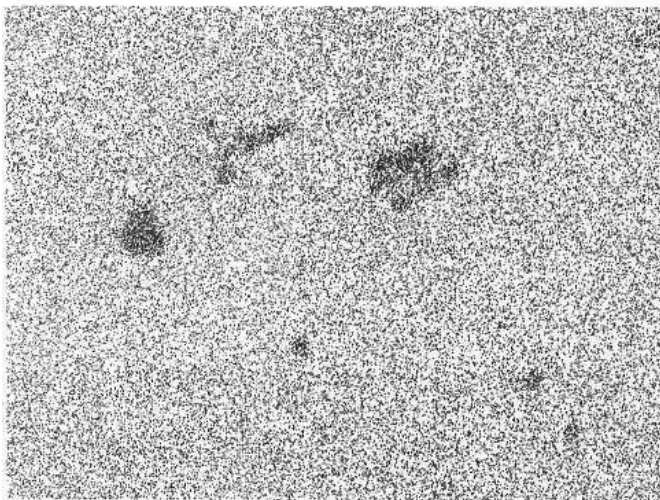
7.ábra A vas fázistérképe, 1120 °C-os szinterelés 8.ábra A molibdén fázistérképe, 1120 °C-os szinterelés

Egy a Budapesti Műszaki Egyetemen alkalmazott módszer segítségével, sikerült a Fe-C-Mo ötvözet elemeit különböztetni, és ezáltal külön csak a vas, illetve a molibdén fázis eloszlásait feltérképezni. Tehát a 6-os ábrán levő 1120 °C-on szintereit minta vas, illetve molibdén fáziseloszlásai a 7. és a 8. ábrán , illetve a 9-es ábrán levő 1260 °C-on szintereit minta vas, illetve molibdén fáziseloszlásai a 10. és 11. ábrán vannak feltüntetve. A HTS, illetve a magas hőmérsékleten való szinterelés esetében a minta ötvöző elemeinek diffúziója egyenletesebb és a struktúrája homogénebb mint az 1120 °C-on szintereit minták esetében .

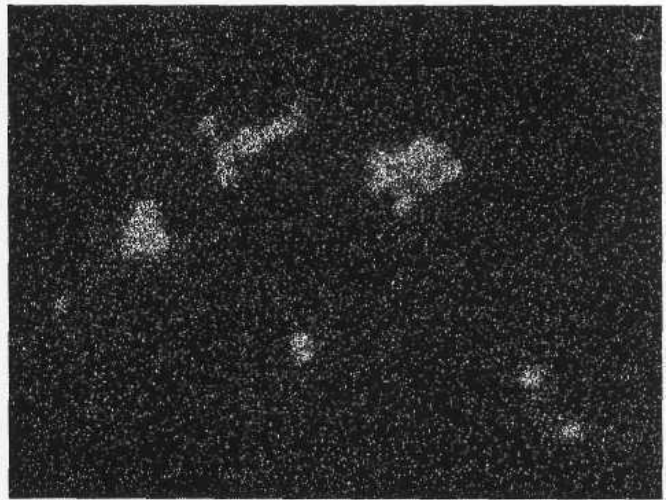
A molibdénnek nagyon fontos szerepe van az ausztenit átalakulásában a mintadarabok szabadon végbement lehűlésénél, ugyanis egy bizonyos koncentráció túllépése esetén ez meggátolja a perlit kialakulását, amely a bénit kialakulásához vezet. A 0,5%-os szén esetében csak 0,5-0,6% molibdén alatt találunk ferrit-perlit struktúrát, ezen mennyiség fölött a bénit kialakulása jellemző, amely magas szilárságot biztosít az anyagoknak.



9.ábra Fe-C-Mo ötvözet SEM képe, 1260 °C-os szinterelés



10.ábra A Fe fázistérképe, 1260 °C-os szinterelés



11.ábra A Mo fázistérképe, 1260 °C-os szinterelés

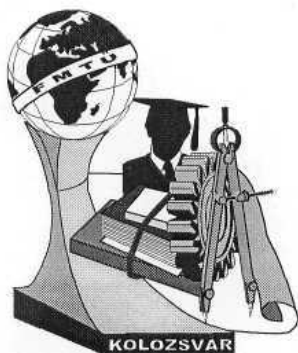
A fentebb említett módszerek (SEM, EDS) segítségével lehetőség nyílik az anyagtudományban új mikroelemzések elvégzésére.

Külön köszönetünket fejezzük ki a BME - Mechanikai és Anyagtechnológia Tanszékének a kísérleti vizsgálatok elvégzéséhez nyújtott támogatásért.

Szakirodalom:

1. Pozsgai Imre, A pásztázó elektronmikroszkópia és elektronsugaras mikroanalízis alapjai, Budapest, 1994.
2. * * * Pásztázó elektronmikroszkópia - gyakorlati útmutató, a BME - Mechanikai Technológia és Anyagszerkezet-tani Intézetének kiadásában.
3. Zsók János Csaba, Cercetari experimentale legate de obtinerea unor materiale sinterizate feroase slab aliate pentru industria constructiilor de masini, UTCN, 1999.

Zsók János Csaba, okleveles gépészmérnök, doktorandusz Kolozsvári Műszaki Egyetem
Munkahelyi cím: SC Draexlmaier Románia Kft., Satu Maré, str.Vulturului Nr.34, RO-3900, Tel: 0261-706116,
Otthoni cím: Satu Maré str.Avram Iancu Nr.52, RO-3900, Tel. 0261-737824



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A LÉGSZENNYEZÉS HATÁSA A MEZŐGAZDASÁGI KULTÚRÁKRA

Bringye Bernadett, Pintér Péter

Summary

The airpollution is getting bigger and bigger problem with it's influence to the living and non-living enviroment. Our presentation is mainly focused to this influence on the plants and animals. In this year work we would like to place somé plants close to somé main roads and analize the cars and agricultural vehicles airpolution influence on them.

Összefoglalás

Az egyre nagyobb problémát jelentő légszennyezés hatással van az élő és élettelen környezetre; jelen előadásunk fókuszába elsősorban a növényekre és állatokra gyakorolt hatása került. Ez évi munkánk során a fő közlekedési utak mentén növényeket szeretnénk kihelyezni és folyamatosan vizsgálni az őket érő közlekedésből és mezőgazdasági gépek működéséből származó légszennyezés hatásait.

Szennyezőanyagoknak tekintjük a légkörben mindazokat a komponenseket, amelyek természetes körülmények között nem, vagy csak kis mennyiségben fordulnak elő, és az emberi tevékenység nyomán felszaporodva az embert, valamint a környezetét kedvezőtlenül befolyásolják, ül. anyagi kárt okoznak.

A szennyező forrásokat két csoportra oszthatjuk.

- ❖ Természetes szennyezőforrások
- ❖ Mesterséges szennyezőforrások.

A légszennyezés folyamata három jól elkülöníthető szakaszból áll.

Ezek az:

- ❖ Emisszió,
- ❖ Imisszió,

❖ Transzmisszió

A szennyezőanyagok kibocsátását emissziónak, mozgását transzmissziónak, a szennyezettségi állapotot pedig imissziónak nevezzük.

A természetes szennyezők jellemzője, hogy összkibocsátásukat tekintve a mesterséges szennyezőforrásukat tekintve a mesterséges szennyező-forrásokat jelenleg még többszörösen meghaladják, a bioszféra szempontjából viszont káros szennyezőanyag koncentrációk kialakulásához nem vezetnek.

Természetes eredetű emisszió jön létre villámcsapásból származó erdő és bozót tüzeknél, vulkáni tevékenység eredményeként stb....

Ugyancsak meg kell említeni itt a szél által a felszínről felragadott talajszemcséket, amelyek az ásványi por (karbonátok, szilikátok, oxidok) mellett szerves anyagokat és vegyszer-maradványokat is hordozhatnak a felületükön. A porszennyeződésekhez sorolhatjuk a virágport, amely sokaknál allergiás megbetegedést okoz.

Az utóbbi időben a közlekedés jelentős légszennyezővé vált. A legsúlyosabb levegőszennyezési forrás a közlekedés. Különböző mérések alapján a levegőbe kerülő szén-monoxid 71%-át, a nitrogén-dioxid 30%-át a közúti közlekedési eszközök bocsátják ki. A levegőszennyeződés növekedése elsősorban a gépkocsiállomány növekedésével és annak kedvezőtlen összetételével és korával magyarázható, amely szintén elmondható a mezőgazdasági gépparkkal kapcsolatban. A gépek átlagos életkora 14,5 év, amely az egyéni gazdaságokban 18,3 évre, a gazdasági szervezetekben pedig 11,5 évre adódik. Mindezek hatására az út melletti növényzet összetétele alaposan megváltozik. Hazánkban a közlekedésből származó szén-dioxid terhelés csökkenő tendenciát mutat.

Napjainkban az ipar a legnagyobb légszennyezőként él a köztudatban. A legnagyobb ipari légszennyező az energetika. A cementgyárakból jelentős mennyiségű por távozik a légtérbe, a vegyipar pedig igen sok szerves vegyületet bocsát ki. Az égési folyamatokban CO, CCh, NO_x és korom szabadul fel. A mezőgazdaság is jelentős légszennyező hatással bír. Az 1950-es évek közepétől egy sereg új, a természetre veszélyt jelentő anyag került alkalmazásra. A növekvő igények kielégítésére egyre gyakoribb nitrogén-műtrágyázás volt jellemző. Ez megnövelte a légkör NO_x tartalmát, ami savas eső és savas ülepedés formájában jutott vissza a föld felszínére. Insecticidek, herbicidek, fungicidek főleg a repülőgépes nagyüzemi művelés, permetezés során kerülnek aeroszol, illetve por formájában a légtérbe, s komoly egészségkárosítást jelentenek az élővilág, de leginkább az ember számára. Az állattenyésztésben mintegy 20féle gáz keletkezik - legnagyobb mértékben CO₂ és metán, valamint ammónia és kén-hidrogén. A levegőben lévő porszemcsékhez különféle

baktériumok és vírusok is tapadhatnak. A lakossági eredetű légszennyezés élesen elkülöníthető fűtési és nem fűtési időszakokra. Ennek jelentősége a hűvösebb éghajlatú országokban van, mivel ott a fűtési félév jobban kitolódik. A szennyező anyagok minősége is befolyásolja a szennyeződést. A fölgáz-fűtés előnyei nem vitathatóak a levegő-minőség kérdésében; a jövőben egyre nagyobb szerephez kell jutnia. A tüzelőanyagok elégetésekor a szél eredményezi a legnagyobb mennyiségű részecske-emissziót. Ezzel szemben ez az olaj- és földgáz-fűtésnél elhanyagolható. Olaj-tüzelésnél azonban mintegy hatszor annyi szennyező gáz kerül a levegőbe, mint a gáz-fűtésnél. A lakossági tüzelés jelentős levegőszennyezése a tökéletlen tüzelésben rejlik. A légszennyezés hat az élő és élettelen környezetre; jelen előadásunk fókuszába elsősorban a növényekre és állatokra gyakorolt hatás kerül. A növények, úgy mint állatok egyes csoportjai is különösen érzékenyen reagálnak a légszennyezésre. A levegőszennyezés kiváló indikátorai például a zuzmók. Valóságos zuzmó-sivatagok alakulnak ki a szennyezettebb helyeken. A légszennyező anyagok a növényzetet háromféleképpen károsíthatják. A gáz halmazállapotú anyagok befolyásolják az asszimilációt, a por lerakódik a növényi részek felületére. A talajba jutó anyagok a gyökerek működésére hatnak ki, elpusztítják a lényeges talaj lakó mikroorganizmusok bizonyos hányadát, ezzel lehetővé téve a létfontosságú tápanyagok kimosódását. A károsodás mértéke függ a szennyezőanyagok koncentrációjától és a hatás időtartamától - ezek függvényében a hatás lehet akut vagy krónikus. Akut károsodás akkor, ha a szennyezőanyag nagy koncentrációban, rövid ideig érte a növényt, ilyenkor a növény felületén külső tünetek figyelhetők meg (pl. nekrozis). Krónikus károsodás esetén a szennyező gázok hosszú időn át, nagy koncentrációban érvényesülnek.

Ilyenkor külső tünetek nem figyelhetők meg. A kertészeti növényeken fajonként és fajtánként eltérő a károsodás mértéke. Bekövetkezhet hozam- és értékcsökkenés, a károsító anyagok felhalmozódhatnak. Munkánk során őszi búza, sóska- és napraforgó palántákat helyeztünk ki a vizsgált terület különböző pontjaira. Az eredeti állapothoz képest az alábbi nehézfémeknél volt kimutatható dúsulás: Cu, Zn, Pb. A növények vizsgálatakor nem találtunk egyetlen megfigyelőpontot sem, amely a szennyezés-mentességet bizonyítaná. Az őszi búza fejlettsége, habitusa vizuálisan is jól mutatta a terhelést. Átlagosan legerősebb terhelést mutattak ki Cr-ből, azonban erős a terhelés Pb, Co, és Cd elemekből is. Néhány monitor-ponton a Zn mennyisége is magasnak bizonyult.

A levegőszennyezésre az állatok különbözőféleképpen reagálnak. A légszennyező anyagok az állatokra belégzés útján közvetlenül, a takarmányokon keresztül közvetve fejthetik ki hatásukat. Magas CO₂ tartalmú levegőben a házinyulak súlygyarapodása 14-18%-kal marad

el a kontrolli-csoportétól. A takarmány nagy fluor tartalma fogyást, étvágytalanságot, emésztési zavarok, majd a fogak fokozott kopását, az órlőfog feketére színeződését okozza. A méhek is érzékenyen reagálnak a fluor tartalmú szennyeződésekre: több helyen tömeges pusztulásuk is előfordul. A levegőszennyezés rendkívül veszélyes a szarvasmarhákra: tejhozam-csökkenést és vetélést is okozhat. A vízi-élőlények életét is befolyásolja a légszennyezettség. Már sok állatfaj 6-os pH-értéknél ritkulni kezd az édesvizekben.

Ez évi munkánk során a fő közlekedési utak mentén növényeket szeretnénk kihelyezni és folyamatosan vizsgálni az őket érő, közlekedésből származó légszennyezés hatásait, valamint a mezőgazdasági gépek légszennyezési hatásait figyelnénk meg rajtuk.

Felhasznált irodalom

Bíró Gy.(2002): 2002. évben a környezet és a természet állapota Vácon 5-18. p.

Bringye B.(1999): A levegőszennyezés hatása az élő és élettelen környezetre „Vácon és környékén” Szakdolgozat GATE GYFK 1999

Dässler (1979): Légszennyezés hatása a növényzetre Mg. Kiadó Bp. 68-93 p.

NRC handelsbland 17-10-1996 83.p.

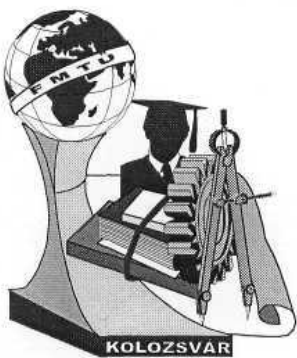
Bringye Bernadett / intézeti mérnök

Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium Mezőgazdasági Gépesítési Intézete

2100 Gödöllő, Tessedik Sámuel u. 4.

Tel: +36 (28) 511 613, fax: +36 (28) 420 960

e-mail: b.bringye@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

AKADÁLYON ÁTHALADÓ GÉPJÁRMŰMODELL LENGÉSVIZSGÁLATA

Galambos Szilárd

Abstract

A general vehicle model, passing through different types of bumps discussed in this paper. The response of the model shows significant differences in case of different bump types.

Összefoglalás

Eltérő alakú diszkrét akadályokon áthaladó gépjárműmodell viselkedését vizsgáljuk. A modell válasza jelentős eltérést mutat a különböző lefutású bukkatok esetén.

Probléma felvetés, előzmények

Modern járműveken a rugózás jelentősége nagy. Rugózatlan járművek csak egészen kis sebességgel, vagy csak teljesen sima pályán lennének használhatóak. A hirtelen bekövetkező terhelések hatására a kerékfelfüggesztésekben és a vázszerkezetben nagy lengésgyorsulások és tehetetlenségi erők jönnek létre. A jelenségek mögött meghúzódó fizikai folyamatok és ezek törvényszerűségeinek részletes ismerete jelentősen megkönnyíti a járművek tervezésének folyamatát. Célunk a járműveket érő egyszeri ütésszerű terhelésekkor lejátszódó folyamatok vizsgálata.

Egy katonai gépjármű öttömegű, hétszabadságfokú mechanikai modelljét a szerző [1]-ben bemutatta. Ott a vizsgálat arra vonatkozott, hogy hogyan viselkedik a modell egy konkrét egyszeri, ütésszerű gerjesztés hatására. Azt tapasztaltuk, hogy mind a felépítmény kitérésének, mind a felfüggesztés rugóiban létrejövő deformációnak van szélsőértéke (maximuma) a gerjesztési frekvencia függvényében, ami az irodalomban közöltekkel összevágott [4]. Az irodalom azonban nem vizsgálja a modellparaméterek hatását a jelenségre. Ennek elemzését tűzzük ki célul ebben a munkában.

A korábbi modell [1] összetett volt, amellyel a kitűzött célokat körülményes egy lépésben megvalósítani. Ezért először a legegyszerűbb gépjármű lengéstani modellt vizsgáljuk, egy egytömegű egyszabadságfokú, gerjesztett, csillapított rendszert. A konkrétan megfogalmazott cél tehát a dinamikus, egyszeri elmozdulás-gerjesztés hatásának *átfogó vizsgálata* a modellparaméterek

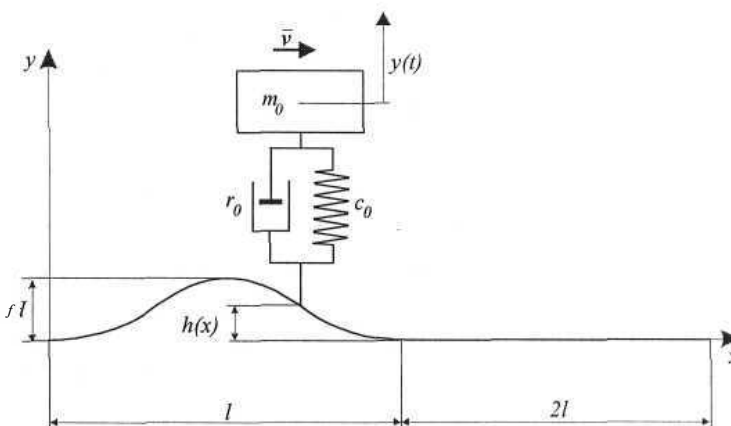
függvényében. Hangsúlyozzuk, hogy most nem a gépjármű vizsgálata, hanem a modellparaméterek hatásának megítélése a fő feladat.

A vizsgált mechanikai modell

Az egytömegű, egyszabadságfokú, gerjesztett és csillapított rendszer m_0 lengő tömege az egymással párhuzamosan kapcsolt rugón (c_0) és csillapításon (r_0) keresztül kapcsolódik a H magasságú, / hosszúságú elmozdulás-gerjesztéshez. (1.

ábra). Az / hosszúság és a bukkanón való v átfutási sebesség ismeretében a rendszer gerjesztési frekvenciája számítható: $\omega = 2\pi v/l$.

A folyamat során a tömeg súlypontja y -al kitér a nyugalmi helyzetéhez viszonyítva. Az általunk vizsgált tartomány az / hosszúságú gerjesztés és az utána következő $2l$ hosszúságú szakasz.



1.ábra

A matematikai modell

Az egytömegű csillapított, gerjesztett lengőrendszer viselkedését leíró differenciálegyenlet ismert. Az 1.ábrán látható tetszőleges elmozdulás-gerjesztés esetén:

$$m_0 \ddot{y} + r_0 (\dot{y} - \dot{h}(t)) + \frac{1}{c_0} (y - h(t)) = 0$$

ahol a $h(t)$ függvény a v és a $h(x)$ függvény ismeretében előállítható. A szokásos rendezés után:

$$\ddot{y} + 2\beta \cdot \dot{y} + \alpha^2 \cdot y = \frac{F(t)}{m_0}$$

$$\text{ahol: } \alpha = \sqrt{\frac{1}{c_0 m_0}}, \quad \beta = \frac{r_0}{2m_0}, \quad F(t) = r_0 \dot{h}(t) + \frac{1}{c_0} h(t).$$

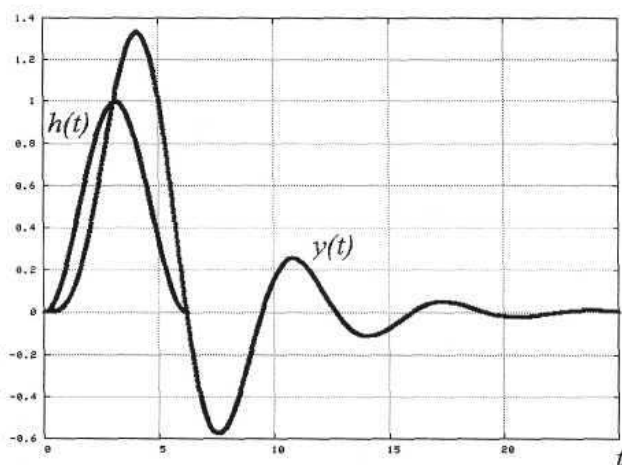
$$\text{A rendszer sajátfrekvenciája pedig: } \delta = \sqrt{\alpha^2 - \beta^2}.$$

Annak érdekében, hogy a hasonlósági tételeket felhasználhassuk, célszerű vizsgálati paraméterként dimenzió nélküli mennyiségeket bevezetni [5]: ez a kitérés-nagyítás, amely a súlypont pillanatnyi kitérésének és az akadály magasságának a hányadosa: $\kappa_k = \frac{y}{H}$.

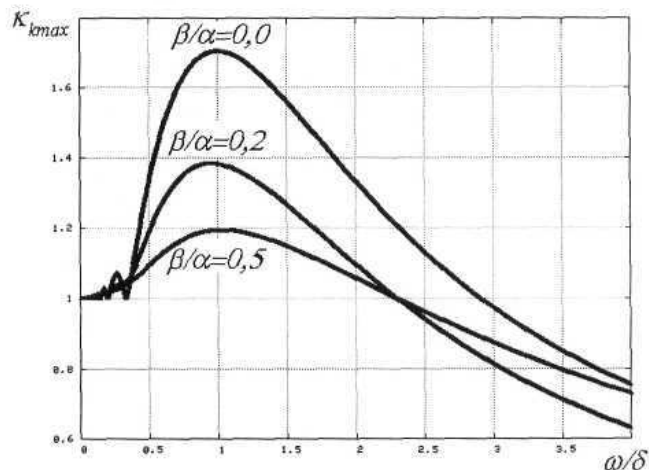
A matematikai modell megoldása konkrét paraméterekkel

A differenciálegyenletet numerikusan, Euler módszerrel oldottuk meg. A 2. ábra bemutatja hogyan

alakul az m_0 tömeg kitérése az idő függvényében. Ugyanez az ábra a gerjesztés függvényét is ábrázolja. A diagram szemlélteti, hogy az akadály magasságánál nagyobb függőleges elmozdulás is létrejön a folyamat során. Azaz a maximális kitérés-nagyítás értéke nagyobb, mint egy. Az is leolvasható az ábráról, hogy ez a maximális kitérés a gerjesztés-maximumhoz képest valamekkora időkéstetessel jött létre.



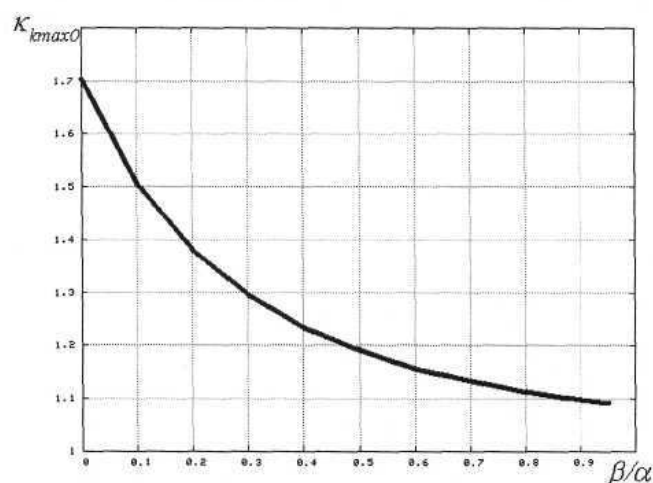
2. ábra



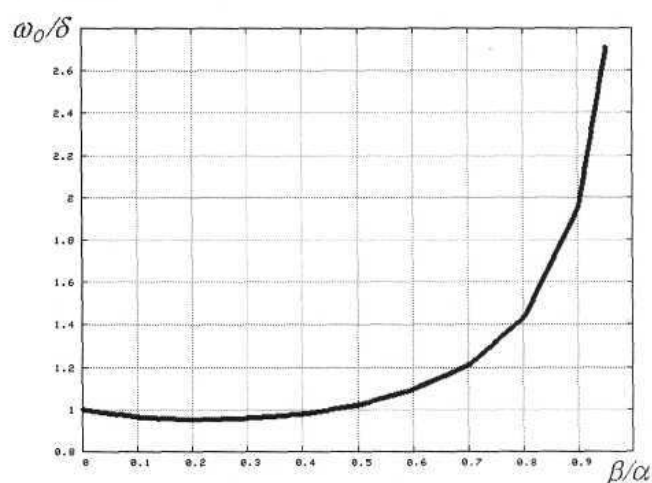
3. ábra

A szimuláció végrehajtása szinuszos kitérés gerjesztés esetén

Elsőként válasszunk gerjesztésként egy idealizált bukkanót, egy teljes szinusz periódust (1. ábra). Majd állítsuk elő a különböző modellparaméterekhez tartozó kitérésfüggvényeket, melyeknek keressük a maximumát (y_{max})! Törekedve a dimenzió nélküli mennyiségekre y_{max} -ból határozzuk meg a maximális kitérés-nagyítást (K_{kmax}). Ha ezeket az értékeket ábrázoljuk az ω/δ függvényében, akkor a 3. ábrán látható nomogramhoz jutunk. A [2] irodalomban közöltek alapján ezek a görbék csak az ω/β hányadosától függenek, amit a numerikus számítások is igazoltak.



4. ábra



5. ábra

A 3. ábra szemlélteti, hogy minden egyes β/α -hoz tartozó K_{kmax} görbének létezik maximuma a ω/δ függvényében. Ezen szélsőértéket jelöljük K_{kmax0} -al. Azt az ω/δ frekvenciahányadost aminél ez a

maximum kialakul nevezzük ω_0/δ -nak! Ezeket az α/β függvényében ábrázolva a 4. és 5. ábrához jutunk.

A [3] irodalomban található adatokra támaszkodva a valós járműkonstrukciók esetén a β/α értéke nem emelkedik 0,5 fölé, így nekünk elegendő az ez alatti tartományban vizsgálni.

Különböző akadálytípusok vizsgálata

A következőkben négy, ugyanolyan H/l aránnyal rendelkező, de eltérő lefutású kitérés-gerjesztést vizsgálunk a fenti intervallumban.

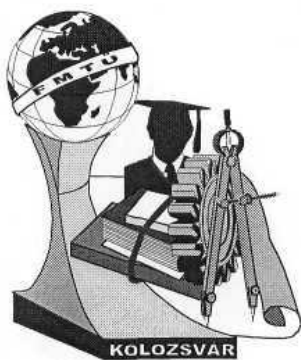
Gerjesztés neve	Ábra	K_{kmax0}	$(\omega_0/\delta)_{\text{átlag}}$
Teljes szinusz		1,2 - 1,7	1
Háromszög		1,1 - 1,5	1,15
Fél szinusz		1,2 - 1,8	1,25
Parabola		1,1 - 1,8	1,3

Tehát a táblázat alapján megállapítható, hogy a modell viselkedése az azonos befoglaló méretekkal rendelkező, de eltérő geometriájú kitérés-gerjesztések esetén jelentős eltérést mutat, melynek számszerű értékeit is közöltük a táblázatban.

Irodalom:

1. **Galambos Szilárd:** Gépjármű mechanikai modellezése tranziens terhelés figyelembevételével, Járművek, Építőipari és Mezőgazdasági Gépek, 45. évf. 1998. 1. Szám, 6-12 oldal
2. **Csizmadia Béla, Nándori Ernő:** Mechanika mérnököknek, Mozgástan, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1997, 508-528 oldal
3. **Dr. Lajb Lajos:** Terepjáró járművek mozgékonyága terepen. Kandidátusi értekezés, Gödöllő 1989.
4. **Dr. Michelberger Pál, Dr. Horváth Sándor:** Mechanika V. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985
5. **Csizmadia Béla:** Az alátámasztás hatása forgógépek kritikus fordulatszámára, Ganz közlemények, 8. Kötet, Budapest, 1968, 26-30 oldal

Galambos Szilárd Ph.D. hallgató
Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar,
Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék
06 28 522 042, galambos@mect.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

„MULTIFUNKCIÓS MEZŐGAZDASÁG” ÉS A KOMMUNÁLIS SZOLGÁLTATÁSBAN ALKALMAZHATÓ MEZŐGAZDASÁGI GÉPEK

Bodzán Imre, Dr. Faust Dezső

ABSTRACT

Numerous domestic and foreign articles have been written in connection with communal technologies, their mechanisation or machines, and the possibilities of use of agricultural machines in other areas. However there are only few or no available results from the complex system-, mechanical-, energetic-, or working quality analysis of municipal engineering. Both communal and agricultural technologies are very expensive, and there are unexploited tides of the machines operation. Because of the high prices the level of mechanisation is low enough at the smaller settlements, but there have been improved spontaneous engagement fields. The analyses of technological process (time analysis, operation graph, etc.) can help to form these fields directly and to accomplish the expectations of multifunctional agriculture, where beside the classic agricultural tasks, we are talking about an extended farming.

ÖSSZEFOGLALÁS

Több hazai és külföldi tanulmány is született, amely a kommunális technológiákkal, azok gépesítésével és gépeivel, valamint a mezőgazdasági gépek más területen való alkalmazásának lehetőségével foglalkozik. A település-üzemeltetés terület komplex rendszertechnikai, műszaki, energetikai és munkaminőségi elemzéséből származó eredmények azonban még nem, vagy csak részben állnak rendelkezésre. A kommunális és a mezőgazdasági technika rendkívül drága, és a gépüzemeltetés vonatkozásában mindkét területen vannak kihasználatlan időszakok. A magas árak miatt a kommunális szolgáltatás gépesítése alacsony színvonalú a kis településeken, de a közös illetve a közel azonos funkciók miatt kialakultak spontán kapcsolódási felületek. A technológiai folyamatok analízise (pl: időelemzés, üzemeltetési gráf, stb.) segítséget nyújthat ahhoz, hogy a jövőben ezeket a területeket tudatosan alakíthassuk, és eleget tegyünk az úgynevezett multifunkciós mezőgazdasági modell elvárásainak, ahol a klasszikus élelmiszer előállítás mellett már egy tágabb értelemben vett gazdálkodásról van szó.

BEVEZETÉS

A gépesítés, a gépek hatékony üzemeltetése mind a kommunális szolgáltatásban, mind a mezőgazdasági termelésben döntő jelentőségű. Mindkét terület gépesítése nagyon költséges, ezen kívül ugyancsak mindkét területen, a gépek egy jelentős részénél az idényjellegű igénybevétel a jellemző.

A település-üzemeltetési feladatok ellátása az önkormányzatok feladata. Azok a települések, amelyek ezt megtehetik, saját tulajdonban lévő célgépekkel oldják meg a rájuk háruló feladatokat. Mások szerződéses alapon, különböző városüzemeltetési cégekkel végeztetik el azokat. A községek túlnyomó részére jellemző, hogy nem áll rendelkezésre az említett feladatok ellátására alkalmas géppark, vagy a szerződéses munkavégzéshez szükséges pénz. Így, csak a legszükségesebb feladatok elvégzésére törekednek, mint pl. a kommunális hulladék központi gyűjtése, és ezen kívül nincs más, pl.: az úttisztítási, vagy zöldfelület karbantartási feladatok elvégzését célzó törekvés.

IDÉNYJELLEGŰ GÉPKIHASZNÁLÁS

Az EU-hoz való csatlakozás elvárásainak megfelelően a közeljövőben megoldandó feladatnak tűnik a falusi környezetben is jelentkező településüzemeltetési feladatok megfelelő színvonalú, az érvényben lévő környezetvédelmi előírások betartásával történő ellátása. Hazánkban a községek túlnyomó része anyagi gondokkal küzd, és saját (a célfeladatok teljes ellátására alkalmas) kommunális géppark felállítását nem engedhetik meg maguknak. Szóba jöhetnek még az anyagiak szempontjából jobb helyzetben lévő településeknél már említett szolgáltatók is a feladatok ellátására, de az egy-két ezres, nem beszélve a néhány száz lakost számláló falvak esetében, ez általában nem kifizetődő vállalkozás.

A szükséges jövedelemszint biztosítása, nemcsak az önkormányzatoknál jelent gondot, de világszerte a mezőgazdaság egyik legnagyobb problémája is. Számos országban, így pl.: a szomszédos Ausztriában is, a mezőgazdasági üzemek a holt időben, a kiegészítő jövedelem biztosítása érdekében, igyekeznek a gépparkjuk arra alkalmas részét a településüzemeltetés területén kihasználni [1].

Erre az ad lehetőséget, hogy a mezőgazdasági termelés a gépigény szempontjából idényjellegűnek tekinthető. Vannak olyan időszakok, amikor az egyes gépek kihasználatlanul állnak a gépszínekben, vagy a szabad ég alatt. A nyári betakarítási munkák, és az őszi talaj-előkészítés kivételével, mindig adódik jelentős kihasználatlan időszak, amikor a gépeket más területen lehetne hasznosítani. Megfigyelhető, hogy a téli hónapokban, nincsenek kihasználva a traktorok. A településüzemeltetésben ez az időszak a téli úttisztítás, a hóeltakarítás időszaka. A gépek, gépcsoportok idényjellegű kihasználása, a kommunáitechnikában is igaz.

Számos olyan kapcsolódási pont van a településüzemeltetési, és a mezőgazdasági feladatok között, amelyek összehangolásával javítani lehetne a mezőgazdasági gépcsoportok kihasználását, és egyidejűleg fontos településüzemeltetési feladatok kerülnének megoldásra. A két terület gépeinek munkaidényei zömmel nem esnek egybe, viszont a funkcióikat tekintve közel állnak egymáshoz.

Ez biztosítja azokat a kapcsolódási felületeket, amelyek kihasználása mindkét fél közös érdeke, mert ez a mezőgazdaságnak pluszjövedelmet, az önkormányzatoknak költségcsökkenést eredményez.

ÁTFEDÉSI TERÜLETEK, FELADATOK

Vannak olyan hazai tanulmányok, amelyek a kommunális technológiákkal, azok gépesítésével, és gépeivel [Fehér Gyula (1977), Kapuvári Gyula (1983), Szász Lajos-Szénich Sándor (1984), valamint a mezőgazdasági gépek más területen való alkalmazásának lehetőségével [Alexa László-Dér Sándor (1998)] foglalkozik. A mezőgazdasági gépeknek a településüzemeltetésben való alkalmazásának vizsgálata azonban, csak egyes részletekre terjed ki, és feltételeken alkalmazható alternatívaként említik meg azokat.

A terület komplex rendszertechnikai, műszaki, energetikai, és munkaminőségi elemzésére, idáig még nem került sor.

Ahhoz, hogy egyértelműen meghatározható legyen, milyen mezőgazdasági gépeket lehet kommunális szolgáltató feladatok ellátására is alkalmazni, tisztában kell lenni a közterület fenntartási munkák típusaival, és jellegével. Öt olyan területet lehet megkülönböztetni a település-üzemeltetésben, ahol megvalósítható minden különösebb többletköltség, és átalakítás nélkül a mezőgazdasági gépek alkalmazása:

- Közterület fenntartási munkák:
- Települési szilárd hulladék
 - Utak, burkolt felületek, közterületek
 - Úttartozékok
 - Zöldfelület
 - Árkok, csatornák

Ezeknél a területeknél eltérőek az átfedések az alkalmazható gépek változatosságát tekintve. A zöldfelület-gazdálkodás területén van az alkalmazható munkagépek között a legnagyobb változatosság, ami a két terület hasonlóságából ered [2]. Ez a hasonlóság azonban azt is jelenti, hogy az elvégzendő munkák időben is közel vannak egymáshoz, tehát ez gondot jelenthet a gépek átcsoportosításánál. Jól megfigyelhető, hogy a traktor mint alapgép mindegyik feladtnál alkalmazható, és a feladatok zöménél, a tolólap is szerepel. Az útfenntartási terület téli munkáinál lehet teljes kapacitással üzemeltetni az arra alkalmas gépeket, mivel ez egy holt időszak a növénytermesztési munkákban.

A közterület-fenntartási munkákat el kell végezni, de a gépek hiánya miatt azok csak késve, esetleg részben, vagy egyáltalán nem kerülnek megoldásra. A közterület-fenntartásnak vannak olyan feladatai, mint pl.: szemétszállítás, amit nem idényjelleggel, hanem rendszeresen, napi-heti gyakorisággal kell megoldani. Más, településhez kötődő munka viszont, mint pl. a komposztálás, ütemezhető. A munkaminőséggel szemben támasztott követelményként el kell fogadni, hogy mivel nem célgépekről van szó, egyelőre még vannak bizonyos kompromisszumok, amelyeket meg kell hozni a minőség rovására. Főként falusi körülmények között, azonban számos példával találkozhatunk, ahol a traktor, mint alapgép egyéb feladatot is ellát.

A kutatási célkitűzések alapját egy olyan rendszertechnikai vizsgálat képezi, amely eredményeképpen konkrét, és átfogó képet kapunk a településüzemeltetés és a mezőgazdasági terület kapcsolódó funkcióigényeiről.

A rendszertechnikai analízisen túl, további célok még az alkalmazásra kerülő alapvető gépek energetikai jellemzőinek vizsgálata, az elérhető munkaminőség értékelése, és amely területeken még nem alakult ki kapcsolódás a mezőgazdasági és településüzemeltetési feladatok között, a lehetséges alternatívák bemutatása, és vizsgálata. Olyan gépcsoportok kialakítási lehetőségeinek vizsgálata, amelyek szerkezeti és energetikai illeszkedéssel rendelkeznek mindkét terület szempontjából. Lényeges, hogy a mezőgazdasági gépeket, a **kommunális folyamatok szempontjából** kell minősíteni.

A célkitűzések megvalósításának lépései

- A kommunális funkciók ellátására alkalmazható mezőgazdasági gépek, géprendszerek feltételrendszerének vizsgálata.
- Az alapvető gépcsoportok üzemeltetési jellemzőit meghatározó metodikai rendszer kidolgozása, amely elsősorban a műszaki megbízhatóság, a munkaminőség, és időelemek, valamint energetikai jellemzők mérésére terjed ki. Funkcióelemzés a kialakítható gépcsoportoknál, és azok műszaki-energetikai feltételrendszerének kidolgozása.
- A kiválasztott gépcsoportok üzemeltetési jellemzőinek meghatározása mérővizsgálatokkal.
- Számítógépes elemző modellek kidolgozása, a gépparktervezés és az üzemeltetés irányítás támogatására.

A kutatómunka eredményei hozzájárulnak, hogy elsősorban a kis településeken a kommunális feladatok megfelelő szinten megoldódjanak. A megoldás gazdaságilag az önkormányzatok és a mezőgazdasági üzemek számára egyaránt kedvező lehet, és elősegítheti a "multifunkciós" szemléletnek az adott területen való hasznosítását.

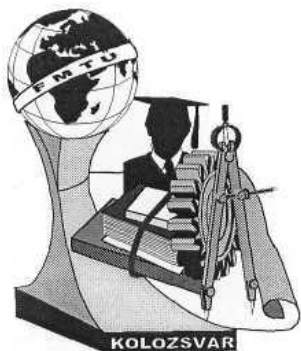
Irodalomjegyzék

- [1] Bodzán Imre Mezőgazdaságban alkalmazott gépek és eszközök hasznosítási lehetőségei a település-üzemeltetés területén I.
Mezőgazdasági Technika 1999/5, 30.old.
- [2] Bodzán Imre Mezőgazdaságban alkalmazott gépek és eszközök hasznosítási lehetőségei a település-üzemeltetés területén II.
Mezőgazdasági Technika 1999/6, 34.old.

Név/tud, fokozat: Bodzán Imre doktorandusz

Dr. Faust Dezső egyetemi tanár

Tel.: (36) 28-522-047, e-mail: bimil1@hotmail.com , bodzán.gurt@mgk.gau.hu ,
faust.gurt@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MATEMATIKAI MODELL MALMI BÚZA DIELEKTROMOS JELLEMZŐINEK MEGHATÁROZÁSÁRA

Géczi Gábor

Abstract

To estimate the complex dielectric constant of seeds I set a mathematical model, which is an equation of lines included in the simplified form of the Landau-Lifshitz, Looyenga equation and illustrates the dielectric properties of grain as a function of moisture content.

$$\varepsilon = \left[\frac{\rho_h}{\rho_m} \cdot (m \cdot w + \varepsilon_a)^{1/3} - \frac{\rho_h}{\rho_m} + 1 \right]^3 \quad (1)$$

The model is useful for the determination of the complex dielectric constant on 20 °C and at 2.45 GHz frequency, knowing bulk density, ρ_h , kernel density, ρ_m , moisture content, w , and parameters depending on the kind and quality of grain: dielectric base value, ε_a , and dielectric steepness, m . The dielectric base value for milling wheat is $\varepsilon_a = 4,042 - 0,145i$, and its dielectric steepness is $m = 0,052 - 0,052i$. Applying the model the relative deviation of estimations compared to the measured values in terms of the real dielectric constant is 1 % while it is 5% for the loss factor.

Összefoglalás

Szemestermények komplex dielektromos állandójának becslésére egy matematikai modellt állítottam fel, amely a Landau-Lifshitz, Looyenga összefüggés egyszerűsített alakjába ágyazott olyan egyenesek egyenlete, amely a mag dielektromos jellemzőit ábrázolja a nedvességtartalom függvényében.

$$\varepsilon = \left[\frac{\rho_h}{\rho_m} \cdot (m \cdot w + \varepsilon_a)^{1/3} - \frac{\rho_h}{\rho_m} + 1 \right]^3 \quad (1)$$

A modell 20 °C-on és 2,45 GHz frekvencián alkalmas a komplex dielektromos állandó meghatározására, a halmazsűrűség, ρ_h , a mag sűrűség, ρ_m , a nedvességtartalom, w , és a gabona fajtájától, minőségétől függő paraméterek, mint dielektromos alapérték, ε_a , és dielektromos meredekség, m , ismeretében. Malmi búzára a dielektromos alapérték $\varepsilon_a = 4,042 - 0,145i$, míg a dielektromos meredekség pedig $m = 0,052 - 0,052i$. Alkalmazva a modellt a becslések relatív eltérése a mért értékekhez képest a valós dielektromos állandó tekintetében átlagban 1%, míg a veszteségtényező esetén átlagban 5%.

Bevezetés

Mezőgazdasági termények dielektromos jellemzőit többek között a nedvességtartalom, a hőmérséklet, a halmazsűrűség befolyásolja. Egy modell, amely az előbb említett fizikai paramétereket magába foglalva, az eddigieknél nagyobb pontossággal, egyszerűbben határozza meg a komplex permittivitást, megkönnyítené mind a kezelésben, mind a mérés technikában használatos berendezések, műszerek beállítását, ellenőrzését.

A gyakorlati használatban az érdeklődés középpontjában álló dielektromos jellemzők az ún. valós dielektromos állandó vagy permittivitás ε' és a dielektromos veszteségtényező ε'' , vagyis a valós illetve a képzetes részei a relatív komplex permittivitásnak.

$$\varepsilon = \varepsilon' - \varepsilon'' \cdot i \quad (2)$$

A valós dielektromos állandó megmutatja, hogy az anyag milyen mértékben képes tárolni az elektromos erőter energiáját, míg a veszteségtényező az elektromos energia hővé alakulásának a mértéke [1].

Anyag és módszer

A búza dielektromos jellemzőinek számítására egy olyan algoritmust illetve modellt (1) javaslok, amelyben először a dielektromos alapértékből és meredekségből meghatározható az adott nedvességtartalmú mag komplex dielektromos állandója. Majd az így kapott érték segítségével a Landau-Lifshitz, Looyenga egyenletet felhasználva kiszámítható az adott halmazsűrűségű búza dielektromos jellemzője.

A dielektromos alapérték, ε_a , és dielektromos meredekség, m , a gabonamag dielektromos jellemzőit a nedvességtartalom függvényében ábrázoló egyenesek tengelymetszetei és meredekségei. A dielektromos alapérték felfogható, mint a száraz gabonamag komplex dielektromos állandója. A dielektromos paraméterek több különböző fajtájú, de azonos minőségi besorolású búzamintákon végzett vizsgálatok eredményének átlaga [2, 4].

A Landau-Lifshitz, Looyenga összefüggés általánosan elfogadott keverék egyenlet, amely kétkomponensű rendszerek esetén fejezi ki az összegezhetőséget:

$$(\varepsilon)^{1/3} = v_1 \cdot (\varepsilon_1)^{1/3} + v_2 \cdot (\varepsilon_2)^{1/3} \quad (3)$$

ahol s a keverék komplex permittivitását jelöli, ε_1 a közeg komplex permittivitása, amelyben az ε_2 -es komplex permittivitású szemcsék találhatók elosztva, továbbá v_1 és v_2 a komponensek által képviselt részmennyiségek ebben a sorrendben, ahol $v_1 + v_2 = 1$. Szemestermények esetén a közeg levegő, amely $\varepsilon_1 = 1 + 0 \cdot i$ értékkel helyettesíthető a számítások során. A magok által a keverék teljes mennyiségéből képviselt töredék részt, v_2 , (részmennyiség), a (ρ_H/ρ_{mag}) kifejezés adja meg [1, 3, 4].

A modell értékelése

A modell egyenlet paramétereinek igazolására az egész ország területéről búzamintákat szereztem be. Az 1. sz. táblázatban a búza minták minősítéséhez szükséges jellemzőket - hektoliter tömeg, nedvességtartalom, nedvessikér tartalom, esésszám és nyersfehérje tartalom - tüntettem fel. A táblázat utolsó oszlopában látható a minőségi besorolás az MSZ 6383:1998 szabvány alapján.

Búzaminták minősítési paraméterei

1. sz. táblázat

Minta Jele	Származási hely (megye)	Hektoliter tömeg [kg/100 l]	w [%]	Nedves-sikér [%]	Esés-szám [sec]	Nyers-fehérje [%]	Minőségi besorolás
XI.	Bács-Kis.	82,25	12,4	29,2	325	12,8	Malmi búza II.
XII.	Bács-Kis.	82,35	12,6	32,2	360	13,9	Malmi búza I.
XIII.	Bács-Kis.	80,15	10,9	25,8	212	11,5	Takarmány
XIV.	Tolna	83,50	12,2	26,2	234	11,5	Malmi búza II.
XV.	Tolna	82,50	12,4	24,0	303	11,6	Takarmány
XVI.	Heves	82,57	11,2	25,7	366	11,1	Takarmány.
XVII.	Somogy	81,30	13,5	31,3	258	13,7	Malmi búza I.
XVIII.	Somogy	74,35	12,2	23,0	85	9,6	Takarmány
XIX.	Békés	78,25	13,0	27,5	290	12,9	Malmi búza III.
XX.	Békés	81,55	12,9	30,5	346	13,5	Javító búza
XXI.	Békés	77,00	13,3	21,5	295	10,8	Takarmány
XXII.	Fejér	79,90	10,6	28,7	342	12,7	Malmi búza II.
XXIII.	Fejér	78,80	11,9	31,6	223	13,2	Malmi búza III.
XXIV.	Csongrád	79,50	11,3	29,0	299	12,8	Malmi búza II.
XXV.	Csongrád	79,00	12,8	31,5	255	14,3	Malmi búza I.

Búzaminták dielektromos jellemzői méréssel és számítással

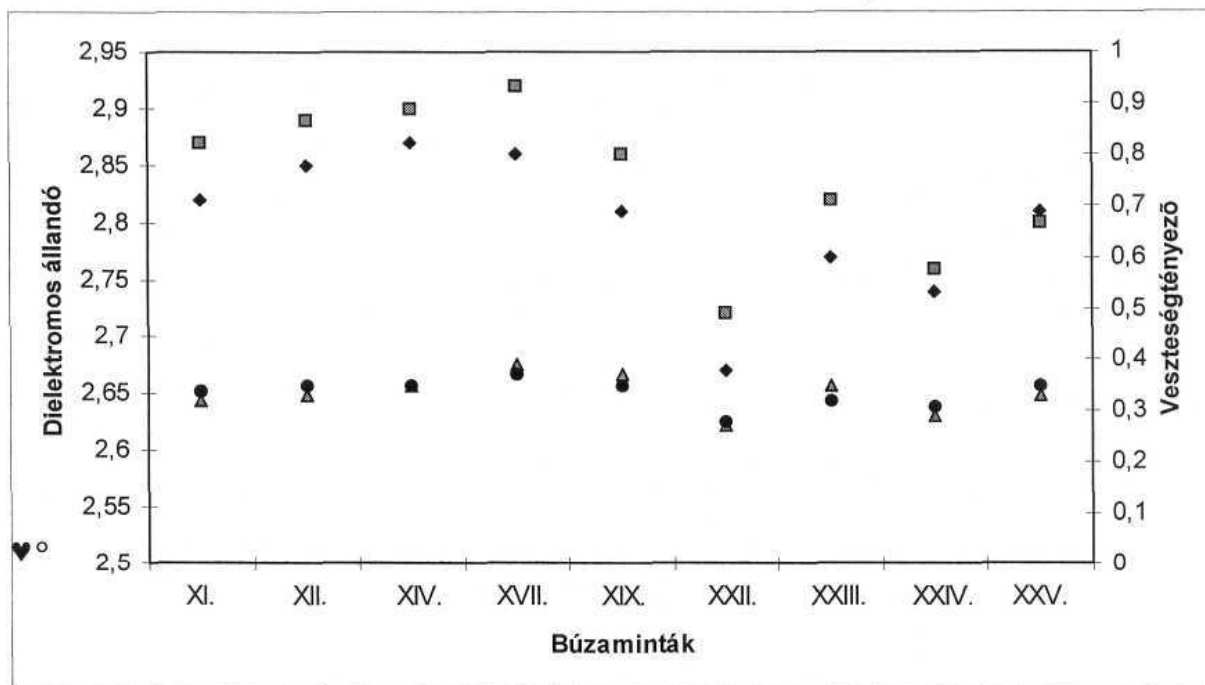
2. sz. táblázat

Minta jele	Minta jellemzői			Komplex dielektromos állandó $\varepsilon = \varepsilon' - \varepsilon''i$		Relatív eltérés δ_ε [%]	
	w %	ρ_m g/cm ³	ρ_h g/cm ³	Méréssel	Becsléssel	ε'	ε''
XI.	12,4	1,331	0,814	2,87-0,32i	2,82-0,34i	1,7	7,3
XII.	12,6	1,323	0,817	2,89-0,33i	2,85-0,35i	1,4	7,0
XIV.	12,2	1,317	0,822	2,90-0,35i	2,87-0,35i	1,2	0,1
XVII.	13,5	1,287	0,793	2,92-0,39i	2,86-0,37i	1,9	4,7
XIX.	13,0	1,279	0,774	2,86-0,37i	2,81-0,35i	1,8	5,2
XXII.	10,6	1,341	0,784	2,72-0,27i	2,67-0,28i	1,7	4,9
XXIII.	11,9	1,313	0,791	2,82-0,35i	2,77-0,32i	1,7	7,2
XXIV.	11,3	1,288	0,773	2,76-0,29i	2,74-0,31i	0,7	6,3
XXV.	12,8	1,294	0,785	2,80-0,33i	2,81-0,35i	0,3	5,3

A malmi búza minőségi besorolású mintákon először méréssel majd számítással meghatároztam a komplex dielektromos állandót. A szemestermény halmazok dielektromos jellemzőinek mérésére a *két pont módszert* alkalmaztam négyzetes csőtápvonalas berendezésen [2, 3, 4]. A számításokhoz az 1. sz. modell egyenletbe helyettesítettem be, ahol a dielektromos alapértéket $\varepsilon_a = 4,042 - 0,145i$, míg a dielektromos meredekséget $m = 0,052 - 0,052i$ értékkel vettem figyelembe.

A kapott értékek a 2. sz. táblázatban találhatóak, ahol feltüntettem a relatív százalékos eltérést a mért értékhez képest, δ_ε , külön a valós, külön a képzetes részekre.

$$\delta_\varepsilon = \frac{|\varepsilon_{\text{mért}} - \varepsilon_{\text{becsült}}|}{\varepsilon_{\text{mért}}} \cdot 100 \quad (4)$$



1. ábra. Malme búza minősítésű minták, becsült és mért dielektromos jellemzők összehasonlítása

■ ε' mért ◆ ε' becsült ▲ ε'' mért ● ε'' becsült

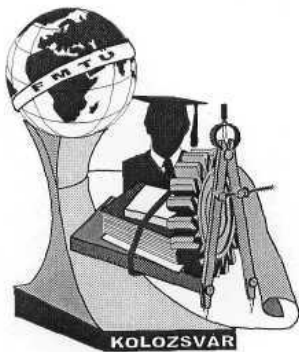
Az 1. sz. ábrán szemléletesen látható a mért és becsült értékek közötti különbség. Látható, hogy veszteségtényező esetében a mért és a számított értékek szinte teljesen megegyeznek. A valós rész tekintetében egy kivétellel a becsült érték kisebb a mért értéknél. Kutatásainkat folytatva törekszünk a dielektromos paraméterek pontosítására, illetve keressük azt a minőségi, minősítési paramétert, amely leginkább befolyásolja a szemestermények dielektromos jellemzőinek értékét.

Felhasznált irodalom

1. Nelson S.O. (1991): Dielectric Properties of Agricultural Products, IEEE Transactions, Vol.26. No.5, 845-869p.
2. Géczi G., Váczy G. (2002): Búza dielektromos állandójának meghatározása elméleti úton. FMTÜ VII., EME kiadvány Kolozsvár, ISBN 973-8231-16-7, 59-62 p.
3. Sembery P. (2002): Mezőgazdasági termények dielektromos jellemzői. Akadémia Kiadó, Budapest, ISBN 963 05 7910 3, 90 p.
4. Géczi G. (2002): Szemestermények mikrohullámú dielektromos jellemzői, Doktori értekezés, Gödöllő, 120p.

Géczi Gábor egyetemi tanársegéd, Ph.D. hallgató
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Szent István Egyetem Gödöllő
geczi.aet.mgk@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

UNIVERZÁLIS TRAKTOR ELSŐ HÍD RUGÓZÁSÁNAK HATÁSA AZ ÖNVONTATÁSI JELLEMZŐKRE

Kassai Zsolt

Abstract

The self-traction power requirement of the tractor is increasing at all the three driving mode with the growing of the static load on front axle. The highest self-traction power requirement was seen in the four wheel drive operating mode in the nominal pressure in tires and all of the mass distribution set. The changes in self-traction power requirement caused by the inner power losses of the driving system, the wheel slips, the front wheel leading comparison with the rear wheel and the locking of the driving system through the ground (road).

With engaged front axle suspension system the self-traction of the tractor was improved and it was appeared in pulling force increase by 2-3 % (at the same wheel slip) and in drawbar performance or efficiency improvement by 0-1,5%.

Összefoglalás

Mindhárom hajtásmódban a statikus első tengely terhelés növelésével növekszik a traktor önvontatási teljesítményigénye. A névleges gumibroncs belső nyomáson valamennyi tömegeloszlás beállításnál a legnagyobb önvontatási teljesítményigény az összkerék-hajtás üzemmódban jelentkezett. Az önvontatási teljesítményigény változásának magyarázata az erőátviteli rendszer belső veszteségei, a saját hajtás során fellépő kerékcúszások, az első keréknek a hátsó kerékhez viszonyított sietése, valamint az erőátviteli rendszernek a talajon keresztüli (út kapcsolat) záródása.

A bekapcsolt elsőhíd-rugózással javult a traktor önvontatási képessége, ami azonos kerékcúszások esetén 2-3 % vonóerő növekedésben, valamint 0-1,5 % vontatási teljesítmény, illetve hatásfok javulásában jelentkezett.

1. A vizsgálatok körülményei és módszere

A vizsgálatokat a *JOHN DEERE 6920S* típusú, *TLS* rendszerű rugózott első híddal rendelkező univerzális mérőtraktoron végeztük el. A vizsgálataink céljának megfelelően a szükséges önvontatási vizsgálatokra betonúton került sor. A szántóföldi mérővizsgálatokhoz összeállított program szerint különböző beállítások (tömegeloszlás, keréknyomás, haladási sebesség) mellett, háromféle üzemmódban - összkerék-hajtás, hátsókerék-hajtás, elsőkerék-hajtás - határoztuk meg a traktor önvontatási jellemzőit. Az önvontatási vizsgálatok során alkalmazott beállítások, valamint azok változatai az 1. ábrán láthatók.

A hátsó keréktengely nyomatékának meghatározásához - a korábbi években már kialakított - hátsó segédkerékagyakat szereltünk fel a traktor hátsó tengelyekre, majd ehhez rögzítettük a kerekeket. A mérőcsapokon nyomatékra kalibrált nyúlásmérő bélyegeket helyeztünk. Csak elsőkerék-hajtás üzemmódban a vizsgálatokhoz a segédkerékagyakra egy csapágyazott (szabadonfutó) kerékagyat szereltünk fel. Így összkerék-hajtás üzemmódban a hátsó kerekek szabadon gördültek a talajon és az elsőkerék-hajtás megvalósult.



1. ábra. A traktor beállításai a vontatási vizsgálatokhoz

Az első híd rugózását a híd jobb és bal oldalán elhelyezett függőleges irányú gyorsulás jeladók segítségével, míg a vázszerkezet rugózását a traktor vázszerkezetén elhelyezett gyorsulás jeladó segítségével határoztuk meg. Ezzel párhuzamosan az első kerekek fordulatszámát is meghatároztuk kerekenként, így jól jellemezhetők a kerék szöggyorsulások a híd rugózásával is paralel módon. A jeladók szolgáltatott jeleket SPIDER MOBIL mérő-, adatgyűjtő rendszer fogadta. A rendszer számítógépes vezérlése lehetővé tette az egyes mérési pontokban kapott jellemzők folyamatos nyomon követését.

A betonúton végzett önvontatási jellemzők meghatározásához a következő jellemzőket rögzítettük:

- Mérési idő (s);
- Haladási sebesség (m/s);
- Motor fordulatszám (min^{-1});
- Hátsó kerékagy fordulatszám (min^{-1});
- Első kerék fordulatszám (min^{-1});
- Hátsó kerékagy nyomatéka (Nm);

- Első híd behajtó tengelyének nyomatéka (Nm);
- Vonóerő (N);
- Vázszerkezet rugózásakor fellépő függőleges irányú gyorsulás (m/s^2);
- Első híd rugózásakor fellépő függőleges irányú gyorsulások (m/s^2).

A felvett adatokból a következő jellemzőket határoztuk meg:

- | | | |
|--------------------------------------|---------|-------------------------|
| - Kerékcúszás (szlip) | (%) | Vontatási teljesítmény |
| | (kW) | Teljesítmény az első |
| híd behajtó tengelyén | (kW) | Teljesítmény a hátsó |
| kerékagyakon | (kW) | Járószerkezeti hatásfok |
| | (%) | Dinamikus első |
| tengelyterhelés | (N) | Dinamikus hátsó |
| tengelyterhelés | (N) | Vontatási tényező (N/N) |
| - Hátsó/első kerékteljesítmény arány | (kW/kW) | |

Az önvontatási teljesítményigényen a traktor hátsó kerékagyain, illetve az első híd behajtó tengelyén mért nyomatékokból számolt teljesítményt értjük, amikor a traktor vonóerő kifejtés nélkül - saját belső erőforrásától hajtva - halad, azaz

$$P_{\text{önvontatási}} = \sum P_{i_{\text{kerék}}} \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

A vontatási vizsgálat alatt a fenti ábrán látható valamennyi beállítást megmértük, s a következők alapján hajtottuk végre a mérések módszereit:

- A vonóerő terhelést fokozatosan növeltük mindaddig, míg a kerékcúszás el nem érte a 25%-ot.
- Minden mérési sorozat 25-30 mérési pontból áll.
- Minden vonóerő terhelést 10 s mérési idő alatt, és 400 Hz mintavételi frekvenciával határoztunk meg.
- A hátsó differenciálzár bekapcsolt állapotban volt.
- Állandó össztömeg beállítás.
- A kerékcúszás 0 pontja: a traktor üzemi sebességgel halad anélkül, hogy a vonóerőt fejtene ki, a motor névleges fordulatszámon üzemel, s ez adja a beállítást összkerék-hajtás üzemmódban.

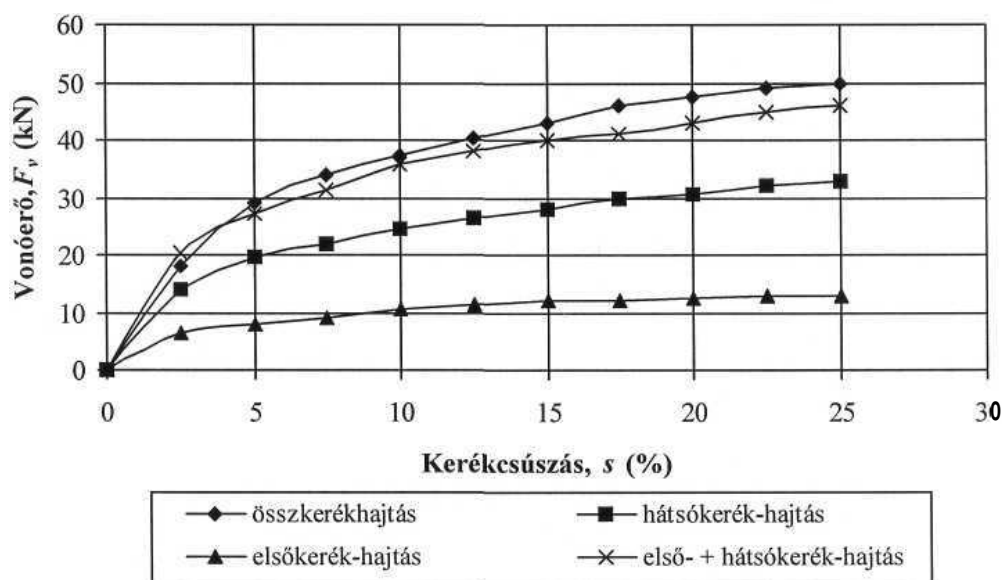
2. A vizsgálati célkitűzések

A tömegeloszlás, a haladási sebesség és a hajtási mód (összkerék-, elsőkerék-, és hátsókerék-hajtás) alapján a következő jellemzőket kívánjuk meghatározni: önvontatási teljesítmény;

- a traktor vontatási jellemzői közül:
 - vonóerő;
 - vontatási teljesítmény;
 - vontatási hatások;
- a statikus és dinamikus viszonyok kapcsolatát különböző hajtási módokban;
- a rugózás hatását a vontatási jellemzőkre;
- az első híd rugózása során keletkező lengési viszonyokat.

3. A vizsgálatok eredményei és értékelésük

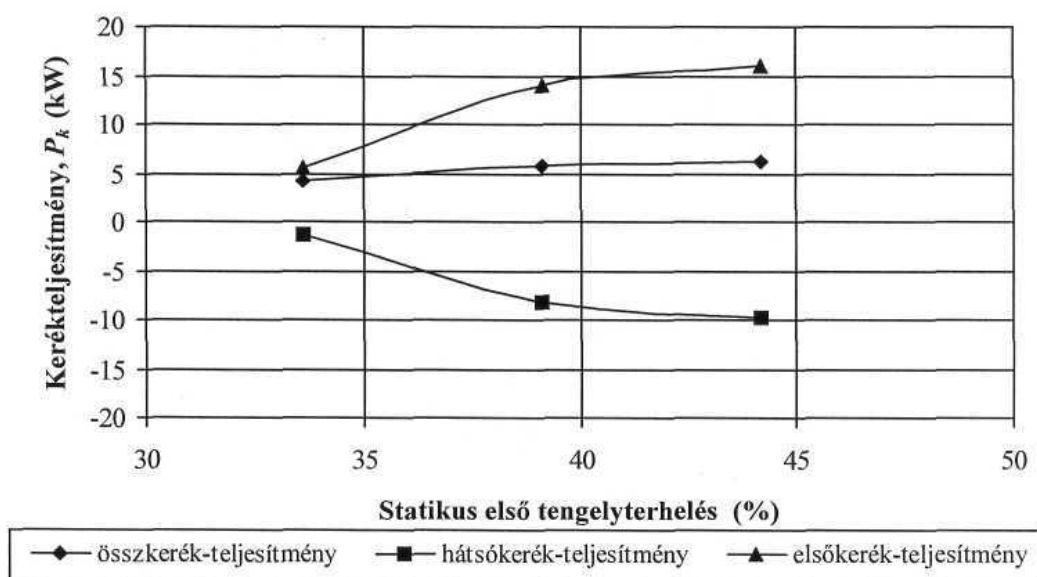
A traktorral kifejtett vonóerő nagyságát tekintve megállapítható, hogy valamennyi statikus első tengely terhelés és az adott névleges gumiabroncs belső nyomás beállításában a legkedvezőbb eredmények - haladási sebességtől függetlenül - az összkerék-hajtás üzemmódban, míg a legkedvezőtlenebbet az elsőkerék-hajtás üzemmódban kaptuk. Ezt támasztják alá a 2. ábra jellemzői is, ahol a kerékcúsúsás függvényében ábrázoltuk a és külön feltüntettük az első- és hátsókerék-hajtás üzemmódban kapott eredmények összegzett értékeit. Az ábrából látható, hogy ezen értékek sem érik el - azonos kerékcúsúsás mellett - az összkerék-hajtás üzemmódban kapott vonóerőt.



2. ábra. A traktor vonóképesége a kerékcúsúsás függvényében háromféle hajtásmódban

Mindhárom hajtásmódban a statikus első tengely terhelés növelésével növekszik a traktor önvontatási teljesítményigénye. Ugyanakkor az abroncs belső nyomás növekedésével kismértékben ugyan, de

csökken az önvontatási teljesítményigény. Az önvontatási teljesítmény azonban sebességfüggő is, mivel a haladási sebesség növekedésével arányosan nő a jármű önvontatási teljesítményével. A háromféle hajtásmód önvontatási teljesítményigényét összehasonlítva megállapítható, hogy a névleges gumibroncs belső nyomáson valamennyi tömegeloszlás beállításánál a legnagyobb önvontatási teljesítményigény az összkerék-hajtás üzemmódban jelentkezett, ennél kisebb volt a csak elsőkerék-hajtás, s legkisebb a hátsókerék-hajtás üzemmódban. A névleges gumibroncs belső nyomáson vizsgált eredményeket a 3. ábra szemlélteti. Látható, hogy a hátsó kerék teljesítménye már a legkisebb statikus első tengelyterhelésnél is negatív. Ennek oka, hogy az első kerék a hátsó kerékhez képest siet, így a talajon (betonúton) keresztül visszahajt a hátsó kerékre, s ez a visszahajtás nagyobb, mint a hátsó kerékre a motor felől érkező hajtóteljesítmény. Ez a hatás a statikus első tengelyterhelés arányának növelésével egyre csökkenő mértékben, de növekszik.

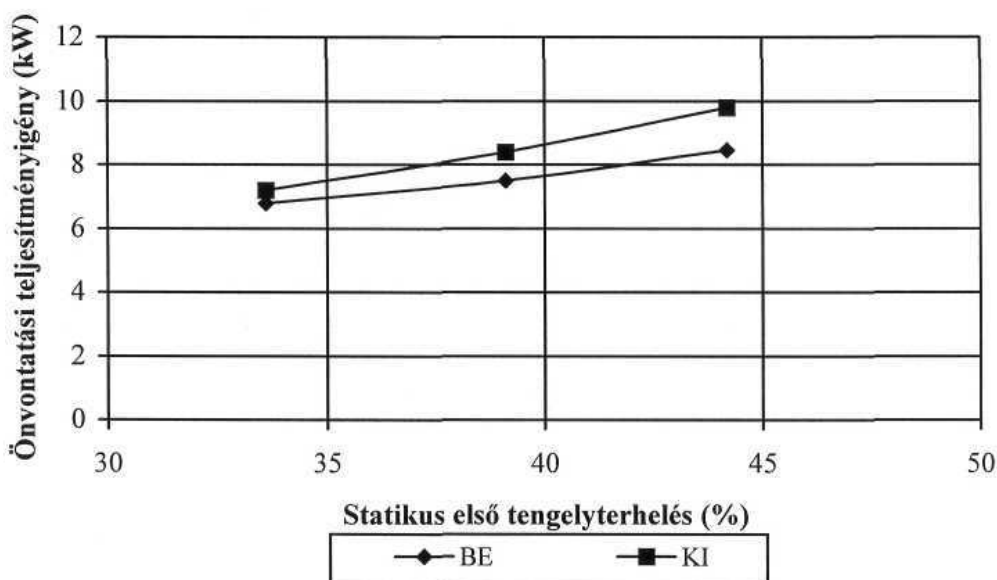


3. ábra. Az önvontatási teljesítményigény alakulása összkerék-hajtás üzemmódban

Az első kerekek kerületi sebességének „sietése” a hátsóhoz képest különböző statikus első tengelyterhelésnél:

Statikus első tengelyterhelés	Az első kerekek „sietése” a hátsóhoz képest
44,2 %	3,0 %
39,1 %	3,4 %
33,6 %	3,7 %

Az első híd rugózásának hatását ki- és bekapcsolt rugózás mellett végeztük el. A kikapcsolt állapotban a hidraulikus rendszer zárásával rendszerben keletkező lengéseket a hidroakkumulátor nem tudta csillapítani, így azok növelték a traktor önvontatási teljesítményigényét, melyre utal a 4. ábra is.



4. ábra. Az önvontatási teljesítményigény alakulása be-, illetve kikapcsolt elsőhíd-rugózásnál összerékhajtás üzemmódban

A bekapcsolt elsőhíd-rugózással javult a traktor önvontatási képessége, ami azonos kerékcúszások esetén 2-3 % vonóerő növekedésben, valamint 0-1,5 % vontatási teljesítmény, illetve határfok javulásában jelentkezett. Ezt más megközelítésből tekintve, ugyanazon értékű vonóerő kifejtés esetén a bekapcsolt elsőhíd-rugózással üzemeltetett traktorral nagyobb haladási sebesség és vontatási teljesítmény érhető el.

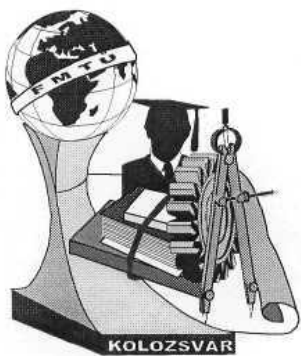
Irodalomjegyzék:

Dr. Szenté M.: A segédmellsőkerék-hajtású traktor vontatási jellemzői
Mezőgazdasági Technika, 2002/1. sz. 2-5 p.

Dr. J. Schrottmaier - M. Nadlinger - Dr. Szenté M.:
A rugózott mellső híddal és vezetőfülkével szerelt traktorok rezgésjellemzőinek vizsgálata és optimalizálása, a rugózott mellső híd hatása a traktor vonóképességére
Mezőgazdasági Technika, 2001/5. sz. 2-5 p.

Dr. Laib L. - Dr. Vas A.: Traktorok-autók
Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 1998.

Név/ tudományos fokozat: **Kassai Zsolt** fejlesztőmérnök
Munkahely/cím: FVMMU GM Gépmínősítő Közhasznú Társaság,
H-2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4. - Magyarország
Telefon/fax, E-mail: +36-28-511-665; +36-28-511-680; kassai@fvmmi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

SZEMCSÉS ANYAGOK TERMÉSZETES BOLTOZÓDÁSA ÉS A TÖNKREMENTELI JELLEMZŐK KAPCSOLATA

Keppler István

Abstract

Inside a silo or hopper, there are three different regions, regarding the difference in the capability of supporting the weight of the granular material above one region, and in the stress state within the specified region. The arching action within the granular mass is depends on these regions shape and size. The research was supported by OTKA 035022.

Összefoglalás

Feltevésünk szerint egy silóban tárolt szemcsés anyagalmazon belül három tartományt különíthetünk el a teherviselő képesség és a feszültségállapot alapján. A tartományok alakja és mérete hatással van a boltozódási folyamatokra. A kutatást az OTKA 035022 téma keretében végeztük.

Bevezetés

A szemcsés anyagok viselkedése esetenként a folyadékokéhoz, máskor pedig a szilárd anyagokéhoz hasonlítható, bizonyos körülmények között pedig mechanikai viselkedésük eltér mind a szilárd, mind a folyékony halmazállapot esetén megszokott viselkedési formáktól. Szemcsés anyagnak nevezhetjük azt az anyagalmazt amely [1]:

1. a rendelkezésre álló teret kis terhelés hatására kitölti;
2. oldalirányú megtámasztás nélkül semmilyen vagy csak kis terhelés felvételére alkalmas;
3. oldalirányú megtámasztás melletti terhelés esetén a terhelés függvényében a sűrűsége nőhet;
4. belső súrlódással rendelkezik;
5. kis alakváltozások keletkeznek benne a terhelések hatására.

A szemcsés anyagok mechanikai tulajdonságainak vizsgálata során arra a következtetésre jutottunk, hogy azok viselkedésének pontos modellezéséhez a legnagyobb körültekintést a tönkremeneteli kritériumok megfogalmazása igényli. A szemcsés anyagok vizsgálata során ugyanis a műszaki gyakorlatban hatékonyan alkalmazott; a redukált feszültség viszonylag egyszerű fogalmára alapozott tönkremeneteli kritériumok felhasználása nem képes a valóságban lezajló tönkremenetel modellezésére.

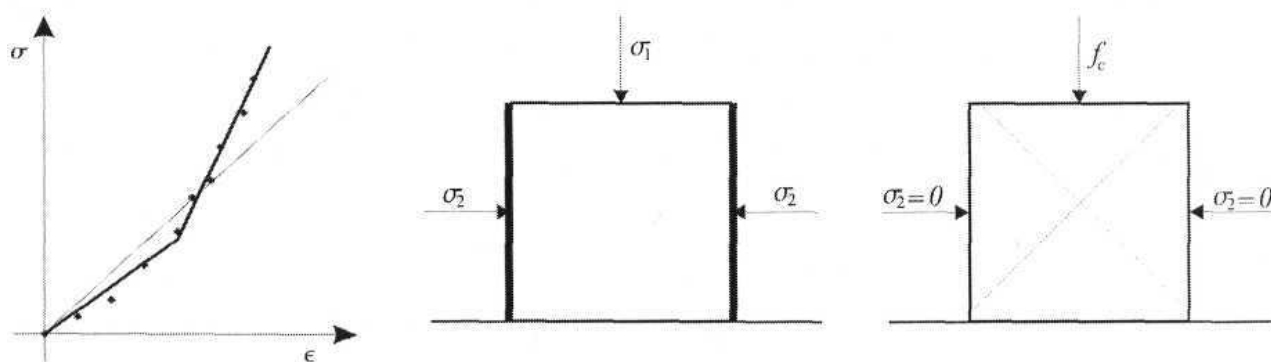
Anyag- és tönkremeneteli jellemzők

A szemcsés halmaz két fontos állapotáról beszélhetünk: egyik a *teherviselő* a másik a *terhelést létrehozó* állapot. Az elsőnél a halmaz valamely külső terhelés elviselésére képes; a másodiknál a szemcsés halmaz hatása valamilyen szilárd testre - vagy a teherviselő állapotban lévő szemcsehalmazra - terhelésként jelentkezik.

Természetes boltozatnak nevezhetjük a szemcsés halmazban kialakult üreg felett keletkező azon ívet, amely képes a felette lévő anyagtömeg megtartására. Egy ilyen teherviselő tartomány alakja, a teherviselésben résztvevő anyagtömeg kiterjedése és mennyisége nem ismert. Mindezeket figyelembe véve a feszültségviszonyok alakulásának modellezése és követése igen nehéz feladat.

Vizsgálataink során kontinuum modellt alkalmazunk, azaz a szemcsés anyag halmaz szerkezetére semmilyen feltevést nem teszünk, hanem annak tulajdonságait mérésel meghatározható anyagi állandókkal vesszük figyelembe. Feltételezzük, hogy a szemcsés anyag folytonosan tölti ki a teret, és a halmazra jellemző fizikai mennyiségek folytonos függvényekkel adhatók meg. A szemcsehalmaz állapotát jellemző függvények változását meghatározó fizikai törvényeket pedig differenciálegyenletek alakjában keressük.

A szemcsés anyag Young-modulusát (E) és Poisson-számát (m) kvázitriaxiális berendezés segítségével határozhatjuk meg [2]. A kvázitriaxiális berendezéssel végrehajtott mérések eredményei arra következtetésre vezetnek [3], hogy mérési eredmények feldolgozásához a lineáris közelítés nem minden esetben célravezető, helyette két lineáris függvény alkalmas összeillesztésével sokkal jobb közelítést érhetünk el, és eközben megőrizhetjük a modell linearitásból eredő egyszerűségét. Ezért vizsgálatainkhoz bilineáris, homogén, izotróp anyagmodellt alkalmazunk.



1. ábra: Bilineáris közelítés elve 2. ábra: Folyási függvény meghatározása kvázitriaxiális vizsgálóberendezés segítségével

A szemcsés anyagok tönkremenetelének három formájáról beszélhetünk. *Ny írási tönkremenetelnek* nevezzük azt a jelenséget, amikor a szemcsehalmaz egy elemi tartományában találhatunk egy olyan n

normálisú síkot, amelyiken a nyírófeszültségek túllépik a σ_n normál feszültség egy meghatározott hányadát: $|\tau_{nm}| \geq \sigma_n \tan \phi + c$, ahol c a kohéziót jelöli.

A kvázitriaxiális vizsgálóberendezés segítségével meghatározhatunk egy másik tönkremeneteli kritériumot is, amit *folyási függvénynek* neveznek [4]. A folyási függvény (*FF*) meghatározása során a vizsgálóberendezésbe helyezett anyagmintát összetömörítjük adott σ_1 feszültséghez tartozó nyomóerővel. σ_1 egy adott értékénél szabaddá tesszük az anyagminta oldalát - σ_1 fenntartásával -, majd tovább növeljük a terhelést, egészen a szemcsehalmaz összeomlásáig. A kísérletet megismételjük különböző tömörítő feszültség értékek mellett. A vizsgálat során kapott mérési pontokra illesztett függvény grafikonját nevezzük az anyag szabad felülethez tartozó folyási határgörbéjének.

A harmadik tönkremeneteli forma az *anyagszerkezeti tönkremenetel* amelyet a bilineáris anyagmodell alkalmazásával írhatunk le. Anyagszerkezeti tönkremenetelnek nevezzük azt a szemcsehalmazban lezajló folyamatot, amelynél - feltehetően az anyagban lezajló mikrostrukturális átrendeződések hatására - az anyag mechanikai tulajdonságai megváltoznak. Ilyen anyagszerkezeti tönkremeneteli helyet definiál a bilineáris anyagmodellnél az a pont a terhelési diagramban, ahol a mérési pontokra illesztett két egyenes metszi egymást.

A tönkremeneteli jellemzők és a boltozódási hajlam kapcsolata

Szemcsehalmazok természetes boltozódásának vizsgálata során két fő kérdéssel foglalkozunk:

1. Meghatározzuk azokat a feszültségeket, melyek a szemcsés anyag tömörödését okozzák. A szemcsés anyag ugyanis a tömörödés hatására válik képessé az önsúlyából és a felette elhelyezkedő anyagtömeg hatásából eredő terhelések elviselésére.
2. Vizsgáljuk a természetes boltozatot alkotó szemcsehalmazban kialakuló feszültségeket. A feszültségek és a megfelelő tönkremeneteli kritérium ismeretében meghatározhatjuk a boltozat teherbíró képességét valamint a kritikus nyílásméret nagyságát.

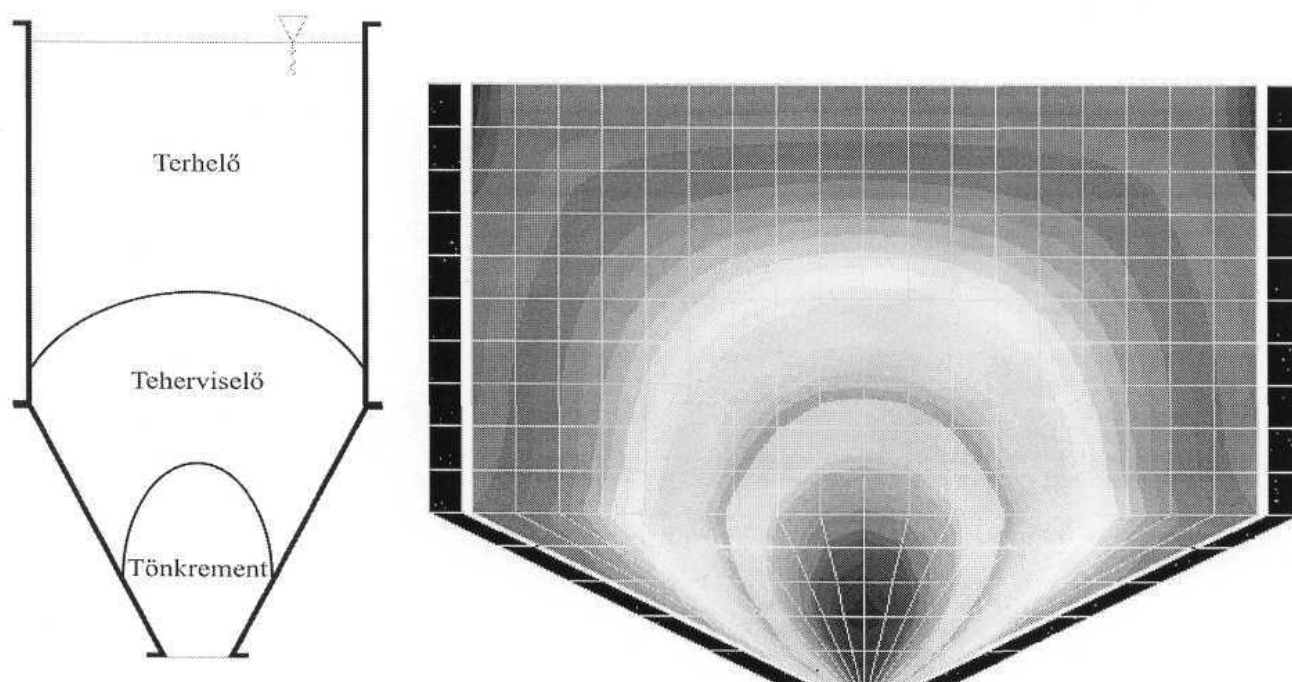
Feltevésünk szerint egy silóban tárolt szemcsés anyaghalmozaton belül három tartományt különíthetünk el a feszültségviszonyok alapján. Felülről lefelé haladva ezek a tartományok a következők:

1. A szemcsehalmaz szabad felületének környezetében található anyagtömeg a függőleges feszültségek hatására még nem tömörödik össze annyira, hogy képes legyen - alátámasztás nélkül - a felette lévő anyagtömeg megtartására. Ez a réteg kizárólag *terhelést okozó anyagtömegként jelenik* meg a tárolóban.
2. A tömörödési okozó feszültségek növekedésével elérünk egy akkora feszültség értékhez, amelynél a szemcsés anyag belső strukturális változáson megy át, ezt jelzi a bilineáris

modellnél látható töréspont. Ebben a környezetben - és ez alatt - a szemcsés anyag már képes a felette lévő anyagtömeg megtartására, ez a *tehveriselő tartomány*.

3. A legalsó tartományban az anyag nem képes terhelés felvételére (ha a tároló alja nyitva van), mert ilyenkor a szemcsés anyag kéttengelyű feszültségállapotba kerül, és ilyenkor csak a folyási függvény által meghatározott terhelések elviselésére képes. A *tönkrement tartományban* található anyaghalmoz kifolyik a nyitott kiömlőnyíláson keresztül.

A tárolóban maradt anyagtömeg ezután vagy megtartja a felette lévő terhelést, és az anyag boltozódik, vagy olyan nagy nyírófeszültségek lépnek fel benne, hogy megjelenik a nyírási tönkremenetel, és az anyag teljes egészében kiömlik a tárolóból.



3. ábra: A szemcsehalmoz 4. ábra: A függőleges feszültségek változásának jellege a véges elem
három tartománya módszeres vizsgálatokhoz létrehozott modellsilóban

Irodalom:

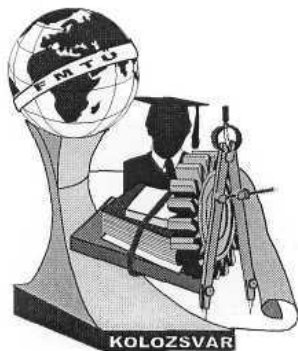
1. **Csizmadia B.:** *Differential Equation of Silo Problem*, kézirat
2. **Huszár L, Csizmadia B.:** *Determination of Poisson's ratio in elastic oedometer*, 4th ICCPAM Int., Conf., Rostock, 1989, Proceeding, Volumel, pp. 26-30
3. **Huszár I., Csizmadia B.:** *Biotechnológiai [...] folyamatokban résztvevő anyagok mechanikai tulajdonságainak vizsgálata*, OTKA 881 zárójelentése, GATE MGK MECT, 1990
4. **Gabriel I. Tardos:** *Stresses in Bins and Hoppers*, www.erpt.org/992Q/tard-00.htm

Keppler István Ph.D. hallgató

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar,

Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék

06 28 522 042, keppler@mect.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK **TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA**

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MEZŐGAZDASÁGI SZEMESTERMÉNYEK ÉS ŐRLEMÉNYEK HŐ VEZETÉSI KÉPESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA MÉRŐ AUTOMATA SEGÍTSÉGÉVEL

Korzenszky Péter, Judák Endre, Kovács Gábor, Fogarasi Lajos

Summary

An equipment for measuring the heat convection coefficient for different materials is introduced. The measuring method of the equipment is based on the determination of the heat convection for stationary state. The unknown heat convection of the investigated materials is compared to the known, so called standard heat convection coefficient of a known material. The heat convection coefficient values of the materials used in the food industry are defective in the literature, so the data can be achieved from these measurements are very important for the designing of the industrial equipment and for the practice, as well. The knowledge of the heat convection coefficient are useful in the quality determination and control, too. In this paper the basic principle of the functioning the setup of the equipment and the basic functions of the software operating the measurements are discussed.

Bevezetés

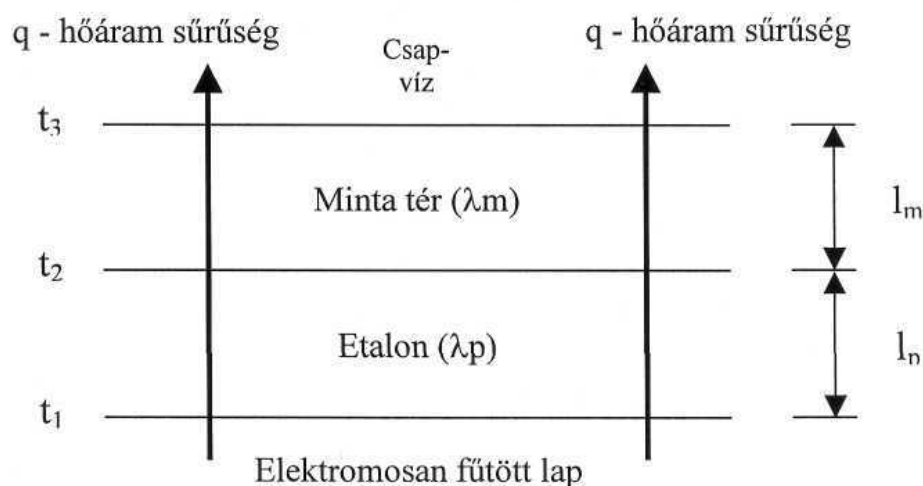
Az élelmiszeriparban és az élelmiszeripari készüléktervezésben a mezőgazdasági anyagok anyagjellemzői alapvető fontosságúak. Sajnos némely anyagjellemző tekintetében az irodalom meglehetősen hiányos (dielektromos állandó, hővezetési együttható, fajhő stb.). A dolgozatban különféle anyagok hővezetési tényezőjének mérésére szolgáló készüléket ismertetünk. A készülék a hővezetési együtthatót stationer mérési módszer alapján határozza meg. Az ismeretlen anyagjellemzőt egy standard anyag hővezetési együtthatójához viszonyítva mérjük. Ezzel a relatív módszerrel a készülék paraméterei közül sok adat eliminálható, s ezzel a mérés pontossága javítható. Természetesen a standard anyagot úgy kell megválasztani, hogy annak a hővezetési együtthatója az irodalomban nagy pontossággal ismert legyen. Fontos szempont a standard anyag megválasztása szempontjából, hogy annak hővezetési együtthatója az ismeretlen anyag hővezetési együtthatójának a nagyságrendjébe essen. Ezáltal a mérendő közbülső hőmérséklet a belépő illetve kilépő felületek hőmérsékletének számtani közepéhez közel esik és ezzel a mérés pontossága javítható. A λ meghatározásánál a mérendő anyag hőmérsékletének és térfogatsűrűségének függvényét anyagonként fel kell venni. A használt parafa standardot a vizsgált búza és a 10 cm magréteg vastagság miatt választottuk. A hővezetési együttható mérésével kapott adatok felhasználhatók többek között a minőség meghatározásnál is.

A hővezetési tényező mérésének elve

Hővezetés az anyagot alkotó részecskék Brown-féle hőmozgása és érintkezése útján, hőmérsékletkülönbség hatására jön létre, és a hőenergia a melegebb helytől a hidegebb hely felé áramlik. Homogén téren áthaladó állandó, egyirányú hőáramsűrűséget feltételezve a minta térben felírható a következő összefüggés (Fourier törvény):

$$q = \frac{dQ}{A \cdot dt} = -\lambda \cdot \frac{dT}{dl}$$

ahol q a hőáramsűrűség, λ a minta hővezetési tényezője, dT/dl a hőmérséklet út menti differenciálhányadosa, $dQ/A \cdot dt$ az átvitt hőteljesítmény az A felületen.



Ismert mennyiségek az etalon parafa hővezetési tényezője (λ_p), a rétegvastagságok értékei (l_m , l_p). A hőmérséklet értékeket (t_1 , t_2 , t_3) a mérőkártya segítségével ismertnek tekinthetjük. Így:

$$q = \frac{dQ_p}{A \cdot dt} = -\lambda_p \cdot \frac{t_1 - t_2}{l_p} = -\lambda_m \cdot \frac{t_2 - t_3}{l_m}$$

Állandó hőáram-sűrűséget feltételezve kifejezhető λ_m ismeretlen hővezetési tényező:

$$\lambda_m = \lambda_p \cdot \frac{l_m \cdot (t_1 - t_2)}{l_p \cdot (t_2 - t_3)} \quad \left[\frac{W}{m \cdot K} \right] = \left[\frac{J}{m \cdot ^\circ C \cdot s} \right]$$

1. ábrán a halmazanyagra kialakított hővezetési tényező mérésére alkalmas mérőműszer összeállítási vázlata látható.

A műszer két egymásba helyezhető hengerből, két db elektromos fűtőlappal 1-1 etalonként használt parafa korongból, 8-8 db félvezető hőmérőből és a víz be- és elvezetésére alkalmas elemekből épül fel.

A mérést a mintatérben (10cm rétegvastagságú, egységesen tömörített, különböző magokból és darálmányokból készített mintákon végezhetjük. A két henger közötti térben csapvizet áramoltatunk, ezáltal biztosítva az állandó hőmérsékletet, a hőáram útját és környezettől függetlenített hőmérsékletet. Az elektromosan fűthető lapot $T=80^\circ C$ -on tartva biztosítjuk az állandó hőmérsékletet. Ez a

hőmérséklet és a csapvíz hőmérséklete közti különbség, (ami a magminta két oldalán mérhető) kelti a stationer hőáramot. Az etalon parafa, ismert hővezetési tényezőjű korong alján és tetején mérjük a hőmérséklet értékeket (t_1 , t_2).

Mérjük a hőmérsékletet a mintatér alján (t_2) és a tetején (t_3). A mért hőmérsékletértékek különbsége és az ismert paraméterek alapján az előbbiek szerint számítható a λ_m hővezetési tényező értéke, amit a program folyamatosan számol és a képernyőn megjelenít.

A 8 db félvezető hőmérőt a sajátfejlesztésű mérőkártyához csatlakoztatjuk, ami a PCL -71 l-es Advantec kártyához csatlakozik. A fűtőlapok teljesítményét úgy változtatjuk, hogy a hőmérsékletét állandóan figyeljük, és minden mintavételnél futtatjuk a szabályozó algoritmust is. A mintavételi idő programból változtatható.

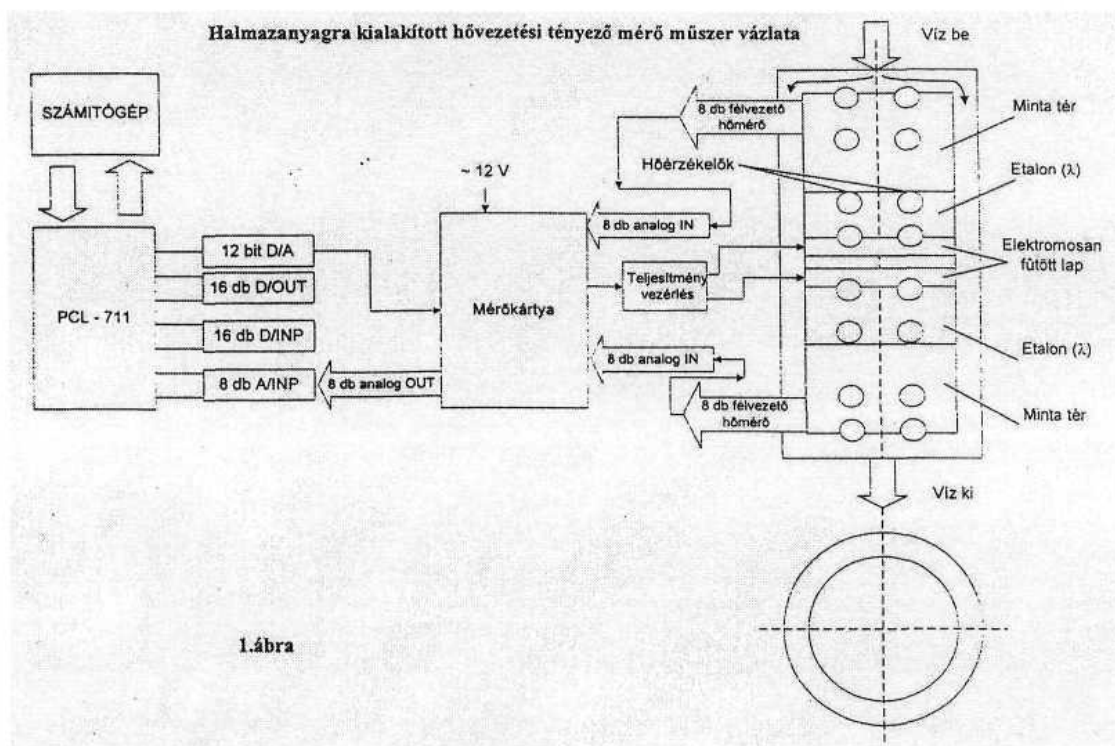
A teljes mérőegység alapvetően két funkciót lát el. A szondába helyezett 8-8 félvezető hőmérő letapogatását, az adatok lerakását txt. fileba, továbbá egy triakos egységen keresztül a $T = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$ hőmérsékletű fűtőlap szabályozását. ($T \text{ [} ^\circ\text{C]}$) programból állítható.

Az adatgyűjtő program által generált (*.txt) szöveges file-ból, mint forrásból az Excel felhasználói program segítségével tudtuk az adatokat kiértékelni. **2. ábra**

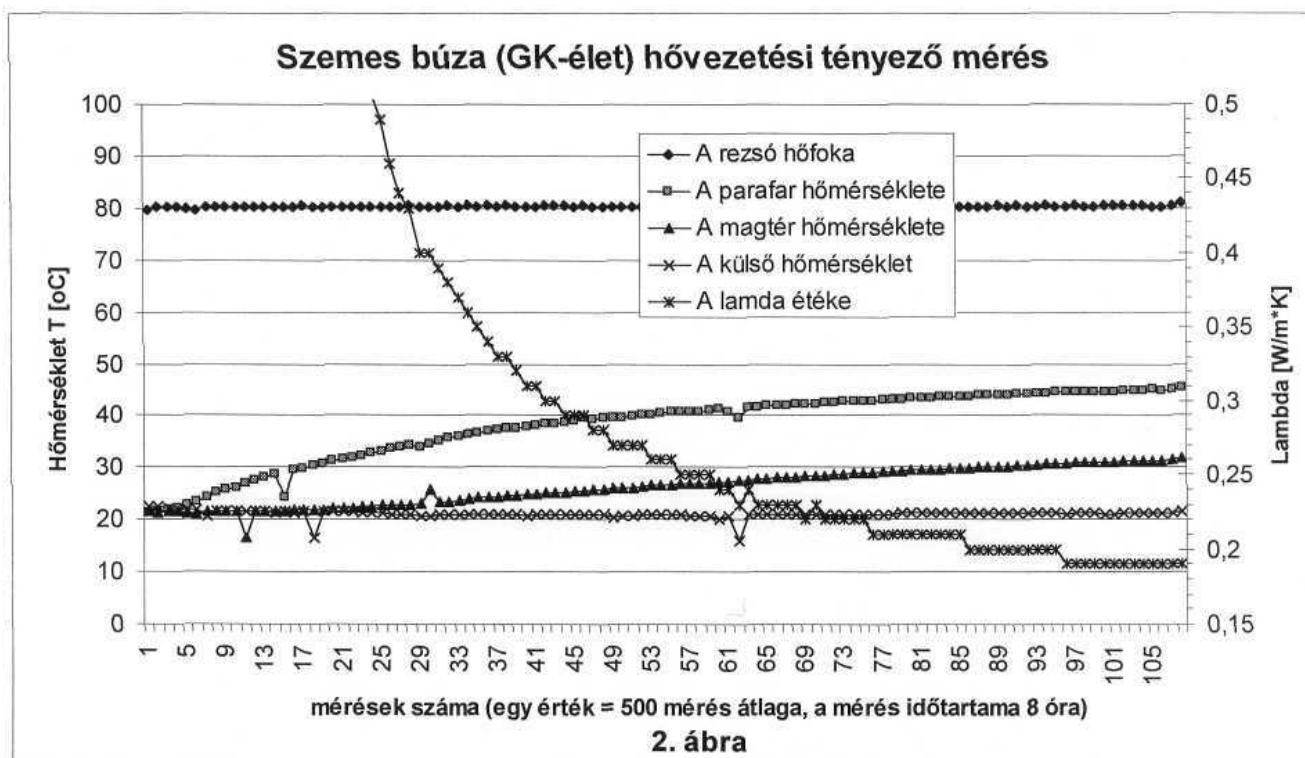
A mintavételi idő megválasztásakor a fűtőlap időállandóját kell figyelembe venni. A 8. csatorna mérése után a szabályzó rutin futtatása történik, ami a fűtőlap állandó hőmérsékletét biztosítja.

A **3. ábrán** egy összehasonlító értékelést látunk, ami két fajta búzát és egy fajtán belül pedig a magminta, és az abból készített közepes szemcseméretű darálmány hővezetési tényezőjét hasonlítja össze.

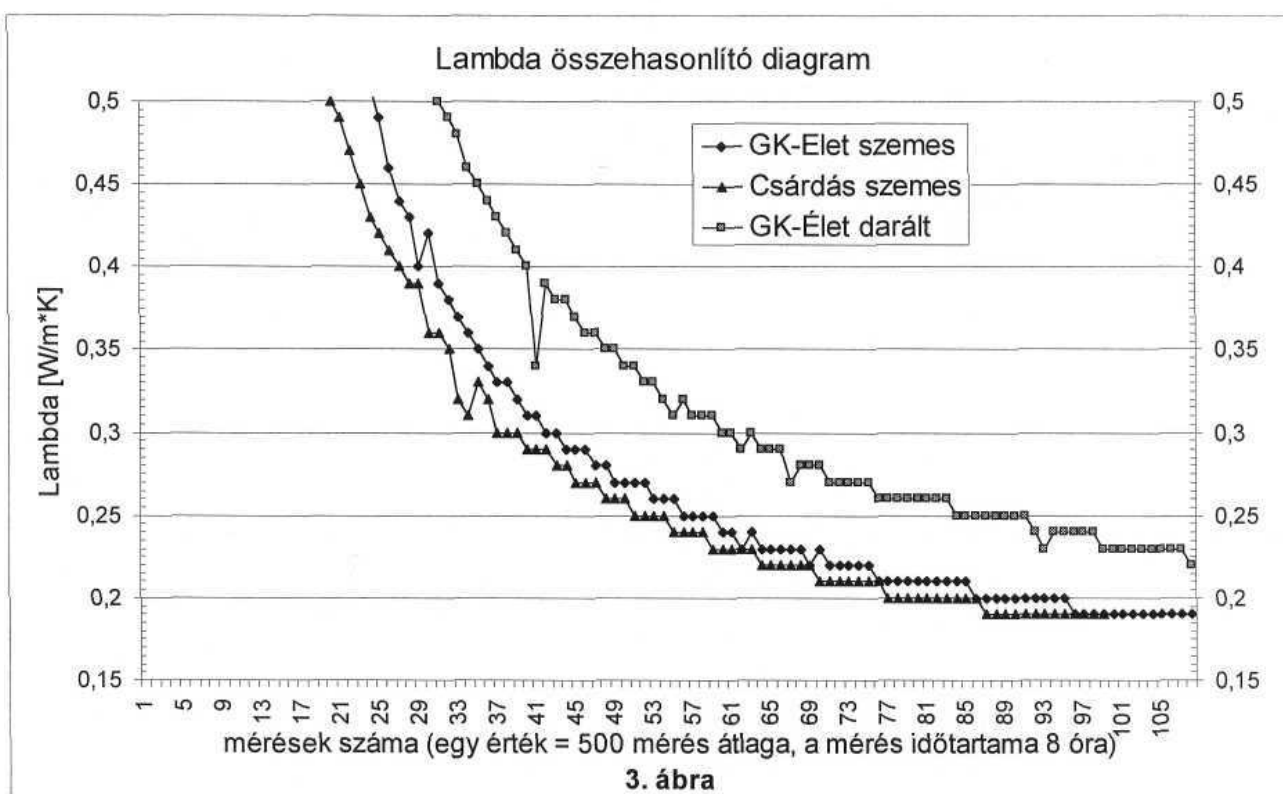
A berendezésünk összevátése a HOLOMETRIX RAPID-k ÚT 250-A, UT400-A 1 mérővel folyamatban van.



Halmazanyagra kialakított hővezetési tényező mérésére alkalmas mérőműszer összeállítási vázlata



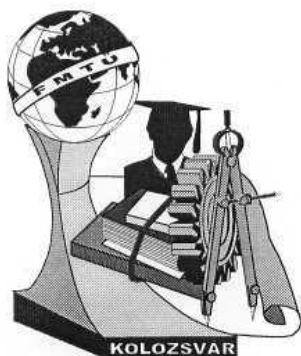
Az adatgyűjtő program által generált txt. file-ból, mint forrás fileból a Microsoft.excel-ben történő kiértékelés látható



Összehasonlító értékelés

Dr. Judák Endre egy. docens
SZIE Gödöllő GM Kar, AEÉT
2103 Gödöllő Páter K. u. l.
tel.: +3628/522-046
e-mail: judak.aet.mgk@mgk.gau.hu

Korzenszky Péter tanszéki mérnök
SZIE Gödöllő GM Kar, AEÉT
2103 Gödöllő Páter K. u. l.
tel.: +3628/522-046
e-mail: korzensz.aet.mgk@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

DÖNTÉSI TÉNYEZŐK PRIORITÁSAI A MEZŐGAZDASÁGI MUNKAGÉPEK BERUHÁZÁSÁBAN

Dr. Kovács Imre

Abstract

Coming to professional decisions is always the outcome of long and hard work. This paper is aiming to find answers to the basic questions, what considerations motivate, and how, the customers in their decision-making. Out of agricultural machines we tested cylindric circle-balers. We revealed the buyers' customs with the help of in-depth-interviews based on a data sheet survey and furthermore we evaluated the work-performance and the job quality of the balers in the first year. The most important conclusion of the evaluation is that customers regard the type of the machine as decisive factor in their buying decision. It is difficult to judge the exact meaning of the type but we can understand it means the brand, the trade name with its entire context. Most likely it covers all the experiences, information, faith and commitment related to the brand. It is important to consider that to create a brand is a long procedure with enduring, persistent work and on the other side that the key issue is the quality of the machine.

Összefoglalás

A szakmai döntések meghozatala mindig hosszú és fáradtságos munka eredménye. Jelen tanulmányunk arra a legfontosabb kérdésre keresi a választ, hogy mely szempontok és hogyan motiválják a vásárlókat a döntéseik meghozatalában. Vizsgálatunkat a mezőgazdasági munkagépek közül a hengeres körbálázókra végeztük el. Az adatlapos felmérésre alapozott mélyinterjúk keretében a vásárlási szokások feltárásán túl elemeztük a bálázók első évének munkateljesítményét és a munkaminőségüket. Az értékelés legfőbb tanulsága: a vásárlók meggyőző fölényrel a típust tekintik döntő érvnek a beszerzési döntéseik kapcsán. Azt nehéz megítélni, hogy ez kinél-kinél mit takar, az azonban valószínűsíthető, hogy a típus a vevő szemében „márka”, annak komplex összefüggéseivel. Valószínűsíthető, hogy kifejeződik benne sok, a márkával kapcsolatos sok-sok információ, tapasztalat, hit, elképzelés, elkötelezettség stb. Látni kell, hogy a „márkává válás” folyamata hosszú, kitartó és szívós munkát követel és alapfeltétel a valóban jó gép.

Bevezetés

A szakmai döntések meghozatala mindig hosszú és fáradtságos munka eredménye. Nincs ez másként a mezőgazdasági gépberuházások területén sem, hiszen a gazdaságilag hatékony, minőségi követelményeknek eleget tevő termelési folyamatot csak kiváló munkaminőségi paraméterekkel rendelkező gépekkel lehet fenntartani. A korlátozottan racionális döntések meghozatalának vizsgálata

örök érvényű, hiszen ezen vizsgálatok eredménye hasznos mind a gépeket gyártó-forgalmazó, mind pedig a vásárló-üzemeltető szervezetek számára. Jelen tanulmányunk arra a legfontosabb kérdésre keresi a választ, hogy mely szempontok és hogyan motiválják a vásárlókat a döntéseik meghozatalában. A jó döntés meghozatalát nehezíti az a tény, hogy a különböző gépek/berendezések szakmai színvonalában, megbízhatóságában egyfajta kiegyenlítődés tapasztalható.

Vizsgálatunkat a különféle mezőgazdasági munkagépek közül a hengeres körbálázók beruházására terjesztettük ki. Tettük ezt azért, mert ezek a munkagépek beruházása egyrészt elég nagy értéket képvisel, másrészt pedig a munkateljesítményük egzaktul mérhető.

A vizsgálatba a Magyarországon jelenleg jelentősebb darabszámban forgalmazott típusokat vontuk be.

Anyag és módszer

Az adatlapos felmérésre alapozott mélyinterjúk keretében a vásárlási szokások feltárásán túl elvégeztük a bálázók első évének munkateljesítmény- és munkaminőségének vizsgálatát is.

A vizsgálat **célrendszere** az volt, hogy a bálázók első évi géphasználati tapasztalatai, továbbá a felhasználói vélemények alapján értékeljük:

- a gépek teljesítményét, munkaminőségét,
- a meghibásodásokat és az alkatrész-felhasználást,
- az üzembiztosságot,
- a szerviz- és garanciaszolgálatot,
- a bálázók munkájának gazdaságosságát és
- mindezek, valamint a részletes vásárlói vélemények alapján, a felhasználói/vevői megelégedettség főbb összetevőit.

A munka keretében **5 db Claas Rollant 66, 3 db Pöttinger Rollprofi 3120, 6 db Vicon RF 121/130, 3 db Krone KR 160, 5 db M 1300 és 5 db New Holland 544** típusú körbálázó üzemi vizsgálatát végeztük el. A típus- és egyedkiválasztás során arra törekedtünk, hogy ország minden területéről, különböző társasági formákból kerüljenek ki a vizsgálatba vont körbálázók.

A döntési tényezők prioritásának vizsgálata egy *sajátos kommunikációs folyamat*, amelynek során a gyártó (vagy megbízásából a forgalmazó, netán egy harmadik fél) megfigyeli:

- hogyan fogadják termékét, szolgáltatását,
- mit gondolnak a fogyasztók az adott termékről, szolgáltatásról,
- miért veszik, vagy éppenséggel nem veszik, az adott terméket, szolgáltatást,

- miért veszik, vagy nem veszik meg **újra**, a felkínált jószágot.

Normális esetben, az így nyert információk *alapot jelenthetnek a belső fejlesztésekhez*, a végfelhasználói igények mind teljesebb kielégítéséhez, akár *termék*-, akár *eljárás-innovációról* legyen is szó.

Eredmények

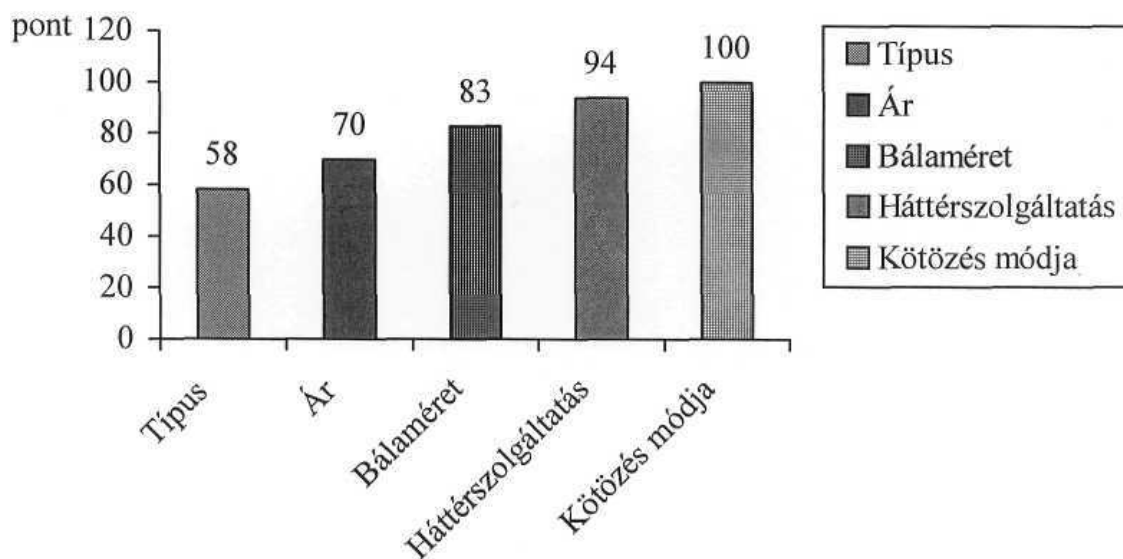
A **döntési tényezők** vizsgálatával kapcsolatban a legfőbb üzenetnek azt tartjuk, hogy **nincs két teljesen egyforma vevő**. Ez annyit jelent, hogy minden vevőt önállóan kell kezelni, gondozni annak érdekében, hogy megnyerjük őt egy konkrét típus megvételére.

Az értékelés legfőbb *tanulása*: a vásárlók meggyőző fölényrel a **típust** tekintik döntő érvnek a beszerzési döntéseik kapcsán. (1. **ábra**) Azt nehéz megítélni, hogy ez kinél-kinél mit takar, az azonban valószínűsíthető, hogy a típus a vevő szemében „márka”, annak komplex összefüggéseivel. Valószínűsíthető, hogy kifejeződik benne sok, a márkával kapcsolatos sok-sok információ, tapasztalat, hit, elképzelés, elkötelezettség stb. Látni kell, hogy a „*márkává válás*” folyamata hosszú, kitartó és szívós munkát követel és alapfeltétel a valóban jó gép. E tekintetben a gyártók közötti versenyben egyre inkább kiegyenlítődés tapasztalható, ami azt jelenti, hogy a meghatározó típusok között a legfőbb jellemzők tekintetében általában nincs számottevő különbség. Aki a minőség dolgában kilóg a sorból, az ezt tudatosan vállalva, rendszerint az árversenyre helyezi a hangsúlyt és így próbál magának vevőket megnyerni. Ez a törekvés nem hiábavaló, hiszen a vásárlói vélemények alapján a **vételár** a második legfontosabb tényező a beszerzési döntéseknél.

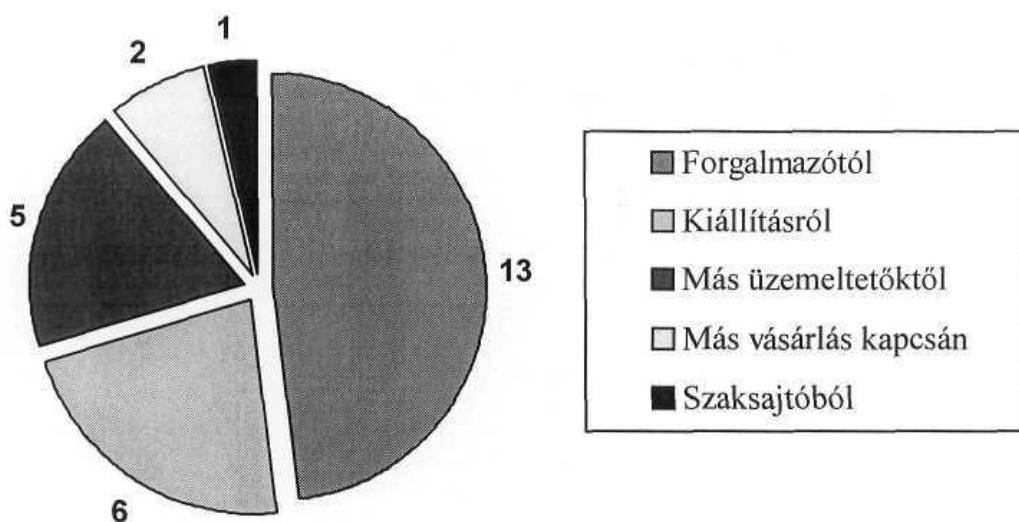
Előre kell bocsátani, hogy a klasszikus vevő-elégedettség vizsgálatokhoz viszonyítva esetünkben a megfigyelhető minta korlátozottan alacsony volt, különösen, ha tekintetbe vesszük, hogy összesen 27 gép vizsgálatát végeztük el, amelyek 6 típusba tartoznak.

Mindezzel együtt, a feldolgozott vizsgálati eredmények, a rájuk épülő szakmai megjegyzések, illetve konzultációk, véleményünk szerint jól orientálhatnak a marketing-stratégia, vagy az annak részét képező értékesítési politika, illetve gyakorlat fejlesztési feladatainak megfogalmazásakor.

A döntési tényezők vizsgálatán túl érdekes a szükséges információk beszerzési forrásainak vizsgálata is. Megállapítható, hogy a vásárlók többsége a szakinformációkat a közvetlen szakmai környezetéből személyes kapcsolatok útján szerezte be, legyen az akár a forgalmazó területi képviselőjével, akár más üzemeltetőkkel kiépített kapcsolat. (2. **ábra**.)



1. ábra: A bálázó típus-kiválasztásának döntő érvei



2. ábra: A döntési tényezők beszerzési forrásának alakulása

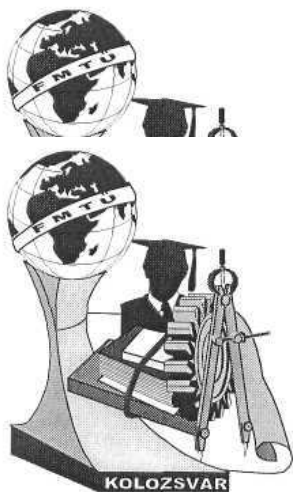
Irodalomjegyzék

1. Husti I. (1999): A mezőgazdasági gépesítés ökonómiája és menedzsmentje. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 206 p.
2. Vermes P. (1991): A mezőgazdasági gépek vevőszolgálatának értékelése. Gazdálkodás. 9. sz. p. 51-59.

Dr. Kovács Imre egyetemi adjunktus

SZIE GMK MÜGT, Gödöllő

H-2103 Gödöllő, Páter K.u.l. Tel.:+36-28-522-044, E-mail: kovacs.mugt.mgk@mgk.gau.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A TEJ MIKROHULLÁMÚ KEZELÉSÉNEK VIZSGÁLATA

Kovácsné L. Mariann

Abstract

Hungary is in the gateway of the European Union. (Hungary would like to belong to the member countries of the European Union.) Besides the compulsory conformity with the requirements of new market challenges, product competitiveness improvement and the larger transport distance explain the necessity of researches supporting the introduction of new and more effective preservation methods. Microwave energy as heat treatment gives a contrary technical solution. This has been applied for food pasteurisation and sterilisation in limited number of cases, but not widespread in practice up to this point.

During my research I was focusing on the quality of microwave treated milk. Based on the PH-value variation and the coagulation of the treated milk I was looking for the particular (time)length of microwave treatment which gives an equivalent value with the end product of conventional pasteurisation technics.

It can be concluded from the point of microbiologic security that microwave heat treatment is an option for milk pasteurisation, however further by-sense and quality tests are necessary for the widespread of microwave pasteurisation.

Összefoglalás

Magyarország szeretne az Európai Unió tagállamai közé tartozni. Az „Új piac” követelményeihez való kötelező alkalmazkodás mellett a termékek versenyképességének javítása és a nagyobb szállítási távolság is indokolja az új, hatékonyabb tartósítási eljárások bevezetését megalapozó kutatásokat. Az eddigiektől eltérő technikai megoldást kínál a mikrohullámú energia hőkezelésre történő felhasználása, amelyet korlátozott mértékben már alkalmaznak az élelmiszerek pasztörözésére, sterilizálására, de nincs elterjedve a mindennapi gyakorlatban.

Kutatásaim során a mikrohullámmal kezelt tej minőségére összpontosítottam. A kezelt tej pH-érték változása és alvadása alapján kerestem azt a mikrohullámú kezelési időt, amellyel a hagyományos pasztörözési technikával egyenértékű végtermék hozható létre. Megállapítható, hogy mikrobiológiai biztonság szempontjából lehetőséget nyújt a mikrohullámú hőkezelés a tej pasztörözésére, azonban további érzékszervi és minőségi vizsgálatok szükségesek a tej mikrohullámú pasztörözésének elterjesztéséhez.

Bevezetés

A tej az emlőszállatok tejmirigyei által kiválasztott, bonyolult összetételű és felépítésű biológiai folyadék. A nyers tejben mindig megtalálható mikroorganizmusok életműködésükkel csökkentik a tej minőségét, és rontják annak eltarthatóságát, ezért nem kívánatosak a tejben. A kórokozó mikroorganizmusokat el kell pusztítani, amely kizárólag hőkezeléssel történhet. Terminológia szerint hőkezelésen a 71,7°C hőmérsékleten tizenöt másodpercig vagy ezzel egyenértékű más idő-hőmérséklet összefüggés szerinti kezelést értjük, ugyanis a mikroorganizmusok pusztulásának mértéke

függ a hőkezelés hőmérsékletétől és a hőntartás idejétől. Alacsonyabb hőmérsékletű hőkezelést, $T = (67-85)^{\circ}\text{C}$ különböző időtartamú $t = (1-60)$ perc, amely egyes mikroorganizmusok pusztulását eredményezi, pasztörözésnek nevezzük. Magasabb hőmérsékletű $T = (110-120)^{\circ}\text{C}$ hőkezelést, amely a mikroorganizmusok teljes vagy többségi pusztulását idézi elő, az a sterilizálás. [1],[5]

A hagyományos technológiák során a tejet kb. 72°C -ra melegítik és kb. 2 percig hőntartják. Az un. UHT eljárással 140°C -os hőmérsékleten 4-6 másodperces hőntartással biztosítják a tej mikrobiológiai biztonságát. Már 1969-ben kidolgozták a tej mikrohullámú pasztörözését, azonban a mai napig nem terjedt el az élelmiszeriparban.[2] A mikrohullámú dielektromos jellemzők mérés technikájának fejlődése az elektromágneses erőter szélesebb körű megismerése azonban ismételt a mikrohullámú energia hőközléssel való felhasználást helyezte előtérbe.[3]

Anyag és módszer

Kutatómunkám jelen fázisában a tej mikrohullámú kezelése és ezen kezelés hatására bekövetkező pH-érték csökkenés vizsgálatával foglalkozom. Kísérletem során frissen fejt, 2 dl mennyiségű, előhűtött (9°C) tehéntejet kezeltem Whirlpool M263 Talent típusú - a háztartásokban is használatos - mikrohullámú berendezéssel. A kezelt tejet 20 ml-es kémcsövekbe töltve vizsgáltam tovább. Minden egyes mérési sorozat során 1000 W-os kimenő teljesítménnyel különböző ideig hőkezelt a tejet. Az 1. sz. táblázatban láthatóak a minták kezelési ideje, az elért véghőmérséklet, valamint a kezelést követő órákban történt pH-változás. A mintákat minden esetben vízfürdős termosztáttal szobahőmérsékletre hűtöttem vissza, és ezt követően kétóránként mértem a minták pH-értékét. A minták hőmérsékletét T - típusú Cu-CuNi hőelemmel, és ALMEMO mérőegységgel mértem. Ez utóbbi mérőegység egy pH-mérő szondával kiegészítve lehetővé tette a minták folyamatos pH-ellenőrzését is.

A friss tej pH-ja 6,6 - 6,7 ez a közel semleges érték a legtöbb mikroba számára kedvező. A frissen fejt tej savfoka bizonyos ideig nem változik.[4] Ezt az időszakot inkubációs időnek nevezzük. Az inkubációs szakasz vége felé a baktériumok szaporodása már megindul, de savanyodás még nem észlelhető. Az inkubációs stádium annál hosszabb, minél csíraszegényebb a tej a fejes után, minél kisebb a tárolási hőmérséklet, minél erőteljesebb a baktericid hatás. Az inkubációs szakasz után - a csírák gyors szaporodásának következtében - a tej savtartalma először lassan, majd gyorsan emelkedik (pH-értéke csökken).[1]

1. táblázat

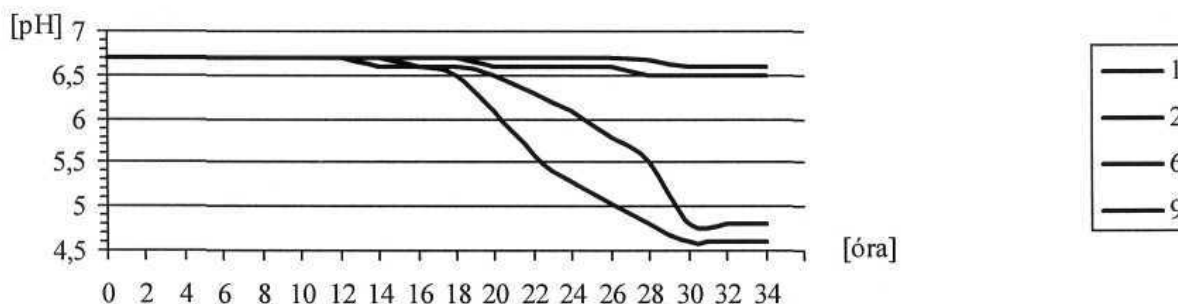
A pH érték változása a kezelést követő órákban

Minta Száma	Kezelési idő [sec]	Elért hőm. [°C]	pH érték [-] változása a kezelést követő órákban [h].																	
			0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
1	0	9 (22)	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,1	5,5	5,3	5,1	4,8	4,6	4,6	4,6
2	30	29,5	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,3	6,1	5,8	5,5	4,8	4,8	4,8
3	45	36,3	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,5	6,1	5,7	5,2	4,8
4	60	48,4	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	5,8	5,1	4,7	4,7	4,7
5	75	51,6	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,5	6,6	6,6	6,2	5,7	5,1	4,9	4,7	4,7
6	90	71,4	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5
7	105	76,3	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
8	120	80,5	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
9	0	9 (22)	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6

A pH-értékváltozást egy mintacsoporton belül 3 kémcsőben ellenőriztem, és ezek átlagai láthatók az 1. sz. táblázatban. A további 7 kémcső az alvadási vizsgálatra szolgált, amely eredményeit a 2. sz. táblázat mutatja. Az 1. és 9. sz. mintákat nem kezeltük a mikrohullámú berendezésben. Az 1. sz. minta semmilyen hőkezelési eljárásnak nem lett alávetve, a 9.sz. mintát pedig a kereskedelmi forgalomban kapható 2,8 %-os zsírtartalmú, hagyományosan pasztörözött tejből képeztem.

Eredmények

A mérések azt mutatják, hogy azon mintákban, amelyeket alacsonyabb hőfokra hevítettem, a kezelést követő 18. órában megindult a tejsavas alvadás. A táblázatból kiolvasható, hogy ezek az 1. 2. 3. 4. és 5. sz. kezelt minták voltak. Az inkubációs idő letelte után, a pH-értékeik egyre savasabb közeget mutattak, míg elérték a 4,7-es értéket, ami azzal magyarázható, hogy a tejsavtermelő baktériumok szaporodtak el bennük nagy számban. Ezen mintákon belül, a hőmérséklet emelkedésével, az inkubációs idő hossza nőtt, vagyis ki lehetett tolni az inkubációs idő hosszát, a baktériumok száma a nagyobb hőfoknak köszönhetően, kezdett alacsonyabb szintet elérni. A magasabb hőfokra hevített tej mintákban nem indult meg a tej savas alvadás, a pH-értékeik a semleges közegben maradt. Ez azzal magyarázható, hogy a tejsavtermelő mikroorganizmusok számát sikerült olyan mértékben lecsökkenteni, hogy nem mutatható ki a szaporodásuk, ezért nem változott a tejnek a pH-értéke. Az 1.sz. ábrán jól látható az inkubációs idő után a hirtelen bekövetkező pH változás, illetve a magasabb hőfokon kezelt mintáknak a semleges tartományban futó görbéje.



1. ábra: A tej savanyodása az idő függvényében

A kísérletek során a továbbiakban alvadási vizsgálatokat is végeztem, amelynek során azt figyeltem meg, hogy mikor fog a tej sűrűsödni, illetve teljesen megalvadni.

2. sz. táblázat

Az alvadási kép a 28. órában

Minta száma	Minta csoport elemei						
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
1	++	++	+++	++	+++	++	++
2	+	++	++	+	++	+++	+
3	++	++	+	++	++	+++	+++
4	++	++	++	+++	+++	++	+++
5	++	+	+++	++	+++	++	++
6	+	+	++	+	+	++	+
7	+	++	+	+	+	+	+
8	++	+	+	+	++	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+

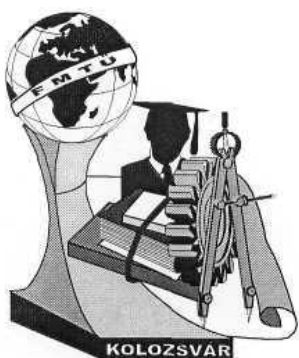
Jelöléseim: + még folyékony állapot, ++ kezdődő alvadás, +++ teljesen alvadt

Az első alvadás jelei, az alacsonyabb hőfokon kezelt mintákon (1. 2. 3. 4. 5.) a 26. órában váltak láthatóvá. A 28-ik órában az alvadás mértéke látható a 2.sz táblázatban. A magasabb hőfokon kezelt mintákban is megtörtént az alvadás, de itt nem a tejsavbaktériumok okozták az elváltozást, hanem más típusú, hőtűrő, spórás mikrobák. 48 óra elteltével az összes minta megalvadt.

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

Irodalomjegyzék

1. Balatoni M. -Ketting F. (1981): Tejipari kézikönyv. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 773 p.
2. Decareau R.V. (szerk.) (1985): Microwaves in the Food Processing Industry. Academic Press, Inc. 229 p.
3. Géczi G. (2002): Szemestermények mikrohullámú dielektromos jellemzői. Doktori értekezés Gödöllő, 120 p.
4. Váczy G. - Sembery P. (2003): Tej dielektromos jellemzői a zsírtartalom függvényében
5. Várszegi T. (1997): Az élelmiszer-ipari műveletek hatása a termék minőségére. Eurofood Tempus-Phare JEP S-JEP 07631/94 kiadvány, Gödöllő, 234 p.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A MEZŐGAZDASÁGI GÉPESÍTÉS JELLEMZÉSE A GAZDASÁGI ÁTALAKULÁST KÖVETŐ ÉVEKBEN A MAGYARORSZÁGI TAPASZTALATOK ALAPJÁN

Dr. Hajdú József, Magó László

Summary

In the 90's was a tremendous change undergone in the agricultural production in Hungary as a result of the economical processes in our area. The change in the structure of landed property, the free market competition on the field of in- and outputs created new possibilities and dangers for the individual farmer and for the economical companies, cooperatives as well.

The aim of our investigations with the method of market-research at writing desk is to determine, what was the effect of the economical processes of the last decade in the agricultural mechanization, further if the nowadays investments provide a sufficient ground for assuring of the continuousness of the production.

1. Bevezetés

A '90-es években a térségünkben bekövetkezett gazdasági folyamatok hatására Magyarországon a mezőgazdasági termelést érintő jelentős átalakulás következett be. A birtokstruktúra átalakulása, az input/outputk terén a szabad piaci verseny kialakulása új lehetőségeket és veszélyeket teremtett mind az egyéni gazdálkodók, mind pedig a gazdasági társaságok és szövetkezetek számára, írásztali piackutatás módszerével lefolytatott vizsgálataink célja annak meghatározása, hogy a mezőgazdasági gépesítésben minként követhető nyomon az elmúlt évtized gazdasági folyamatainak hatása, illetve napjaink beruházásai elégséges alapot nyújtanak-e a termelés folyamatosságának biztosításához

2. A mezőgazdaság gépesítésének fejlesztési igénye

Magyarországon alacsony a mezőgazdaság motorteljesítmény-ellátottsága, 1 ha mezőgazdasági területre 1,8 kW/ha motorteljesítmény jut. Alacsony a traktor- és arató-cséplőgép sűrűség. Egy

traktorral 48,5 ha területet kell megművelni, egy arató-cséplőgépre 276 ha betakarítandó terület jut. Ezek a számok nemzetközi összehasonlításban alacsony ellátottsági szintet tükröznek, fejlesztésre szorulnak.

A mezőgazdaság gépesítésének fejlesztési feladatai kettősek:

- A gépellátottság javítása, a gépsűrűség növelése. A megváltozott üzemi és birtokszerkezetet kiszolgálni képes gépkapacitások létrehozása. Ez különösen a családi gazdaságok körében a gépellátottság szintjének növelését teszi szükségessé.
- A használatban lévő, előregedett, túlhasznált gépek korszerűbbre cserélése. A technológiai korszerűsítések gépigényének kielégítése.

A mezőgépi kínálatnak ezen fejlesztési feladatok megvalósulását kell elősegíteni úgy, hogy műszaki megoldásokban és árban megfelelő választékkal álljon a beruházni szándékozó gazdaságok rendelkezésére.

3. A mezőgazdasági gépeket vásárlók köre

Magyarországon a statisztika 958 ezer mezőgazdasági tevékenységet folytató földterülettel rendelkezőt tart nyilván. Ezeknek 70 %-a 1 hektár alatti földterületet használ. Gépesítési igényük minimális, elsősorban a hobby kategóriába sorolható. Az 1 és 10 ha közötti földterülettel rendelkező mintegy 230 ezer gazdaság is csak részleges gépesítési igénnyel jelentkezik a piacon. A gépesítés szempontjából figyelemre méltó az a 56 ezer gazdaság, amely 10 hektár feletti földterülettel bír, ezen belül is a mintegy 4800 - 100 hektár feletti területtel rendelkező - közepes- és nagybirtok.

A mezőgazdasági termőterület 51,7 %-át egyéni gazdasági (vállalkozói, őstermelői) formában működő gazdaságok használják. A termőterület 32,2 %-át használják a gazdasági társaságok (Kft.-k, Rt.-k, Bt.-k stb.) és 15,1 %-át a szövetkezetek.

A gépberuházásokból 43,2 %-ban veszik ki részüket az egyéni gazdaságok, 46,6 %-ban a gazdasági társaságok és 9,5 %-ban a szövetkezetek.

Az elkövetkező években várható, hogy a birtokkoncentráció révén csökken a gazdaságok száma, és növekszik egy-egy vállalkozás vásárlóereje.

4. A mezőgazdasági gépeket forgalmazók köre

Intézetünk 2002-ben 813 gépkereskedőt regisztrált. Ez a szám 2003-ban 960-ra nőtt. Ezek között megtalálhatók az országos értékesítő hálózattal rendelkező generálimportőrök, a saját gyártású gépeket forgalmazó gépgyártók, az egy-egy régiót átfogó viszonteladók és egy-egy termékkörre szakosodott kisebb vállalkozók.

A gépkereskedők zöme 72 %-a kevés tőkével rendelkező kisvállalkozás 22 %-uk már szélesebb vevőkörrel és szolgáltatással rendelkező közepes vállalkozás, és 6 %-uk korszerűbb létesítményekkel, vevőszolgálatokkal is bíró nagyobb vállalkozásnak tekinthető.

A jövőben a jelenlegi forgalmazói struktúrában változás feltételezhető. A tőkekoncentráció révén a vevőket jobb színvonalon kiszolgálni képes, hálózatba tömörült nagyobb kereskedelmi egységek száma növekszik.

5. A mezőgépi kínálat

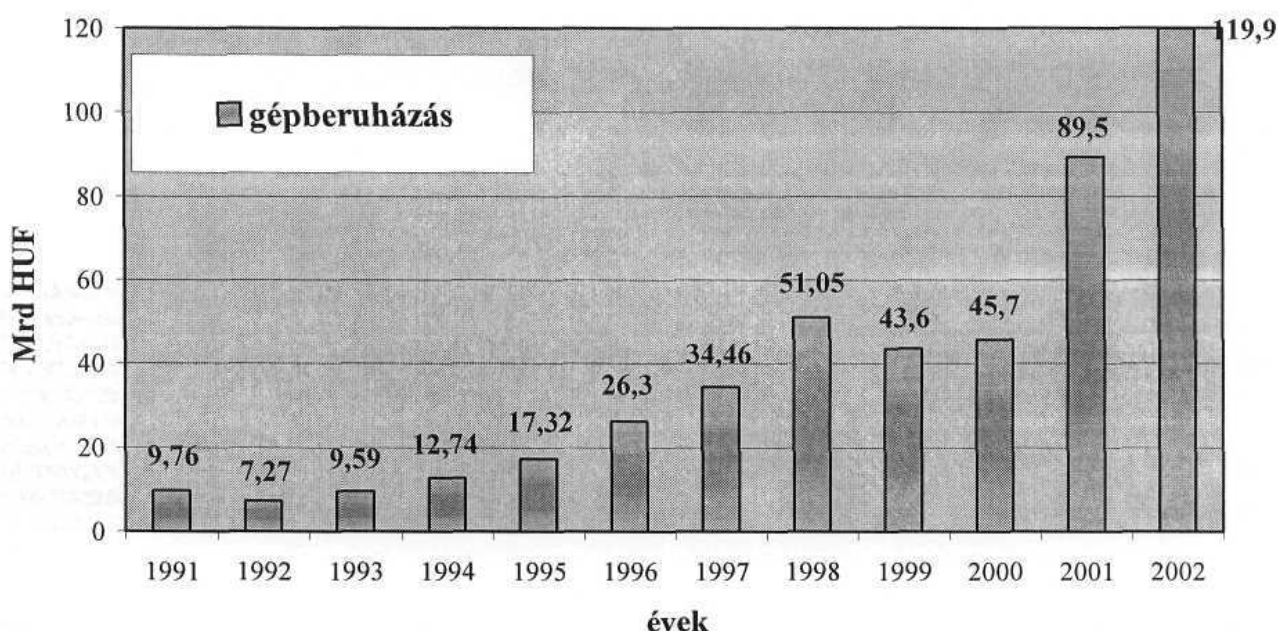
A magyarországi mezőgépi kínálatban több mint 68.000 különféle géptípus és típusváltozat szerepel. A traktorkínálat 58 (19 keleti és 39 nyugati) traktorgyár 1350 traktor típusára és azok típusváltozatára terjed ki. A gabona arató-cséplő gépekből 252 különböző típus és típusváltozat szerepel a kínálatban 10 (3 keleti és 7 nyugati) gyártótól. Ekéből 1815, vetőgépből 1872 típus található a piacon. Még ennél

is több 2664 a választható permetezőgépek típusa és típusváltozata. Kaszálógépekből 882 különféle típus kapható 44 gyártótól. Szemestermény-szárítókából is több mint 1000 típus közül választhatnak a magyar beruházók. A fejőgépkínálat is meghaladja a 640 különféle típust és típusváltozatot.

A számokból is látszik, hogy a kínálatban és választékban jelen van a világ mezőgépgyártásának zöme a magyarországi piacon.

6. A mezőgazdasági gépberuházások, a gépforgalom alakulása

A 90-es évek elején a gépberuházások negatív csúcsokat döntöttek, majd az évtized közepétől fokozatosan emelkedtek. Egy-két évet leszámítva a növekedés dinamikus volt. Ezt ösztönözte a mezőgazdaság szerkezeti átalakulását követően fellépő géphiány, a korszerűsítési igény és katalizálta az állami szubvencionálás. A gépbeszerzések révén évente 70-130 ezer közötti új gép állt munkába. A gépberuházásokban résztvevő gazdaságok száma éves viszonylatban meghaladta a 30-35 ezret. (1. ábra)



1. ábra: Mezőgazdasági gépberuházások nominál értéken (1991- 2002)

A gépek vásárlására felhasznált pénzügyi források között a legnagyobb részt 42-43 %-ot a gazdaságok saját erőként mobilizálható pénzeszközei tették ki. A bankhitel és lízing aránya 29-31 %-ot, az állami szubvenció pedig 25-27 %-ot tett ki.

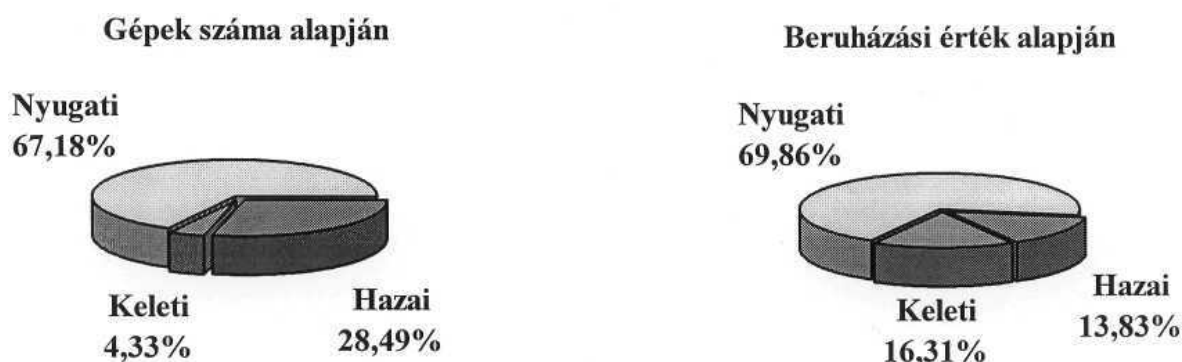
A beruházáson belül a legnagyobb értéket a traktorok és a magajáró betakarítógépek (gabona arató-cséplő gépek) képviselték. Ezek vásárlására fordítottak a gazdaságok a felhasznált pénzügyi források 54 - 58 %-át. A fennmaradó részben vásároltak munkagépeket, öntözőberendezéseket, takarmányfeldolgozó és anyagmozgató gépeket, állattartáshoz szükséges berendezéseket.

A főbb mezőgazdasági ágazatok közül a vásárolt gépeknek több mint 80 %-a a növénytermelési ágazatba került, csupán 7-8 %-ot tett ki az állattartásba került gépek aránya és 11-22 %-ot a többi termelő ágazat gépberuházása.

A mezőgazdaság által vásárolt gépek reláció szerinti megoszlása db. ill. érték szerint a 2. ábrán látható.

Traktorokból az elmúlt tíz év átlagában évi 3091 db-ot vásároltak a gazdaságok. Ez azonban 1732 és 5960 db/év között változott.

Az évente vásárolt mennyiség a magyar traktorállománynak csak 2,7 %-át teszi ki. Figyelemmel a traktorpark állapotára ez a mennyiség kevés, mintegy dupláját kellene a mezőgazdaságnak beruháznia ahhoz, hogy a traktorkapacitás érezhetően növekedjen és az állomány sűrűsödjön. A mezőgazdaság által vásárolt traktorok zöme - több mint 75 %-a - 100 LE alatti teljesítménycategóriába tartozik.



2. ábra: A beruházott gépek reláció szerinti megoszlása (2001. év)

A traktorok éves eladási listáját az MTZ/Belorusz vezeti, az értékesített traktoroknak több mint 50 %-át ez a típuscsalád teszi ki. Az évente eladott traktorok 70 %-a a keleti traktorgyártóktól származik, 30 %-át adják a vezető nyugati traktorgyártók a New Holland, John Deere, Case-IH stb.

A gabona arató-cséplőgépek éves eladása is nagy ingadozást mutat. Az elmúlt tíz év átlagában évente 317 db gabonakombájn került értékesítésre, amely a meglévő állománynak 2,6 %-át teszi ki. Az értékesítésre került arató-cséplőgépek zöme a nagyobb teljesítményű 10 kg/s áteresztőképesség feletti kategóriába tartozott. Az eladott mennyiség zöme a New Holland, Claas és a John Deere márkák közül került ki.

A magyarországi mezőgazdasági gépforgalom a világ mezőgépforgalmának legfeljebb 1,0-1,5 %-át teszi ki, tehát nem olyan jelentős, mégis fontos számunkra, hogy a mezőgazdaság technikai megújulásához széles kínálatot biztosítson ez a piac számunkra. Ugyanakkor reméljük, hogy a világpiac legfontosabb szereplőinek is fontosak a magyarországi vásárlók és jelenlétükkel erősítik a piaci kínálatot.

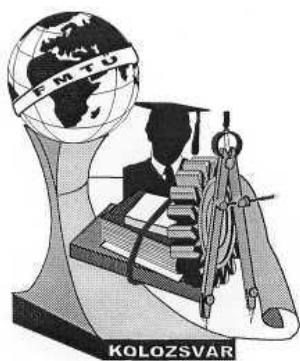
Irodalom

- Hajdú József:** (2002) „A magyar mezőgazdaság gépberuházásai 2001-ben”, Mezőgazdasági Technika XLIII évf. 3. szám, p. 12-14.
- Hajdú József, Magó László:** (2002) „A magyar mezőgazdaság gépellátottsága és gépberuházásai”, III Alföldi Tudományos Tárgyazdalkodási Napok, Mezőtúr, 2002. október 17-18. 4. kötet, p. 26-31.
- László Magó:** (2002) „Economically Reasonable Using of Different Power Machines According to the Farm Sizes”, Hungárián Agricultural Engineering, Periodical of the Committee of Agricultural Engineering of the Hungárián Academy of Sciences, Vol. 15/2002. p. 79-82.

Dr. Hajdú József tud. főosztályvezető - **Magó László** tud. segédmunkatárs

FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, 2100 Gödöllő, Tessedik S. u. 4.

Tel: 36-28-511-621; 36-28-511-689; Fax: 36-28-420-960; E-mail: laszlo.mago@fvmmi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

SZÁLASTAKARMÁNYOK BETAKARÍTÁSÁNÁL ALKALMAZOTT KÖRNYEZETSZENNYEZŐ MŰANYAGOK KIVÁLTÁSI LEHETŐSÉGÉNEK KUTATÁSA

Pető Vilmos

Summary

We are going to summarize the test results in the following lines:

- the chosen, the co-operator *Kenderfonó és Zsinegyártó Kft.* has developed natural based baling cords, which can be used in modern round balers. Their application doesn't influence unfavourably the power, working quality, energetic and operating parameters of the round balers.
- starting from the results of the strength test, we have established, that the strength of the sisal based baling cords moved down least of all, considering the storage life (3 months). The strength of the flax-hemp cords moved down tolerably and the strength of the hemp moved down to the highest degree. Despite of the strength parameters moved down, baling desintegration didn't happen.

Summing up what has been said, we can establish that there is an opportunity to change the polypropil based baling cords into natural based baling cords in the provender baling technology. We feel the need to continue this topic, to develop some special materials, which has got better strength parameters at baling time and storage life too, and after feeding they are biodegradable. After finishing this topic, the natural based baling cords will be expected widely popular in forage harvesting and straw-baling technologies.

A téma keretében végzett kísérletek eredményeit az alábbiakban foglaljuk össze.

- a kiválasztott, ü. az együttműködő *szegedi Kenderfonó és Zsinegyártó Kft.* által kifejlesztett természetes alapanyagú bálakötözők a korszerű hengeres bálázókhoz jól használhatók, alkalmazásuk nem befolyásolja kedvezőtlenül a hengeres bálázók teljesítmény, munkaminőségi és energetikai, valamint üzemeltetési paramétereit;
- a szilárdsági vizsgálatok eredményeit értékelve megállapítottuk, hogy a tárolási idő hosszúságának figyelembevételével (3 hónap) legkevesbé a sisal alapanyagú kötözőanyag szilárdsága csökkent, a len-kender alapanyagúé közepesen, legnagyobb mértékben a kender alapanyagú kötöző szilárdsága csökkent. A kender alapanyagú kötözőanyag esetében a szilárdsági jellemzők leginkább a bála alsó részéből vett mintáknál csökkentek. Azonban a szilárdsági jellemzők csökkenése ellenére sem szakadtak el a fonalak, tehát bálabomlás nem volt.

Összefoglalóan megállapítható, hogy lehetőség látszik a szálastakarmányok bálázásos betakarítási technológiájában a műanyag kötözőanyagok természetes alapanyagú kötözőkkel történő kiváltására. Ehhez azonban további kutatási feladatok megoldására, speciális anyagok kifejlesztésére van szükség,

melyek a bálázás idején és a tárolás idején is nagyobb szilárdsággal rendelkeznek, a bálák meghontása után azonban gyorsan lebomlanak. A téma folytatása után a környezetbarát kötözőanyag használatának széleskörű elterjedése várható a szálastakarmány betakarítási, ill. a szalmabálázási technológiákban.

Az alkalmazott vizsgálati módszerek

A kutatási feladat célkitűzéseinek és tematikájának megfelelően az együttműködő *szegei Kenderfonó és Zsinegyártó Kft-vel* közösen megvizsgáltuk az állandó bálakamrás, hengeres bálázógépek zsineges kötözőszerkezeteit a természetes alapanyagú bálakötöző-zsineg alkalmazása szempontjából. A szerzett tapasztalatok alapján az együttműködő legyártott három, eltérő összetételű és különböző szilárdsági paraméterekkel rendelkező bálakötöző anyagot, melyek a következő összetételűek voltak:

- 100%sisal
- 100% hazai kender
- 50-50 % hazai kender és len

A legyártott bálakötöző-zsinegekkel MSZ 56-00-81; MSZ 3224/3 szabványok szerinti szilárdsági ellenőrző vizsgálatokat végeztünk.

A szilárdsági vizsgálatokkal párhuzamosan az *Enyingi Agrár Rt.*, kiscséripusztai területén mindhárom bálakötöző-anyaggal szántóföldi méréseket, ill. üzemi alkalmassági vizsgálatokat végeztünk. A vizsgálatokhoz egy korszerű, a hazai mezőgazdasági gyakorlatban perspektivikusan is figyelembe vehető *NEW HOLLAND 548-as* típusjelű állandó kamrás, hengeres bálázót választottunk. A vizsgálatokat lucernaszéna bálázásában végeztük. A kísérleti tábla síkfekvésű, a harmadik növedék hozama pedig 3,5 t/ha volt szénaértékben számítva. A kísérletek lebonyolításához a bálázógépet zsineges kötőzésre állítottuk be. A kísérletek és a szántóföldi mérések során meghatároztuk a természetes kötözőanyaggal és műanyag zsineggel működő bálázó műszaki-technológiai paramétereit, különböző munkasebességek mellett mértük az elérhető teljesítményeket, az üzemeltető traktor hajtóanyag-felhasználását, ellenőriztük a készített bálák geometriai adatait, meghatároztuk a felhasznált kötözőanyag mennyiségét. A méréseket mindhárom természetes alapanyagú kötözőanyaggal elvégeztük.

A készített bálák 50 %-át fedett, szénatároló pajtába tároltuk be, míg a másik 50 %-a sérűn a szabad ég alatt maradt. A szántóföldi mérővizsgálatok fontosabb adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A szántóföldi mérővizsgálatok eredményei

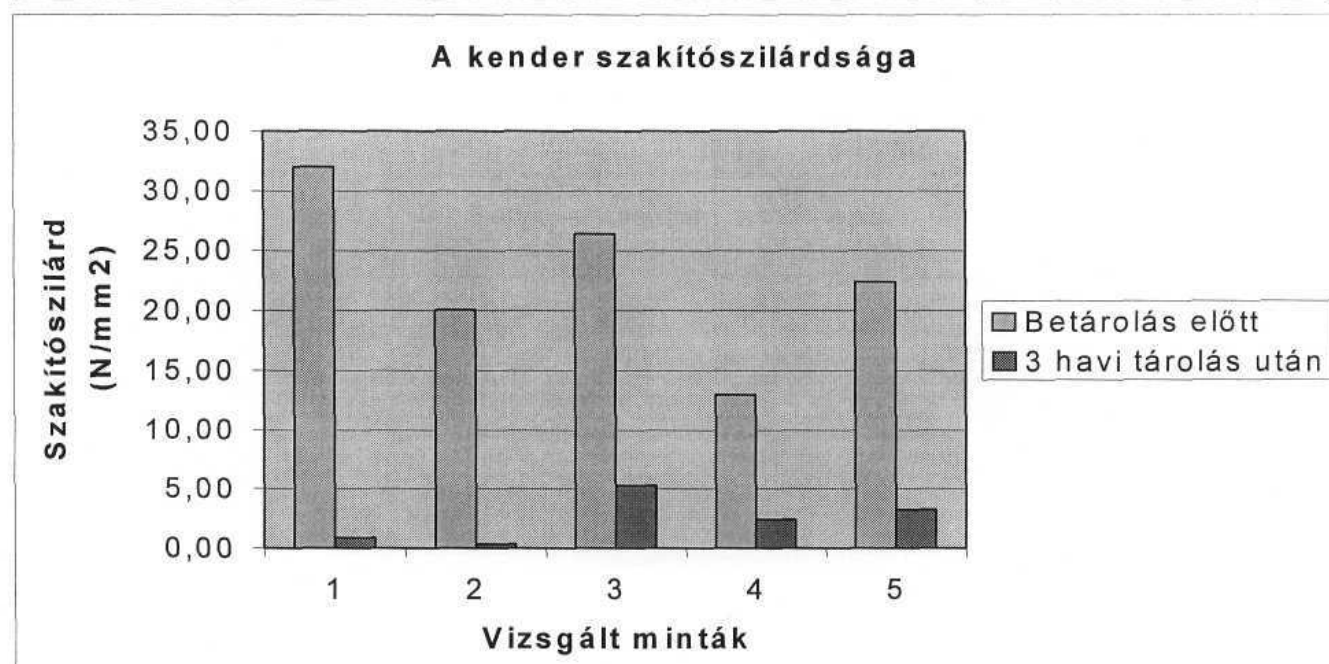
1. táblázat

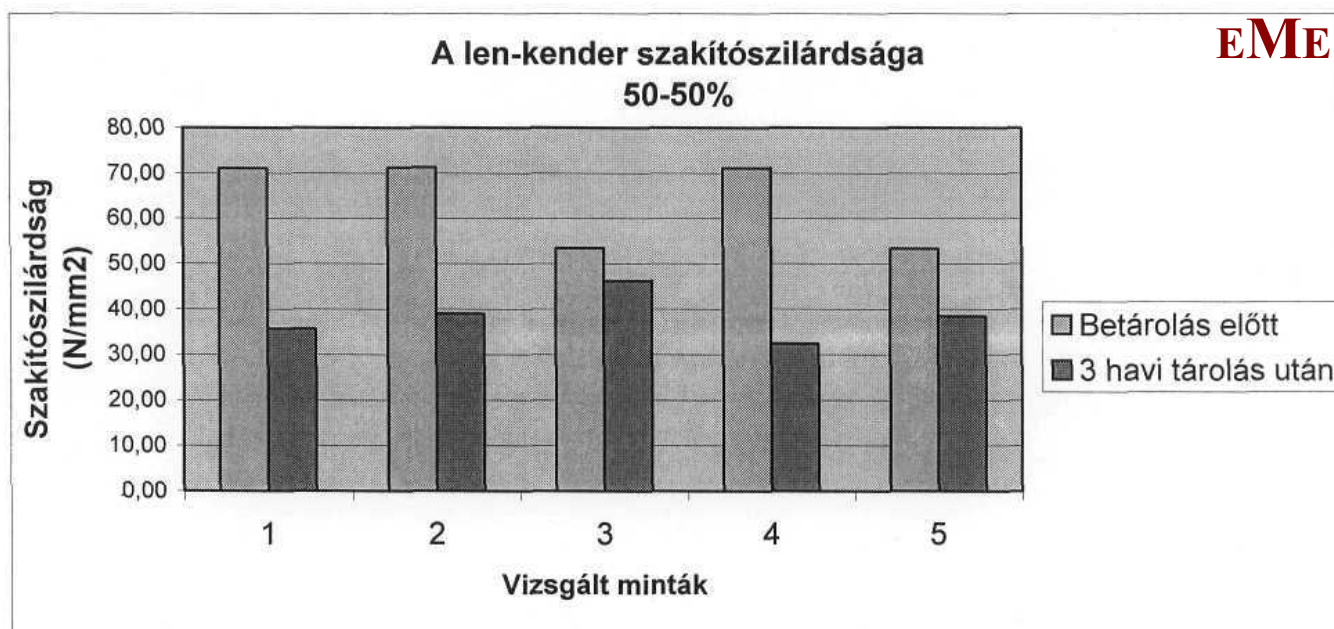
Sor-szám	Vizsgált kötözőanyag megnevezése	Munkasebesség	Felszedési teljesítmény	Kötözési teljesítmény	Bálázási teljesítmény	Fajlagos hajtóanyag-felhasználás
—	—	(km/h)	(t/h)	(t/h)	(t/h)	(kg/t)
1	100 % hazai kender	4,92	12,96	44,8	10,06	0,684
2		5,11	7,48	45,7	6,43	1,010
3		4,56	10,72	54,0	8,59	1,493
4	50-50 % hazai kender és len	4,16	10,11	43,0	9,84	0,943
5		5,23	8,13	45,4	7,74	1,076
6		5,54	7,84	46,3	7,06	1,110
7	100 % sisal	4,77	8,67	46,8	7,31	0,764
8		6,16	6,39	46,8	5,63	1,045
9		5,47	5,09	45,0	4,57	1,198
10	Kontrol műanyag kötözőzsineg	3,92	6,54	41,06	5,68	1,20
11		4,55	11,10	40,50	9,25	0,58
12		4,84	5,09	38,70	4,57	1,05

A vizsgálatok eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy a *NEW HOLLAND 548* állandó bálakamrás hengeres bálázó mindhárom természetes alapanyagú kötőőanyaggal biztonságosan dolgozott, a bálázógép zsinigvezető kötőőszerkezete a kötőőanyagokat jól vezette, kötőési hiba, szálszakadás, bálabomlás nem fordult elő. A mért teljesítmény és hajtóanyag-felhasználási adatok azt mutatják, hogy a természetes alapanyagú bálakötőő-anyagok használatával a bálázógépre jellemző műszaki paraméterek a kontrollméréshez képest nem változtak jelentősen.

Az alkalmazott kötőőanyagok laboratóriumi vizsgálata

A természetes alapanyagú zsineges kötőőanyaggal bekötött bálák állapotát 3 hónap tárolási idő után szemrevételezéssel ellenőriztük, a kötőőanyagból mintát vettünk, amelyeket az eredeti mintákhoz hasonlóan szakító vizsgálatnak vetettünk alá. A szemrevételezés eredményeként megállapítottuk, hogy az ilyen kötőőanyaggal bekötött bálák a tárolás alatt jó alaktartóak maradtak, bálabomlást nem tapasztaltunk. A minták szilárdsági jellemzőit az 1-3. számú ábrákon, oszlopdiagrammokon szemléltetjük.





A szántóföldi mérővizsgálatok, szilárdsági vizsgálatok eredményeit értékelve megállapítható:

- az általunk kiválasztott, ill. az együttműködő *szegedi Kenderfonó és Zsinegyártó Kft.* által kifejlesztett természetes alapanyagú bálakötözők a korszerű hengeres bálázókhoz jól használhatók, alkalmazásuk nem befolyásolja kedvezőtlenül a hengeres bálázók teljesítmény, munkaminőségi és energetikai, valamint üzemeltetési paramétereit;
- a szilárdsági vizsgálatok eredményeit értékelve megállapítottuk, hogy a tárolási idő hosszúságának figyelembevételével (3 hónap) legkevésbé a sisal alapanyagú kötözőanyag szilárdsága csökkent, a len-kender alapanyagúé közepesen, legnagyobb mértékben a kender alapanyagú kötöző szilárdsága csökkent. A kender alapanyagú kötözőanyag esetében a szilárdsági jellemzők leginkább a bála alsó részéből vett mintáknál csökkentek. Azonban a szilárdsági jellemzők csökkenése ellenére sem szakadtak el a fonalak, tehát bálabomlás nem volt.

Összefoglalóan megállapítható, hogy lehetőség látszik a szálaskarmányok bálázásos betakarítási technológiájában a műanyag kötözőanyagok természetes alapanyagú kötözőkkel történő kiváltására. Ehhez azonban további kutatási feladatok megoldására, speciális anyagok kifejlesztésére van szükség, melyek a bálázás idején és a tárolás idején is nagyobb szilárdsággal rendelkeznek, a bálák megbontása után azonban gyorsan lebomlanak.

A szerzett tapasztalatok alapján azonban célszerű a témát folytatni a ma népszerű hálós műanyag kötöző kiváltására is.

Irodalomjegyzék

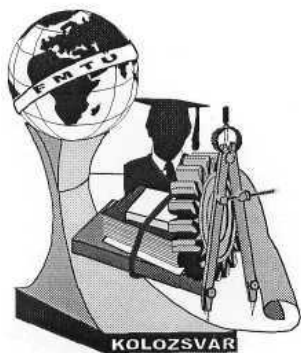
- [1] Dr. Szendrő Péter, Mezőgazdasági géptan, Mezőgazda kiadó, 1993, Budapest
- [2] Dr. Kelemen Zsolt, Mezőgéptest, New Holland, 2002, Gödöllő
- [3] Brian Bell, Farm Machinery

Pető Vilmos

FVMMI GM Gépmínősítő Közhasznú Társaság

Tel. 06 70 318 7678

E-mail: petovili@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

KOMPOSZTÁLÁS ALKALMAZHATÓSÁGA KISÜZEMI SERTÉSTARTÓ GAZDASÁGOKBAN

Ragoncza Ádám

Abstract

The aim of the research was finding solutions for manure storage and utilization on swine farms. One possible solution that which manure can be transformed to biologically stable market product is composting. To determine an optimal process experiment - focusing on the effects of bulking agent on mixing behavior and decomposition - with manure-straw and manure-shredded wood mixtures were made in the Netherlands. Results have showed that using shredded wood as a bulking agent homogeneity can be set better, makes the material more resistant against compaction, makes biological processes passing off efficiently, and makes the whole process more economic.

As a final result a design of a simple shredding — mixing equipment was also done that can fit to an innovative composting technology both operating, efficiency and economical ways.

Összefoglalás

Kutatási munkám során kisüzemi sertéstelepeken keletkező trágya elhelyezési problémájára és hasznosítási lehetőségeire kerestem megoldást. Egy lehetséges módszernek bizonyult a komposztálás, mellyel a trágya biológiailag stabil, piacképes termék, komposzttá alakítható. Egy optimális folyamat kialakítása érdekében Hollandiában végzett kísérleteimben különböző adalékanyagok keveredési folyamatait és a lebomlásra gyakorolt hatását vizsgáltam sertéstrágya - szalma, valamint sertéstrágya - faapríték keverékeken. Az eredmények kimutatták, hogy faapríték alkalmazása esetén az anyag homogenitása kedvezőbb, jobban ellenáll a tömörödésnek, a lebomlási folyamat kielégítően végbemegy, használata gazdaságosabb.

A kapott eredményekből elkészült egy egyszerű aprító - keverő berendezés terve is, amely hatékonyan és gazdaságosan alkalmazható egy korszerű kisüzemi komposztálási technológiában.

Bevezetés, előzmények

A komposztálás a huszadik század során egyszerű gyakorlatból tudománnyá fejlődött [2]. A hulladékként jelentkező sertéstrágya felfogható úgy, mint értékes szerves- és tápanyagforrás, melyet a talajba visszajuttatva csökkenthető a műtrágya-felhasználás. Fázisbontás után a híg fázis átalakítható nitrogénben gazdag (60-70% N) folyékony talajjavítóvá, a szilárd fázis pedig stabilizált szerves anyaggá (95-98% P) [4]. A szilárd fázis átalakítása komposztálás útján történik, ami

a szerves-anyag lebomlását és stabilizálódását, tömeg- és térfogatsökkenést, valamint a patogén mikroorganizmusok és csírák elpusztulását eredményezi. [4]. Az eljárás végterméke a földszerű kb. 40-50% nedvességtartalmú anyag, mely humuszképző szerves-anyag- és növényi tápanyag- (NPK) tartalma miatt a mezőgazdaságban a talajtermelékenység növelésére hasznosítható. [1]. De a sertéstrágya porozitása túl alacsony, N tartalma túl magas az azonnali komposztáláshoz [3], ezért a megfelelő levegőztetés biztosításához, valamint az optimális C:N arány beállításához adalékanyag hozzáadására van szükség.

Körülmények, módszer

A megfelelő előkészítés döntően befolyásolja a végtermék minőségét, ezért az alkalmazott anyagok és a bekeverésük minőségének kulcsfontosságú szerepe van a folyamat során. A trágyát komposztálásra alkalmassá kell tenni! Kísérleteimben a trágyához különböző adalékokat, keverési arányokat használtam, és a keverékeken tömörödés-, porozitás-, permeabilitás-, valamint respirációs tesztet végeztem. A feladatom volt annak az adaléknak a kiválasztása, amely a legkisebb energiaráfordítással keverhető, és a lebomlási folyamat során a legkedvezőbben viselkedik.

A kísérlet során használt sertéstrágya egy *biofarmról* származott, és 20-25% aprított (30-50 mm) szalmát tartalmazott (tömegre vonatkoztatva). (1.táblázat) Adalékanyagként szalma (500-800 mm), és utcai zöldhulladék, fanyesedék (20-250 mm) szolgált, melyekből 5 különböző keveréket állítottam elő.

1.táblázat

Összetétel		Trágya	Szalma	Nyesedék	1% szalma	5% szalma	10% rövid fa	10% hosszú fa
TS előtte	kg/kg	0,287	0,890	0,467	0,305	0,339	0,302	0,296
TS utána	kg/kg	0,272	-	-	0,272	0,287	0,287	0,295
VS előtte	kg/kg TS	0,831	0,924	0,892	0,847	0,866	0,832	0,835
VS utána	kg/kg TS	0,814	-	-	0,802	0,802	0,804	0,823
pH előtte		9,1	-	-	8,9	9,0	9,3	9,0
PH utána		8,8	-	-	9,6	9,4	9,4	9,4

TS, Total Solids, szárazanyag-tartalom

VS, Volatile Solids, szervesanyag-tartalom

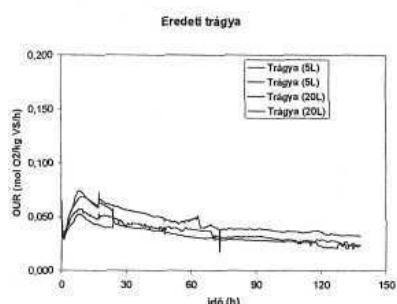
A komposztálási kísérletek kétféle, 5 és 20 literes komposztáló edényekben (reaktorokban) folytak. A szükséges levegőmennyiség biztosítása kényszerlevegőztetéssel történt, a hőmérséklet mérésére termoelemek szolgáltak. Az ideális hőmérséklet biztosítása érdekében a reaktorok 55 °C-os vízzel töltött kádakban álltak, a víz fűtését és keringetését fűtőszállal felszerelt, elektromos vízpumpa végezte. A reaktorba belépő levegő mennyiségét tömegáram szabályzó kontrollálta, a kilépő gáz oxigénkoncentrációját O₂ szenzorok mérték. A teljes rendszer működését, megfigyelését, az adatrögzítést egy szabályzórendszerrel felszerelt számítógép végezte.

A respirációs teszt - hogy a lebomlás kellően beinduljon, és reprezentatív képet adjon - minden keverék esetében 7 napon keresztül tartott. A keverés egy szállítószalagra applikált egyszerű keverővel valamint manuálisan történt. Mintavételezésre a kémiai analízishez a komposztálás előtt és után is sor került, a vizsgálati folyamat során a tömegáram, a reaktorhőmérséklet, az ammónia mennyisége és az O_2 koncentráció adatai kerültek rögzítésre.

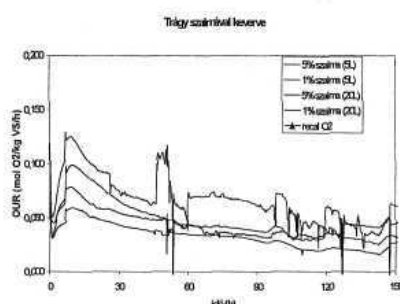
Az anyag porozitásának meghatározásához, és a tömörödés vizsgálatához egy tömörödés- és porozitásmérőt használtam. A porozitás és permeabilitás meghatározása nyomásesés-vizsgálat útján történt, miközben az anyagot több lépcsőben tömörítettem.

Eredmények

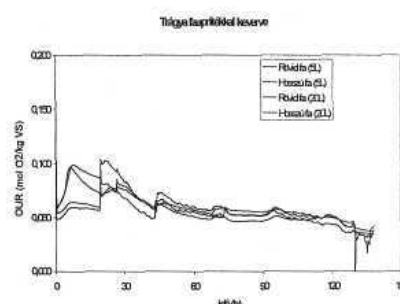
A komposzt oxigén-felvételi rátája az 1. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy az eredeti trágya aktivitása rendkívül alacsony. A nagyfokú tömörödés miatt az oxigén nem tudta átjárni az anyagot, ezért a lebomlás nem indult meg. A másik két keverék esetében az aktivitás magasabb, az elméleti görbe képét mutatja. A szalmával kevert trágya diagramjának magas és változó értékei az O_2 szenzor hibájára vezethetők vissza. A görbékben látható ugrás jelensége egyelőre még nem tisztázott.



1/a. ábra



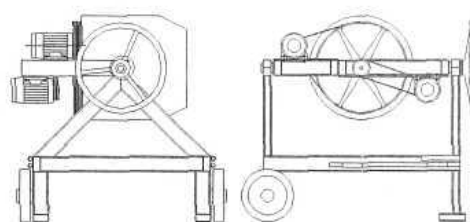
1/b. ábra



1/c. ábra

Tömörödés tekintetében az eredeti trágya, valamint az 5%-os szalma-trágya keverék eltérően viselkednek. Az előbbi anyag rendkívül hajlamos a tömörödésre, ami a komposztálási folyamathoz nem kedvező, míg az utóbbi a terhelő nyomásnak viszonylag jól ellenáll. Ebben szerepet játszik a magas mechanikai szilárdságú szalma nagy mennyisége, ami jelen esetben térfogatra vonatkoztatva 87%, szemben az 1%-os keverék 17%-ával és a fakeverékek 37%-ával. A többi keverék hasonló viselkedést mutat.

Az eredmények folyamánaképp, a megfelelő bekeverés érdekében elkészült egy elektromos hajtású, szakaszos üzemű, mobil aprítókéses dobkeverő terve (2. ábra), mely egy 100 kocás sertéstelep napi trágyamennyiségének feldolgozását képes több menetben, hatékonyan elvégezni. A kedvezőbb viselkedése miatt a számítások tágya-faapríték keverék szolgáltatott alapot.



2. ábra: Aprító-keverő berendezés

Értékelés

Az eredményekből is kitűnik, hogy a sertéstrágya önmagában komposztálásra nem alkalmas, adalékanyagok, mint a szalma vagy fanyesedék használata elengedhetetlen. Bár a keverés csak egyszerű berendezéssel és manuálisan történt, a szalma elvegyítése a trágyában lényegesen több időt és energiát igényelt. Külön nehézséget okozott a szalma alacsony nedvességtartalma. A szalma nedvesség hatására bekövetkező szerkezetváltozása, keverésének magasabb energiaigénye, és nem utolsósorban magasabb ára inkább a fanyesedék alkalmazását teszi indokolttá. Az kisebb energiaráfordítás, a jó mechanikai szilárdság és az olcsóbb beszerzési ár mellett még egy előnye van. A fanyesedék a környezetben hulladékként jelentkezik, ellenben sertéstrágyával való keverés utáni komposztálása egy újabb lehetőség a hulladék hasznosítására. Az elkészült gépterv alapján pedig a gazdálkodók előtt lehetőség nyílna, hogy telepükön korszerű, környezetbarát, az európai színvonalnak megfelelő trágyagazdálkodást folytathassanak.

Irodalom:

1. Barótfi, I. **Környezettechnika**. Mezőgazda Kiadó. Budapest, Hungary. 2000.
2. Epstein, E. **The Science of Composting**. Technomic Publishing Company, Lancaster, Pennsylvania, 17604 USA. 1997.
3. Ogink, N.W.M.; Willers, H.C.; Aarnink, A.J.A.; Satter, I.H.G. **Development of a New Pig Production System with Integrated Solutions for Emission Control, Manure Treatment and Animal Welfare Demands**. 2000.
4. Veeken, A.H.M.; Adani, F.; Nierop, K.G.J.; Jager, P.A.de; Hamelers, H.V.M. **Degradation of Biomacromolecules during High-Rate Composting of Wheat Straw-Amended Feces**. Journal of Environmental Quality. Vol. 30, No. 5. 2001.

Lektorálta: Dr. Bak János PhD.
Pazsiczki Imre MSc.

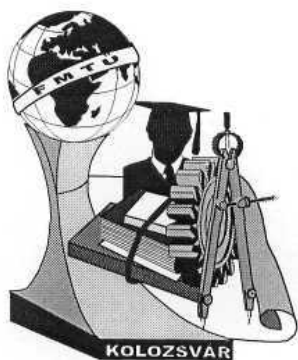
Ragoncza Ádám, intézeti mérnök

Munkahely: FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet

Magyarország, H-2100, Gödöllő, Tessedik S. u. 4.

Telefon: +36 28 511 770; +36 20 993 33 03

E-mail: ragoncza@fvmmi.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A TEJ DIELEKTROMOS JELLEMZŐJÉNEK VIZSGÁLATA

Váczy Gábor

ABSTRACT

Our research have been conducted on microwave pasteurization as an option, being complemented, knowing the physical characteristics of milk is with vital importance. The milk fat content has got major influence on dielectric properties. According to that we are observing the dielectric constant so called permittivity of the commercially used milk having 2.8, 1.5 and 0.1 fat content.

For our measurements we implemented a cavity measuring circle, providing us reliable and correct measurement results in the special case of low loss factor matters like milk is.

The ϵ' -value in demand has been determined using the geometrical parameters of the sample holder and the determined resonance frequency.

Thus from the results we are able to draw a clear conclusion for the dielectric constant variation in function of the milk fat content.

ÖSSZEFOGLALÓ

Mikrohullámú pasztörözés lehetőségét vizsgáljuk, amihez elengedhetetlen a tej fizikai jellemzőinek ismerete. Nagymértékben befolyásolja a dielektromos tulajdonságokat a tej zsírtartalma. Ezért ennek függvényében vizsgáltuk a kereskedelmi forgalomban kapható; 2.8, 1.5 és 0.1 % zsírtartalmú tejek dielektromos állandóját vagy permittivitását (ϵ').

Méréseinkhez egy üregrezonátoros mérőkört hoztunk létre, ami kis veszteségtényezőjű anyagok -ilyen a tej is - esetén biztosít pontos mérési eredményt. A keresett ϵ' értéke a mintatartó geometria méreteinek, illetve a meghatározott rezonanciafrekvencia felhasználásával került meghatározásra. Eredményekből jól látható a valós dielektromos állandó változása a zsírtartalom függvényében.

1. BEVEZETÉS

Terminológia szerint a tej hőkezelése a termelői és a feldolgozott tejnek, az abban esetleg előforduló kórokozók elpusztítása és az egyéb mikrobák számának erőteljes csökkentése céljából végrehajtott hőkezelése meghatározott idő - hőmérséklet összefüggés szerint történik.

Tejfeldolgozás során legelterjedtebben alkalmazott hőközlés a pasztörizálás. A minőség megőrzésének korszerű eljárásainak egyike az UHT (ultra magas hőmérsékletű) hőkezelés, ami a hagyományosnál magasabb kezelési hőmérsékletet, és rendkívül gyors felmelegítést és visszahűtést jelent.

Másik eljárás dielektromos fűtéssel oldja meg a hőközlést. Itt a kezelendő tejet nagyfrekvenciájú változó áramú elektromágneses térbe helyezik. Az elektromágneses tér hatására az anyag részecskéi mozgásba jönnek, átrendeződnek és mozgási energiájuk egy része hővé alakul. Magas frekvenciánál tehát az anyag ún. dielektrikumként viselkedik.

A frekvenciasávtól függően, kétféle fűtési mód különböztethető meg:

- nagyfrekvenciás dielektromos fűtés ($f = 10\text{-}50\text{ MHz}$)
- mikrohullámú dielektromos fűtés ($f = 2450\text{ MHz}$)

A technológiák során az elektromos tér hatására bennük hő keletkezik, ami az anyagok veszteségtangensével arányos.

$$P_d = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon' \cdot \tan \delta \cdot E^2 \cdot V \quad (1)$$

ahol:

- f - a frekvencia (1/s)
- ε_0 - a vákuum permittivitása ($8,8542 \cdot 10^{-12}\text{ F/m}$)
- ε' - a dielektromos állandó
- $\tan \delta$ - a veszteségi szög tangense
- E - az elektromos térerősség (V/m)
- V - az anyag térfogata (m^3)

Az (1) összefüggés megmutatja, hogy egy adott térfogatú termékben disszipálódó teljesítmény függ a valós dielektromos állandótól és a veszteség tangenstől, mint anyagi jellemzőtől valamint frekvenciától, a mennyiségtől és a térerősségtől, melyeket a technológia ismeretében alakítunk ki.

Mint az (1) összefüggésből látható, technológia ismeretében a mérhető paraméter az anyagi jellemző. Tejminták mikrohullámú dielektromos tulajdonságairól először **de Loor** és **Meijboom** számol be. A tej kisfrekvenciás dielektromos állandójára 69,5-ös értéket kaptak.

Kutatásunk során a tej dielektromos anyagi jellemzőjét vizsgáltuk annak függvényében, hogy az felhasználható-e a mikrohullámú pasztörözés szabályozására.

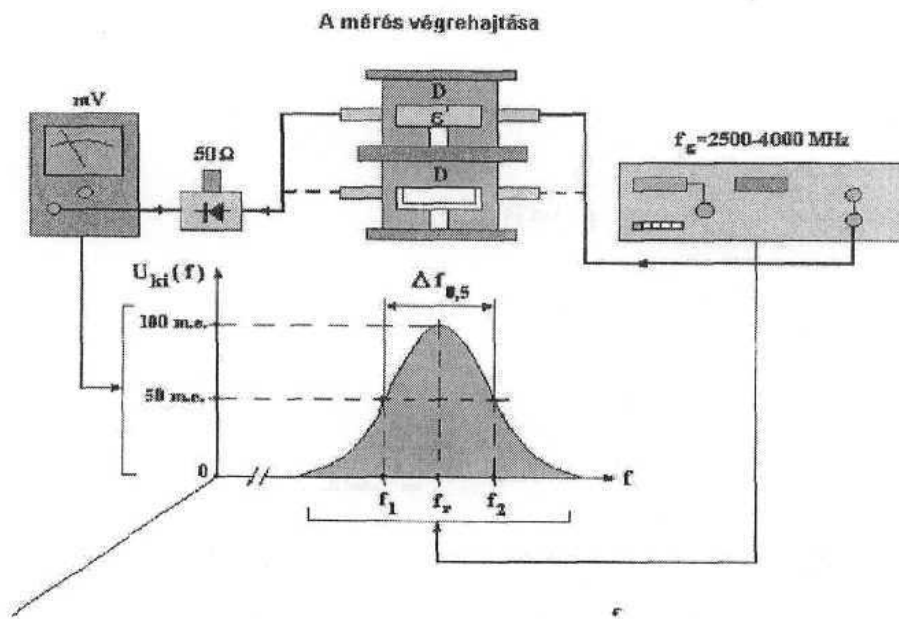
2. ANYAG ÉS MÓDSZER

Tej, mint kis veszteségtényezőjű anyag üregrezonátoros mérési módszerrel került vizsgálatra, ami ilyen anyagok esetén biztosít pontos mérési lehetőséget. A tej minőségét meghatározó paraméter a zsírtartalom, amely egyben befolyásolja a dielektromos jellemzőket is. Ezért vizsgáltuk a tej permittivitását a zsírszázalék függvényében. Mintaként kereskedelmi forgalomban kapható; 2,8, 1,5 és 0,1 % zsírtartalmú tejekeket választottunk.

Tejet egy hengeres mintatartóba helyeztük úgy, hogy azt teljesen kitöltse. Ezt helyezzük az üregrezonátor belső terébe.

Méréseink során a dielektromos állandó vagy permittivitás (ε') került meghatározásra a mintatartó geometria mérteinek, illetve a mért frekvencia figyelembevételével. Mérés során megkeressük a maximális feszültséghez tartozó frekvencia értéket (rezonanciafrekvencia), s abból számoljuk a dielektromos állandót.

Az 1. sz. ábrán a mérőkör látható, a mérés menetének bemutatásával.



1. ábra Mérőkör, a mérés menete

3. EREDMÉNYEK

A mért értékekből a következő képlet segítségével határozzuk meg a permittivitást (ϵ').

$$\epsilon' = \left[\frac{C}{f_r \cdot D} \right]^2 \quad (2)$$

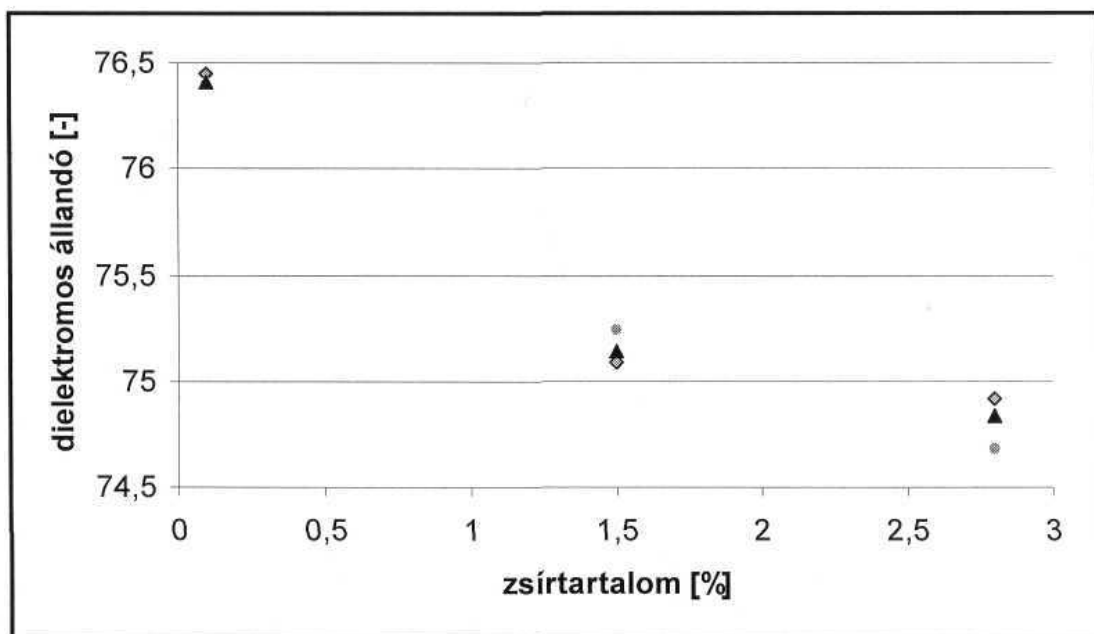
ahol:

- C - a fénysebesség (3×10^8 m/s)
- D - mintatartó belső átmérője (0,01 m)
- f_r - rezonanciafrekvencia

Táblázatban a méréssorból megállapítható maximális feszültség értékhez tartozó rezonanciafrekvencia értékek, valamint az ebből számolt dielektromos állandók láthatóak.

Zsírtartalom (%)	Kitérés (mV)	Rezonanciafrekvencia (GHz)	ϵ'
2,8	40	3,466	74,917
1,5	24	3,462	75,091
0,1	51	3,431	76,454

Rezonanciafrekvencia értékek ismeretében, több mérés eredményeként mutatja a tej dielektromos állandóját a zsírtartalom függvényében a 2. sz. ábra.



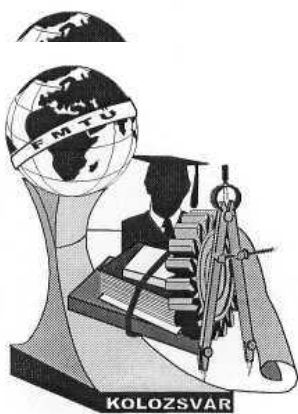
2. ábra Tej dielektromos állandója a zsírtartalom függvényében

A 2. sz. ábrán jól látható, hogy a permittivitás értéke hogyan változik a zsírtartalom növekedésével. Minden egyes mérési sorozat során a növekvő zsírtartalom esetén a permittivitás szignifikánsan csökken.

Elmondhatjuk, hogy kifejlesztésre került egy üregrezonátoros mérőkör, ami a kisvesztességű anyagok, főleg élelmiszerek (tej) dielektromos állandójának meghatározására alkalmas. Azonban élelmiszeripari technológiák fejlesztéséhez elengedhetetlen a permittivitás értéke mellett a veszteségtényező, vagy veszteségtangens ismerete. Jelenleg azon fáradozunk, hogy a mérőkör alkalmas legyen ezek meghatározására is, illetve lehetőségünk legyen a minták dielektromos jellemzőit a hőmérséklet változás függvényében is vizsgálni.

IRODALOM

- (1) De Loor, G.P. and F.W. Meijboom. (1966.): The dielectric constant of foods and other materials with high water contents at microwave frequencies. Journal Food Technology 1: 313. p.
- (2) Mudgett, R.E., A.C. Smith. D.I.C. Wang and S.A. Goldblith, (1974.): Prediction of dielectric properties in nonfat milk at frequencies and temperatures of interest in microwave processing. J. Fd. Sci. 39:52-54. p.
- (3) Gábor Géczi and Péter Sembery, (2002.): Connections for Determining the Dielectric Properties of Agricultural Products. Hungárián Agricultural Research, Vol. 11, No.2: 17-20. p.



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

GYORS PROTOTÍPUSGYÁRTÁS MARÁSSAL

Fülöp György, Dr. Horváth Mátyás, Dr. Kodácsy János

Abstract

This paper presents a partial different rapid prototyping method, which contains also well-known technologies. First of all the program separates the 3D model with parallel planes, into the possible maximum thickness layers. The generated model parts will be finish by numerical controlled bilaterally rapid milling of the source matériái. Then we have to fit together the parts to obtain the reál model. By this way produced body may be undercut-affected and may even contain hollow-spaces. Every chuckable matériái, that is able to be processed on CNC-milling machines, is usable for the prototypes. The experiment was realized at Technical College of Kecskemét.

1. Bevezetés

A következőkben az eddig ismeretes gyors prototípusgyártási (Rapid Prototyping, RP) eljárásoktól részben különböző, elfogadott és elterjedt gyártási technológiát ismertetünk. A 3D-s virtuális számítógépes modellt párhuzamos síkokkal metszve, megadott maximális vastagságra feldaraboljuk, majd CNC-vezérelésű, kétoldalú gyorsmarással munkadarab részeket alakítunk ki. Ezeket utólag összeillesztve megkapjuk a prototípust. A nyersanyag szabadon választható, de előnyös, ha könnyen forgácsolható.

Az előadás ismerteti a Kecskeméti Műszaki Főiskola GAMF Karán működő CPM 4030 típusú, háromtengelyes, gyors prototípusmarásra alkalmas eszközt, az eljárásokat, a saját kísérleteket, az eredményeket és a tapasztalatokat.

2. A CPM 4030 típusú CNC marógép

A CPM család legfejlettebb gépét (1.ábra) az ISEL Automation cég gyártja, Németországban. Elektronikus vezérlésű, léptető motoros, 3 lineáris tengelyű (4-re bővíthető), marásra és fúrásra alkalmas gép [2]. A szerkezet teljesen védett, platós házba van beépítve, nyitható ajtóval rendelkezik és átlátszó műanyag ablak biztosítja a forgácsolási folyamat megfigyelését.

A gép külső méretei (szélesség, mélység, magasság) [mm]: 710x820x750.

Mozgáspálya X/Y/Z [mm]: 395/300/140

Legkisebb lépésköz (pontosság) [mm]: 10^{-3}

Max. tengelysebesség (terhelés nélkül) [mm/s]: 50

Max. fordulatszám [ford/perc]: 25.000

Rögzítő asztal méretei [mm]: 375x600

T horony távolság [mm]: 25

Megközelítő súly [kg]: 89

Zajszint [dB]: 78

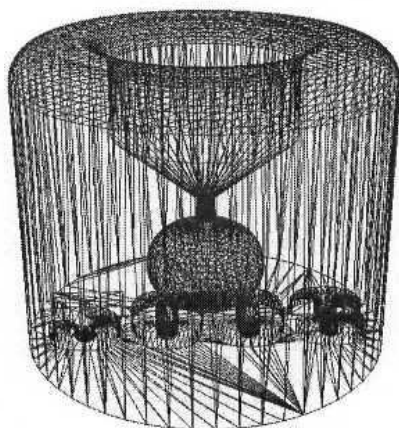


1. ábra. A CPM 4030 háromtengelyű CNC marógép és vezérlő számítógép

3. A "RapidMill" szoftver

A RapidMill számítógépes program, a *.stl vagy a *.3DS fájlokat tudja fogadni[1]. Ilyen kiterjesztésű fájl a legtöbb mérnöki konstrukció, tervező program képes létrehozni. A programban az első lépések között meg kell adni a rendelkezésünkre álló nyersanyag fizikai méreteit, majd ez automatikusan kiszámolja a digitálisan megrajzolt test optimális felosztását, figyelembe véve az alámetszéseket, a ragasztási és az alapanyag vastagságot. Az így kialakított darabok két oldalról megmunkálhatók, és az ezekhez tartozó CNC programokat a szoftver automatikusan generálja.

A példaként szereplő modellt (2. ábra) tehát a program felszeleteli a következő feltételek teljesítésével: a részek maximális vastagsága a megadott nyersanyagvastagság, a lehető legkevesebb darabból álljon és a darabok kétoldali megmunkálással elkészíthetők legyenek.



2. ábra. Üreges test 3D-s számítógépes modellje

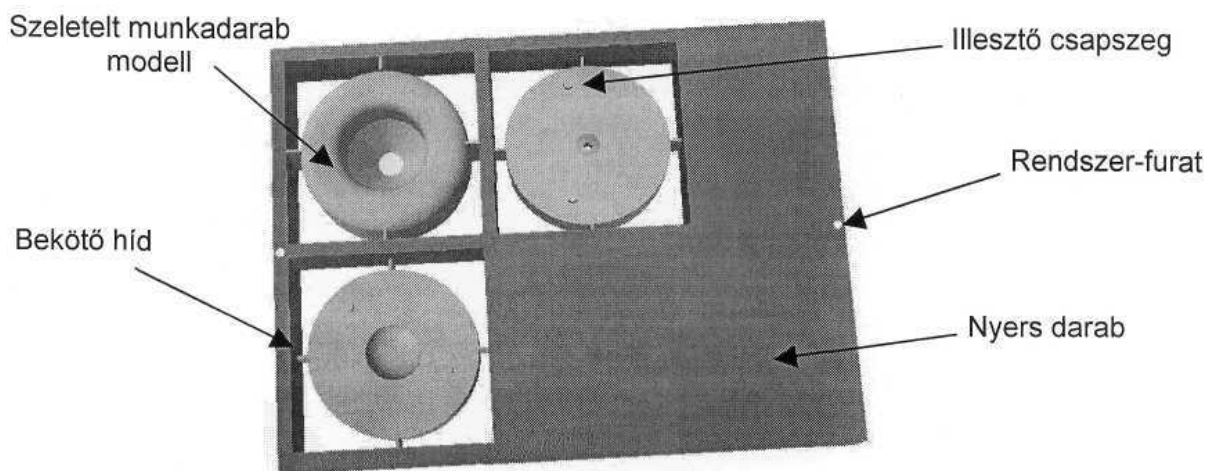
A következő lépés a gép beállítása, a megmunkálás paramétereinek megadása, illetve a szerszám kiválasztása. A gép beállítása külön könyvtárba menthető, így később is felhasználható.

A gép beállításakor a következő paramétereket határozhatjuk meg: gép neve, használt posztprocesszor típusa, maximális munkatér X, Y, Z értékei, min. és max. főorsó fordulatszámok,

mozgási sebességek, a szerszám visszahúzóási távolsága, valamint a főorsó- és a hűtés-kenés vezérlése.

Marásra és fúrásra külön szerszámokat használunk. Ezeknél a szerszám nevét, átmérőjét, sugarát, a forgási sebességét, a megmunkálás stratégiáját, lépésközét, illetve a megmunkálás pontosságát határozhatjuk meg. Többlépcsős megmunkálási stratégiára külön szerszámok definiálhatók (nagyolás és simítás), de ez a helyzet előfúrásra és furatbővítésre is. Ugyanitt lehetőség van a darab egyik vagy mindkét oldali megmunkálásának megadására. Felszeletelés után lehetőség van minden szelet külön megtekintésére, és itt adható meg az illesztő csapszegek furatainak helyzete is. A darab illesztési párján automatikusan adódnak a furatok, ezt is szemlélteti a program.

A szerszám pályák számításához a darabokat egyenként manuálisan, vagy automatikusan keretekbe kell helyeznünk. Létrehozásuk után a keret tulajdonságai szintén definiálhatók. Ha a szeletelt részek (darabok) már a keretben vannak (3. ábra), a keret és a darab között automatikus behelyezés esetén a kis bekötő hidak jönnek létre, ellenkező esetben mindegyik külön betehető. A bekötő híd biztosítja a részek pontos pozícióját a kereten belül és az egész nyersanyagon. Ezek tulajdonságai is beállíthatók (mélység, magasság, vastagság stb).



3. ábra. Az üreges test részeinek modellje, egyik oldalról

A nyers darabon látható rendszer-furat a felfogásra szolgál, a szimmetriavonalban helyezkedik el, külön gépen készül. Pontosságának a kétoldali megmunkálás miatt (fordítás) van különös szerepe.

A szerszám pályákat ezek után generálhatjuk, megtekinthetjük, ha szükséges korrigálhatjuk. Korrigálás után mindig újra létre kell hozni a szerszám pályát, majd ez alapján tudjuk képezni az NCP kiterjesztésű programokat, mint a program és beállításaink végtermékét. Minden szerszám pályára és mindkét oldalra külön NCP program készül. Az NCP program nem ugyanolyan formájú, mint a hagyományos CNC program, de szükség esetén ebből az is létrehozható.

4. A Remote vezérlő program

A Remote program alkalmas a különböző CNC berendezések - léptető és szervomotor által vezérelt CPM gépek - üzemeltetésére, a kombinált mozgások megvalósítására, akár 4 tengelyen is. A program indításakor a CPM gép felveszi a referencia pontokat. Az NCP program betöltése után ennek felépítését láthatjuk a képernyőn, futtatás után a gép a beállított szerszámot kiválasztja és beméri. Ezek után - a munkadarab „null pozíciójára” lépve - elkezdődik a program által vezérelt mozgások lefuttatása, sorról sorra.

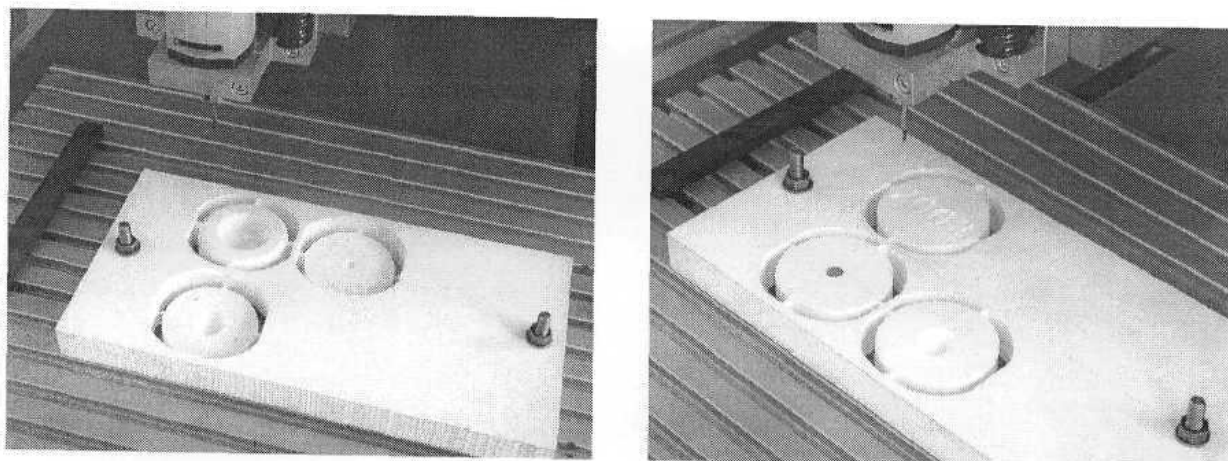
Ha nincsenek egyéb akadályok, a beállítás jó, a szerszámpálya nem lép ki a megmunkálható térből, akkor a kívánt darab előállítható. Futtatás közben, a programon keresztül bármikor változtatható a gép megmunkálási sebessége, illetve a futtatás megállítható és később ugyanonnan folytatható.

5. A prototípus előállítása

Az RP eljárások közös vonása a 3D-s modell vékony szeletekre való darabolása, majd egyesítése. Ezzel a módszerrel előállított test tartalmazhat belső üregeket és alámetszéseket is.

Az eddig ismeretes RP eljárásoknál (STL, SLS, FDM, LOM) tapasztalt közös hátrányok a következők: költséges technikai felszerelés, korlátozott anyagválasztás, az elvárt követelmény az anyaggal szemben nagy, és legtöbbször csak egyféle anyagot lehet megmunkálni egy folyamat alatt. Az itt ismertetett eljárással nemcsak különleges anyagokat lehet megmunkálni, hanem műanyag, fa vagy lágyabb fémek is felhasználhatók.

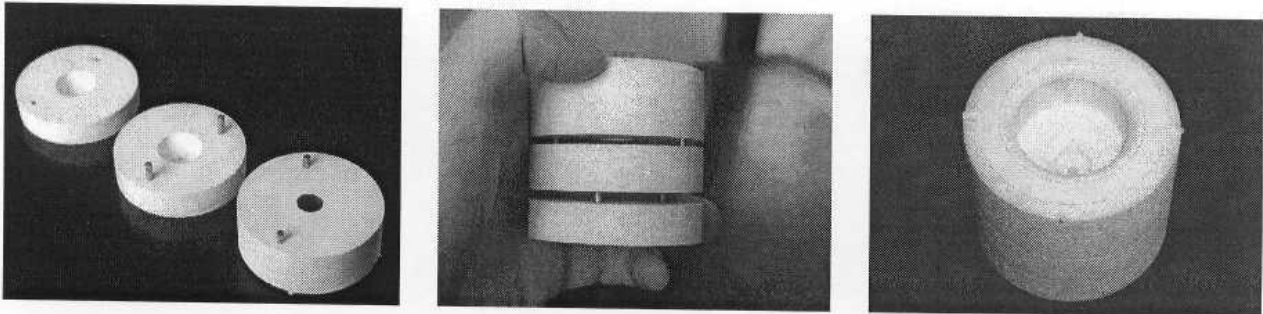
A bonyolult felépítésű munkadarabok, amelyek alámetszéseket és üregeket tartalmaznak, nem valósíthatók meg marási eljárással, mindaddig, míg a 3D-s számítógépes modellt fel nem daraboljuk, olyan szeletekre, amelyek ezeket már nem tartalmazzák. Mindkét oldal megmunkálása után (4. ábra) megkapjuk a modell részeit, és ezeket újra össze kell majd illeszteni, hogy létrejöjjön a teljes darab, a prototípus.



4. ábra. Előállított kísérleti modell részei, mindkét oldalról

Az összeillesztés csapszegekkel (5. ábra) és ragasztással történik, ami sok kézimunkát, tapasztalatot igényel, mert a következő nehézségekkel találkozhatunk:

- Alámetszés nélküli részek szeletelése esetében a vágási síkok helyzetét a felhasználó által megadott, rendelkezésre álló alapanyag vastagsága határozza meg.
- Az ismételt, pontos beállítás nehézkes abban az esetben, mikor a munkadarabot megfordítjuk a hátoldal megmunkálásához.
- A részek összeillesztésénél kis elmozdulásokból nagy pontatlanságok jöhetnek létre.



5. ábra Az összeillesztett és - ragasztott prototípus

6. A RapidMill előnyei

- Felismeri a testek alámetszéseit és ezekből alámetszés nélküli részeket hoz létre, amelyek már a háromkoordinátás marógépen legyárthatók.
- Prototípusgyártásra alkalmasok mindazok az anyagok, amelyek marás szempontjából megfelelők és felfoghatók a CNC marógépre, mint pl.: fa, műanyagok (PVC, PE, PA, akrilüveg, stb.), fém (alumínium, sárgaréz, acél, stb.).
- Kevés befektetést igényel és általánosan felhasználható.
- Viszonylag pontos gyártást biztosít kis daraboknál is.
- A keret pontos beállítását a rendszerfuratok biztosítják.
- Minden marási számítás automatikusan elvégezhető.
- A program tartalmaz egy szerszám és egy technológiai könyvtárat, amely bővíthető, alakítható.
- A program bármely forgalomban lévő posztprocesszorral ellátható.
- Képes információkat szolgáltatni a munkadarab modelljéről, a részekről, a szerszámról és a szerszámpályákról.
- Bevihető adattípusok: *.STL és *.3DS.

7. Következtetések

A gyors prototípusgyártási szolgáltatás igénybevétele - az ipar szinte minden területén - az alábbi előnyöket biztosítja [1],[3]:

- termékfejlesztési idő radikális csökkentése
- termék minőségének javulása
- a fejlesztés hatékonyságának növekedése
- a termék- és gyártási költségek csökkenése
- a megrendelő igényeinek pontosabb kielégítése
- egy új termék piacrajutási idejének csökkenése.

A marási technológiát felhasználó, itt ismertetett RP eljárás alkalmazása a felsoroltakon kívül azzal az előnnyel is jár, hogy nem igényel különleges gyártóberendezést, és nincs a szükség drága, speciális alapanyag használatára sem. Ez elősegítheti a technológia elterjedését a kis-és középvállalatoknál is, ami ezek versenyképességének fokozása szempontjából igen előnyös lehet.

Irodalomjegyzék

[1] Isei - RapidMill felhasználói kézikönyv

[2] CPM 4030 CNC gyári ismertető

[3] Gebhardt: Rapid Prototyping - Werkzeuge für die schnelle produktentwicklung; Hanser 1996

[4] www.isel.com; www.coscom.de; www.spline.nl; www.solectro.se

Szerzők:

Fülöp György, Ph.D. hallgató BME

6000 Kecskemét, Izsáki út 10

Tel: +36 (76) 516-386; E-mail: fulop.gyorgy@kefo.hu

Dr. Horváth Mátyás egy. tanár, BME Gépgyártástechnológia Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3-9.

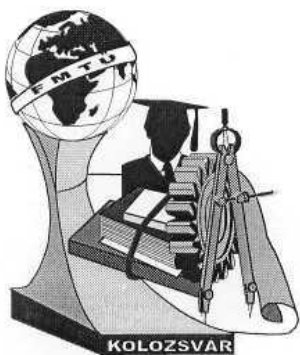
Tel: +36 (1) 463-1357; E-mail: horvath@next-lb.manuf.bme.hu

Dr. Kodácsy János tanszékvezető főiskolai tanár, Kecskeméti Főiskola GAMF kar

Gépgyártástechnológia Tanszék

6000 Kecskemét, Izsáki út 10

Tel: +36 (76) 516-306; E-mail: kodacsy.janos@kefo.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

REVERSE ENGINEERING MÓDSZERREL ELŐÁLLÍTOTT FELÜLETEK MINŐSÉGE

Dr. Kodácsy János, Pintér Zsuzsanna, Pokriva Péter

Summary

we have recorded the point cloud of the back surface of a "mouse" with a EURO-M544 type three-co-ordinate measuring instrument equipped with a rigid probe. The measuring instrument is connected to a PC supplied with COSMOS 2.0.R Edi.3 data processing and evaluating programs. Then we have created the triangle model to the scanned points (point cloud) and the surface model with the required tolerance in the CopyCAD software of DELCAM Co. After the production of the triangle or surface model loaded into the PowerMILL software and created the rough and smooth tool-path to automatically generated the CNC program to the NCT 2000 control of the machine-tool. After all we have produced the triangle model and surface model on a CNC machine-tool and we have made a comparison between triangle model and surface model with a roughness measurer.

1. BEVEZETÉS

A háromdimenziós világunkban rengeteg bonyolult alakú tárgy fordul elő, melyek CAD modellezésére két alakleíró módszer terjedt el: az analitikus és a szintetikus. Az analitikus módszer hátránya, hogy nagyon ritkán ad elfogadható, pontos megoldást a valóságos alakzatok megjelenítésére, mert a rendelkezésre álló analitikus elemek módosítása, korrigálása rendkívül nehézkes. A szintetikus módszer sokkal eredményesebben használható, mert ez a tervezési folyamat támogatását helyezi középpontba, így az alakmódosítások - a valóságos alakzathoz való igazítás - egyszerűen végrehajthatók.

A Reverse Engineering szókapcsolat pontos fordításban a „fordított mérnöki tevékenység”-et jelent. Ezalatt azt a mérnöki folyamatot értjük, amelynek során egy fizikailag már létező tárgy (alkatrész, szobor, stb.) számítógépes CAD-geometriáját alkotjuk meg, és ezt követően egy CAM szoftverrel CNC szerszámgépen reprodukáljuk azt. Alkalmazásának szükségességét az indokolja, hogy az analitikus (henger, kúp, gömb, stb.) felületekkel le nem írható alakzatok geometriájának definiálása rendkívül fontos, egyre többször előforduló feladat. Az RE iparban való gyors megjelenését az is indokolta, hogy a régi, számítógépes adatok nélküli tervek gyakran elkallódtak vagy éppen egy kézzel formázott mester minta reprodukálására volt szükség. Másik szempont, hogy a komplex, szoborszerű alakzatok - például egy számítógép beviteli eszközeként használt

„egér” - geometriájának meghatározása, lemérése tradicionális mérőműszerekkel (tolómérő, mikrométer, stb.) csak nagyon körülményesen valósítható meg. Az RE ezekre megoldást ad, de segít az elhasznált szerszámok javításában, és segíti a gyors prototípuskészítést (Rapid Prototyping, RP) is [1].

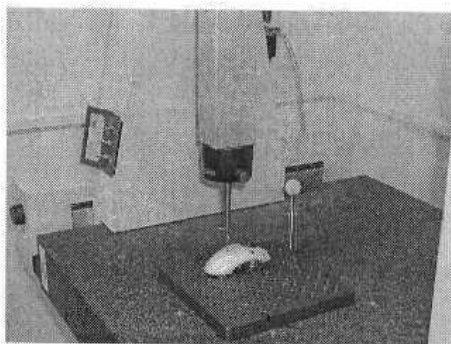
2. A REVERSE ENGINEERING FOLYAMATA

Az RE folyamat a következő lépésekre tagolható

- a pontfelhő létrehozása, szkennelés
- burkolás
- a megmunkálási stratégia kiválasztása, szerszám-pálya-generálás
- a szerszám-pálya szimulációja
- CNC megmunkálás.

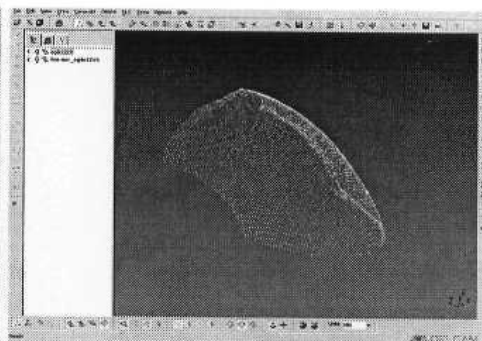
2.1. A SZKENNELÉS

A szkennelés (vagy sorozatos digitalizálás) alatt ismeretlen síkbeli, 2D-s illetve térbeli, 3D-s alakzatok felületi pontjainak letapogatását értjük. A Kecskeméti Főiskola GAMF Karának Gépgyártástechnológia Tanszékén egy EURO-M544 típusú háromkoordinátás mérőgéppel, merev tapintóval ($D = 2.6 \text{ mm}$) vettük fel a pontfelhőt egy „egér” hátsó felületéről (Lábra). A mérőgép összeköttetésben állt a COSMOS 2.0.R Edi.3 programot tartalmazó adatfeldolgozó és kiértékelő PC-vel.



1. ábra

Szkennelés háromkoordinátás mérőgéppel



2. ábra

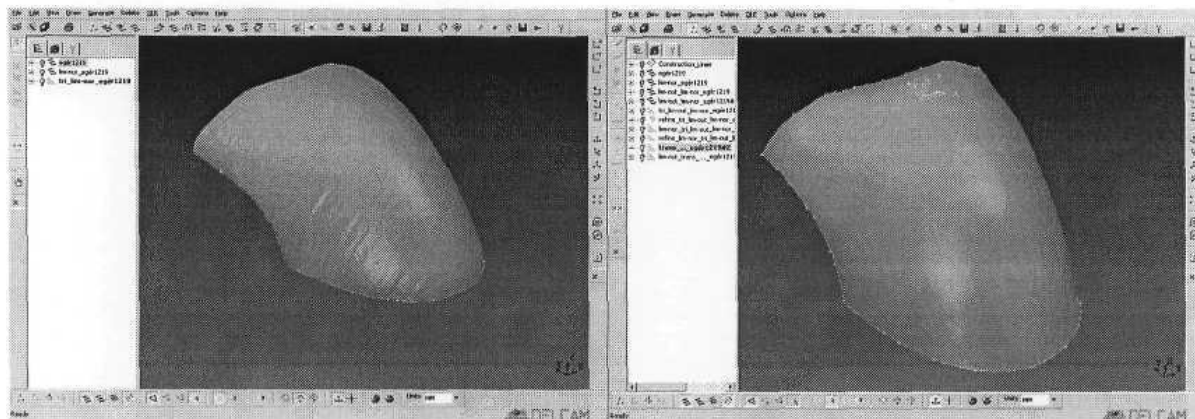
A mérőgéppel felvett pontfelhő (pointcloud)

A továbbiakban a szkennelt pontokra illesztett háromszögmodell illetve felületmodell létrehozására került sor. A szkennelés után kapott digitalizált pontok sorozatát összefűzve, majd szöveges fájl formátumba (*.txt) elmentve kaptuk a feldolgozandó pontfelhőt.

A pontfelhőt a DELCAM cég CopyCAD szoftverébe importálva (2. ábra) lehetőség nyílt a „scanline”-ok (a szkenneléskor kapott görbék) kitisztítására, vagyis az esetleges durva mérési hibák korrigálására, majd a pontokra illesztett háromszögmodell illetve felületmodell létrehozására [2].

2.2. BURKOLÁS HÁROMSZÖGEKKEL - A HÁROMSZÖGMODELL

A 3. ábra a pontfelhőre illesztett háromszögmodell árnyékolt megjelenítését mutatja. A pontfelhőre megadott tűréssel illeszkedő háromszögek nem mindig adnak tökéletes eredményt, ezért gyakran szükséges utólagosan a „háromszög szerkesztésen opcióval” illetve a finomítás (refine) paranccsal módosítani a modellt.



3. ábra

A pontfelhőre illesztett durva és finomított háromszögmodell árnyékolt megjelenítésben

A „refine” opció segítségével növelhető a pontfelhőre feszített háromszögek száma. Erre azért lehet szükség, hogy javítsuk a felület folytonosságát. Jól látható a 3. ábra bal oldalán, hogy a 6828 mérési pont ellenére is meglehetősen egyenetlen, hepehupás felületet kapunk, tanácsos tehát a modellt a „refine” opcióval - a meglévő háromszögeket négy részre bontva - finomítani, esetleg többször is (3. ábra jobb oldala).

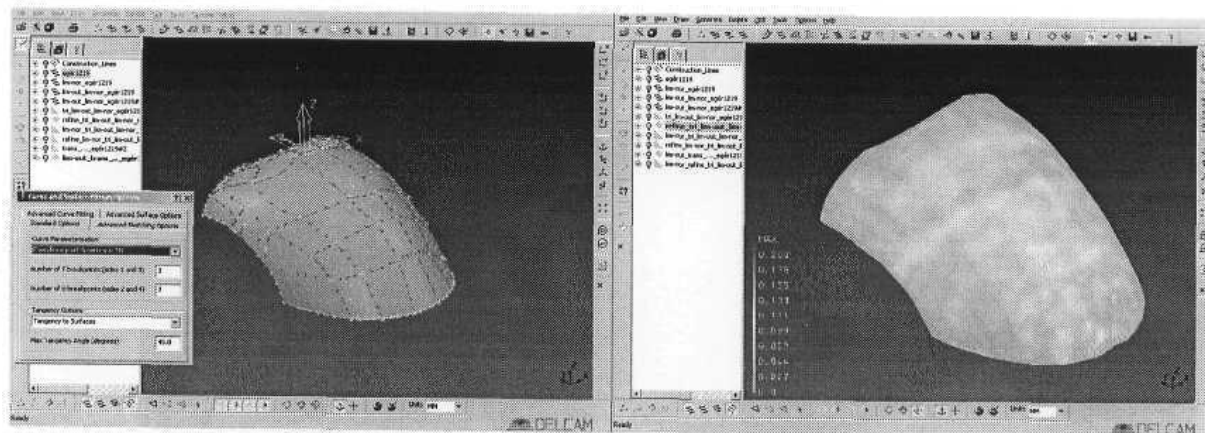
Fontos teendő még a gyártási technológia megtervezését megelőzően a munkadarab-nullpont felvétele, a megmunkálás számára kedvező pozícióba. A CNC programban szereplő értékek ettől a bázisponttól íródnak.

2.3. BURKOLÁS FELÜLETEKKEL - A FELÜLETMODELL

A háromszögekkel való burkolás mellett lehetőség van a pontfelhőre analitikus felületegységeket is illeszteni (4. ábra bal oldala). Az egyes felületelemek illesztésekor figyelembe kell venni a modell görbültségét, mert - az adott tűrést tartva - csak a közel azonos görbültségű területekre lehet megfelelő felületelemeket hozzárendelni.

A felületgenerálást meg kell előznie az ún. konstrukciós görbe szerkesztésnek, ugyanis az alakzat kontúrjának görbületét úgy szeretnénk lekövetni, hogy a felületelemeket pontosan tudjuk elhelyezni a modellünkre. Azonban ez sem mindig elegendő. Előfordul, hogy külön ponto(ka)t kell beszúrni a görbület megfelelő lekövetéséhez. Ha felületelemek csatlakozásánál meg nem engedhető módon és mértékben élek alakulnak ki, mód van az egyes felületdarabok módosítására, újra képzésére. Erre a hibaanalízis nyújt segítséget, ami mutatja, hogy a felületdarabok a szkennelt pontokra milyen tűréssel illeszkednek. Ezt szemlélteti a 4. ábra jobb oldala, ahol az eltérésekhez

színek vannak hozzárendelve. A színes ábrán jól látható, hogy esetünkben a legnagyobb eltérés is az előírt $T = 0.1$ mm tűrés alatt van!



4. ábra

A felületmodell árnyékolt megjelenítésben, a hibaanalízissel

2.4. A SZERSZÁMPÁLYA GENERÁLÁSA

A felületmodellek a továbbiakban felhasználhatók más CAD- modellek kiegészítésére, de CNC szerszámgépeken lehetőség van a felületek legyártására is.

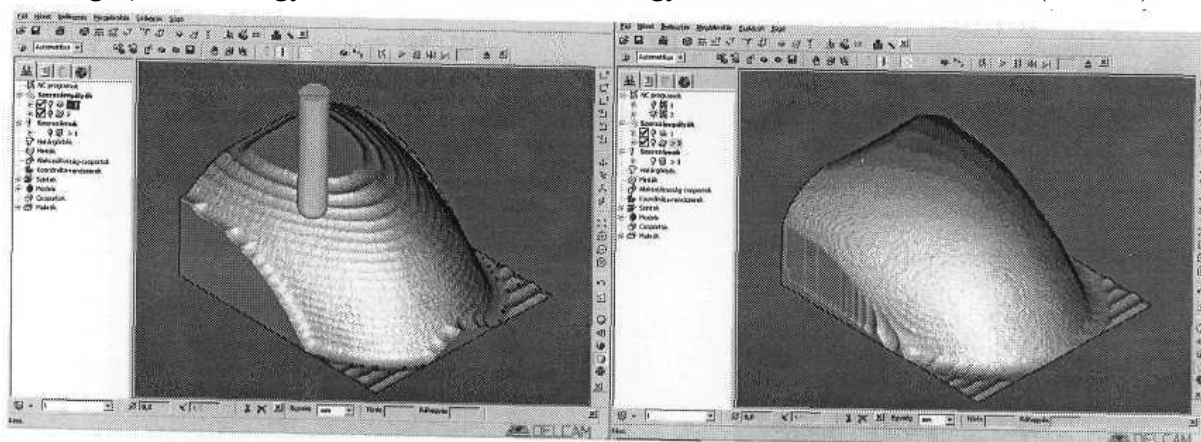
A DELCAM cég PowerMILL szoftverébe beolvasott háromszögmodell vagy felületmodell legyártását az előgyártmány választásával kezdjük [3]. Ez után nyílik lehetőség a szerszám pálya megtervezésére, azaz CNC program automatikus generálására. Először egy nagyoló, majd egy simító szerszám pálya készítésére kerül sor. A nagyoláshoz egy $d=4$ mm átmérőjű, gömbvégű marót használtunk.

A nagyolási műveletben a háromszögmodellhez és a felületmodellhez egyaránt a „raszter” stratégiát alkalmaztuk. A technológiai paraméterek a következők voltak: fordulatszám - $n = 3000$ 1/min, fogásmélység - $a = 2$ mm, fogankénti előtolás - $f_d = 0.16$ mm/min, fogásszélesség - $b = 3$ mm, ráhagyás a nagyolás után - $R = 1$ mm, az előírt megmunkálási tűrés - $T = 0.5$ mm. A nagyolás gépi ideje a felületmodellre: $t_{gf} = 25$ perc 30 másodperc, a háromszögmodellre: $t_{gf} = 24$ perc 42 másodperc. A simításhoz szintén $d = 4$ mm átmérőjű gömbvégű marót alkalmaztunk. A simításra is a „raszter” megmunkálási stratégia tűnt a legjobbnak, ezért itt is ezt használtuk, mindkét modell megmunkálására. A technológiai paraméterek a következők voltak: fordulatszám - $n = 3000$ 1/min, fogankénti előtolás - $f_d = 0.08$ mm/min, fogásszélesség - $b = 0.1$ mm, tűrés - $T = 0.1$ mm. A simítás gépi ideje a felületmodell megmunkálásakor $t_{gf} = 2$ óra 51 perc 10 másodpercre, a háromszögmodellnél a $t_{gf} = 2$ óra 54 perc 24 másodpercre adódott.

A KF GAMF Kar Gépgyártástechnológia Tanszék Szerszámgép Laboratóriumában rendelkezésre álló TOMILL 160 típusú számjegyvezérlésű CNC marógép NCT 2000M vezérlőjére [4] történt a posztprocesszálás. A megmunkálás során speciális, környezetkímélő kenési technikát, ún. minimálkenést alkalmaztunk!

2.5. A SZERSZÁMPÁLYA SZIMULÁCIÓJA

A helyes technológia illetve a megmunkáláskor fellépő esetleges hibák kiküszöbölése érdekében célszerű előbb letesztelni a szerszámpályát, és csak azt követően gyártani. A szimulációban a háromszögmodell illetve a felületmodell szerszámpályáinak lefuttatásakor nem észleltünk különbséget, ezért a nagyolásra és a simításra csak egy szimulációs ábrát közlünk (5. ábra).

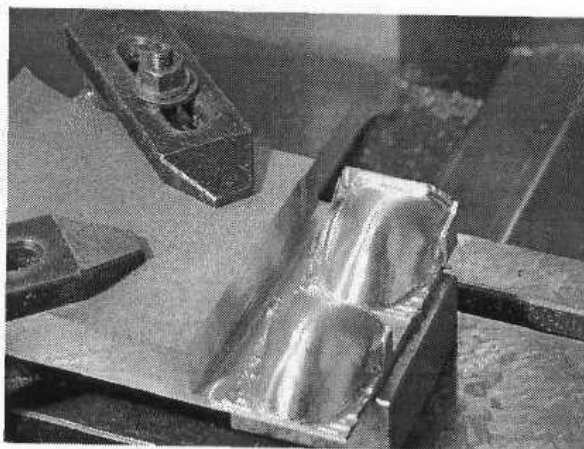


5. ábra

A nagyoló és a simító szerszámpályája szimulációja

2.5. A CNC MEGMUNKÁLÁS

A megmunkálás szimulációja és az azt követő korrekciók után megtörtént a digitalizált alkatrészfelület legyártása CNC marógépen, felére kicsinyített kivitelben (6. ábra).



6. ábra

A legyártott háromszögmodell (elöl) és a felületmodell (hátsó) a CNC marógépen

3. EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

A két felületillesztési módszer szerinti megmunkálás - ugyanazon stratégia és technológiai paraméterek mellett - a gépi főidőre lényeges különbséget nem adott. Nagyoláskor a háromszögmodell megmunkálási ideje csak kevesebb, mint egy perccel rövidebb, simításakor pedig három perc a különbség, ami csupán pár százalék eltérést jelent.

A megmunkálás után kapott felületek minőségét hullámosság- és érdességméréssel ellenőriztük. A méréseket egy PERTHOMETER S6P típusú laboratóriumi érdességmérőn végeztük. A

tapintási úthossz $LT = 5.6 \text{ mm}$ volt. A felületmodell használatakor kisebb felületi érdesség mérőszámokat kaptunk: a megmunkált felület átlagos felületi érdessége $R_a = 1.3 \mu\text{m}$, a legnagyobb érdességmélység $R_t = 9.92 \mu\text{m}$. A háromszögmodellre ugyanezen érdesség-mérőszámok: $R_a = 1.64 \mu\text{m}$, $R_t = 11.3 \mu\text{m}$ -re adódtak. A felületmodell alkalmazásakor a maximális hullámmélység értéke a $W_t = 14.6 \mu\text{m}$, míg a háromszögmodellnél $W_t = 52.3 \mu\text{m}$.

Levonható tehát a következtetés, hogy harmonikus felületek - mint amilyen a kísérletünk tárgyát képező „egér” hátsó felülete is - RE módszerrel való reprodukáláskor a felületmodell alkalmazása célszerűbb. Ez eredményez nagyobb pontosságot, az eredetit jobban közelítő felületstruktúrát.

IRODALOM

- [1] William M. Newman - Robert F. Sproull: **Interaktív számítógépes grafika** 1979 /Magyar kiadás: 1985/
- [2] Delcam Hungary Kft.: **CopyCAD kézikönyv**
2000
- [3] Delcam Hungary Kft.: **PowerMILL kézikönyv**
2000
- [4] NCT Kft.: **NCT 2000 M vezérlés leírása**

Dr. Kodácsy János

tanszékvezető, főiskolai tanár

Pintér Zsuzsanna

főiskolai adjunktus

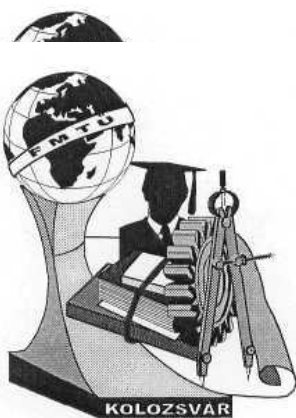
Pokriva Péter

tanszéki mérnök

Kecskeméti Főiskola GAMF Kar, Gépgyártástechnológia Tanszék

Tel: 06/76 516-389

E-mail: pokriva.peter@kefo.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

AZ INFILTRÁCIÓ ELMÉLETI ALAPJAI

Bárczy Tamás, Kaptay György

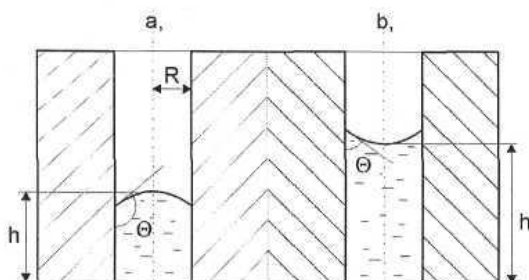
Abstract

The aim of this presentation is to create a mathematical model for infiltration. Infiltration is a process, when a liquid flows into the pores of a porous solid body. This process depends on the quality of materials and pressure, which determine infiltration characteristics such as threshold pressure, threshold contact angle and equilibrium height of penetration. In this paper these characteristics will be modeled in the framework of the closely packed, equal spheres structure (CPES). The capillary model of penetration will also be discussed.

Ezen cikk célja, hogy egy összefoglaló, matematikai modellt adjon az infiltrációs/penetrációs folyamatokról. Az infiltráció olyan folyamat, amelynek során folyadék jut egy szilárd anyag nyílt pórusaiba. Ez a folyamat függ az alkalmazott anyagok minőségétől, a hőmérséklettől és a nyomástól. Ezek a paraméterek határozzák meg a folyamat tulajdonságait, mint a küszöbnyomás, a küszöb nedvesítési szög és az egyensúlyi folyadékmagasság. A következőkben ezen tulajdonságok közti összefüggésekre alkottunk matematikai modellt. A kapilláris és a CPES (closely packed, equal spheres) model esetében hasonlítjuk össze a kapott eredményeket.

A kapilláris modell

Ha folyadék infiltrálódik különböző anyagú kapillárisokba, akkor a különböző nedvesítési szögek miatt, különböző egyensúlyi magasságot ér el. Az 1. ábra jól szemlélteti, milyen nagy jelentősége van a folyadékok viselkedésére a nedvesítési szögnek.



1. ábra. Folyadék infiltrálódása nem nedvesítő (a) és nedvesítő kapillárisba (b)

Ha a rendszer az 1. ábrán egyensúlyban van, akkor felírhatjuk a következő összefüggést:

$$F_g + F_0 + F_c = 0$$

$$F_g + F_0 + F_c = 0$$

(1)

ahol F_g , F_o , F_c : a gravitációs, külső nyomásból eredő és a kapilláris erő. Az infiltráció iránya függőlegesen fölfelé mutat. A gravitáció a folyamat ellen hat, a másik két erő hatása a körülményektől függ.

Gravitációs erő

A gravitációs erő egyszerűen számolható, miszerint a folyadék tömegét szorozzuk a gravitációs gyorsulással (g). A kifejezés negatív előjelű, mert a folyamat ellen hat (R : kapilláris sugara; h : folyadék magassága; ρ : folyadék sűrűsége).

$$F_g = -R^2 \pi \cdot h \cdot \rho \cdot g \quad (2)$$

Külső nyomásból eredő erő

Mint tudjuk, a nyomás (p_0) felületen hat:

$$F_o = p_0 \cdot R^2 \pi \quad (3)$$

Kapilláris erő

A kapilláris erő a határfelületi energiákból származtatható a szilárd/folyadék/gáz határfelületen. Az erő az összes határfelületi erőből (G_c) fejezhető ki [A_{lg} , A_{sl} , A_{sg} : érintkező felületek nagysága (l:folyadék; g:gáz; s:szilárd); σ_{lg} , σ_{sl} , σ_{sg} : felületi energiák; Θ : nedvesítési szög]:

$$F_c = -\frac{dG}{dh} \quad \text{és} \quad G = \sigma_{lg} \cdot A_{lg} + \sigma_{sl} \cdot A_{sl} + A_{sg} \cdot \sigma_{sg} \quad (4)$$

Deriválás és behelyettesítések után kapjuk:

$$F_c = \sigma_{lg} \left(\frac{dA_{sl}}{dh} \cos \Theta - \frac{dA_{lg}}{dh} \right) \quad (5)$$

A kapilláris modellre jellemző geometria behelyettesítésével:

$$F_c = 2R\pi \cdot \sigma_{lg} \cdot \cos \Theta \quad (6)$$

Az Egy. 2,3,6 -ot behelyettesítve Egy. 1-be, az egyensúlyi állapotra jellemző összefüggés:

$$2R\pi \cdot \sigma \cdot \cos \Theta + R^2 \pi \cdot (p_0 - h \cdot \rho \cdot g) = 0 \quad (7)$$

Ha nem alkalmazunk külső extra nyomást ($p_0 = 0$), az infiltráció beindulása kizárólag a kapilláris erőktől függ, mert a folyamat elején a gravitációs tagban szereplő h értéke kicsi, ezért elhanyagolható. A kapilláris erő csak akkor pozitív, ha $\cos \Theta > 0$. Ezen okból definiálhatjuk a küszöb nedvesítési szöget.

Ha az adott rendszerben a nedvesítési szög ennél az értéknél kisebb, beindul a spontán infiltráció. A kapilláris modellben ez: $\Theta_{th} = 90^\circ$.

Ha külső nyomást is figyelembe vesszük, akkor definiálhatjuk a küszöbnyomást. Ha a külső nyomás ennél az értéknél nagyobb, spontán beindul az infiltráció. Értékét meghatározhatjuk az Egy. 7-ből, ahol $h=0$:

$$p_{th}^{cap} = -\frac{2}{R} \cdot \sigma \cdot \cos \Theta \quad (8)$$

Ha az aktuális nedvesítési szög kisebb, mint a küszöb nedvesítési szög, a küszöbnyomás értéke negatív lesz. Ha meg kívánjuk akadályozni az infiltrációt, akkor legalább ekkora ellennyomást kell alkalmaznunk a kapilláris csőben.

Ha az infiltráció beindult (mert $\Theta < \Theta_{th}$, vagy $p_o > p_{th}$), akkor addig folytatódik, amíg a folyadék el nem éri az egyensúlyi magasságot. Ezt kifejezhetjük az Egy. 7 és Egy. 8-ból:

$$h = \frac{1}{R \cdot \rho \cdot g} \quad (9)$$

Amint látható, az egyensúlyi magasság csak a kapilláris sugarától, a folyadék sűrűségétől és a gravitációtól függ.

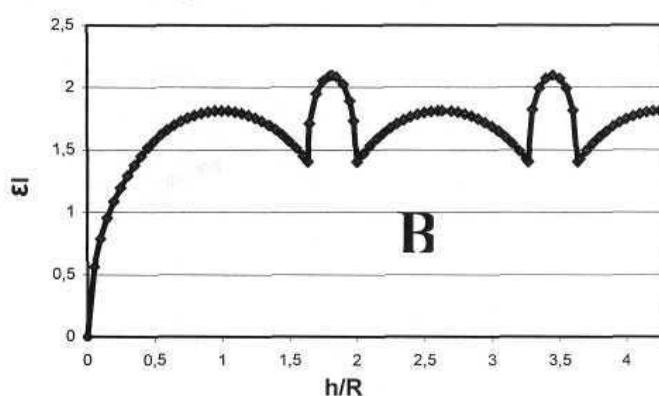
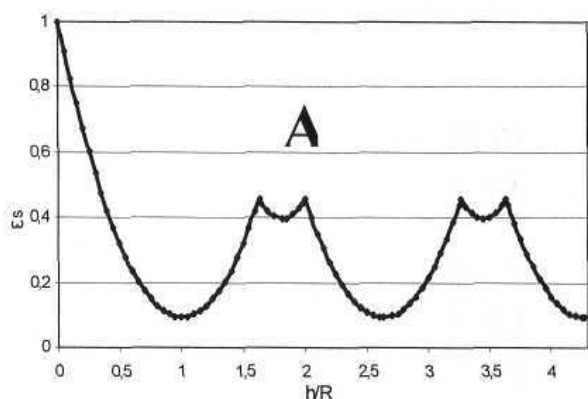
A CPES modell

A CPES (closely packed, equal spheres) struktúra (2.ábra) megegyezik az FCC kristályszerkezettel. Ez a szerkezet már lényegesebben jobban közelíti meg a valós anyagok felépítését, ezáltal pontosabban lehet leírni a valóságos folyamatokat, mint például öntészet, öntözés, törlőkendők. Ezen leírás egy továbbfejlesztett változata egy korábbiak [1]. A szerkezet leírásához választottunk egy térfogategységet. Ez egy hatszög alapú hasáb, ahol a hatszög 2 párhuzamos oldala közti távolság $2R$ (ahol R a gömbök sugara - lásd 2.ábra).



2. ábra. A CPES struktúra a penetráció magasságának (h) függvényében és a térfogategység keresztmetszete (vastag vonal)

Két fontos paraméter meghatározására volt szükség a további számításokhoz. Az első a síkbeli porozitás (ε_s), a második az egységnyi területre eső vonalhossz, amelyen mindhárom fázis érintkezik



egymással (ε_l). Mindkét paramétert az infiltráció magasságának (h) a függvényében ábrázoltuk (lásd 3. ábra)

3. ábra. Síkbeli porozitás (3.A. ábra) és az egységnyi területre eső vonalhossz (3.B. ábra) az infiltráció magasságának és a gömbök sugarának arányában

Gravitációs erő

A gravitációs erő hasonlóan írható fel, mint a kapilláris modell esetében, csak módosítottuk a térfogati porozitással ($\varepsilon \approx 0.26$):

$$F_g = -A \cdot h \cdot \varepsilon \cdot \rho \cdot g \quad (10)$$

Külső nyomásból eredő erő

A nyomás mindig az aktuális folyadék/gáz határfelületen hat, ezért módosul az Egy. 3. a következő módon:

$$F_0 = p_0 \cdot A \cdot \varepsilon_s \quad (11)$$

Kapilláris erő

Behelyettesítve az aktuális geometriai jellemzőket Egy. 5-be, a következőt kapjuk az $0 < h < 1,63R$ intervallumon (lásd még [2]):

$$F_c = 2R\pi\sigma_{lg} \left(\cos \Theta + 1 - \frac{h}{R} \right) \quad (12)$$

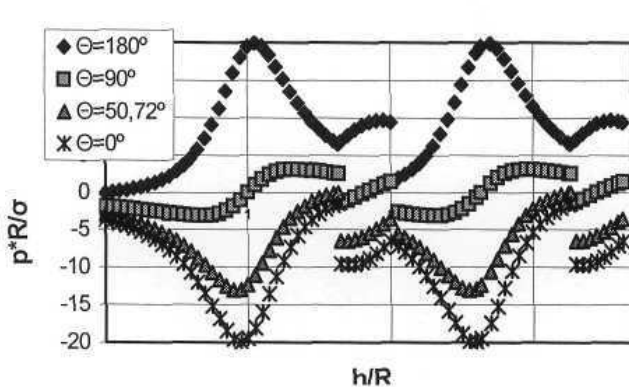
Egy. 10-12-t behelyettesítve Egy. 1-be:

$$2R\pi\sigma_{lg}\left(\cos\Theta + 1 - \frac{h}{R}\right) + p_0A\varepsilon_s - Ah\varepsilon\rho g = 0 \quad (13)$$

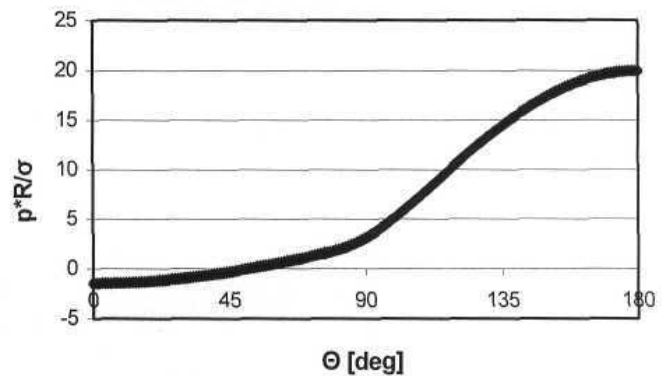
Az Egy. 13-ból kifejezve az alkalmazott nyomást $h=0$ esetben, vagyis a folyamat beindulásakor:

$$p = \frac{\pi}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sigma_{lg}}{R \cdot \varepsilon_s} \left(\frac{h}{R} - 1 - \cos\Theta \right) \quad (14)$$

Ha az alkalmazott külső nyomás (P_0) nagyobb, mint az Egy. 14-ből kifejezett (P), a folyadék keresztül tud haladni a kritikus h/R magasságban lévő keresztmetszeten. Ezen okokból kifolyólag nevezhetjük a P -t lokális küszöbnyomásnak, amit a 4. ábra szemléltet különböző nedvesítési szögek esetében, h/R függvényében. Mint látható, a küszöbnyomást leíró függvény periodikus



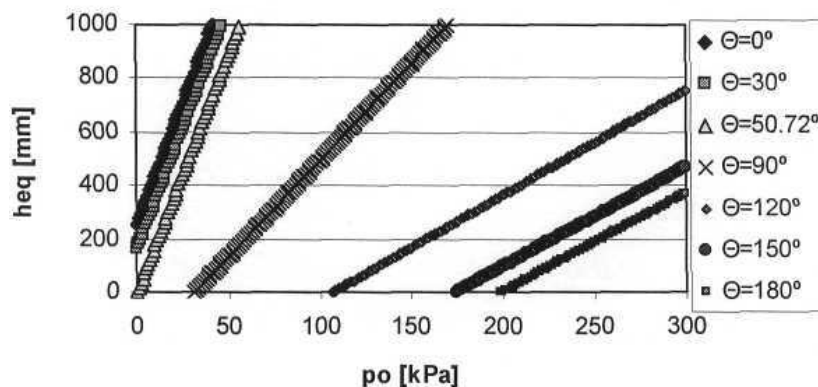
4. ábra. Lokális küszöbnyomás az infiltráció magasságának (h/R) függvényében, különböző nedvesítési szögek esetében



5. ábra- Küszöbnyomás értéke a nedvesítési szög függvényében

Látható, hogy a 4. ábrán minden görbének van egy maximuma. Ez lesz a rendszerre jellemző küszöbnyomás, aminek a nedvesítési szögtől (Θ) való függését mutatja az 5. ábra. Ahol, a küszöbnyomás értéke negatívba fordul, ott lesz a küszöb nedvesítési szög. Ez az a Θ érték, aminél ha kisebb a nedvesítési szög, akkor spontán beindul az infiltráció.

Az Egy. 13 és az 5. ábra felhasználásával kifejezhető az infiltráció egyensúlyi magassága, az alkalmazott külső nyomás függvényében, különböző nedvesítési szögeknél (6. ábra). Észrevehető, hogy az egyenesek meredeksége változik a nedvesítési szögtől függően.



6. ábra. Egyensúlyi infiltrációs magasság a CPES modellnél ($\sigma = 1 \text{ J/m}^2$, $\rho = 10^4 \text{ kg/m}^3$, $R = 10^{-4} \text{ m}$)

Összegzés

Ezen tanulmányban a CPES (closely packed, equal spheres) modellben meghatározható paramétereket vizsgáltuk: a küszöbnyomást, a küszöb nedvesítési szöget és az egyensúlyi folyadékmagasságot.

Mindhárom paraméter lényegesen eltér a hagyományos, kapilláris modellnél tapasztalttól. A jövőben tervezzük a földi kísérletek megismétlését növelt, vagy csökkentett gravitációs térben. Ezzel kívánjuk ellenőrizni az elméleti számításaink helyességét.

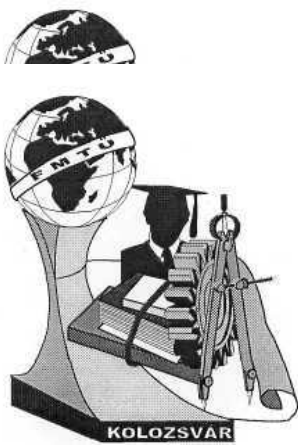
Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton szeretnék külön köszönetet nyilvánítani a Magyar Űrkutatási Hivatalnak, akik anyagi támogatásban részesítették és részesítik ezt a projektet.

Referenciák

- [1] G. Kaptay, T. Matsushita, K. Mukai: to be published in Proc. of IAP 2 conference
- [2] G.Kaptay: Materials Science Forum Vols. 215-216 (1996) 459-466.

<i>Név</i>	Bárczy Tamás	Dr. Kaptay György
<i>Beosztás</i>	PhD hallgató	tanszékvezető, egyetemi tanár
<i>Munkahely</i>	Miskolci Egyetem, Fizikai Kémia Tanszék	
<i>E-mail</i>	tamas.barczy@uni-miskolc.hu	kaptay@hotmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

DINAMIKUS ÚJRAKRISTÁLYOSODÁS SZIMULÁCIÓJA

Barkóczy Péter, Roósz András, Geiger János

Abstract

During the hot plastic deformation the softening (recrystallization and recovery) and the deformation take place at the same time. As in rolling, the materials in the rolling pass get more and more deformation. This process increases the dislocation density in the materials. Higher dislocation density means higher stored energy in the metals, and when this stored energy exceeds a value (meaning the critical deformation) the recrystallization begins. The newly appeared nuclei growing while they are continuously deformed. When the stored energy of the growing nuclei exceeds the mentioned value, the growing stops, and the recrystallization begins in this volumes too. This means that the rolling pass a recoverable process take place. The measuring of this process is hardly possible. In spite of this, the processing with planned microstructure needs the aforementioned knowledge. The effects of the technological parameters can be revealed but this is an expensive procedure. The optimal value of the technological parameters can be calculated from few planned measurements when a microstructural simulation is used. In this presentation a mentioned simulation will be introduced.

Bevezetés

Meleg képlékeny alakításnál a szerszámüregben a képlékeny alakváltozás és a lágyulás (megújulás és újrakristályosodás) időben egymás mellett megy végbe. Az irodalom szerint [1] hengerlésnél ez úgy történik, hogy a hengerrésbe lépő anyag folyamatosan egyre nagyobb alakítást kap. Ennek hatására benne diszlokációk keletkeznek, azaz a tárolt energiája növekszik. Amikor a diszlokációsűrűség eléri azt az értéket, hogy az újrakristályosodás számot tevő mértékben végbe mehet (a kritikus alakításhoz tartozó diszlokációsűrűség) akkor a szerkezetben megjelennek az újrakristályosodás csírai. Ezek a csírok növekednek, miközben folyamatosan alakváltoznak a még nem újrakristályosodott térfogatrészekkel együtt. Ha a növekvő csírok is elegendő alakítást kaptak, akkor a növekedésük megáll, és bennük is elkezdődik az újrakristályosodás. A fentiek alapján a hengerrésben egy dinamikus újra és újra induló folyamatosan történő újrakristályosodás megy végbe. A mérése ennek a jelenségnek szinte lehetetlen. Ennek ellenére a tervezett mikroszerkezetű lemezek gyártásakor rendkívül fontos ennek a folyamatnak a pontos ismerete. Természetesen a technológiai paraméterek

hatásai feltárhatók mérésekkel, de ezek hosszadalmas és drága eljárások. Egy mikroszerkezet szimulációval tervezett kevés mérésből megállapíthatjuk a kívánt technológiai paraméterek optimális értékeit. Jelen előadásba egy ilyen szimuláció kerül bemutatásra.

A dinamikus újrakristályosodás szimuláció

A bevezetőben olvasható, hogy egy egységbe kell foglalni egy újrakristályosodás, és egy képlékeny alakváltozás szimulátort. Mind az újrakristályosodás [2] mind a képlékeny alakváltozás szimuláció [3] cella automata algoritmussal működik. A cella automata módszer lehetővé teszi, hogy a két folyamat egymás mellettiségét egyszerűen érjük el.

A számolás nem ér véget akkor, amikor a vizsgált térfogatelem elhagyja a hengerrést, hanem tovább folytatódik a számolás. Természetesen a hengerrés után már további alakváltozást nem szenved az anyag, csak egy statikus újrakristályosodás és a szemcsedurvulás szimuláció [4] változtatja a mikroszerkezetet. A szimuláció eredménye a mikroszerkezet maga.

Eredmények

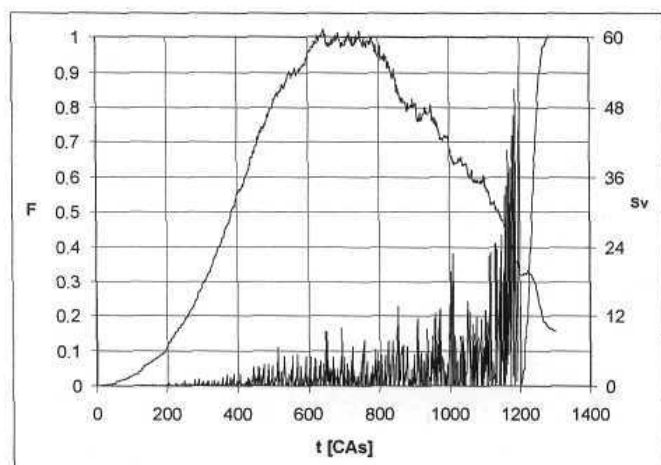
A 2. ábra az átalakult hányad és a fajlagos felület időbeli változását mutatja. Szimulációs paraméterek az 1. táblázatban olvashatók. Az átalakult hányad görbe futásából látható, hogy a dinamikus

1. táblázat. A szimulációs paraméterek.

Csirképződés aktiválási energiája:	50 kJ/cella
Csira növekedés aktiválási energiája:	30 kJ/cella
Dőlt határ maximális energiája:	2,5 kJ/cellaoldal
Csavart határ maximális energiája:	2,5 kJ/cellaoldal
Maximális tárolt energia:	10 kJ/cella
Tárolt energia konstansa:	1
Kritikus alakításhoz tartozó tárolt energia:	1 kJ/cella
Hőmérséklet:	1000°C

újrakristályosodás valóban egy újra és újra induló folyamat. Ahogy a lemez halad előre a hengerrésben egyre jobban közelíti az átalakult hányad a teljes átalakulást. Ez szemléletünkkel egyezik, hiszen a hengerrés elején kapja a nagyobb alakításokat a lemez, amíg a hengerrés végén a lokális alakítás nullához tart. A henger geometriájának ez a tulajdonsága

egy másik fontosabb következménnyel is jár. Mivel kezdetben nagyobb alakításokat szenved a lemez, gyakrabban képződik egy új populációja az újrakristályosodó szemcséknek. A sok csírának



2. ábra. Az átalakult hányad és a fajlagos felület változása a hengerrésben.

köszönhetően kicsi az átlagos szemcse terület, amit a növekvő fajlagos határfelület mutat. A hengerrésben tovább haladva a lemez egyre kisebb alakításokat kap, azaz lassabban gyűlik össze akkora tárolt energia, hogy új csíra képződjön. A kevesebb csíra kevesebb szemcsét hoz létre, amelyet a csökkenő fajlagos felület görbe mutat. Ennek a következménye az, hogy a

hengerrés után végbemenő statikus újrakristályosodás csak kevés számú csírából gazdálkodik **EME** végbe. Ebből következik, hogy a hengerrésből kifutó lemez szemcseszerkezete durvább is lehet, mint azt várnánk.

A fenti gondolatmenetet alátámaszthatjuk a 3. ábrán látható szövetszerkezetekkel. A futtatás, ahogy látható, az irodalommal összhangban egy homogén szerkezetből indul, amelyben nincsenek szemcsék. A képeken szürke szín jelzi az alakváltozott szemcséket, amelyekben az újrakristályosodás végbe mehet. Fehér színnel jelölt szemcsék újrakristályosodottak, ez által bennük új csíra nem képződhet. A szemcseszerkezeteken jól látható, hogy a csírák növekedése egyszer csak abba marad. És új csírák keletkezésével folytatódik az újrakristályosodás.

Összefoglalás

A bemutatott szimuláció jellegében jól közelíti a dinamikus újrakristályosodás jelenségeit. A szimuláció ellenben nem teljes. Egyelőre nem kezeli a megújulást a szimuláció, ami jelentősen befolyásolja az eredményeket. Továbbá a csíráképződés modellje nem tartalmazza a csíráképző hely és a csíra közötti orientációs kapcsolatot. További közelítés, hogy a képlékeny alakváltozás szimulációban minden szemcse azonos módon alakváltozik, azaz a kristálytani orientációban lévő különbségek nem okoznak eltérést az egyes szemcsék alakváltozásában.

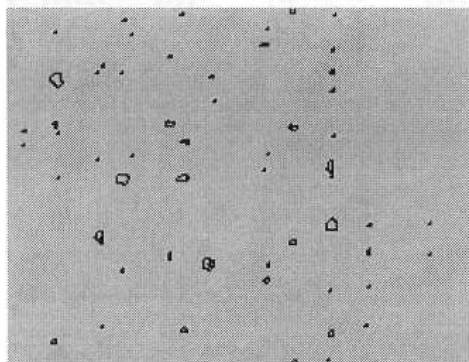
Irodalom

1. R. Ding - Z. X. Guo, Acta Mater. Vol. 49, pp. 3163-3175, 2001
2. A. Roósz, P. Barkóczy, J. Geiger: Cellular automaton simulation of recrystallization and grain coarsening, Eutomat 2001, 2001 June 10-14., Rimini, Italy
3. Roósz A., Barkóczy P., Geiger J.: A szemcseszerkezet változása képlékenyalakítás és azt követő újrakristályosodás és szemcsedurvulás után, XIII. Képlékenyalakító Konferencia, 2000. szeptember 21-22., Salgótarján
4. P. Barkóczy - A. Roósz - J. Geiger, Materials Science Forum, Vols 414-415, pp. 359-364, 2003

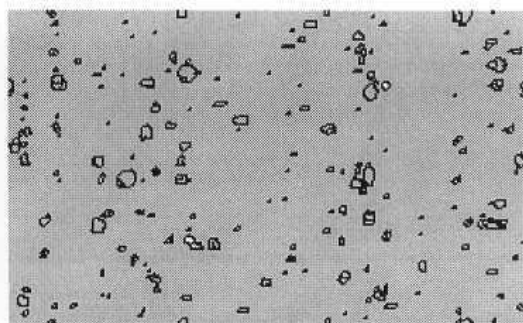
Barkóczy Péter¹, Dr Roósz András², Geiger János³ /doktorandusz¹, egyetemi tanár², Egyetemi Adjunktus³

Miskolci Egyetem, Fémtani Tanszék^{1,2}, Ábrázoló Geometriai Tanszék³/H-3515. Miskolc, Egyetemváros

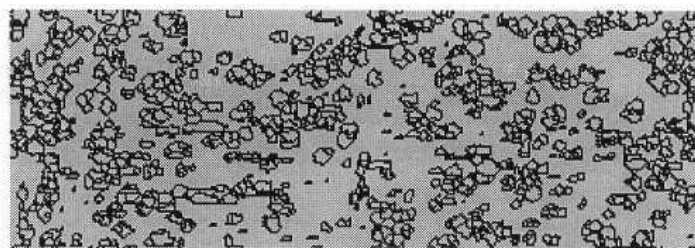
Tel.: (36-46) 565-111/15-38 Fax.: (36-46) 365-924 E-mail: fembarki@uni-miskolc.hu



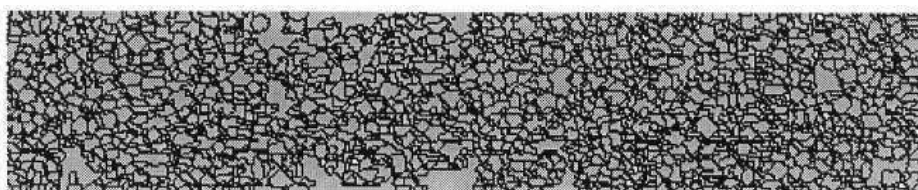
100 CAs



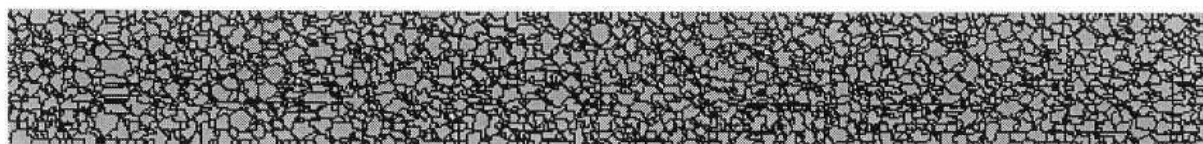
200 CAs



400 CAs



600 CAs



800 CAs

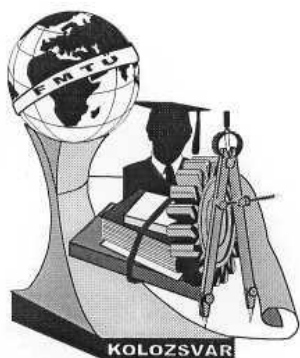


1000 CAs



1200 CAs

3. ábra. A 2. ábra görbéihez tartozó szemcseszerkezetek.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

AMALGÁMOS KOMPAKT FÉNYCSÖVEK BEKAPCSOLÁSI KARAKTERISZTIKÁJÁNAK JAVÍTÁSA

Fényi Balázs, Dr. Hegman Norbert, Lukács Sándor

SUMMARY

In households the spreading of the fluorescent lamp was hindered by its large size and its changing power emission of light which was extremely tiring for eyes. In the '70s a family of fluorescent lamp appeared which was produced to change the traditional bulb due to its continuous light and its small receiving size. This family is called compact fluorescent lamp (CFL). Their role in the market has increased, the claims of consumers getting bigger and bigger so more and more companies try to serve the growing market. Because of the newer and newer claims and hard concurrence, the continued development of CFL are essential.

Thanks to the long life (8-15 thousand hours), the high illuminating utilization (they can reach 5-7 times more luminous efficiency than an ordinary bulb) and the small size, they are definitely the light sources of the future principally in interior applications. A special class of the CFL is the amalgamate type which has got considerable advantages: its emission of light is mainly independent of the operational state and the environmental temperature. Beside these attractive properties the largest disadvantage of the lamp with amalgam is that the light runs up slowly after the turning up.

The representation treats with CFL beside it the possible cut down of the warm up time is detailed. The types of the CFL will be demonstrated. Then the background of the warm up course of these lamps is presented. Finally the description of the warm up time measurement is given.

ÖSSZEFOGLALÁS

A háztartásokban a fénycső elterjedését hátráltatta nagy mérete és a szemet rendkívül fárasztó, változó teljesítményű fénykibocsátása. A hetvenes évektől megjelent egy fénycsőcsalád, amely villogásmentes működésével és kicsi befoglaló méretével a hagyományos izzólámpa felváltására

készült. Ezt a családot nevezzük kompakt fénycsőeknek. Használatuk rohamosan nő, a felhasználók igényei egyre nagyobbak és az egyre növekvő felvevőpiacot több és több cég próbálja kiszolgálni. Az újabb és újabb igények, valamint a konkurencia háttérbe szorítása miatt elengedhetetlen a kompakt fénycsőek folyamatos fejlesztése.

Az energiatakarékos kompakt fénycsőek hosszú élettartamuk (8-15 ezer óra), magas fényhasznosításuk (a szokványos izzólámpák fényhatásfokának 5-7-szeresét is elérhetik) és kis méretüknek köszönhetően kétségtelenül a jövő fényforrásai, elsősorban beltéri alkalmazásokhoz. A kompakt fénycsőek egy speciális fajtája az ún. amalgámos változat, mely jelentős alkalmazási előnyökkel rendelkezik: égetési helyzettől ül. környezeti hőmérséklettől nagyrészt független a fénykibocsátása. Mindezen előnyös tulajdonságok mellett az amalgámos lámpák legnagyobb hátránya a lassú fényfelfutás bekapcsoláskor.

Az előadás a kompakt fénycsőekkel foglalkozik, azon belül is a bemelegedési idejük lehetséges csökkentésével. Bemutatásra kerülnek a kompakt fénycsőek kialakításai. Majd a lámpák bemelegedési folyamatának szerepéről lesz szó. Végezetül a bemelegedési idő mérésének megvalósításával foglalkozunk.

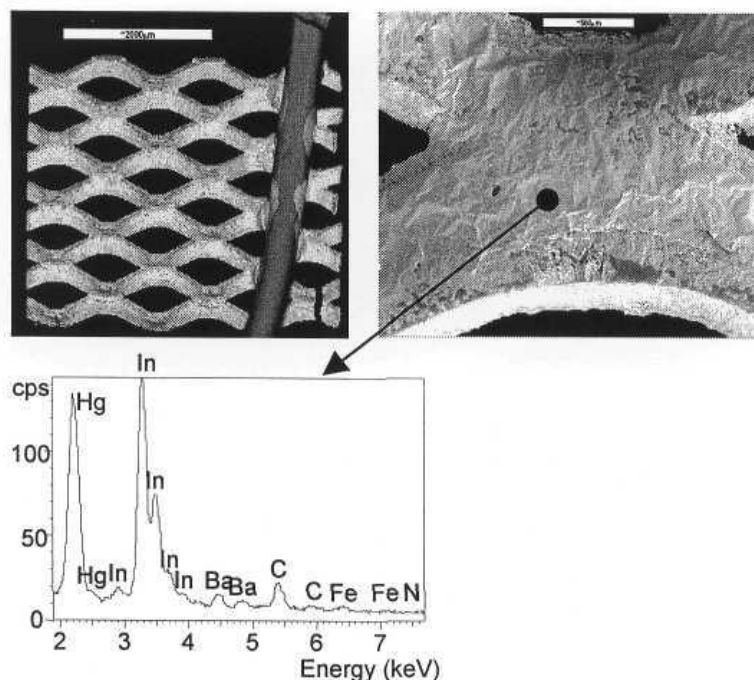
AMALGÁMOS KOMPAKT FÉNYCSŐ SZERKEZETE

A kompakt fénycsőek a fejlesztés során a hidegkamra kialakításával és az amalgámok használatával szélesebb hőmérséklettartományban alkalmazhatóvá váltak. Szobahőmérsékleten lévő amalgámos lámpákban a higanygőz nyomása sokkal alacsonyabb, mint a tisztán higanyos lámpákban. Miután a lámpa begyújtott, hosszú időre van szüksége ahhoz, hogy a gőznyomás elérje az optimális értéket. A kibocsátott fény mennyisége viszonylag hosszú időn keresztül alacsony marad.

Ezt a hátrányt kiküszöbölendő egy második, segédamalgámot alkalmaznak. A főamalgám szerepével ellentétben, amelynek gőznyomás szabályozó jellege van, ennek a második amalgámnak az a feladata, hogy a kisülési térbe mielőbb higanyt emittáljon.

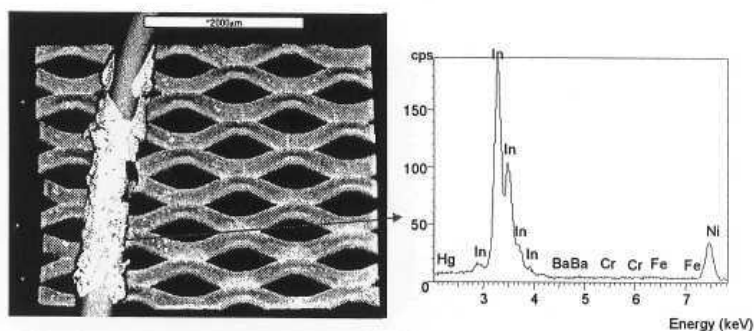
A segédamalgám In-Hg ötvözet. Az indiumot nikkellel és krómmal ötvözött vas hordozófémre (zászló) bevonatolják. A segédamalgám zászlót az elektróda állványra hegesztik. A segédamalgámot a katód közvetlenül fűti, így az gyorsan eléri azt a hőmérsékletet, amely mellett jelentős mennyiségű higany gőzölög el belőle. A higanygőz nyomása a lámpában gyorsabban eléri a megfelelő értéket, ami a lámpa gyorsabb fényáram felfutását eredményezi.

Mérésekből megfigyelhető, hogy a lámpák bemelegedési (warm up) ideje, a használat során folyamatosan növekszik. Ennek oka, hogy az indium réteg a segédamalgám zászlóról elfogy. Az indium valamilyen oknál fogva elkúszik a zászló felületéről az árambevezetőre. Az 1. ábrán 0 órát égetett lámpa zászlójának felületéről pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) készített felvétel és energiadiszperzív mikroszondával (EDS) felvett rendszámspektruma látható.



1. ábra Oh égetett lámpa segédamalgámjának BEI felvétele és EDS vizsgálata

Az EDS vizsgálat spektruma alapján, a zászló felületén indium található. A SEM visszaszórt elektronok (BEI) által szolgáltatott felvételekről megállapítható, hogy az indium a zászló egész felületét egyenletesen befedi.

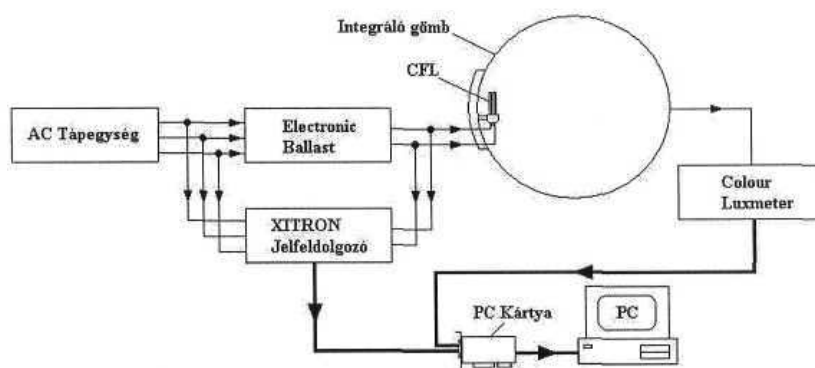


3. ábra IOOh égetett lámpa segédamalgámjának BEI felvétele és EDS vizsgálata

A 3. ábrán látható, hogy az indium réteg rákúszott az árambevezetőre. Az EDS analízissel bebizonyosodott, hogy az árambevezetőn található anyag indium. Az árambevezetőre került indium nem képes megkötni a higanyt. így bekapcsoláskor a segédamalgám nem képes a lámpa gázterét higannyal dúsítani, ezért a lámpa úgy melegszik be mintha nem lenne benne segédamalgám. A lámpa fényárama lassabban éri el a maximumot, mint amikor a segédamalgám tökéletesen működött.

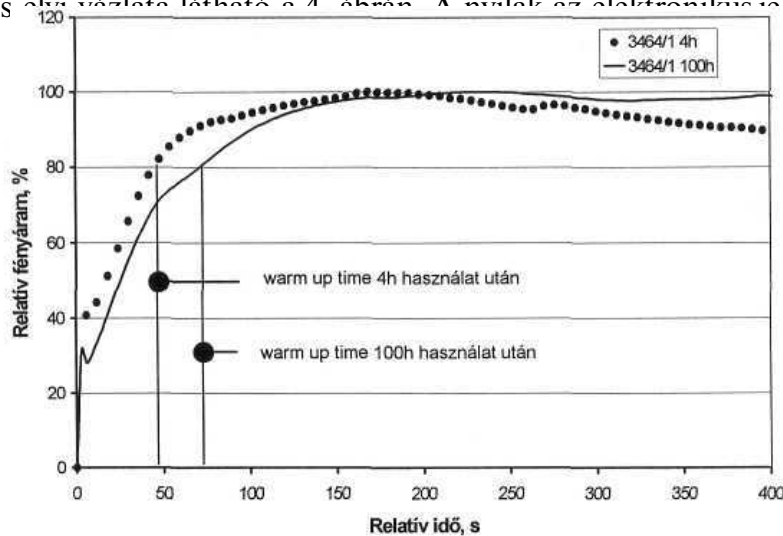
A kompakt fénycső élettartalma során a segédalagám kedvező hatásának folyamatos csökkenését leginkább a bemelegedési idő (warm up time) méréseivel tudjuk igazolni.

A warm up time, egy származtatott adat, amit a lámpa tényleges mért paramétereiből határozzunk meg, és megállapodás szerint értékelünk ki. Éppen ezért csak egy adott kiértékelési eljárással nyert eredmények vethetőek össze a különböző méréseknél. Így kijelenthetjük, hogy a warm up time nem a lámpa specifikus paramétere, nem tekinthetjük katalógus adatnak, amiatt, hogy nincs a gyártók, illetve a vizsgáló laborokban elterjedt közös eljárás, valamint a lámpát kiszolgáló berendezések is mérésről mérésre eltérőek lehetnek.



4. ábra Warm up mérés elvi vázlata

A Warm up mérés elvi vázlata látható a 4. ábrán. A nyílak az elektronikus jelfolyamot mutatják.



5. ábra Kompakt fénycső relatív fényárama az égetési idő függvényében

A 5. ábrán látható egy kompakt fénycső bemelegedési idejének diagramja. A kiértékelés a fénycső maximális fényáramának 80%-ára történt. 100 óra használat után romlik a bemelegedési idő a 4 órás használatához képest. Egyértelműen látszik a segédalagám hibája, hiszen 100 égetés után már alig vesz részt a kompakt fénycső üzemeltetése során a bekapcsolási ciklusban.

Ezúton szeretnénk megköszönni a GE Hungary Rt Tungsram Lighting ágának, a Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Kar Nemfémes Anyagok Tanszékének, valamint az OTKA M36330 és M041536 műszerpályázatának a kutatásokban nyújtott segítségüket és a támogatásukat.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Debreczeni Gábor, Dr. Kardos Ferenc, Dr. Dinka József: *Fényforrások*,
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985
- [2] J. Bloem, A. Bouwknecht and G. A. Wesselink, Journal of the IES, April 1977, „*Somé new mercury alloys for use in fluorescent lamps*”
- [3] L. E. Vrenken, Lighting research & technology, Vol.8, No.4, 1976,
„*New fluorescent lamps for interior lighting*”
- [4] http://www.tungsram.hu/tungsram/downloads/kat_fenyforras/tu_ls_ee_10-language_2001_cfl.pdf

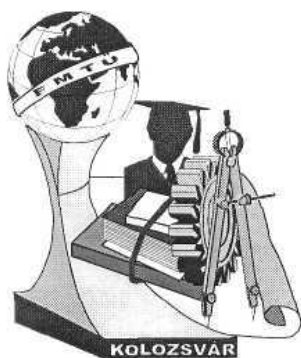
Fényi Balázs / hallgató

Miskolci Egyetem, Nemfémes Anyagok Tanszéke

Tel: +3620-9866552

Fax: +3646-565201

E-mail: fenyib@hotmail.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

ELEKTRONIKUS TERMÉKEKET ÖSSZESZERELŐ HÁLÓZATOK BESZÁLLÍTÓI RENDSZER OPTIMALIZÁLÁSA KÖLTSÉGFÜGGVÉNYEK ALAPJÁN

Nagyné Gyöker Mónika, Bányainé Tóth Ágota, Cselényi József

1. Abstract

Within the frame of this paper the authors will describe a possible structure of purchasing systems of networked assembly plants, the relationship of their components and the basic information needed to optimize the system. The described information will be required for the future phases of the research, which consists of the optimal improvement of the above mentioned purchasing systems, the establishment aspects and the strategies of control processes.

2. Bevezetés

Az elmúlt időszakban a fejlett országok vállalatai jelentősen módosították a beszerzési logisztika korábbi gyakorlatát, ugyanis az erős piaci verseny egyre nagyobb követelmények elé állítja a vállalatok egészét. A beszerzések értéke, a vállalati költségeken belüli aránya egyre növekszik. Elmélyül a vállalatok külső és belső integrációja, felgyorsul a beszerzési piacok globalizációja.

Ha nem működik megfelelően a beszerzési logisztikai rendszer, jelentős mennyiségű készletek halmozódhatnak fel vagy ellenkező esetben anyaghiány jelentkezhet. Mindez indokoltá teszi, hogy a vállalatok a beszerzési logisztikai rendszerüket megfelelően alakítsák ki, majd a létrehozott rendszert optimalisan működtessék. A logisztikai folyamatok optimalizálása esélyeket nyújt a költség megtakarításra és a szállítások lebonyolításánál a teljesítmény növelésére.

3. Kiemelt és helyi beszállítókra épülő rendszer

Kiemelt beszállítók, B_i ($i = 1 \dots n$)

Elosztó raktárak, ER_j ($j = 1 \dots m$)

Helyi beszállítók, H_y ($y = 1 \dots z$)

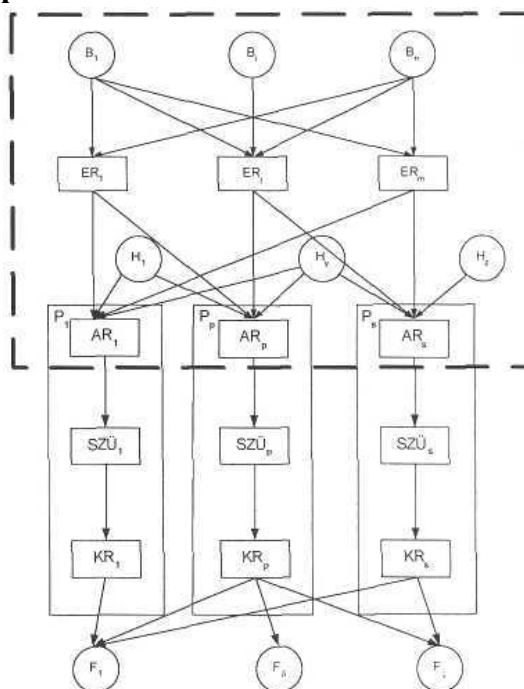
Termelővállalatok, P_p ($p = 1 \dots s$)

AR: alkatrészraktár

SZÜ: szerelőüzem

KR: készáruraktár

Felhasználók, F_δ ($\delta = 1 \dots \zeta$)



1. ábra: Hálózatszerűen működő összeszerelő rendszer

A kiemelt és helyi beszállítókra épülő rendszer kétféle beszállítói egységen alapul. **AME** A kiemelt beszállítók csoportja, amelyek alkatrészei, alkatrészcsoporthai vagy az elosztóraktárakon keresztül jutnak el a termelővállalatokhoz, vagy közvetlen beszállítás valósul meg a kiemelt beszállító és a termelőüzem között; másrészt a helyi beszállítók csoportja (a termelővállalatok telephelyeihez megfelelő közelségben helyezkednek el), ahonnan csak közvetlen beszállítás valósítható meg.

Az optimális beszállítói rendszer kialakítása során meg kell vizsgálni, hogy a rendszer milyen elemekből épüljön fel, milyen legyen a beszállítói rendszer struktúrája. Meg kell határozni, hogy mely paramétereket szeretnénk optimalizálni, milyen célfüggvények írhatók fel, valamint milyen feltételek adóttak a rendszerünkben.

A rendszer optimális kialakítása során alapvető feladat:

- az optimális beszállítók és elosztóraktárak kiválasztása termelőüzemenként és alkatrészenként,
- a beszállítások ütemezése (évente mennyi legyen a beszállítások száma alkatrészenként, beszállítónként), valamint
- a szállítójárművek megválasztása (mely alkatrészt, mely eszközzel szállítom be).

4. Célfüggvény ismertetése

Az optimalizálás során a beszerzéssel közvetlenül vagy közvetetten összefüggő teljes logisztikai költségek minimalizálása a cél. Természetesen a termelővállalatoknál még más beszerzési logisztikától független logisztikai vagy egyéb módszerekkel is lehet a költségeket csökkenteni, de a beszerzési logisztikához kapcsolódó költségek csökkentése kiemelt fontosságú. A logisztikai összköltség minimalizálását a megfelelő gondossággal kell végrehajtani, mert sokszor a vevő kiszolgálási célok megvalósítása ellen hat. Törekedni kell tehát a költségek minimalizálására, de csak meghatározott vevő kiszolgálási szint megtartása vagy elérése mellett.

Kiemelt beszállítók elemzése során a célfüggvény az alábbi költségfüggvény:

$$K^B = K^{BV} + K^{BS_1} + K^{ER} + K^{BS_2} + K^{AR} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Helyi beszállítókra vonatkozóan a következőképpen írható a célfüggvény:

$$K^H = K^{HV} + K^{HS} + K^{AR} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Jelen dolgozatban számos egyszerűsítést eszközölve csak a kiemelt beszállítók esetét elemezzük, ezen belül is csak a közvetlen beszállításokkal foglalkozunk, vagyis azzal a gyakorlatban is előforduló esettel foglalkozunk, amikor a közvetlen beszállítók az elosztóraktárak igénybevétele nélkül tevékenykednek. Ez alapesetnek tekinthető, amelyből a továbblépés egyszerűbb. Természetesen így a költségfüggvényünk is egyszerűbbé válik:

$$K^B = K^{BV} + K^{BS} + K^{AR} \rightarrow \min. \quad (3)$$

A K^{BV} a p -dik termelőüzem által igényelt z -dik kiemelt beszállító által beszállított g -dik alkatrész vásárlási költsége. Az elemzések során az összes termelőüzemhez való beszállítás figyelembe van véve, természetesen a beszállítókra vonatkozó korlátozások mellett (kapacitáskorlát). Emellett feltételezzük, hogy egy alkatrészfajta-hoz csak egy beszállítót választunk, de egy beszállító többféle alkatrészt szállíthat be a termelőüzemünknek, hiszen ez nem okoz problémát, mert vizsgálatainkat alkatrészenként végezzük. Egy későbbi lépésben természetesen lehetővé lesz téve egy alkatrész többféle beszállítótól való beszerzése is, ha ezt a dolgozatban nem érintett feltételek szükségessé teszik.

A vásárlási költségnél az optimalizálandó paramétereinket a (4) összefüggés reprezentálja.

$$K^{BV} = K^{BV} \left(n_{gp}^B, x_{igp}^B \right) \quad (4)$$

Az n_{gp}^B megadja, hogy a g -dik alkatrész hányszor van beszállítva a p -dik termelőüzemnek a vizsgált időszakban. (Vizsgálati időszak alatt általában 1 évet értünk.) Az x_{igp}^B az i -edik kiemelt beszállító és a g -dik alkatrész kapcsolatát jelképezi a p -dik termelőüzemnél, miszerint az z -dik kiemelt

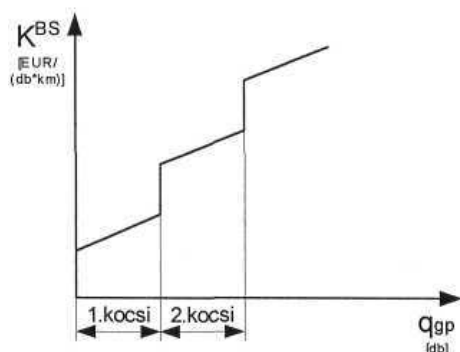
beszállító szállítja-e a p -dik termelőüzemnek a g -dik alkatrészt vagy sem ($x_{igp}^B = 1$ vagy 0). Ezen kívül függ a fajlagos vásárlási költségtől, amelyet természetesen befolyásol a beszállításra kerülő alkatrész mennyisége, minősége, a rendelési ideje. Ezeket beszállítónként, alkatrészenként adottnak tételezzük fel, tudatában annak, hogy a fajlagos vásárlási költség csökken, ha növekszik a vásárolt mennyiség, valamint a rendelés átfutási ideje.

A szállítási költségénél a következő paraméterek képezik az optimalizálás tárgyát:

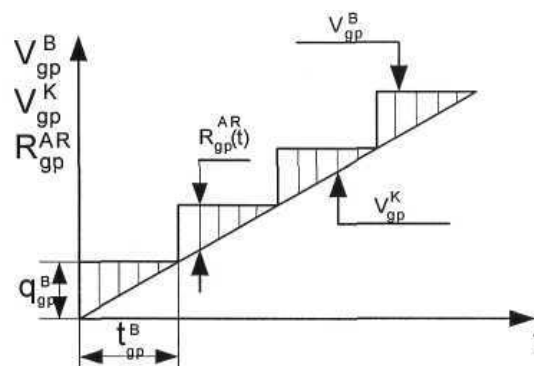
$$K^{BS} = K^{BS} \left(n_{gp}^B, x_{igp}^B, \alpha_{gp}^B \right). \quad (5)$$

Az első két paraméter már jellemezve lett a (4) összefüggésnél. Az $\alpha_{gp}^B = \alpha_{gp}^B(x_{igp}^B)$ a szállítójárművek hozzárendelési mátrixa, amely azt mutatja, hogy a járműveket összefoglaló $\bar{e}$ vektor elemei közül, melyiket rendeljük hozzá az i -dik kiemelt beszállítóhoz. Jármű fajták vektora: $\bar{e} = [e_1, \dots, e_\varphi, \dots, e_w]$. Ezzel birtokába jutottunk annak a három paraméternek, amelyek a rendszervizsgálatok során optimalizálva lesznek. A szállítási költségünk tényleges értékét számos tényező befolyásolja még; ezeket a tényezőket figyelembe vehetjük egy adott fajlagos szállítási költséget meghatározó paraméterekként. Ezek a paraméterek a távolság, amely jelen esetben az egyes kiemelt beszállítók és a termelőüzemek között jelennek meg, a szállítás megbízhatósága, és természetesen az egyszerre szállítandó mennyiség.

Természetesen a beszállítókra nézve korlát is adódhat pl.: csak bizonyos fajtájú járművet tud egy-egy beszállító fogadni, jármű kapacitás. A 2. ábra kocsinként reprezentálja a szállítási költség változását. Nyilvánvaló, hogy kocsinként úgy lesz a szállítási költségünk minimális, ha a kocsi kihasználtsági tényezője maximális. Szállítójármű fajtánként például teherbírásra tételezhetünk fel felső korlátot.



2. ábra: Szállítási költség változása az egy ütemben beszállított alkatrész mennyiség függvényében



3. ábra: Az összes beszállított illetve az összes felhasznált anyagszám

Adottnak tekintjük, hogy az egyes beszállítók évente milyen mennyiségben tudják az egyes alkatrészeket beszállítani. Feltételezzük, hogy van egy minimális mennyiség, amely alatt nem szállítanak és van egy felső korlát is, amely felett képtelen kielégíteni a termelőüzem igényét. Korlát azonban nem csak a mennyiségre lehet, hanem a beszállítások számára is a vizsgált időszakunkra. Adott egy minimális időköz, amelyen belül nem szállít a beszállító (pl.: naponta, ennek oka számos tényező lehet; nincs rá kapacitása, pénzügyi okok, stb.), illetve meghatározhat egy maximális időintervallumot is, amelyen belül legalább egyszer szállítania kell. Feltételezzük, hogy a szállítások csak vonaljáratokkal valósulnak meg. (A későbbiekben gyűjtő- és elosztójáratok alkalmazási lehetőségei és hatásai is vizsgálva lesznek.)

Az alkatrésztáruink költségeinek reprezentálása során, a három optimalizálandó paraméter közül, csak a

$$K^{AR} = K^{AR} \left(n_{gp}^B \right) \quad (6)$$

jelenik meg.

Egyenletes felhasználást, vagyis egyenletes alkatrészfogyást tételezünk fel, 0 induló készlettel. Alkatrészenként a raktározási költség a 3. ábra segítségével számítandó.

A pillanatnyi raktárkészlet a g-dik alkatrésznél:

$$R_{gp}^{AR}(t) = V_{gp}^B(t) - V_{gp}^K(t) \quad (7)$$

Feltételezzük, hogy a g-dik alkatrészfajtából a vizsgálati idő folyamán történő beszállítások során a beszállítandó mennyiség azonos; valamint az egymást követő beszállítások azonos időperiódusonként történnek.

Az g-dik alkatrészből az egyszerre beszállítandó mennyiség:

$$q_{gp}^B = \frac{Q_{gp}^B}{n_{gp}^B}, \quad (8)$$

A g-dik alkatrész beszállítási periódusideje ap -ák termelőüzembe:

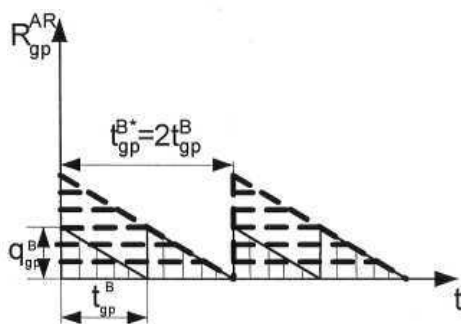
$$t_{gp}^B = \frac{g}{n_{gp}^B}, \quad (9)$$

Ezek alapján a g-dik alkatrész raktározási költsége:

$$K_{gp}^{AR} = n_{gp}^B * f_{gp}^{AR} * \frac{q_{gp}^B}{2} * t_{gp}^B, \quad (10)$$

ahol f_{gp}^{AR} a g-dik alkatrész fajlagos raktározási költsége, mértékegysége $\left[\frac{EUR}{db * nap} \right]$. A fajlagos tárolási költség függ az alkatrész értékétől és az alkatrész tárolás időbeni igényétől.

A 4. ábra bemutatja, hogyan változtathatja a beszállítások számának csökkentése a raktározási költségeinket.



4. ábra: A raktárkészlet változása a beszállítási periódusidő változásának függvényében

Az előzőekben vázlatosan leírt matematikai modell alapul szolgálhat az optimalizálási eljárásnak, amely heurisztikus, „feedback” módszerrel végezhető el.

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

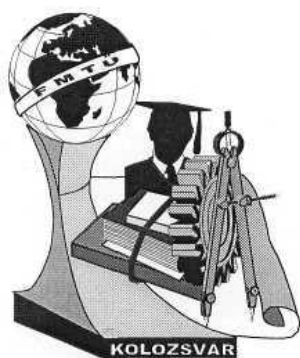
5. Irodalomjegyzék

- [1] Cselényi J., Bányainé Tóth A.: **Közbenső raktárral rendelkező „percre kész” beszállítási rendszer optimalizálása.** GÉP 1997/6. pp.31-34.
- [2] Cselényi, J., Tóth, T.: **Mathematical model for optimisation of a product assembly system integrated by logistics and operating in a network like way.** WESIC 2001. Workshop on European Scientific and Industrial Collaboration. University of Twente. Published by Drubbel Institute for Mechatronics. Proc. pp.: 81-92.
- [3] James M. Apple: **Plant Layout and Material Handling.** Third Edition, John Wiley & Sons, New York, 1977. ISBN 0 471 07171-4
- [4] Nagyné Gyöker Mónika, Dr. Bányainé Dr. Tóth Ágota, Dr. Cselényi József: **Elektronikus és elektromechanikus termékeket összeszerelő hálózatok beszerzési logisztikai rendszere tervezésének és irányításának elméleti megalapozása.** PhD Fórum Miskolc, 2002.

Nagyné Gyöker Mónika doktorandusz

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

Tel: 06 46-565111/1003 Fax: 06 46-563399 E-mail: altmon@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HÁLÓZATSZERŰEN MŰKÖDŐ ÖSSZESZERELÉS KÖLTSÉGTÉNYEZŐINEK ÉRTELMEZÉSE

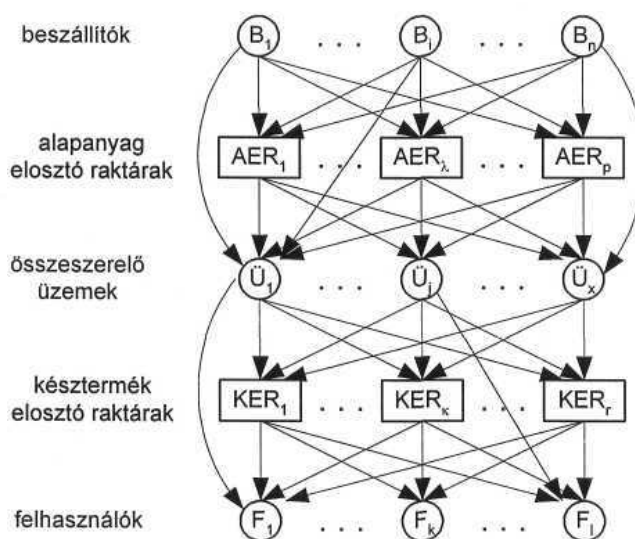
Oláh Béla, Bányai Tamás, Cselényi József

1. Abstract

The appearance of co-operative assembly systems led to the needs of new scheduling methods of assembly processes because of the importance of external logistics. Theoretical aspects of logistics integrated assembly scheduling of cooperative assembly plants will be shown within the frame of this paper. The possible structure of models and the most important parameters will be described and summarized. Finally the cost- and time functions will be reviewed.

2. Bevezetés

Az elmúlt években gyökeres változások mentek végbe a vállalatok környezetében: a piacok fokozatos telítődése, az egyre több versenytárs megjelenése egyre élesebb piaci versenyhez vezetett. További fontos változás volt a beszerzési és értékesítési piacok valamint a termelés globalizálódása. A vállalatok versenyképességük megőrzése és növelése érdekében a készletek és átfutási idők csökkentésére törekcszenek a vásárlói igények maximális kielégítése mellett. A termelésütemezésnél messzemenően figyelembe kell venni, hogy az egy telephelyes termelési formák hálózatszerűen működő termelési rendszerekké (1. ábra) alakultak, ill. alakulnak át. A felvázolt modellben adottnak tekintjük az egyes felhasználók egyes késztermékekből megrendelt mennyiségét egy adott időszakban. Annak meghatározása a feladat, hogy egy adott termékből az egyes szerelőüzemek mennyit állítsanak elő, úgy hogy az összköltség minimális legyen és teljesüljenek a kiszállítási határidők. Az optimalizálás tehát a szerelőüzemek kiválasztása.



1. ábra: Hálózatszerűen működő logisztikával integrált összeszerelő rendszer [1]

3. Optimalizálandó célfüggvény

Az egyszerűsített modellben (az alkatrészek beérkezési ütemét adottnak tekintve) az optimalizálandó célfüggvény egy költségfüggvény, ami az alkatrész raktározási R^A és a késztermék

raktározási költség (R^V), a szerelési költség ($C^{\bar{O}}$), a szerelősorok átállítási költség ($C^{\bar{A}T}$), a sorok állásából származó veszteségi költség ($C^{\bar{A}V}$), valamint a késztermék elosztási költség ($S^{\bar{O}}$) összegeként adódik:

$$K = R^A + C^{\bar{O}} + C^{\bar{A}T} + C^{\bar{A}V} + R^V + S^{\bar{O}} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Hasonlóan az átfutási időt befolyásoló tényezők:

$$T = \tau + T^{\bar{O}} + T^{\bar{A}T} + H^{\bar{O}} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Késztermékigény-mátrix $T^{\bar{V}} = [t_{lk}^{\bar{V}}]$ megadja az l -edik felhasználó által a k -edik késztermékből megrendelt mennyiséget. Az összes előállítandó mennyiség a k -edik végtermékből: $a_k = \sum_{l=1}^q t_{lk}^{\bar{V}}$. (3)

Beépítési-mátrix $T^{\bar{A}} = [t_{jk}^{\bar{A}}]$ megmutatja, hogy aj -edik alkatrészből hány darab épül be a k -edik végtermékbe. Az összes beszállítandó mennyiség aj -edik alkatrészből: $a_j = \sum_{k=1}^p (t_{jk}^{\bar{A}} * a_k)$. (4)

Hozzárendelési mátrix: $Y = [y_{kl\lambda}]$ megmutatja, hogy a k -edik késztermékből a l -edik felhasználóhoz a λ -edik szerelőüzemből hányad rész kerül ki. Feltételek: $0 \leq y_{kl\lambda} \leq 1$ és $\sum_{\lambda=1}^x y_{kl\lambda} = 1$.

A szerelés ütemezésnek *feltétele*:

- durva ütemezés, amely értelmében egy termék végig csak egy fajta szerelősoron fut;
- a k -edik termék szerelési sorozatnagysága $\bar{S}_{kk\lambda}$ állandó.

Értelmezhető a hozzárendelési mátrix: $P = [p_{kk\lambda}]$ megmutatja, hogy a k -edik késztermék a λ -edik üzem κ -adik során szerelik-e. Feltételek: $p_{kk\lambda} < 1$ és $\sum_{\kappa=1}^u p_{kk\lambda} = 1$.

Ütemező mátrix: $B = [b_{\lambda\kappa\omega}]$ jelöli azokat a termékeket, melyek szerelése a λ -edik üzemnek a κ -adik során a ω -edik ütemben folyik. Az egyes szerelő sorokon a sorozat kezdési és befejezési időpontjai:

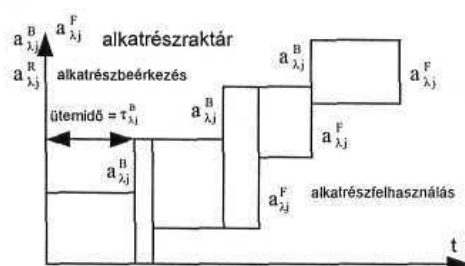
$$T_{\kappa\omega\lambda}^K = T_{\kappa\omega-1}^B + S_{kk\lambda}^S * t_{\lambda\kappa}^{SZ} + t_{\lambda\kappa}^{\bar{A}T} + t_{\lambda\kappa}^{\bar{A}}. \quad (5)$$

Kiszállítások-ütemezési-mátrixa: $\bar{F} = [\hat{f}_{kl\lambda}]$ jelöli azt, hogy a k -edik termék az l -edik felhasználóhoz a λ -edik üzemből mely ütemekben kerül sor. $\hat{f}_{kl\lambda} = 1, 2, 3, \dots, N_0$, ahol $N_0 = \frac{\bar{v}}{t_0}$,

$t_0 = 1$ nap, 1 hét, stb. lehet.

3.1. Alkatrész raktározási költség

Raktározási költségmátrix $R^B = [r_{jl\lambda}^B]$ jelenti aj -edik alkatrész egy darabjának fajlagos raktározási költségét a λ -edik üzemben (2. ábra). Az alkatrész beszállításokat adottnak tekintjük és az alkatrész felhasználást kell optimalizálni, úgy hogy a raktárkészletek minimálisak legyenek! A beszállítások ütemideje a vizsgált időszak és a beszállítások hányadosa $\tau_{\lambda j}^B = v / n_{\lambda j}^B$, aj -edik alkatrész beszállított mennyisége a λ -edik üzembe, az össz mennyiség és a beszállítások hányadosa $a_{\lambda j}^B = Q_{\lambda j}^B / n_{\lambda j}^B$.



2. ábra: Raktározási készletdiagram

A tárolási összköltség a kis téglalapterületek összegével arányos. A $\tau_{\lambda j}^B$ a j -edik alkatrész ütemideje, a tárolt alkatrész mennyisége a t -edik időpillanatban: $a_{\lambda j}^R = a_{\lambda j}^B - a_{\lambda j}^F$.

3.2. Szerelés

Szerelési időmátrix $T^{SZ} = [t_{\lambda k}^{SZ}]$, ahol $t_{\lambda k}^{SZ}$ a λ -adik üzem K -adik szerelősorán a k -adik végtermék egy darabjának szerelési ideje. Az összes szerelési idő a párhuzamos művelettovábbításhoz hasonlóan [3] határozható meg.

Szerelési költségmátrix $C^{SZ} = [c_{\lambda k}^{SZ}]$, ahol $c_{\lambda k}^{SZ}$ a λ -adik szerelőüzem κ -adik során a k -adik késztermék egy mennyiségének szerelési költsége. Ha $t_{\lambda k}^{SZ} = \infty$, akkor $c_{\lambda k}^{SZ} = \infty$ szintén fennáll. A

szerelési összköltséget az alábbi formula *határozza meg*: $C^O = \sum_{\lambda=1}^x \sum_{\kappa=1}^y (a_{\lambda \kappa}^{\lambda \kappa}(P) c_{\lambda \kappa}^{SZ})$. (6)

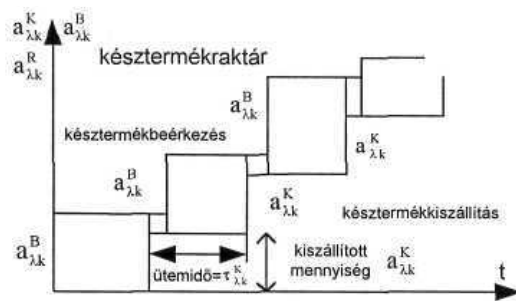
Átállítási időmátrix $T^{AT} = [t_{\lambda \kappa}^{AT}]$ jelenti a λ -adik üzem κ -adik során az átállítási időt.

Átállítási költségmátrix $C^{AT} = [c_{\lambda \kappa}^{AT}]$, ahol $c_{\lambda \kappa}^{AT}$ a λ -adik üzem κ -adik sorának átállítási költsége,

$c_{\lambda \kappa}^{AV}$ pedig a κ -adik szerelősor állásidejéből származó *veszteségi költség*. $K_{k\lambda}^{AT} = \sum_{\kappa=1}^y N_{k\kappa\lambda} c_{k\kappa\lambda}^{AT}$ ahol $N_{k\kappa\lambda} = N_{k\kappa\lambda}(A_{k\kappa\lambda}^K, P, B)$ a ν időszak alatt a k -adik terméknel a λ -adik üzem κ -adik során az átállítások száma.

3.3. Késztermék raktározási költség

Raktározási költségmátrix $R^K = [r_{k\lambda}^K]$ jelenti a k -adik késztermék egy darabjának fajlagos raktározási költségét a λ -adik üzemben (3. ábra). Mivel a késztermék kiszállításokat adottnak tekintjük, a termelési programot kell úgy optimalizálni, hogy a raktárkészletek minimálisak legyenek. A kiszállítások ütemideje a vizsgált időszak és a kiszállítások hányadosa $\tau_{\lambda k}^K = \nu / n_{\lambda k}^K$, a k -adik végtermék kiszállított mennyisége a λ -adik üzemből, az össz mennyiség és a kiszállítások hányadosa $a_{\lambda k}^K = Q_{\lambda k}^K / n_{\lambda k}^K$.

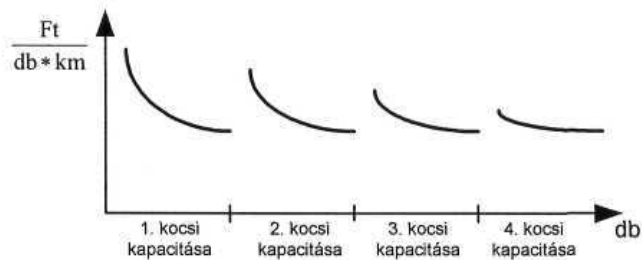


3. ábra: késztermék raktározási készletdiagram

A tárolási összköltség a kis téglalapok területének összegével arányos. A $\tau_{\lambda k}^K$ a k -adik termék ütemideje, a tárolt végtermék mennyisége a t -edik pillanatban: $a_{\lambda k}^R = a_{\lambda k}^B - a_{\lambda k}^K$.

3.4. Elosztási költség és idő

A szállítási költség a vizsgálat során a mennyiségtől és a kiszállítótól (üzemtől) is függ (4. ábra).



4. ábra: Mennyiségtől függő kiszállítási költség

Szállítási költségmátrix $S = [s_{k\lambda}]$ megmutatja a λ -adik üzem egy kocsijának 1 km-re eső szállítási költségét a k -edik késztermék esetében. Az összes szállítási költséget az alábbi formula határozza meg:

$$S^{\circ} = \sum_{k=1}^p \sum_{\lambda=1}^x \left\{ s_{k\lambda} * \sum_{l=1}^q \left[\text{floor}\left(\frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right) + 1 \right] * l_{\lambda l}^{\text{ÜF}} \right\},$$
 ahol $a_k^{\lambda l}$ a k -edik késztermék azon mennyisége, amit a λ -adik üzem szállít az l -edik felhasználóhoz, $\kappa_{k\lambda}$ a λ -adik üzem egy kocsijának kapacitása, $l_{\lambda l}^{\text{ÜF}}$ a λ -adik üzem l -edik felhasználótól mért szállítási távolsága.

Szállítási idő mátrix $H = [h_{\lambda l}]$ megadja a λ -adik üzem és az l -edik felhasználó közötti szállítási időt. Az összes szállítás időtartama:
$$H^{\circ} = \max_{1 \leq \lambda \leq x} \sum_{l=1}^q \left\{ \left[2 * \text{floor}\left(\frac{\Theta^{\lambda l}}{\phi_{\lambda}}\right) + 1 \right] * h_{\lambda l} * l_{\lambda l}^{\text{ÜF}} \right\},$$

ahol $\Theta^{\lambda l} = \sum_{k=1}^p \left[\text{floor}\left(\frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right) + 1 \right]$ az összkocsi igény az l -edik felhasználóhoz a λ -adik üzem esetén, ϕ_{λ} az λ -adik üzem járműállománya. Ha figyelembe veszem az együtszállítás lehetőségét: $\Theta^{\lambda l} = \text{floor}\left(\sum_{k=1}^p \frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right) + 1$. Megjegyzés: a λ -adik üzem $\Delta = \sum_{l=1}^q \text{frac}\left(\sum_{k=1}^p \frac{a_k^{\lambda l}}{\kappa_{k\lambda}}\right)$

mennyiséggel tud körjáratokat szervezni, pontosan $\text{floor}(\Delta) + 1$ számút!

Elosztójáratok megszervezésekor figyelembe kell venni az üzemek, illetve a felhasználók egymástól mért távolságát, majd az utazó ügynök problémánál (Traveling Salesman Problem) megismert módszerek valamelyikét (B&B, Genetikus algoritmus) alkalmazva a minimális összfutással illetve üresfutással történő kiszolgálási körutat (Hamilton-kör) kell meghatározni.

4. Köszönetnyilvánítás

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

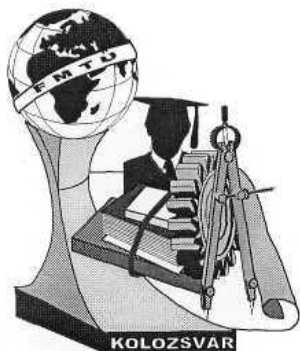
5. Irodalomjegyzék

- [1] CSELÉNYI J., KOLLÁNYINÉ PATKÓ R.: Gyártósortok logisztika orientált termelésstervezése. XIII. Szerszámgép Konferencia, Miskolc, 1998. pp. 67-73.
- [2] CSELÉNYI J., TÓTH T.: Interrelations between Logistics and Produktion Control. MANSA'94 9th National Conference of the South African Insitute of Industrial Engineers Manufacturing in Southen Africa, 1994, pp. 365-370.
- [3] TÓTH, T.: Tervezési elvek, modellek és módszerek a számítógéppel integrált gyártásban. Miskolci Egyetemi Kiadó, 1998. pp. 132-144.

Oláh Béla doktorandusz

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

Tel: 06 46-565111/2030 Fax: 06 46-563399 E-mail: altbela@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

KERÁMIA ALAPÚ FÉKTÁRCSA HŐ-SOKK TERHELÉSÉNEK A MODELLEZÉSE

Hegman Norbert és Balogh Zsolt

Abstract

In this work we report on temperature distribution and the thermo-mechanical stress states appearing on a brake disk during operation conditions. In the FEM calculation we considered two different kinematics conditions which correspond to extrémé breaking processes such as emergency braking until stop and continuous braking with keeping constant intermediate speed. The matériái of the disk was chosen as a generál ceramic mátrix composite using a broad paraméter rangé for heat conductivity and heat extension coefficients in order to obtain sensitivity analysis. The comparison of the temperatures and thermal stresses, and its oscillations, obtained at the varied parameters confrmed the prediction that the heat conductivity strongly influenced the maximum surface temperatures and by decreasing the heat extension coefficients the thermal stresses could be effectively reduced. At the end of the analysis sensitivity values were figured out as a final results.

Összefoglalás

Jelen munkában a hőmérséklet és mechanikai feszültségeloszlást vizsgáltuk egy féktárcsában a fékezés adta körülmények között. A végeleemes szimulációban két féle kinematikai eset is vizsgálva van, két szélsőséges eset, a vészfékezés illetve a lejtőn való ereszkedés közben az állandó sebesség melletti folyamatos fékezés. A tárcsa anyagát a jelenlegi fejlődési iránynak megfelelően kerámia mátrixú kompozitnak tételeztük fel irodalmi adatok alapján, amely adatokat széles sávban variáltuk, hogy az egyes paraméterek érzékenységét meghatározhassuk. Vizsgálva a hőmérséklet és feszültség csúcserőértékeit illetve ezen paraméterek oszcillációit, megállapítottuk a hővezetőképesség és hőtágulási együttható hatásait érzékenységi értékekben.

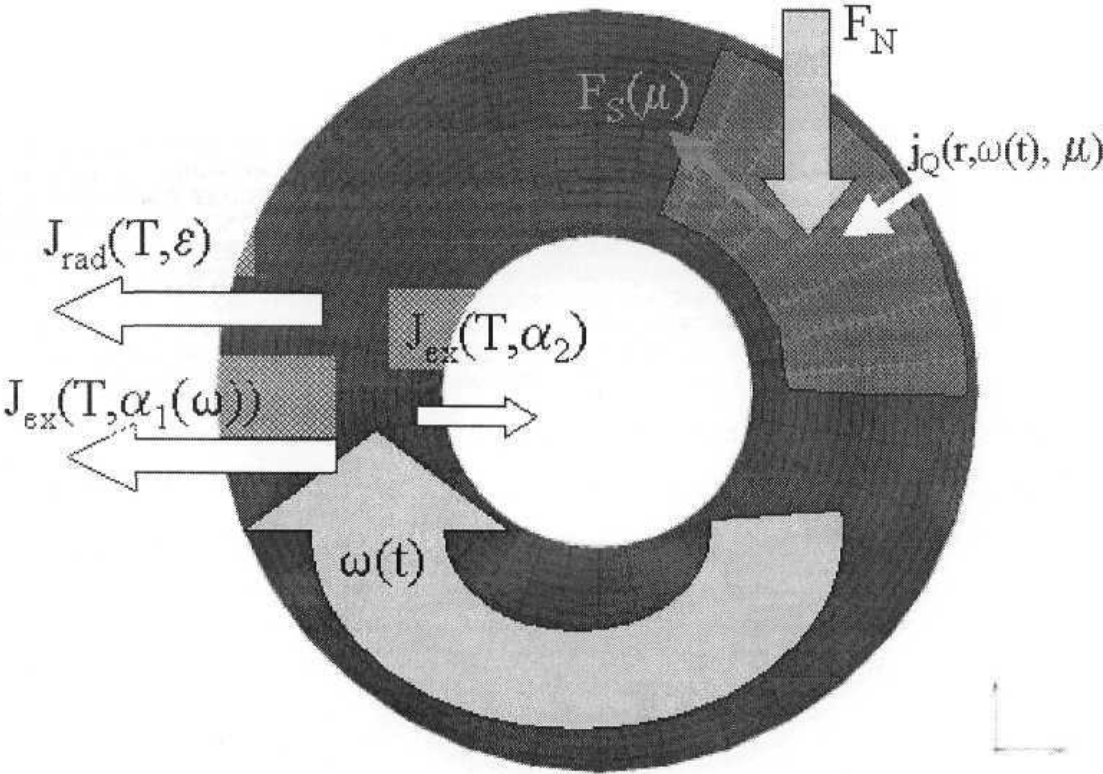
1. Bevezetés

A járművek fékezése során a féktárcsák tönkremenetele fontos gazdasági és környezetvédelmi szempont napjainkban. A féktárcsák életidejének megnövelését jelenleg egy megfelelőbb féktárcsaanyag kifejlesztésében látják a terület kutatói. Ezen új féktárcsa anyag kifejlesztése természetesen kísérleti, preparatív munka melyet egy sor vizsgálati eljárás követ. Azonban számítógépes modellezéssel olyan fontos számításokat is el lehet előre végezni, ami még nem teszi szükségessé mintadarabok gyártását. Egyik ilyen irány lehet a fékezési viszonyok közben a mechanikai, illetve hőtani terhelések megadása, amit lokálisan az anyagnak el kell viselnie tönkremenetel nélkül. Az utóbbi kérdéskörhöz kapcsolódik a jelenlegi szimuláció témaköre. Az alapproblémánk az volt hogy igazából akár mérési vagy modellezési információ alig áll rendelkezésre arról, hogy a kifejlesztendő anyagnak milyen körülmények között kell majd működnie. Ez az ismeret, ha rendelkezésre áll, akkor a modellanyagok tesztelése során lehet igazán hasznos, amikor is van támpont, ami alapján szelektálni, sorrendet felállítani lehet az egyes recetúrák között. A modellezés

során a működési körülmények becslése alatt, a számítási lehetőségeket kihasználva, **EME** a sztatikus és ciklikus hőmérsékletterhelést és az ebből eredő termikus feszültségeket értjük. Végül is egy a fékezéssel ekvivalens fárasztóvizsgálat határfeltételeinek a megadásához jutunk el. Ezen a ponton már vannak az irodalom által közölt életciklus adatok ismert kerámia anyagokra, amihez lehet hasonlítani a kísérleti kerámia anyagot A másik nagy kérdéskör a modellezés során az volt, hogy a leginkább releváns anyag paraméterek variálásával mennyire lehet csökkenteni a termikus feszültségeket.

2. A modell felépítése

A modell felépítését három részre lehet taglalni: geometriai felépítés, anyagparaméterek és a határfeltételek, melyekben a működési körülményeket vesszük figyelembe. Ezeket az 1. táblázatban összesítjük, illetve az 1. ábrán a végelelemes modellszámításhoz használt geometriát mutatjuk be.



1. ábra A féktárcsamodell sematikus ábrázolása a feltüntetett határfeltételekkel.

1. táblázat

A mechanikai hőtani modellezéshez felhasznált adatok összefoglaló táblázata (a.), és az érzékenységi analízishez használt anyagparaméter variációk (b.).

a.)

A féktárcsa mérete	$D_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}=335, D_{b\ddot{e}ls\ddot{o}}=137, h=34\text{ mm}$
A fékpofák felülete	120 cm^2
A fékpofák nyomóereje	állandó 80 kN
Súrlódási tényező	$\mu=0,45$
Kinematika első eset: $\omega(t)=18\cdot3\cdot t\text{ s}^{-1}$ Második eset: $\omega(t)=6\text{ s}^{-1}$	Vészfékezés, 6s alatt teljes megállás Állandó fékezés állandó sebesség mellett

Anyagparaméterek (három eset)		Kerámia	Öntöttvas	0,5 mm-es bevonatú kerámia
E	Gpa	80	100	400
ρ	gr/cm ³	1,9	7,2	3,2
ν		0,2	0,26	0,2
λ	W/mK	20	30,3	70,7-45(1000 C)
α	K ⁻¹ *10 ⁻⁶	3-4(500-1000 C)	12	3,3-4,9(1000 C)
c	J/kgK	750	537	672-880(1000 C)

Termikus határfeltételek

Felületi hőfluxus sűrűség $J_q(r, \omega(t), \mu)$	Számolás alapján
Emissziós tényező a 20 °C-os környezetre	$\varepsilon=0,8$
Hőcserélődési tényező a 20 °C-os levegőre	$\alpha_l=10$ (W/m ² K)
Hőcserélődési tényező a 20 °C-os tengely felfüggesztésre	$\alpha_2=10^5$ (W/m ² K)

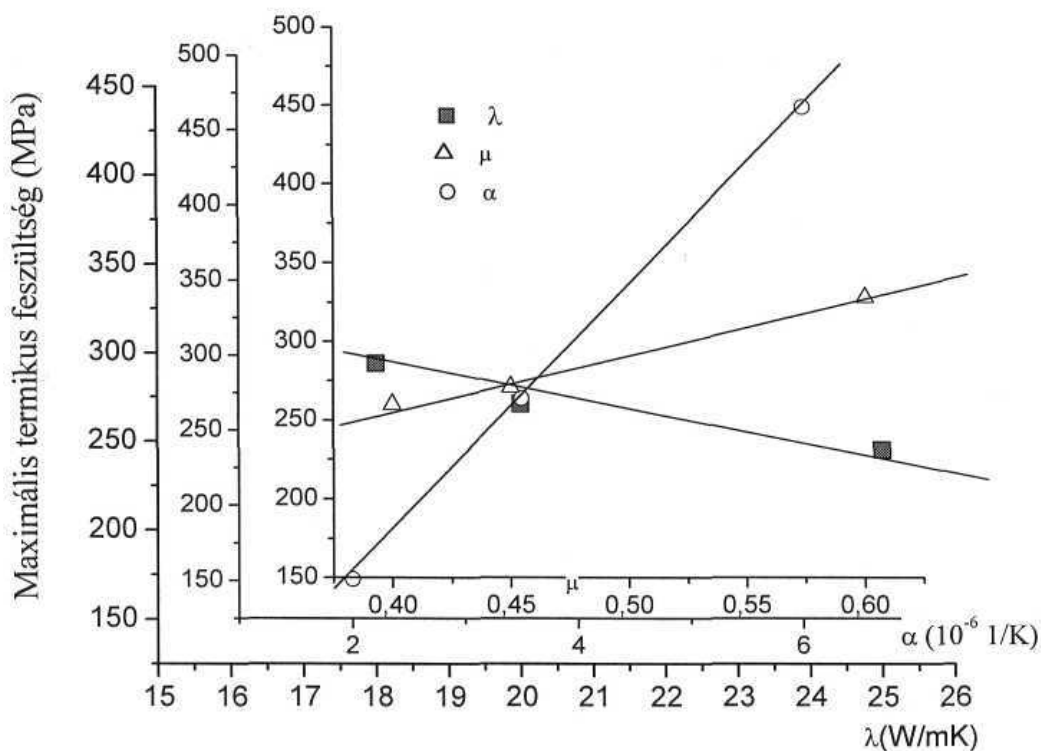
b.) A fenti táblázatban vastagon szedett kiindulási anyagparaméterek variálása

Hővezetési egyh. λ (W/mK)	Súrlódási tényező μ	Hőtágulási egyh. α K ⁻¹ *10 ⁻⁶
20	0,45	3(500 °C)-4(1000 °C)
25(RT)-16(900 °C)	0,6	2
33(RT)-20(900 °C)	0,4	6

3. Eredmények

A számolások során megvizsgáltunk több lehetséges anyagtípust mint féktárcsa anyagot. Jelen munkában a kerámia típusú anyagokon belül három paramétert variáltunk (λ, α, μ), amelyeknek kihatásai vannak a számolt hőmérsékleti eloszlásra és termikus feszültségekre. A vészfékezés esetét alapul véve meghatároztuk a legkritikusabb pontot, ahol a legmagasabb a hőmérséklet illetve a termikus feszültség. Ennél a pozíciónál különböző anyagparaméterek mellett a fékezés során a legnagyobb (legveszélyesebb) feszültségértékeket összegyűjtöttük, és ezeket a 2. ábrán láthatjuk. Hasonló módon jártunk el a maximális hőmérsékletek kiértékelése esetén is (nincs ábrázolva). Lineáris interpoláció alapján a pontokra illesztett egyenes meredekségéből az úgynevezett érzékenység értékeket is megadtuk az alábbi táblázatban.

Maximális hőmérsékletre		Maximális termikus feszültségre		
λ : -4,6 [W/mK] /100°C	$\mu \rightarrow 0,07$ / 100 °C	λ : -20[W/mK] /100 MPa	α : 1,27*10 ⁻⁶ (1/K) /100 MPa	$\mu \rightarrow 0,29$ / 100 MPa



2. ábra A féktárcsában vészfékezés során fellépő maximális feszültség α , λ és μ -tól való függése illetve ennek tendenciája.

Köszönetnyilvánítás: Az első szerző ezúton is szeretné megköszönni a Magyar Tudományos Akadémia *Bolyai Ösztöndíja* által nyújtott támogatást.

Irodalom:

W. Krenkel, B. Heidenreich and R. Renz, *Advanced Engineering Mat.* 7 (2002/4), p.427

„C/C-SiC Composites for advanced friction systems”

J. Helbig, U. Schönholzer, *Grundzüge der Keramik*, ETH Zürich, (2001), p.68.

E. Fitzer and R. Gadow *Am. Ceram. Soc. Bull.*, 65(2), (1986) pp. 326-35

”Fiber-reinforced Silicon Carbide”

R. Gadow and M. Speicher, *ACerS 101st Annual Meeting*, (1999), Indianapolis, USA

”Short Fiber C/SiC composites with Intermetallic mátrix for Brake Disks”

W. Krenkel and T. Henke, *Key Engineering Materials Vols. 164-165* (1999) pp. 421- 424

”Design of High Performance CMC Brake Disks”

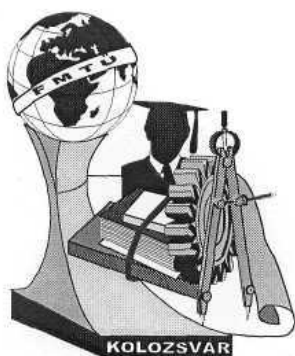
Hegman Norbert Ph.D. / egyetemi docens

Miskolci Egyetem, Nemfémes Anyagok Tsz.

Tel (36) 46/565-102

Fax.+3646-565-924

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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

AZ A16Si4Cu ÖTVÖZET KRISTÁLYOSODÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Kis-Pál László, Roósz András

Abstract

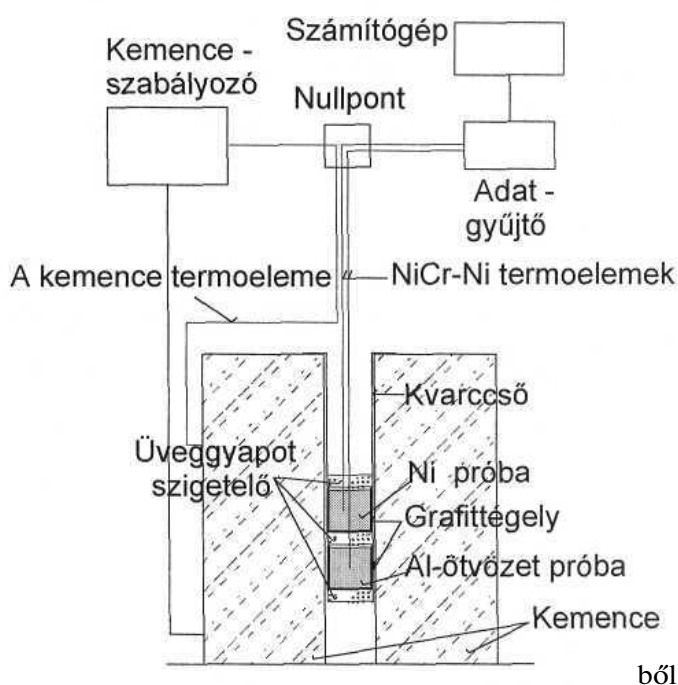
During this project the solidification of A16Si4Cu was investigated. The samples were solidified by three different cooling rates. The solidification experiments were made by DTA method. From the DTA curves the liquidus temperature of a solid solution, the binary and ternary eutectic temperature were determined. On these samples the secondary dendrite arm spacing and the volume fraction of the second phase were measured by Quantimet 570 image analyser.

Munkánk során háromalkotós A16Si4Cu ötvözet kristályosításával foglalkoztunk. Három féle lehűlési sebességgel kristályosítottunk darabokat. A kristályosítási kísérleteket DTA módszer szerint végeztük. A DTA görbékből meghatároztuk az a szilárd oldat likvidusz hőmérsékletét, és a binér és ternér eutektikum hőmérsékletét. Képelemző berendezéssel vizsgáltuk a szekunder dendritág távolságot, a második fázis térfogathányadát, illetve ezen mért eredményeknek a lehűlési sebességgel való összefüggését.

Kísérlet leírása

A kristályosítási kísérleteket egy erre a célra épített ellenállás-fűtésű csőkemencében végeztük. A berendezéshez tartozott még egy PID kemenceszabályzó, egy ADM-8 adatgyűjtő és egy számítógép. A berendezés és a próbadarabok elrendezése az 1. ábrán látható. [1]

A kristályosítási kísérleteket DTA módszer szerint végeztük, azaz az A16Si4Cu ötvözet próbadarab mellett egy etalont is hevítettünk, illetve hűtöttünk. Az etalon tiszta Ni -



ből

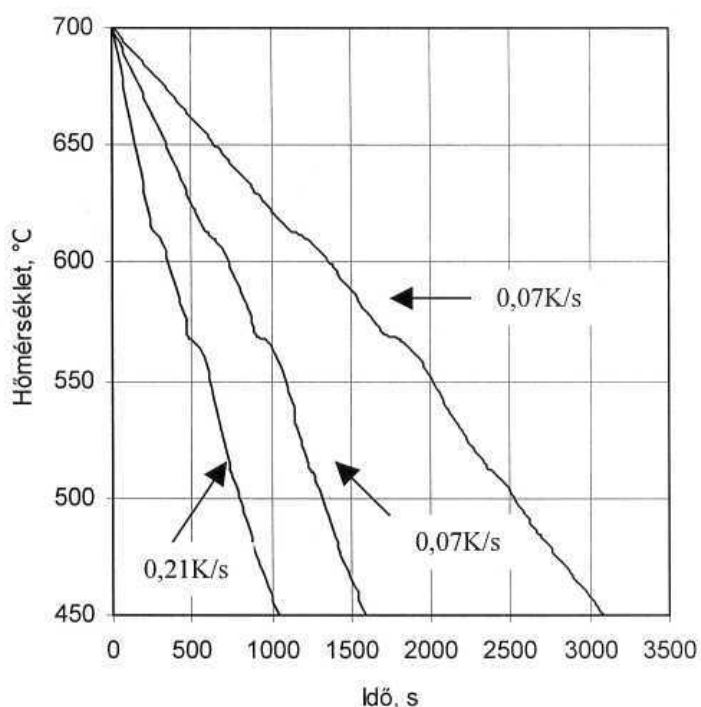
1. ábra. A kristályosító berendezés vázlata

készült, mivel a kísérleti hőmérséklet tartományban a nikkelnak nincsen fázisátalakulása. Ezt a lehülési görbéje közelít az egyeneshez. Ahogy az 1. ábrán is látható a próbadarabokat egy-egy grafittégelyben, majd egy kvarccsőben helyeztük el. A két próbadarabot üveg-gyapottal választottuk el egymástól, hogy az egymás közötti hőátadását kiküszöböljük, így csak a kemence hőhatása érvényesült.

A próbadarabok hőmérsékletét NiCr-Ni termoelemek mérik. A két próbadarab hőmérsékletének különbségéből szerkesztett DTA diagramon pontosabban meg tudjuk határozni az Al ötvözetek fázisátalakulásait, azok kezdő hőmérsékletét, mint egy hagyományos lehülési görbéből.

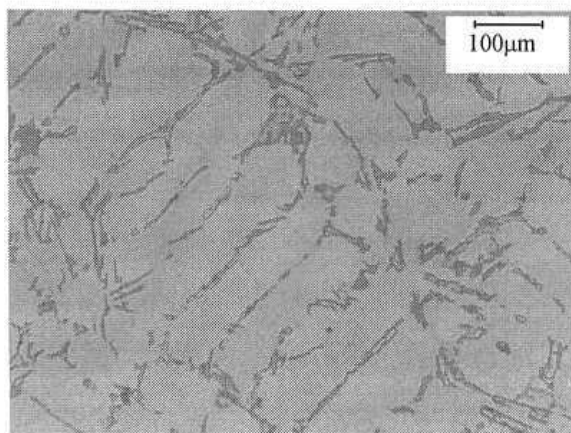
Mérések leírása

A próbadarabokat a 700 °C-ra előmelegített kemencébe helyeztük, majd 10 percig ezen a hőmérsékleten tartottuk. A hőtartás befejeztével a darabot adott lehülési sebességgel hűtöttük. Ilyen módon 3 különböző lehülési sebességgel végeztünk kísérleteket. A három lehülési görbét a 2. ábra mutatja. A darabokon Quantimet Q570 képelemző berendezéssel a második fázis térfogathányadát, illetve a szekunder dendritág távolságot mértük. A dendritág távolság mérését úgy végeztük, hogy a dendritág csoportok méretét lemértük, majd a dendritágak számával elosztottuk. A mérést a primer dendrittörzshöz minél közelebb és a szekunder dendritágak tengelyére merőlegesen kellett végezni. A próbadarabok mérési felületét végigpásztázva végül egy átlagos dendritág méretet kaptunk. A képelemző berendezéssel készített képek a 3. ábrán láthatóak.

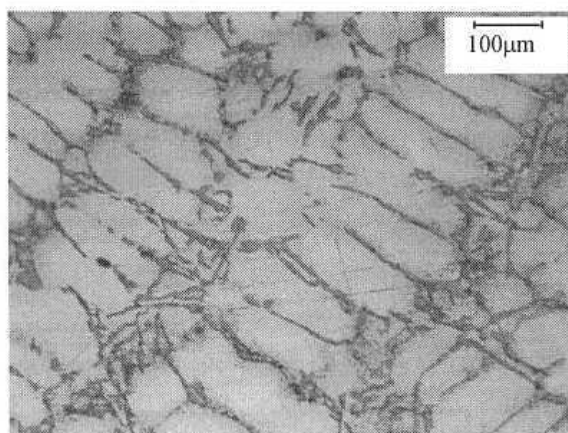


2. ábra, Az ötvözetek lehülési görbéi

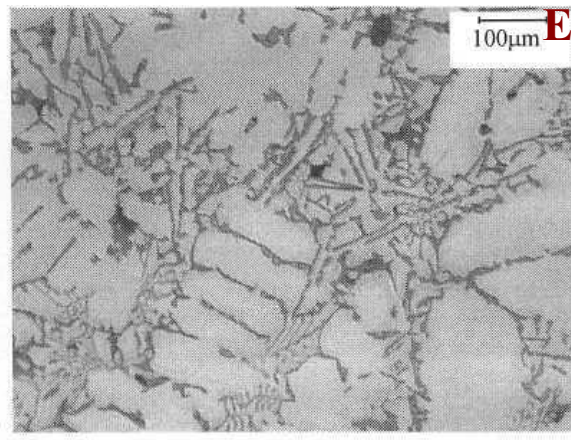
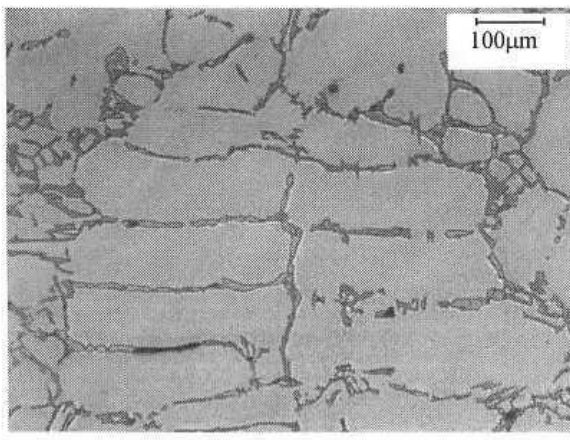
A mérést a primer dendrittörzshöz minél közelebb és a szekunder dendritágak tengelyére merőlegesen kellett végezni. A próbadarabok mérési felületét végigpásztázva végül egy átlagos dendritág méretet kaptunk. A képelemző berendezéssel készített képek a 3. ábrán láthatóak.



a.)



b.)



3. ábra, Különböző lehülési sebességgel kristályosított Al6Si4Cu ötvözetéről készített szövetképek
a.) 0,21 K/s, b.) 0,15 K/s, c.) 0,07 K/s, d.) eutektikum szerkezete

A 3. a.) b.) c.) ábra képein látható, hogy a szekunder dendritág távolság a lehülési sebesség csökkenésével növekszik. A 3. d.) ábrán a keletkezett eutektikum eloszlása figyelhető meg.

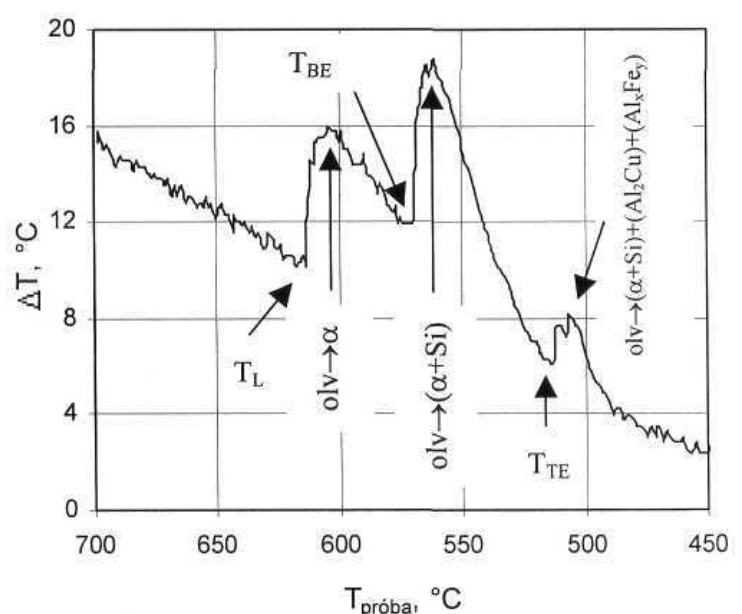
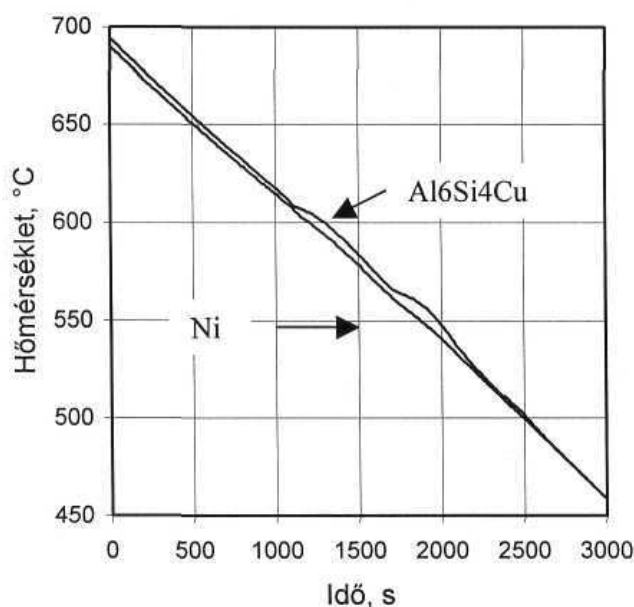
Eredmények

A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a szekunder dendritág távolság függ a lehülési sebességtől, míg a második fázis térfogathányadánál ez az összefüggés nem látható. A kapott eredmények összegzése az 1. táblázatban olvashatóak. A kristályosodás a görbék alapján az alábbiak szerint megy végbe: $T_L - T_{BE}$: olv $\rightarrow \alpha$,

$T_{BE} - T_{TE}$: olv $\rightarrow \alpha + Si$, T_{TE} : olv $\rightarrow \alpha + Si + Al_2Cu + Al_xFe_y$. A keletkező szerkezet minden esetben ekvixiális dendrites volt. A 0,07 K/s sebességgel hűtött darab lehülési és DTA görbéje a 4. ábrán látható.

1. Táblázat Fázisátalakulási hőmérsékletek

Lehülési sebesség T_L (K/s)	Szekunder dendritág távolság λ (μm)	2. fázis térfogat hányada (%)
0,21	61,84	16,475
0,15	68,12	17,743
0,07	74,05	14,198



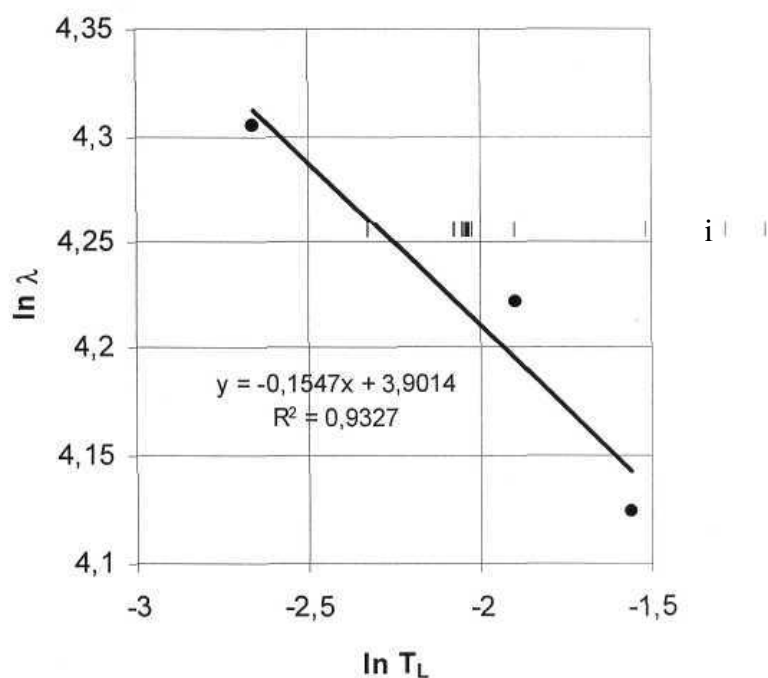
4. ábra, Az Al6Si4Cu összetételű ötvözet lehülési és DTA görbéje 0.07 K/s lehülési sebességnél.

A szekunder dendritág távolsága (λ_2) a lehülési sebesség ($\dot{T}_L$) függvényében a

$$\lambda_2 = k \cdot \dot{T}_L^n \text{ illetve } \ln \lambda_2 = \ln k + n \cdot \ln \dot{T}_L$$

összefüggéssel adható meg. A dendritág távolság logaritmusát a lehülési sebesség logaritmusának függvényében a 5. ábrán ábrázolva jól látható, hogy a t logaritmusa nem lineárisan változik a lehülési sebesség logaritmusának függvényében. Ez eltér a szakirodalomban leírtaktól.[2, 3]

A lehülési görbékéből kapott DTA görbék segítségével meghatározott különböző fázisátalakulások hőmérséklete: $T_{L=613}^{\circ}\text{C}$, $T_{BE}=570^{\circ}\text{C}$, $T_{TE}=513^{\circ}\text{C}$.



5. ábra, A dendritág távolság logaritmusa a lehülési sebesség logaritmusának függvényében

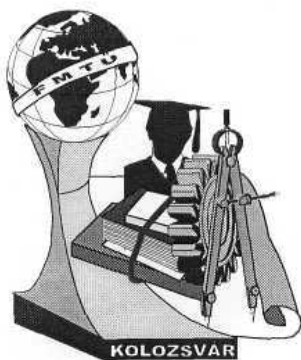
Összefoglalás

Három különböző lehülési sebességgel kristályosítottunk Al6Si4Cu ötvözetet, majd a próbák szerkezetét és annak lehülési sebességtől való függését vizsgáltuk. DTA módszerrel meghatároztuk a fázisátalakulási hőmérsékleteket. A kapott eredmények értékelhetőségét befolyásolta, hogy a kemencében csak 3 fajta lehülési sebességet tudtunk előállítani.

Irodalom:

- [1] Roósz A., Rontó V.: *Bányászati és Kohászati Lapok*, 2001. március, 3, 134, 93-99.
- [2] V. Rontó, A. Roósz: *Materials Science Forum*, 329-330, 2000, 79-86.
- [3] V. Rontó, A. Roósz: *International Journal of Cast Metals Research*, 2001, vol. 13, no. 6, 337-342

Kis-Pál László¹, Dr. Roósz András² / tudományos ügyintéző¹, egyetemi tanár²
 MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport¹, Miskolci Egyetem², Anyagtudományi Intézet²,
 Fémteni Tanszék² / H-3515. Miskolc, Egyetemváros
 Tel: (36-46) 565-111/20-75 Fax: (36-46) 365-924 E-mail: kis-pal@freemail.hu



FIA TAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK VÁLTOZÁSA KLÓROZOTT POLIETILÉNNEL (CPE) MÓDOSÍTOTT POLIVINIL-KLORIDBAN (PVC)

Kollár Mariann, Marossy Kálmán, Bárczy Pál

Summary

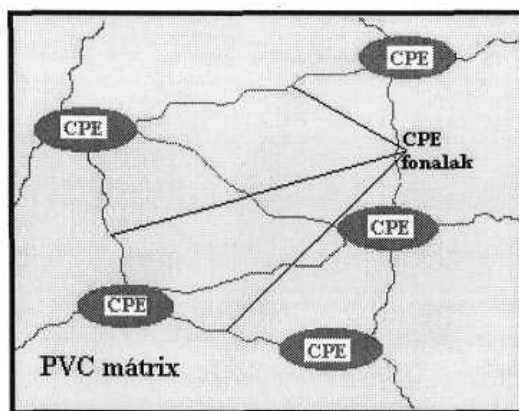
The history of impact modification of PVC is as old as the PVC industry. Chlorinated polyethylene (CPE) is the oldest and one of the most common impact modifiers of PVC. Medium molecular weight CPE of low residual crystallinity is used. It is well known that a special network structure is responsible for the mechanical properties, therefore CPE modified systems are sensitive to the processing conditions.

Összefoglalás

A polivinil-klorid (PVC) ütőszilárdság növelésének története egyidejű a PVC gyártásával. A klórozott polietilén (CPE) a legrégebben és legáltalánosabban alkalmazott PVC módosító adalék. Modifikáló szerként a közepes molekulatömegű, és kis maradó kristályossággal rendelkező CPE-t alkalmazzák. A CPE speciális hálós szerkezete felelős a mechanikai tulajdonságok változásáért, emiatt azonban a feldolgozási hőmérsékletre érzékennyé válik.

1. Bevezetés

A műanyagipar fejlődésével és a műanyagok termelésének növekedésével párhuzamosan a műanyagok felhasználási területe is bővül és specializálódik. A műanyagipar a különböző felhasználási területek különleges igényeit szem előtt tartva olyan műanyag alapanyag típusokat fejleszt ki, amelyek az adott területen a velük szemben támasztott követelményeket kielégítik.



1. Ábra. A PVC-CPE rendszer hálós szerkezete

A klórozott polietilén (továbbiakban CPE) önmagában alkalmazva és származékos polimerek előállítására egyaránt alkalmas:

- a klórozott polietilén lágy polimer, melyet főként polivinilklorid (továbbiakban PVC) modifikátorként alkalmaznak, az utóbbi időszakban pedig elasztomerek előállítására is mind gyakrabban használják. A 4-12%-nyi klórozott polietilén adalékkal a kemény PVC ütészállóvá tehető, azonban önálló műanyagként is alkalmazható
- megfelelő adalékokat használva a CPE téhálósítható, és így különleges műszaki tulajdonságokkal rendelkező valódi elasztomert kapunk.

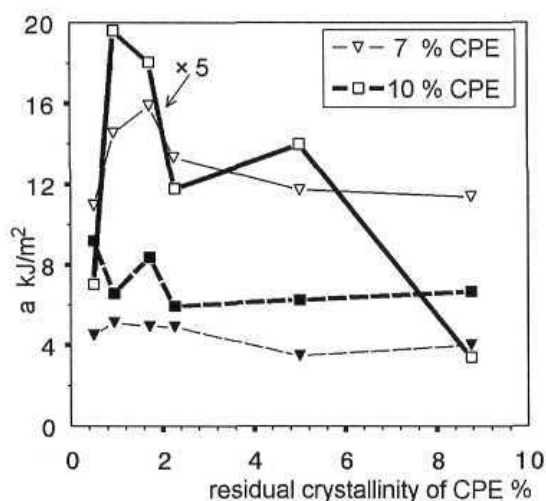
A CPE (klórozott polietilén) az egyik legrégebben ismert és leggyakrabban alkalmazott PVC (polivinilklorid) adalék. A CPE egy gumiszerű lágy polimer, mely a PVC-vei nem alkot molekuláris elegyet, csökkenti a keverék rugalmassági modulusát és a húzószilárdságát. A klórozott polietilén üvegesedési hőmérséklete (T_g -je) kicsi, így a PVC ütőszilárdságát növeli. Ütőszilárdság növelésére alkalmaznak még különböző akrilátokat is. A PVC - CPE nem tökéletesen összeférhető anyagok, amit az előállítás során figyelembe kell venni. A CPE-PVC keverékek ezért különböző hőmérsékleten, és különböző összetétellel készülnek. A CPE elasztomer hálós szerkezete hatással van a polimer keverék tulajdonságaira, de az így készült rendszerek érzékenyek a feldolgozás hőmérsékletére.

2. Ütőszilárdság meghatározása

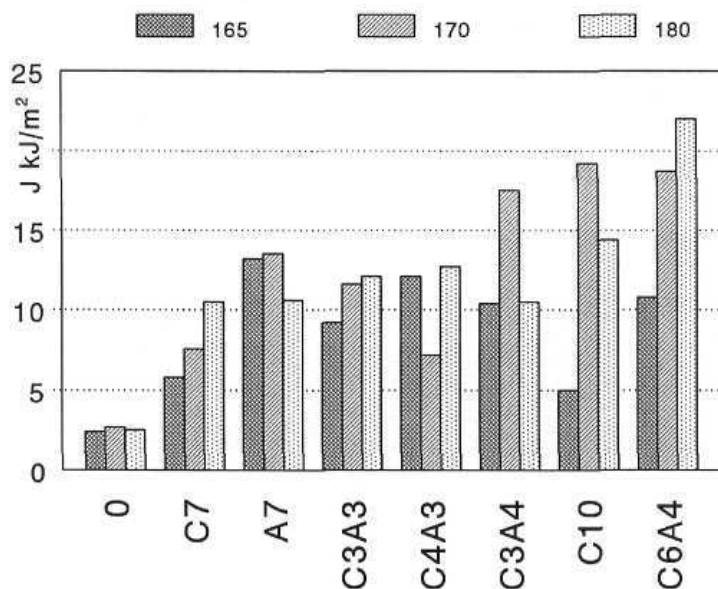
A dinamikus vizsgáló módszerekkel a rideg szerkezeti anyagok ütészzerű igénybevétellel szembeni viselkedését írjuk le. A használatos dinamikus vizsgáló eljárások szerint a próbatesteket egyetlen erős ütéssel eltörik, s a törésben felhasznált ütési energiának a próbatest méreteivel viszonyba állítása jelenti az eredményt. A Charpy-féle ütve hajlító vizsgálat a legegyszerűbb módja az ütési munka meghatározására.

A CPE-PVC rendszereket az ütőszilárdsággal jellemezhetjük leghatékonyabban. Különböző összetételű, és különböző módon előállított keverékeken elvégzett Charpy - féle ütvehajlító vizsgálat

eredményei a 2. Ábrán láthatók. Az ütőszilárdságot a kristályosság függvényében ábrázoljuk, de a CPE nem rendelkezik saját kristályszerkezettel, az át nem alakult polietilénből marad vissza rendezettség. A CPE melegítésével ez a kristályosság eltűnik



2. Ábra. 7 és 10% CPE-t tartalmazó PVC ütőszilárdsága 0° és 23°C-on aCPE maradó kristályosságának függvényében [1]



3. Ábra. Ütőszilárdsági értékek 15°C-on, különböző hőmérsékleten feldolgozott különböző összetételű CPE-PVC keverékek esetében [2]

A feldolgozás hőmérséklete is befolyásolhatja a keverék ütőszilárdságát. A CPE-vel modifikált PVC törési szívóssága a 170°C-os feldolgozás esetén optimális. A nagyobb hőmérsékleten történő feldolgozás jobb eredményeket ad, és ez előnyt jelent a feldolgozás szempontjából is. Magasabb

hőmérsékletű feldolgozás esetén azonban a PVC degradálódhat, de ezt adalékok segítségével megakadályozható

3. Összefoglalás

A CPE-PVC rendszerek eddigi vizsgálata azt mutatja, hogy a feldolgozási hőmérséklet, valamint a keverékben alkalmazott klórozott polietilén kristályossága, is befolyásolja a polimer szilárdsági tulajdonságait. Az optimális a 170-175°C közötti feldolgozási hőmérséklet. A CPE ezen kívül csökkenti a PVC keverék lágyulási pontját is. A nagy mennyiségű CPE gyorsítja a PVC szupermolekuláris struktúrájának bomlását. További feladatok közé tartozik még a szakítószilárdság, és a keverék röntgenes vizsgálata

4. Irodalom

- [1] Effect of residual crystallinity of CPE impact modifier on the impact properties of rigid PVC - Kálmán Marossy, Borsodchem Rt. (2002, PVC'02 konferencia, Brighton)
- [2] Impact modification of PVC, structure properties relationship - Kálmán Marossy, Borsodchem Rt. (1999, Presented at Profiles'99 konferencia, Neuss)

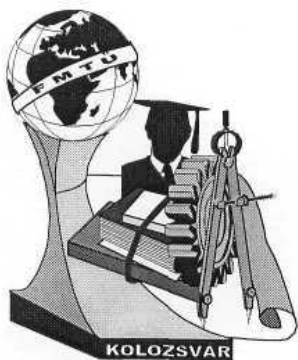
Kollár Mariann/ egyetemi tanársegéd

Miskolci Egyetem, Nemfémes Anyagok Tanszéke, Miskolc-Egyetemváros 3515

Tel:+3646-565000-15-36

Fax.+3646-365924

E-mail: kmaja@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

RÉSZECSCKE ELRENDEZŐDÉS JELLEMZÉSE AL/SIC KOMPOZITBAN

Kovács Jenő - Gácsi Zoltán

Abstract

The mechanical properties of the ceramic particle-reinforced metal matrix composites are mainly influenced by the amount, size, shape and arrangement of the embedded hard particles. The pair-correlation function was selected as a mathematical tool for quantitative description of particle distribution. This function was calculated by a self-made computer program using the digital image analysis. Applicability of the mentioned procedure was demonstrated on the real microstructure of Al/SiCp composites. The microstructure of the sintered samples was analysed by optical microscope and quantitative relationship between the SiC particles sizes and amount and the type of the developed arrangement was stated.

Kivonat

A kerámia részecskékkel erősített fémmátrixú kompozitok mechanikai tulajdonságait jelentős mértékben befolyásolja a beágyazott kemény részecskék mennyisége, mérete, alakja és elrendeződése. A részecske eloszlás mennyiségi leírására a párkorrelációs függvényt választottuk. Ezt a függvényt egy saját készítésű számítógépes programmal határoztuk meg felhasználva a digitális képelemzés kínált lehetőségeit. Az említett eljárás alkalmazhatóságát Al/SiC kompozitok mikroszerkezetén mutattuk be. A színtereit minták mikroszerkezetét fénymikroszkóppal vizsgáltuk és mennyiségi összefüggést állapítottunk meg a SiC részecskék mérete, mennyisége és a kialakult elrendeződés jellege között.

Bevezetés

A kerámia részecskékkel erősített fémmátrixú kompozitok az anyagtudomány számtalan területén, az egész világon igen széles körben használt, közkedvelt anyagok. Ez egyrészt a könnyű és a viszonylagosan olcsó porkohászati módszerekkel történő előállításuknak, másrészt a gyártott termékek előnyös mechanikai tulajdonságainak köszönhető. A kis tömegű alumínium mátrixba ágyazott kemény kerámia részecskék megnövelik annak folyáshatárát, rugalmassági modulusát, keménységét, illetve javítják hő- kopás- és korrózióállóságát. Az alapanyagban található erősítő részecskék térfogatarányának változtatásával a késztermékek hőtágulási együtthatója a kívánt értékre állítható be. Ezen kedvező tulajdonságok alapján a kompozitok kiválóan alkalmazhatók autó- és repülőipari alkatrészekként, koptató tárcsák anyagául, illetve megfelelő hőállóságuknak köszönhetően felhasználhatók mikroprocesszorok és mikrohullámú berendezések burkolataként. A végtermékek

mechanikai tulajdonságait jelentős mértékben befolyásolja a mátrixban elhelyezkedő részecskék mennyisége, mérete, alakja és eloszlása. A csoportokba, ún. klaszterekbe rendeződött részecskék a mátrixban feszültséggyűjtő helyekként szerepelnek, növelik az anyag repedési hajlamát, porozitását, rontják annak mechanikai tulajdonságait [1]. Így fontos feladat a különféle részecske elrendeződések összehasonlítható, számszerű adatokkal való jellemzése.

A vizsgált anyag

A kompozit minták alapanyagaként 99,5% tisztaságú alumínium port (FLUKA AG) és golyósmalomban őrölt, háromféle szemcseméretű SiC port (NORTON AS) választottunk. Az alumínium por átlagos részecskemérete $\sim 20\mu\text{m}$ volt. A SiC porok átlagos részecskeméretei $\sim 70\mu\text{m}$ (P220), $\sim 14\mu\text{m}$ (P500) $\sim 8\mu\text{m}$ (P800) voltak. A porokat laboratóriumi mágneses keverőben 30 percen át homogenizáltuk. Hét különböző porkeveréket készítettünk változtatva azokban a SiC mennyiségét (5, 10, és 15 tömeg%) és részecskeméretét (P220, P500 és P800).

A kompozit minták gyártása porkohászati úton történt. Hasáb alakú ($14 \times 4 \times 4 \text{ mm}^3$) kompozit mintákat állítottunk elő egytengelyű hideg sajtolással, 400 MPa nyomást alkalmazva. A sajtolás során kenőanyagot nem használtunk. A minták szinterelését 610°C -on 2 órás hőntartás mellett nagytisztaságú (99,999%) nitrogén védőgázban végeztük. Szinterelés közben a mintákban létrejövő méretváltozásokat NETZSCH 402E típusú dilatometer segítségével mértük. A dilatométeres vizsgálatok műszaki jellemzőit és a szinterelés során jelentkező méretváltozásokat egy korábbi publikációban mutattuk be [2].

A részecske elrendeződés jellemzése

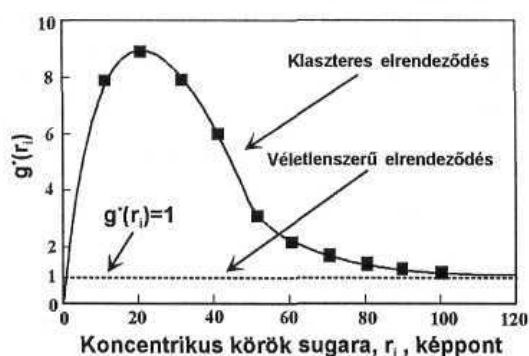
A szakirodalomban az elmúlt években többféle matematikai eljárást közöltek a különféle részecske elrendeződések számszerű adatokkal történő leírására és a részecske csoportosulások (klaszteresség) mértékének megállapítására [3]. Ezen eljárások közül néhány: a párkorrelációs függvény, a számítógépes képelemzésen alapuló dilatációs algoritmus és a négyszög módszer. Az általunk választott párkorrelációs függvény eljárás elvi alapja a következő: "r" sugarú koncentrikus köröket rajzolunk minden egyes részecske tömegközéppontjából kiindulva és megállapítjuk az "r" sugarú körökbe eső részecske tömegközéppontok átlagos darabszámát, viszonyítva az átlagos pontsűrűséghez: $K(r)$, $[\text{mm}^{-2}]$. Ha "N" a részecske tömegközéppontok darabszáma az "A" területű látótérben, akkor írhatjuk, hogy az átlagos pontsűrűség: $N_A = N/A$, $[\text{l}/\text{mm}^2]$. Ekkor az "r" sugarú körbe eső átlagos darabszám $N_A * K(r)$. Mindezek felhasználásával a párkorrelációs függvényt ($g(r)$) Ohser [4] nyomán a következőképpen használhatjuk:

$$g(r) = \frac{1}{2\pi r} \frac{dK(r)}{dr} \quad (1)$$

$$g^*(r_i) \approx \Delta K(r) \frac{1}{2\pi r \Delta r} = \frac{N_i}{N/A} \frac{1}{A_i} \quad (2)$$

ahol: " N_i " a részecske tömegközéppontok darabszáma az i -edik körgyűrűben, " A_i " az i -edik körgyűrű területe [képpont], " N " a részecske tömegközéppontok darabszáma a látótérben, " A " a látótér területe [képpont].

Számítógépes algoritmust dolgoztunk ki a párkorrelációs függvény becslésének ($g^*(r_i)$) számítására. A vizsgálatokat szintereit, porkohászati Al/SiC minták mikroszkópos szövetképein végeztük. Az elemzéseket fénymikroszkóppal felszerelt Leica Quantimet 500 Image Workstation típusú képelemzővel hajtottuk végre. A SiC részecskék helyzetét az alumínium mátrixban a tömegközépponti koordinátaikkal (x, y) határoztuk meg. Az elemzett képek felbontása 480×480 képpont, a mérőkeret nagysága 280×280 képpont volt. A mérőkereten belüli részecskék tömegközépponti koordinátaiból koncentrikus köröket rajzoltunk és meghatároztuk az egyes körgyűrűkbe eső részecskék darabszámát. Véletlenszerű részecske elrendeződés esetén a $g^*(r_i)$ függvény értéke ~ 1 . Ha a részecskék erősen



1. ábra. A $g^*(r_i)$ függvény két elméleti görbéje.

csoportosult helyzetben vannak egy jelentős helyi maximum található a függvénygörbén és ez jóval nagyobb egynél. A helyileg nagyon inhomogén részecske elrendezésű területeken a függvényérték szintén nagyobb, mint 1. Azokon a helyeken, ahol a részecskék nagy távolságban helyezkednek el egymástól a párkorrelációs függvény kisebb egynél.

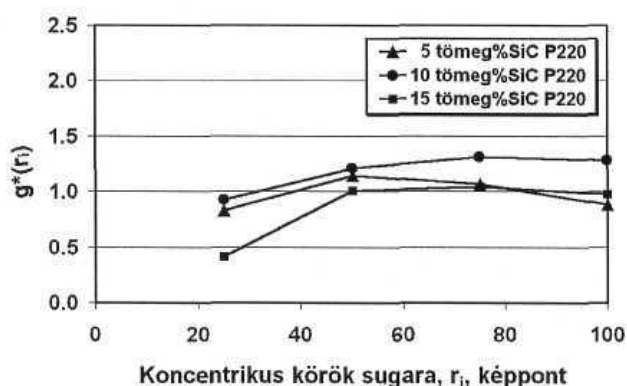
A $g^*(r_i)$ függvény két elméleti görbéje az 1. ábrán látható.

A módszer alkalmazása

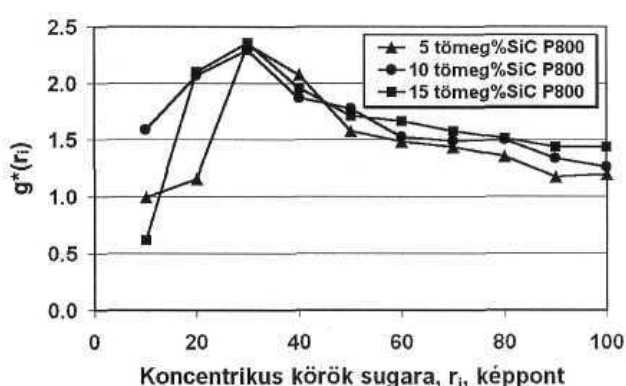
A kompozit mintákat polírozással készítettük elő kvantitatív metallográfiai vizsgálatra. A mikroszerkezeteket a SiC részecskék átlagos méretétől függően háromféle nagyításban (mikroszkopikus és elektronikus) elemeztük: P220 (400x), P500 (800x), P800 (2000x). A SiC részecskék tömegközépponti koordinátainak megbízható mérése céljából az eredeti szövetképeken szürke és bináris kép-átalakítási lépéseket végeztünk.

Az említett számítógépes programot lefuttattuk a vizsgált kompozitokon. Az alkalmazott legkisebb kör sugara 10 képpont volt a P800-as mintánál, 20 képpont a P500-as esetében és 25 képpont a legnagyobb méretű (P220) SiC részecskéket tartalmazó mintákra vonatkozóan. A maximális körsugár 100 képpont volt minden egyes minta esetén. A számításokat az összes mintadarabnál 10 látótéren

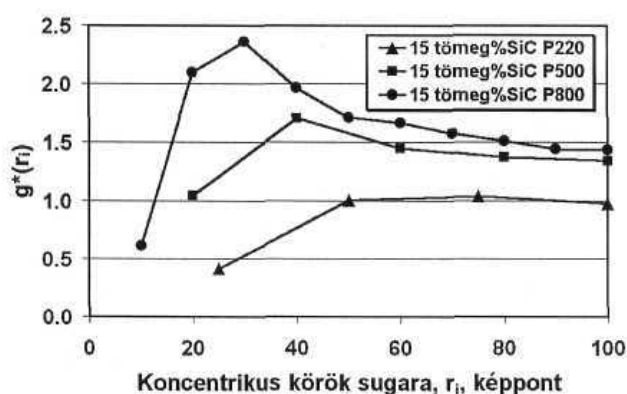
hajtottuk végre, így minden esetben megközelítően 500 darab részecskét elemeztünk. A **EME** a számított $g^*(r_i)$ függvényeket szemlélteti a koncentrikus körök sugarai függvényében a különböző mennyiségű és részecske méretű SiC-tartalmú kompozit minták esetén.



a) különböző mennyiségű (5, 10, 15 tömeg%),
SiC (P220) a mátrixban



b) különböző mennyiségű (5, 10, 15 tömeg%),
SiC (P800) a mátrixban



c) különböző részecske-méretű SiC (P220, P500, P800) a mátrixban,
a SiC mennyisége azonos (15 tömeg%)

2. ábra. A különféle kompozit minták számított $g^*(r_i)$ függvénygörbéi.

Összefoglalás

Saját készítésű számítógépes algoritmust fejlesztettünk ki kerámia részecskékkel erősített alumínium mátrixú kompozitokban a SiC részecskék elrendeződésének kvantitatív jellemzésére. Összefüggéseket állapítottunk meg a kerámia részecskék mennyisége, mérete és a kialakult elrendeződések típusai között. Az elvégzett számítások eredményeképpen az alábbi megállapításokat tehetjük:

- ha a SiC és az alumínium részecskék átlagos méretének aránya csökken, akkor a részecskék csoportosulási hajlama megnő. Abban az esetben, amikor ez az arány jóval kisebb egynél a csoportosulás valószínűsége ugrásszerűen megnő,

- a durvább részecskéjű SiC por használata a mátrixban elősegíti a véletlenszerű részecske elrendeződés kialakulását,
- a SiC mennyiségének változtatása az alumínium mátrixban kevésbé befolyásolja az elrendeződés jellegét, mint annak részecskemérete.

Irodalomjegyzék

- [1] Yoshimura, H. N., Goncalves, M.J., Goldenstefn, Hí, The Effects of SiCp iClusters pattd Porosity on the Mechanical Properties of PM Al Mátrix Composites, Trans Tech Publications, Key Engineering Materials Vols. 127-131, 1997, pp. 985-992.
- [2] Gácsi, Z., Pieczonka, T., Kovács, J., Kovács, Á., Szigethy, M., Búza, G., Characterization of Microstructure of Sintered and Laser Remélted Composites, Euromat'99 European Congress on Advanced Materials and Processes, Munich, September 27-30, 1999. "Materials Development and Processing-Bulk Amorphous Materials, Undercooling and Powder Metallurgy", edited by Schultz, L., Herlach, D. M., and Wood, J. V, Vol. 8, 2000, pp. 375-380.
- [3] Sylvie Yotte, Denys Breysse, Joelle Riss, Somnath Ghosh, Cluster Characterisation in a Metál Mátrix Composite, Materials Characterization 46, 2001, pp. 211-219.
- [4] Ohser, J., Lorz, U., Quantitative Gefügeanalyse, Theoretische Grundlagen und Anwendung, B276, Metallurgie und Werkstofftechnik, 1996, Freiburger Forschungshefte, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Germany, ISBN 3-86012-025-5

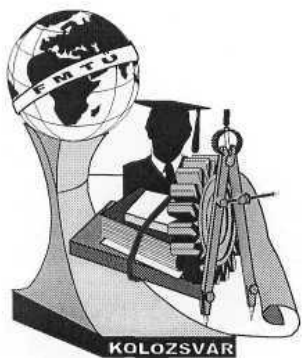
Név / beosztás: **Dr. Gácsi Zoltán**, egyetemi docens, **Kovács Jenő**, tudományos munkatárs

Munkahely: Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet, Fémtni Tanszék

Cím: H-3515 Miskole-Egyetemváros, Hungary

Tel. & Fax: +36 46 565201

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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

VASÖTVÖZETEK FÁZISÁTALAKULÁSAINAK DILATOMÉTERES VIZSGÁLATA ÉS SZÁMÍTÁSA

Kozsely Gábor, Tranta Ferenc

The most generally applied method for the investigation of the phase transformation of iron alloys is dilatometry. We have also tried to determine the process of transformation within isothermal conditions primarily by dilatometric measurements. We have monitored the dimension change of different transformation by calculation and measurement. An example for such investigations is austenitization at different temperatures at which, we tried to determine the size at which the dimension changed after austenitization of perlite and proeutectoidic ferrite, respectively. Throughout the experiments the transformation processes were followed by a self-built dilatometer.

A leggyakrabban használt a módszer a vasötvözetek fázisátalakulásának vizsgálatára a tágulásmérés. Mi is elsősorban tágulás mérésekkel igyekeztünk meghatározni izotermás feltételek között az átalakulások lefolyását. A vizsgálatainkkal különböző átalakulások méretváltozását számítással és méréssel követjük nyomon. Ilyen vizsgálatok például a különböző hőmérsékleten végzett ausztenitesítés, ahol azt próbáljuk meghatározni, hogy a dilatométeres görbén milyen mértékű változást okoz a perlit ausztenitesedése és mekkorát a proeutektoidos ferrité. A kísérletek során az átalakulási folyamatokat saját építésű dilatométeren követtük nyomon.

1. Bevezetés

A vasötvözetekben végbemenő átalakulások fázisainak, szövetelemeinek mennyiségének mérésére alapvetően kétféle módszer terjedt el. A mikroszkópos vizsgálati technikához kötődő módszer a különböző hőkezelések után a maratott metallográfiai csiszolaton jól megkülönböztethető fázisok területarányának értékelésén alapszik. Az átalakult hányad megállapítására szolgáló mérések

másik nagy csoportja viszont az átalakulások során a fizikai tulajdonságok változásának mérésére épül. Ilyen tulajdonságok lehetnek a villamos ellenállás, mágneses mérések, térfogatváltozás.

A leggyakrabban használt módszer a fázisátalakulások vizsgálatára a tágulásmérés. A mérés alapja, hogy a fázisok fajtérfogata eltér egymástól, és az átalakulási folyamat során az átalakulási térfogathányad arányos a fajtérfogat változásával, ami viszont arányos a hosszváltozásával, amit dilatométerrel közvetlenül lehet mérni. A tágulásmérést használják a hőtágulási együttható mérésére illetve a vasötvözetek átalakulási diagramjainak meghatározására is. A dilatométerek pontosságának növekedése lehetővé tette az átalakulási folyamatok kvantitatív elemzését is. A számítástechnika fejlődésével a dilatométeres görbék számszerű felvétele is megoldódott, amely lehetővé tette az átalakulási folyamatok kinetikai vizsgálatát is.

2.A izotermás fázisátalakulások közbeni méretváltozások számítása

A relatív térfogatváltozás (δ) adott hőmérsékleten felírható az aktuális térfogat (V) valamint a kiinduló térfogaton (V_0) különbsége a kiindulási térfogatra vonatkoztatva; (1) egyenlet:

$$\delta = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{V - V_0}{V_0} \quad (1)$$

A fázisátalakulások közben mért hosszváltozás a fajlagos térfogatváltozás következménye, amelyet

- a, az új fázisok keletkezése
- b, az összetétel megváltozása a fázisokban

okoz.

A teljes relatív térfogat- illetve hosszváltozás közelítőleg számolható különböző fázisok megfelelő hőmérsékleten ismert rácsparaméter értékeiből, amely [1,2] szakirodalomban található.

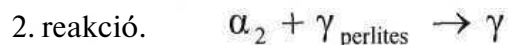
A vizsgálataink és számításaink arra irányulnak, hogy az átalakulások közbeni többnyire összetett folyamatokat a számítás eredményinek felhasználásával szét tudjuk választani a dilatométeres görbén jelentkező tágulásokat illetve összehúzódásokat értelmezni tudjuk.

2.1 A perlit és proeutektoidos ferrit ausztenitesedésekor jelentkező méretváltozás számítása

A számítások során az alábbi feltételezésekkel élünk:

1. Az ausztenitesedés folyamatát két különálló részfolyamatként játszódik le: először a perlit ausztenitesedése (2) majd, ha perlit már elfogyott csak akkor indul meg a proeutektoidos ferrit ausztenitesedése (3).





2. Az egyensúlyi perlit átalakulása során, azaz 0,02 tömegszázalék karbontartalmú perlitben lévő ferritből (α_1) és 6,67 tömegszázalékos karbontartalmú cementitből (Θ) 0,8 tömegszázalék karbontartalmú ausztenit (γ_{perlites}) keletkezik, amelynek összetétele a folyamat során állandó marad.

3. A proeutektoidos ferrit (α_2) ausztenitesedésénél a ferritből és 0,8%-os a ausztenitből keletkezik az egyensúlyi diagram GOS vonalának megfelelő ausztenit.

2.2 Perlit ausztenitesedések a méretváltozás számítása

Az átalakulást megelőzően a kiinduló térfogatban tehát 0,02 %-os ferrit és cementit van jelen. Ekkor a kiindulási (V_0) térfogat:

$$V_0 = \frac{N_{\alpha_{1in}}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\alpha_{2in}}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\Theta in}^{\text{Fe}}}{12} \cdot v_{\Theta} \quad (4)$$

Az $N_{\alpha_{1in}}^{\text{Fe}}$ az 1. reakció kezdetén a perlites ferritben lévő vasatomok száma, $N_{\alpha_{2in}}^{\text{Fe}}$ az 1. reakció kezdetén a proeutektoidos ferritben lévő vasatomok száma ez a folyamat során változatlan marad, a proeutektoidos ferrit nem vesz részt az 1. reakcióban. $N_{\Theta in}^{\text{Fe}}$ a cementitben lévő vasatomok száma 1. reakció kezdetén.

Az 1. reakcióra felírva a vasmérleget (5) egyenlet:

$$\begin{aligned} N_{\alpha_{1in}}^{\text{Fe}} + N_{\Theta in}^{\text{Fe}} &= N_{\gamma}^{\text{Fe}} + N_{\alpha_1}^{\text{Fe}} + N_{\Theta}^{\text{Fe}} \\ N_{\alpha_{1in}}^{\text{Fe}} + N_{\Theta}^{\text{Fe}} &= N_{\gamma}^{\text{Fe}} + N_{\alpha_1}^{\text{Fe}} + N_{\Theta}^{\text{Fe}} \end{aligned} \quad (5)$$

Az átalakulás során a térfogat (6) egyenlet:

$$V = \frac{N_{\gamma}^{\text{Fe}}}{4} \cdot v_{\gamma} + \frac{N_{\alpha_1}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\alpha_2}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\Theta}^{\text{Fe}}}{12} \cdot v_{\Theta} \quad (6)$$

Így relatív térfogatváltozás:

$$\delta_1 = \frac{\frac{N_{\gamma}^{\text{Fe}}}{4} \cdot v_{\gamma} + \frac{N_{\alpha_1}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\Theta}^{\text{Fe}}}{12} \cdot v_{\Theta} - \frac{N_{\alpha_{1in}}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\Theta in}^{\text{Fe}}}{12} \cdot v_{\Theta}}{\frac{N_{\alpha_{1in}}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\alpha_{2in}}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\Theta in}^{\text{Fe}}}{12} \cdot v_{\Theta}} \quad (7)$$

$$x = \frac{\frac{N_{\gamma}^{\text{Fe}}}{4} \cdot v_{\gamma}}{\frac{N_{\gamma}^{\text{Fe}}}{4} \cdot v_{\gamma} + \frac{N_{\alpha_1}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\alpha_{2\text{in}}}^{\text{Fe}}}{2} \cdot v_{\alpha} + \frac{N_{\Theta}^{\text{Fe}}}{12} \cdot v_{\Theta}} \quad (8)$$

A perlit ausztenitese során a perlit ferritjében és karbidjában lévő vasatomok arányát egy k_p megoszlási hányadossal alapján tudjuk számolni. A perlit ausztenitese során a keletkezett ausztenit átlagos karbontartalma 0,8 wt%-os és ez a folyamat során nem változik, ekkor a k_p megoszlási hányados állandó marad, és a (9) egyenlet alapján számítható:

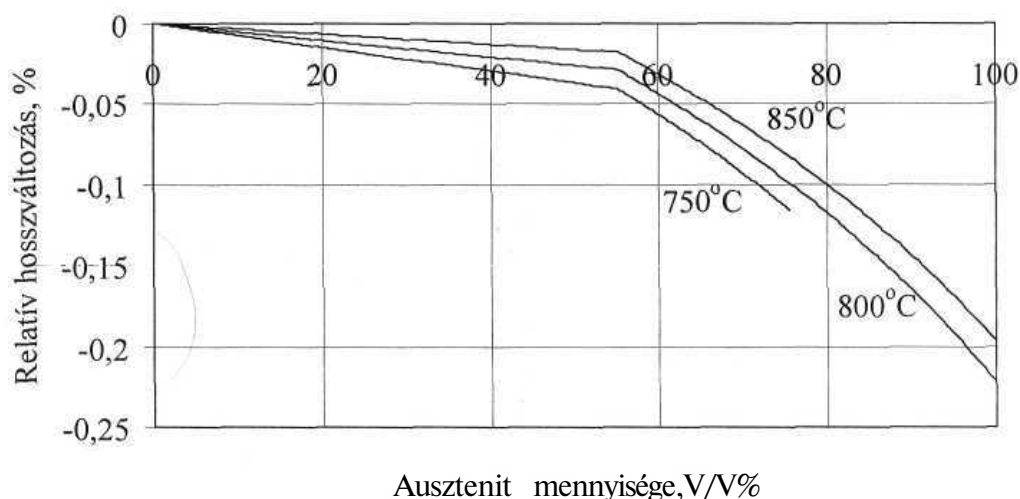
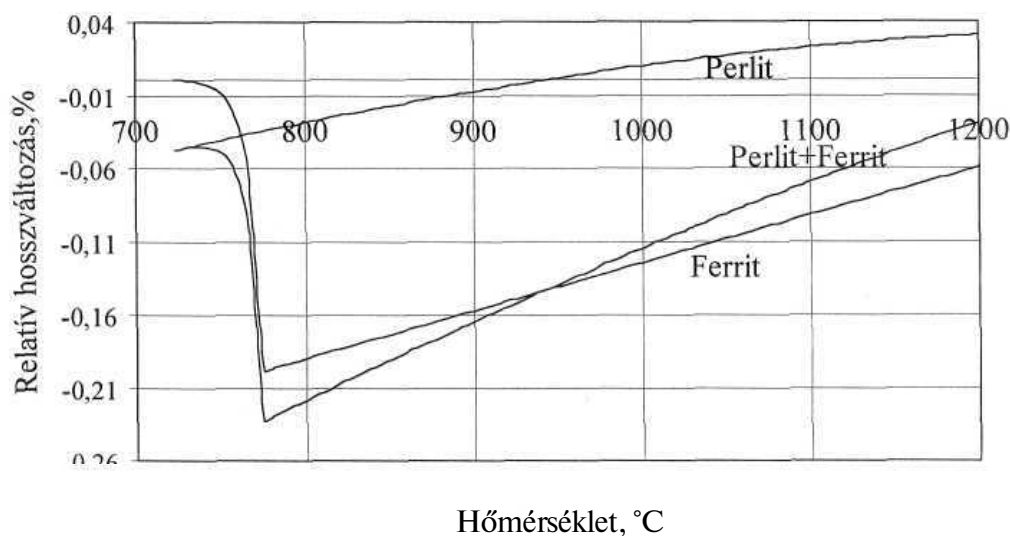
$$k_p = \frac{N_{\alpha_1}^{\text{Fe}}}{N_{\Theta}^{\text{Fe}}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{(1 - \chi_{\alpha}) \cdot (1 - 4 \cdot \chi_p)}{\chi_p - \chi_{\alpha}} \quad (9)$$

Mindezek alapján a (5), (8) illetve (9) egyenlet behelyettesítve (7) egyenletbe a (10) egyenlet adódik, amely kifejezi a perlit ausztenitese során a relatív térfogatváltozást az ausztenit átalakulási térfogathányad függvényében.

$$\delta_1 = - \frac{6 \cdot k_p v_{\alpha} + v_{\Theta} - 3 \cdot (k_p + 1) \cdot v_{\gamma}}{3 \cdot (k_p + 1) \cdot v_{\gamma} + [6 \cdot k_p v_{\alpha} + v_{\Theta} - 3 \cdot (k_p + 1) \cdot v_{\gamma}] \cdot x} \cdot x \quad (10)$$

Az 1. reakció végén kialakult relatív térfogatváltozás (δ_{1f}) az x_1 kialakult átalakulási térfogathányadhoz tartozik, (amelyet a konóda szabályból számoltunk vas-karbon diagram alapján).

Proeutektoidos ferrit ausztenitese során fellépő méretváltozások hasonló módon számítható. Az 1a. és b. ábrán 0,45wt% karbontartalmú acél méretváltozásának számítását mutatjuk be.



1. ábra
A 0,45wt% karbontartalmú acél méretváltozásainak számítása

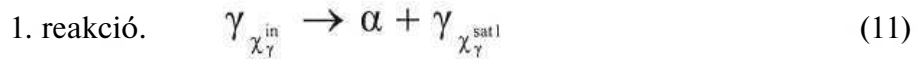
Ez alapján a következő megállapításokat tehetjük.

- 1) A perlit és a ferrit különböző hőmérsékletű átalakulásakor jelentkező méretváltozások jelentősen eltér egymástól (például a 950°C-os ausztenitesítésnél a perlit ausztenitesedése nem okoz méretváltozást.
- 2) A perlit ausztenitesedésénél bekövetkező méretváltozás jó közelítéssel egyenes arányos az ausztenit mennyiségével, a proeutektoidos ferritté viszont nem.

2.3 Méretváltozás számítása az ausztenit átalakulásakor

Az ausztenit bomlása ferritté és karbiddá is kettős reakcióval megy végbe. A kiinduló összetételű ausztenit bomlása során hipoeutektoidos acélban az első lépcsőben ferrit keletkezik karbid

kiválások nélkül, miközben az át nem alakult ausztenit karbonban dúsul (11). Az át nem alakult ausztenit a második lépcsőben ferritté és karbiddá (perlitté) alakulhat át (12).



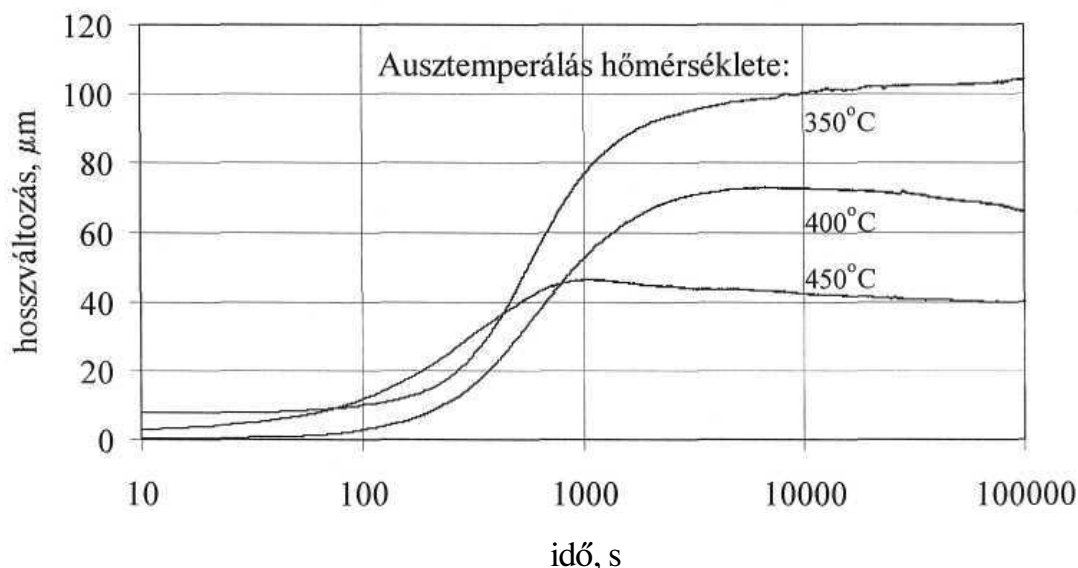
Ha az acél tisztán perlitesen alakul át vagy az átalakulás a klasszikus (alsó vagy felső) bainites képződésével megy végbe csak a 2.reakció játszódik le. Alacsony karbontartalmú acéloknál (TRIP-acélok) illetve gömbgrafitos öntöttvas ausztemperálásánál (ADI) mindkét reakció végbemehet, először a bainites ferrit keletkezik (1.reakció), majd a második lépcsőben a karbonban dúsult ausztenitből ferrit és karbid keletkezik (2.reakció). Előfordulhat, hogy e-karbid vagy egyéb karbidok is jön létre [4], ezt azonban a számításoknál még nem tudjuk figyelembe venni, mivel a szakirodalomban a szükséges adatok nem lelhetőek fel.

A méretváltozást hasonló elvek alapján számoltuk. A számítások és az eredmények részletezése a [5, 6] szakirodalomban.

3.Vizsgálatok

A méréseket saját építésű berendezésben végeztük, mérés összeállításának sematikus ábrája ábrán látható. A berendezés két kemencéből áll. A hőmérséklet mérése Pt-Pt(Rh) termoelemmel történt. A kemencék szabályozása digitális PID szabályzóval történt. A próbadarabot a hőkezelés előtt elektrolízissel nikkellel bevontuk, így módon előzve meg, hogy az ausztenitesítés során a darab felülete dekarbonizálódjon. A kvarccsövek közé befogott próbatest hosszváltozását indukciós útjeladó méri. Ezt jelet valamint a termoelemek feszültség jelét ADAM 4018M típusú adatgyűjtővel a számítógép számára értelmező digitális jellé alakítottuk. Így módon az adatok könnyen feldolgozhatóvá váltak.

Példaként a 2.ábrában az mutatjuk be az 1000°C-os ausztenitesítés után különböző hőmérsékleten ausztemperált gömbgrafitos öntöttvas méretváltozását. Jól látható, hogy a bainites ferrit képződése (1.reakció) a hőmérséklettől függően jelentős méretnövekedést okoz. A 2.reakció vagyis a tútelített ausztenit átalakulása viszont hőmérséklettől függően méretnövekedéssel vagy csökkenéssel jár. A gyakorlati hőkezeléseknél ezt a folyamatot már célszerű elkerülni.



2. ábra

Gömbgrafitos öntöttvas ausztemperálásakor bekövetkező méretváltozások

Irodalomjegyzék

- [1] M Onink-F D Tichelaar-C M Brakman-E J Mittemeijer,-S v d Zwaag: Quantitative Analysis of the Dilatation by Decomposition of Fe-C Austenites Calculation of Volume Change upon Transformation, Z.Metalkd. 87, 1996 p. 24-32
- [2] B.V. Kovács: Gefüge und Bezeichnungen von bainitischen GuPeisen mit Kugelgraphit (ADI), Giesserei Praxis Nrl/2, 1996 p. 32-36
- [3] J, Wang, S v.d. Zwaag: Theoretical study os P Containing Transformation-Include Plasticity Steel-Part 2: Analysis of Potential TRIP Effect, Z.Metalkd. 92, 2001 p. 1306-1311
- [4] L. Sidjanin, R.E. Smallman: Metallography of bainitic transformation austempered ductile iron, Mater. Sci. Technol., 1992, 8, p.1095-1103
- [5] G. Kozsely, F. Tranta: Investigation of Bainitic Transformation os Austempered Ductile Iron, Materials Science Forum Vols 414-415 (2003) pp.253-260
- [3] Kozsely Gábor, Tranta Ferenc : Az ausztemperált gömbgrafitos öntöttvas bainites átalakulásának vizsgálati lehetőségei, XIX. Hőkezelő és anyagtudomány a gépgyártásban országos konferencia, Székesfehérvár, 2000. október 10-12, 41-46. old.

Kozsely Gábor, tanszéki mérnök

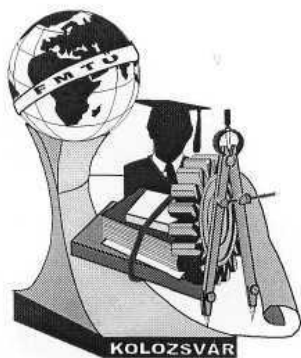
Miskolci Egyetem Fémtni Tanszék, 3525 Miskolc Egyetemváros

46/365-111/10-97,femkormi@gold.uni-miskolc.hu

Tranta Ferenc, egyetem docens

Miskolci Egyetem Fémtni Tanszék, 3525 Miskolc Egyetemváros

46/365-111/15-39,femtran@gold.uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A Fe-Cr KÉTALKOTÓS EGYENSÚLYI FÁZISDIAGRAM SZÁMÍTÁSA ESTPHAD MÓDSZERREL

Kövér Zsuzsanna Ilona, Roósz András

Abstract

It is very important to know numerically the curves of the equilibrium phase diagrams (EPhD) in the materials science. The EPhDs were generally determined by time-consuming and complicated measuring methods (DTA, resistance measuring, X-ray diffraction, structure analysis, etc). Used the data of the EPhDs a simple and short approximate calculation method has been developed in the interest of easier useful, which has been called ESTPHAD (Estimation of Phase Diagrams). The developed algorithm has been adopted for the Fe-Cr alloy systems. Curves of the measured and calculated EPhDs have been compared in order to check the useable of the method.

Az egyensúlyi fázisdiagramok (EPhD-k) számszerű ismerete nagyon fontos az anyagtudomány számára, melyek meghatározása főleg időigényes és bonyolult mérésekkel (DTA, ellenállás-mérés, röntgenes vizsgálat, szövet vizsgálat stb.) történik. A mért diagramok adatait felhasználva egy egyszerű, rövid közelítő számítási módszert fejlesztettünk ki a könnyebb felhasználhatóság érdekében, melyet ESTPHADnak (Estimation of Phase Diagrams) nevezünk el. Az általunk kifejlesztett módszert alkalmaztuk a Fe-Cr ötvözetrendszerre. Az eljárás használhatóságának ellenőrzése érdekében összehasonlítottuk a mért és a számított görbéket.

Bevezetés

A kohászati- és anyagtudományokban mind az elméleti, mind a gyakorlati problémáknál nagyon fontos az anyag belsejében hőmérséklet-változás hatására bekövetkező változások pontos ismerete. Az egyensúlyi fázisdiagramok ebben nyújtanak hathatós segítséget. Empirikus úton (termikus analízis segítségével) meghatározott egyensúlyi fázisdiagramok grafikus alakban már régóta léteznek, de ezen diagramok inkább csak az átalakulások szemléltetésére, mintsem a folyamatok pontos hőmérséklet és koncentráció értékeinek a leolvasására alkalmasak. Ismertek továbbá termodinamikai függvényeken alapuló számítási eljárások (pl. CALPHAD) is. Ezek azonban túl azon, hogy komplikáltak, a számítás elvégzése igen hosszú ideig tart és ezek is feltételezik a méréssel meghatározott EPhD-k ismeretét.

A gyakorlati életben nagy jelentősége van egy könnyen alkalmazható, a felhasználáshoz szükséges pontosságú fázisdiagram számítási módszernek. Ennek érdekében a mért diagramok adatait felhasználva egy egyszerű közelítő számítási módszert fejlesztettünk ki (ESTPHAD - Estimation of Phase Diagrams).

Ezzel a módszerrel az ötvözet koncentrációjának ismeretében a likvidusz és a szolidusz hőmérsékletek, valamint a megoszlási hányadosok határozhatók meg.

A módszer

Az általunk kifejlesztett módszer az alábbi lépésekből áll:

1. A grafikus fázisdiagram elektronikus képpé alakítása (szkennelés)

A mért adatokból készített egyensúlyi fázisdiagramok általában könyvekben, ritkábban számítógépes adatbázisokban találhatók meg. Az előbbieket elektronikus képpé kell transzformálni ahhoz, hogy fel lehessen dolgozni őket.

2. Digitalizálás

Az előbb ismertetett módon számítógépes feldolgozásra alkalmassá tett egyensúlyi fázisdiagramokat számadatokká kell alakítani. Ennek érdekében a diagramok vonalait egyenként digitalizáljuk egy digitalizáló program segítségével (pl. Windig), úgy hogy 5°C-onként konódákat húzunk be és azok két végpontjánál leolvassuk az összetartozó hőmérséklet-koncentráció értékpárokat.

3. Számítás

A módszer lényege, hogy a likvidusz, illetve a szolidusz görbéket az alábbi egyenletekkel közelítjük [1]:

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

Az olvadék és a szilárd fázis koncentrációját pedig a megoszlási hányados segítségével a

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

egyenlet alapján számoljuk ki,

ahol: T_L, T_S a likvidusz és a szolidusz hőmérséklet
 c_L, c_S az olvadék és a szilárd fázis koncentráció
 T_0 a tiszta fázis olvadáspontja (jelen esetben a tiszta Cr és Fe)
 c_0 a tiszta fázis koncentrációja
 $F(c_L), F(c_S)$ az alkalmazott közelítő függvény:

$$F(c_L) = A(1) \cdot (c_L - c_0) + A(2) \cdot (c_L - c_0)^2 + A(3) \cdot (c_L - c_0)^3 + A(4) \cdot (c_L - c_0)^4 + A(5) \cdot (c_L - c_0)^5 \quad (3.a)$$

$$F(c_S) = C(1) \cdot (c_S - c_0) + C(2) \cdot (c_S - c_0)^2 + C(3) \cdot (c_S - c_0)^3 + C(4) \cdot (c_S - c_0)^4 + C(5) \cdot (c_S - c_0)^5 \quad (3.b)$$

$k(c_L), k(c_S)$ a megoszlási hányados az olvadék illetve a szilárd fázis koncentrációjának függvényében:

$$\ln k(c_L) = B(0) + B(1) \cdot (c_L - c_0) + B(2) \cdot (c_L - c_0)^2 + B(3) \cdot (c_L - c_0)^3 + B(4) \cdot (c_L - c_0)^4 + B(5) \cdot (c_L - c_0)^5 \quad (4.a)$$

$$\ln k(c_S) = D(0) + D(1) \cdot (c_S - c_0) + D(2) \cdot (c_S - c_0)^2 + D(3) \cdot (c_S - c_0)^3 + D(4) \cdot (c_S - c_0)^4 + D(5) \cdot (c_S - c_0)^5 \quad (4.b)$$

Az (1.a) és a (1.b) egyenleteket átrendezve a következő egyenletekhez jutunk:

$$F(c_L) = \frac{T_0}{T_L} - 1 \tag{5.a}$$

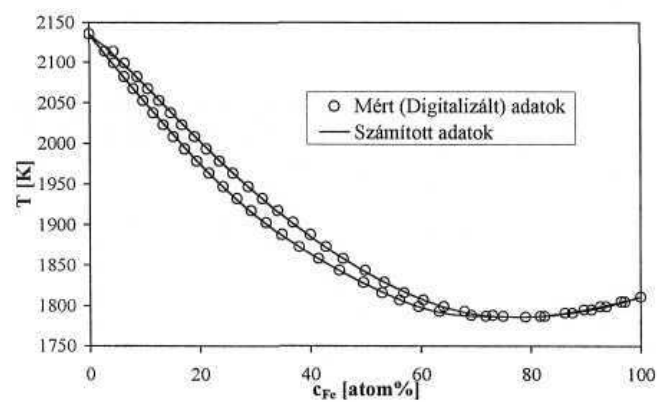
illetve

$$F(c_S) = \frac{T_0}{T_S} - 1 \tag{5.b}$$

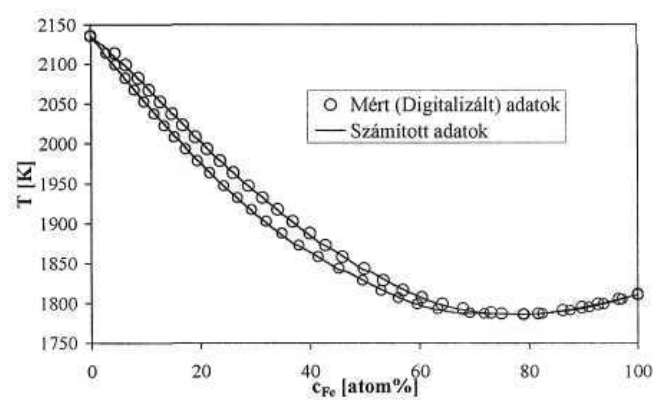
A (5.a) és a (5.b) egyenletek együtthatóit a mérési adatokból regresszióval határoztuk meg. Ahhoz hogy az olvadék és a szilárd fázis koncentrációkat is ismerjük, meg kell határozni a megoszlási hányadosokat, mely a (4.a) és a (4.b) egyenletek segítségével történik. Ezen egyenletek együtthatóit is regresszióval határozzuk meg. A kapott eredményeket a megoszlási hányados megfelelően átrendezett alakjaiba, a (2.a) és a (2.b) egyenletekbe visszahelyettesítve a az olvadék és a szilárd fázis koncentrációk meghatározhatók.

Eredmények

A fent bemutatott ESTPHAD módszert alkalmaztuk a Fe-Cr ötvözetrendszerre és így az 1.-2. ábrákon látható EPhD-ket kaptam. A görbék együtthatóit az 1.-2. táblázatok tartalmazzák.



Lábra: A Fe-Cr kétalkotós egyensúlyi fázisdiagram, amikor a közelítő függvény az olvadék fázis koncentrációjának függvénye



2.ábra: A Fe-Cr kétalkotós egyensúlyi fázisdiagram, amikor a közelítő függvény a szilárd fázis koncentrációjának függvénye

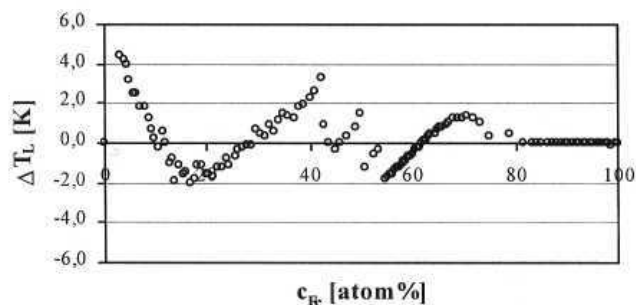
Tartomány	T _L együtthatók		lnk(c _L) együtthatók	
0-79 atom%			B(0)	-6,01138E-01
	A(1)	2,62626E-03	B(1)	4,97795E-02
	A(2)	6,29595E-05	B(2)	-2,54548E-03
	A(3)	-1,77709E-06	B(3)	6,68394E-05
	A(4)	1,99415E-08	B(4)	-8,26665E-07
	A(5)	-9,98155E-11	B(5)	3,83467E-09
T ₀ =2136K				
c ₀ =0 atom%	R ²	0,99982	R ²	0,99244
79-100 atom%			B(0)	7,3488E-05
	A(1)	-9,6741E-04	B(1)	-1,8994E-03
	A(2)	3,634E-06	B(2)	-3,158E-05
	A(3)	2,4335E-06	B(3)	7,8767E-06
	A(4)	1,3565E-07	B(4)	9,3568E-07
	A(5)	2,823E-09	B(5)	3,4652E-08
T ₀ =1811K				
c ₀ =100 atom%	R ²	0,99999	R ²	0,99733

1.táblázat: A Fe-Cr kétalkotós egyensúlyi fázisdiagram együtthatói, amikor a közelítő függvény az olvadék fázis koncentrációjának függvénye

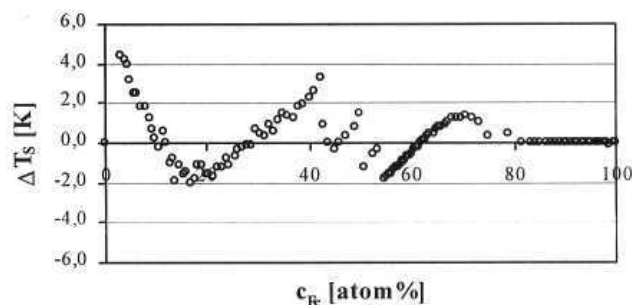
Tartomány	T _S együtthatók		lnk(c _S) együtthatók	
0-79 atom%			D(0)	-5,34303E-01
	C(1)	4,15728E-03	D(1)	4,54417E-02
	C(2)	9,6837E-06	D(2)	-2,40342E-03
	C(3)	-9,19359E-07	D(3)	6,49508E-05
	C(4)	1,16483E-08	D(4)	-8,23438E-07
	C(5)	-6,32783E-11	D(5)	3,90145E-09
T ₀ =2136K				
c ₀ =0 atom%	R ²	0,99991	R ²	0,99245
79-100 atom%			D(0)	6,3316E-05
	C(1)	-1,2222E-03	D(1)	-2,4782E-03
	C(2)	-2,289E-05	D(2)	-1,6794E-04
	C(3)	8,864E-07	D(3)	-1,1571E-05
	C(4)	7,6500E-08	D(4)	-4,3958E-07
	C(5)	2,059E-09	D(5)	1,854E-09
T ₀ =1811K				
c ₀ =100 atom%	R ²	0,99999	R ²	0,99730

2.táblázat: A Fe-Cr kétalkotós egyensúlyi fázisdiagram együtthatói, amikor a közelítő függvény a szilárd fázis koncentrációjának függvénye

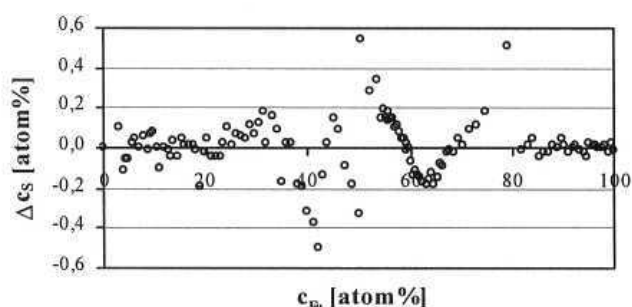
Ábrázoltuk továbbá a mért (digitalizált) és a számított likvidusz és szolidusz hőmérséklet-különbségeket, valamint az olvadék és a szilárd fázis koncentráció-különbségeket a vas koncentráció függvényében (3.-6. ábrák), azért hogy a módszer hibáját vizsgálni tudjuk. A diagramokon megfigyelhető, hogy az eltérés maximum $\pm 5\text{K}$ illetve $\pm 1\text{atom}\%$, vagyis a módszer jól alkalmazható az EPhD-k közelítésére.



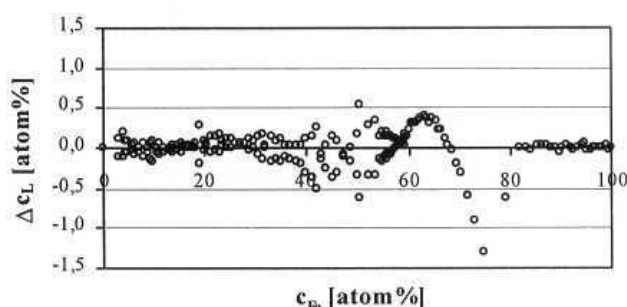
3.ábra: A mért (digitalizált) és a számított likvidusz hőmérséklet-különbségek a vas koncentráció függvényében, amikor a közelítő függvény az olvadék fázis koncentrációjának függvénye



4.ábra: A mért (digitalizált) és a számított szolidusz hőmérséklet-különbségek a vas koncentráció függvényében, amikor a közelítő függvény a szilárd fázis koncentrációjának függvénye



5.ábra: A mért (digitalizált) és a számított szilárd fázis koncentráció-különbségek a vas koncentráció függvényében, amikor a közelítő függvény az olvadék fázis koncentrációjának függvénye



6.ábra: A mért (digitalizált) és a számított olvadék fázis koncentráció-különbségek a vas koncentráció függvényében, amikor a közelítő függvény a szilárd fázis koncentrációjának függvénye

Összefoglalás

Ezen cikkben a kétalkotós egyensúlyi fázisdiagramok ESTPHAD módszerrel történő közelítő számítását mutattuk be a Fe-Cr diagram feldolgozásán keresztül. A bemutatott diagramokon jól látható, hogy ez a módszer jó közelítést ad a fázisdiagramok likvidusz és szolidusz görbéire, mégpedig úgy, hogy az eltérés maximum $\pm 5\text{K}$ illetve $\pm 1\text{atom}\%$.

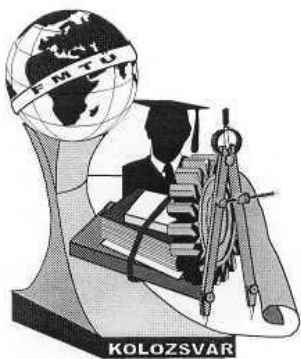
Irodalom

[1] A. Roósz, G. Kaptay: The ESTPHAD Concept, Z. Metalkunde (közlés alatt)

Kövér Zsuzsanna Ilona¹, Dr Roósz András²/doktorandusz¹, egyetemi tanár²

MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport¹, Miskolci Egyetem², Anyagtudományi Intézet², Fémtani Tanszék²/
H-3515. Miskolc, Egyetemváros

Tel: (36-46) 565-111/15-38 Fax: (36-46) 365-924 E-mail: kover.zsuzsanna@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

KOPÁSÁLLÓSÁG KVANTITATÍV JELLEMZÉSE ABRAZÍV ANYAGOK ESETÉN

Kuzsella László¹, Bárczy Pál²

Abstract

From the early beginning the mankind tried to produce durable products, tools and armours. Since it wanted to use them as long as possible.

Nowadays, the main objective changed since, every parts of the producing sector suffer overproduction. But the preliminarily proposal, such as to make long life machining parts and tools is the same. The reason can be found among the protection of the environment, and last but not least, life and goods protection. Sterner requirements are established avoiding the failures and from this reason the demands increases to consider the wear and frictional properties of the materials during the matériái selection and design. It requires a system, which lets compare the wear property of the materials quantitatively.

Bevezetés

Az emberiség már a kezdetek-kezdetén arra törekedett, hogy minél tartósabb, eszközöket, fegyvereket készítsen. Elsősorban azért, hogy minél később keljen ismét újat készíteni.

Napjainkra az alapindok megváltozott, hiszen a gazdaság majd minden területén túltermelésről beszélhetünk, viszont a cél, hogy a termelő szerszámok, gépalkatrészek minél hosszabb élettartalmúak legyenek mindmáig megmaradt. Ennek az oka elsősorban környezetvédelmi, gazdasági és nem utolsó sorban élet- és vagyonbiztonsági okokban keresendő. Egyre szigorúbb követelményrendszereket hoznak a műszaki okokból bekövetető balesetek elkerülésére, minek következtében az anyagok tervezésekor egyre nagyobb az igény a kopásállósági szempontok és egyre gyakrabban a súrlódási viszonyok figyelembevételére. Ez pedig tribológiai kísérleteket, méréseket jelent, az anyagok kopási és súrlódási tulajdonságainak egymáshoz képesti jellemzésére.

A kopás jellemzésére rendkívül sok mód kínálkozik. A közös bennük, hogy mindegyik a kikoptatott anyagmennyiségnek, és a kopási körülménynek valamely mérőszámával képzett aránypárral teremti meg a számszerű összehasonlítás lehetőségét [1,2].

Az első kérdés tehát az, hogy a kikoptatott anyagmennyiséget mivel jellemezzük. Erre alapvetően három út kínálkozik. Az első, hogy a kopott anyagmennyiség tömegét határozzuk meg oly módon, hogy a koptatás előtt és után is megmérjük a darab tömegét és két mérés különbsége szolgáltatja a kikoptott anyagmennyiség tömegét, tehát a kikoptott anyagmennyiség nagyságát tömegméréssel határozzuk meg.

A másik, a leginkább használatos és elfogadott módszer, hogy a kikoptott anyagmennyiség térfogatát határozzuk meg. Ennek közvetlen módja, hogy a darab koptatott felületéről optikai, vagy letapogatótűs (stylus) módszerrel háromdimenziós topográfiai „térképet” (3D map topography) készítünk. így közvetlenül megkaphatjuk a kikoptott térfogat nagyságát. A másik módszer, hogy a kikoptott rész profiljának felszínét számítjuk ki több helyen, és ebből határozzuk meg számítással a kikoptott térfogatot. Mind a két módszer viszonylag elterjedt.

A harmadik lehetőség, nagymértékű kopások esetén, ha a darab teljes felületét egyenletesen koptatjuk, hogy a koptatott keresztmetszet csökkenését határozzuk meg, tehát a darab geometriai méreteinek változását használjuk fel a kikoptott anyagmennyiség meghatározására [3],

A koptatási körülmények közül szintén hármat lehet kiemelni, ezek a tehető erő, a koptatás során megtett úthossz, és a koptatás során elnyelt energia.

Ennek alapján egy 3×3-as mátrixban feltüntetve a következő dimenziója mérőszámok nyerhetők.

1. táblázat.

	tömegcsökkenés, g	térfogatcsökkenés, μm	geometriaváltozás, m
terhelő erő, N	$g (N)^{-1}$	$\mu m (N)^{-1}$	$m (N)^{-1}$
koptatási úthossz, m	$g (m)^{-1}$	$\mu m (m)^{-1}$	$m (m)^{-1}$
befektetett energia, Nm	$g (Nm)^{-1}$	$\mu m (Nm)^{-1}$	$m (Nm)^{-1}$

Ezen arányszámok közül jelen dolgozatban a kikoptott anyag tömegét viszonyítom a kopási úthosszhoz (kopási szám), valamint a befektetett energiához (kopási együttható).

1.1. Kopási szám

A kopási számot (K) Archard vezette be, mégpedig az egységnyi kopási úthossz által kikoptatott anyagmennyiség tömegben kifejezett mérőszámával. Ennek alapján a kopási szám,

$$K = \frac{\partial m}{\partial x} \quad (3)$$

makroszkopikusan felírva,

$$K = \frac{\Delta m}{\Delta s}$$

EME
(4)

ahol, m : tömeg és s : kopási úthossz [4].

1.2. Kopási együttható

A kopási együttható (η) az anyag felületéről egységnyi befektetett energia által kikoptatott anyagmennyiséget jelenti. A befektetett energia az elmozdulással szemben kifejtett kényszererő, vagyis a súrlódási erő (F_S) munkáját fejezi ki, melyet a súrlódási erő vs. kopási úthossz függvény határozott integráljával lehet meghatározni.

$$W_{\text{elnyelt}} = \int_{x=0}^s F_S(x) dx \quad (5)$$

A kopási együttható makroszkopikusan kifejezve,

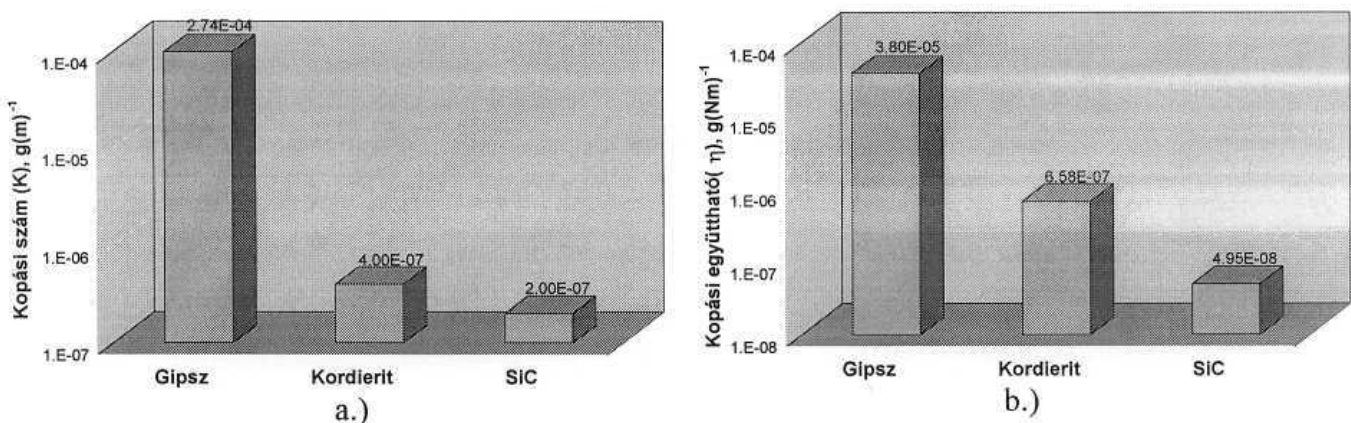
$$\eta = \frac{\Delta m}{W_{\text{elnyelt}}} \quad (6)$$

2. Eredmények

A méréseket három különböző keramikus mintadarabon végeztem el: gipsz, kordierit, és szinterelt SiC mintán.

2.1. Kiértékelés

A mérési eredmények alapján meghatározott kopási együttható és kopási szám a három keramikus anyag esetében oszlopdiagramban ábrázolva a következő ábrában látható.



3. árba. A mintadarabok kopási száma (a.), és kopási együtthatója (b.) oszlopdiagramban ábrázolva az adott kísérleti paraméterek mellett

Az eredmények tükrében azt mondhatjuk, hogy mind a két kopási arányszám alapján a SiC leginkább kopásálló anyag.

A másik következtetés, hogy a gipsz és a SiC összehasonlítása esetén a kopási szám is nagyon szemléletesen mutatja a különbséget a két anyag kopásállósági tulajdonságai között, ám a kordierit és a SiC között már nem mutat oly jelentős különbséget, mint a kopási együttható, vagyis a kopási együttható segítségével sokkal inkább kimutathatóak a különbségek az anyagok kopásállósági tulajdonságaiban.

Irodalomjegyzék

- [1] Kuzsella László, *Correlations between Fretting Situation and Contact Resistivity of Brass Surfaces*, TDK dolgozat 2000.
- [2] Kenneth C. Ludema, *Section: Solid friction, Wear Systematic Diagnosis of Friction and Wear Test Data*, ASM Handbook Volume 18 Friction, Lubrication and Wear Technology 1992.
- [3] Dr. Valasek István, *Tribológiai kézikönyv*, Budapest 1996.
- [4] K Kato, *Wear Mechanisms*, Tohoku University, Sendai

Kuzsella László/ Ph.D hallgató,

Dr. Bárczy Pál/ tanszékvezető egyetemi tanár

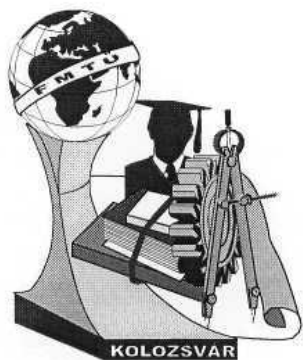
Miskolci Egyetem, Anyag- és Kohómérnöki Kar, Nemfémes Anyagok Tanszéke^{1,2}

3515 Miskolc Egyetemváros

Tel.: 00 36 46 565 111/2074

Fax.: 00 36 46 365 924

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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A Cu-Sn ÖTVÖZETRENDSZER EGYENSÚLYI FÁZISDIAGRAMJÁNAK KÖZELÍTŐ SZÁMÍTÁSA ESTPHAD MÓDSZERREL

Mende Tamás, Roósz András

Abstract:

The numerical data of the equilibrium phase diagrams (EPHD) have been indispensable for simulation of the phase transformation (i.e. solidification, solid state transformation). The liquidus, or major curves and the partition ratio of the phase diagrams coming from measurements or calculation (CALPHAD) were approximated by a function based on adequate thermodynamical calculation. Approaching function of high exacting has been calculated by this procedure, called ESTPHAD. Processing of EPhDs by this method—in this case the alloy system was Cu-Sn—will be a great help and time saving for the simulation of solidification or solid state transformation process.

Az ötvözetekben hőmérséklet-változás hatására bekövetkező átalakulások leírásához, szimulálásához elengedhetetlen az egyensúlyi fázisdiagramok pontos, számszerű ismerete. Az ESTPHAD módszerrel nagy pontosságú, termodinamikailag megalapozott közelítő függvényeket állíthatunk elő az egyensúlyi fázisdiagramok—jelen esetben a Cu-Sn ötvözetrendszer egyensúlyi fázisdiagramjának—likvidusz, szolidusz, illetve major, minor görbéinek értékeire. Input adatként termikus analízissel, vagy számítással meghatározott fázisdiagramok görbéit használhatjuk [1]. Az ESTPHAD módszert a számítások pontossága, egyszerű használata a gyakorlati célokra alkalmassá teszi.

1. Bevezetés

A kohászati- és anyagtudományokban nagy jelentősége van egy könnyen elvégezhető, mégis a felhasználáshoz szükséges pontosságú egyensúlyi fázisdiagram-számítási módszernek. A Miskolci Egyetem Anyag- és Kohómérnöki Karának Fémteni Tanszékén megalkottunk egy, az előbb említett kritériumoknak megfelelő eljárást (ESTPHAD, *Estimation of Phase Diagrams*). A következőkben a Cu-Sn egyensúlyi fázisdiagram ily módon történő feldolgozását mutatjuk be.

2. Termodinamikai alapok [2., 3.]

Egy kétalkotós rendszerben az egymással egyensúlyt tartó fázisok integrális moláris szabadentalpiája (reguláris oldatokat feltételezve) az alábbiak szerint függ az átalakuló fázis koncentrációjától:

$$G^I = G_A^I X_A^I + G_B^I X_B^I + \Omega^I X_A^I X_B^I + RT(X_A^I \ln X_A^I + X_B^I \ln X_B^I) \quad (1)$$

$$G^{II} = G_A^{II} X_A^{II} + G_B^{II} X_B^{II} + \Omega^{II} X_A^{II} X_B^{II} + RT(X_A^{II} \ln X_A^{II} + X_B^{II} \ln X_B^{II}) \quad (2)$$

Ahol: I, II az átalakuló, illetve a keletkezett fázis
 X koncentráció (móltört vagy tömegszázalék)
 Ω párkölcsönhatási energia
 R gázállandó
 T abszolút hőmérséklet

Az 1., 2. egyenlet alapján a fázisok parciális moláris szabadentalpiája:

$$\mu_A^I = G_A^I + \Omega^I (X_B^I)^2 + RT \ln X_A^I \quad (3)$$

$$\mu_B^I = G_B^I + \Omega^I (X_A^I)^2 + RT \ln X_B^I \quad (4)$$

$$\mu_A^{II} = G_A^{II} + \Omega^{II} (X_B^{II})^2 + RT \ln X_A^{II} \quad (5)$$

$$\mu_B^{II} = G_B^{II} + \Omega^{II} (X_A^{II})^2 + RT \ln X_B^{II} \quad (6)$$

Az ESTPHAD módszer termodinamikai levezetésének alapja, hogy egyensúlyi állapotban az egyensúlyt tartó fázisok parciális moláris szabadentalpiája azonos:

$$\mu_A^I = \mu_A^{II} \quad (7)$$

$$\mu_B^I = \mu_B^{II} \quad (8)$$

A 7. egyenlet alapján levezethető, hogy az átalakulások kezdő hőmérséklete egy polinomiális egyenlettel kiszámolható:

$$T_K = T_0 / (1 + \sum_{i=1}^{\infty} A_{L,M}(i)(c_B^I)^i) = T_0 / (1 + F(c_B^I)) \quad (9)$$

Ahol: T_K az átalakulás kezdő (likvidusz vagy major) hőmérséklete
 T_0 a tiszta fázis átalakulásának hőmérséklete
 $A_{L,M}(i)$ a polinom koefficiensei
 c_B^I tömegszázalék

A megoszlási hányados számítását a 8. egyenletből vezethetjük le:

$$\ln k_B = B(0) + B(1)c_B^I + B(2)(c_B^I)^2 + B(3)(c_B^I)^3 + B(4)(c_B^I)^4 + \dots \quad (10)$$

Ahol: k_B megoszlási hányados
 $B(i)$ a kiszámolt polinom együtthatói

A 10. egyenletet felhasználva az átalakulás során keletkezett fázis koncentrációja az átalakuló fázis koncentrációjának függvényében számolható:

$$c_B^{II} = k_B c_B^I$$

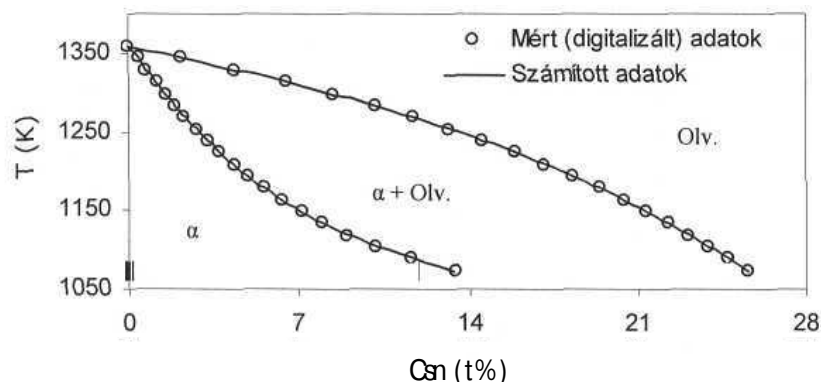
3. Eredmények bemutatása, elemzése

Az ESTPHAD módszerrel számolt egyensúlyi fázisdiagramot az ötvözetrendszerben található fázisátalakulások számának megfelelő mennyiségű táblázattal adhatjuk meg. Ezen táblázatok

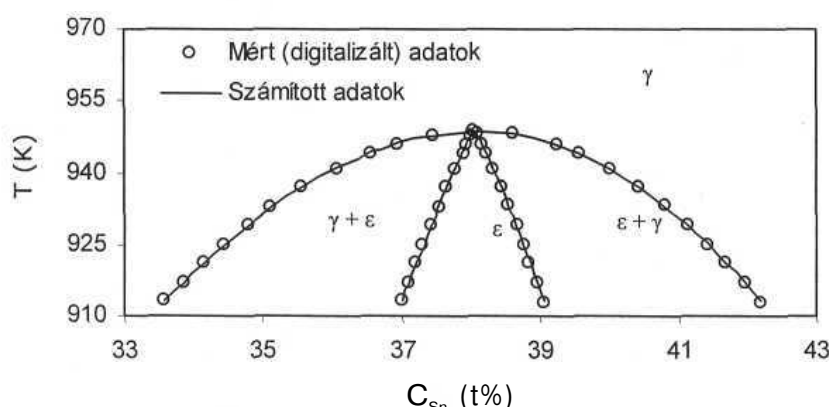
tartalmazzák a számításoknál szükséges, az adott átalakulásra jellemző fontosabb adatokat, valamint a hőmérséklet és a megoszlási hányados egyenleteiben szereplő koefficienseket ($A(i)$, $B(fi)$).

Az 1., 2. ábrán látható két

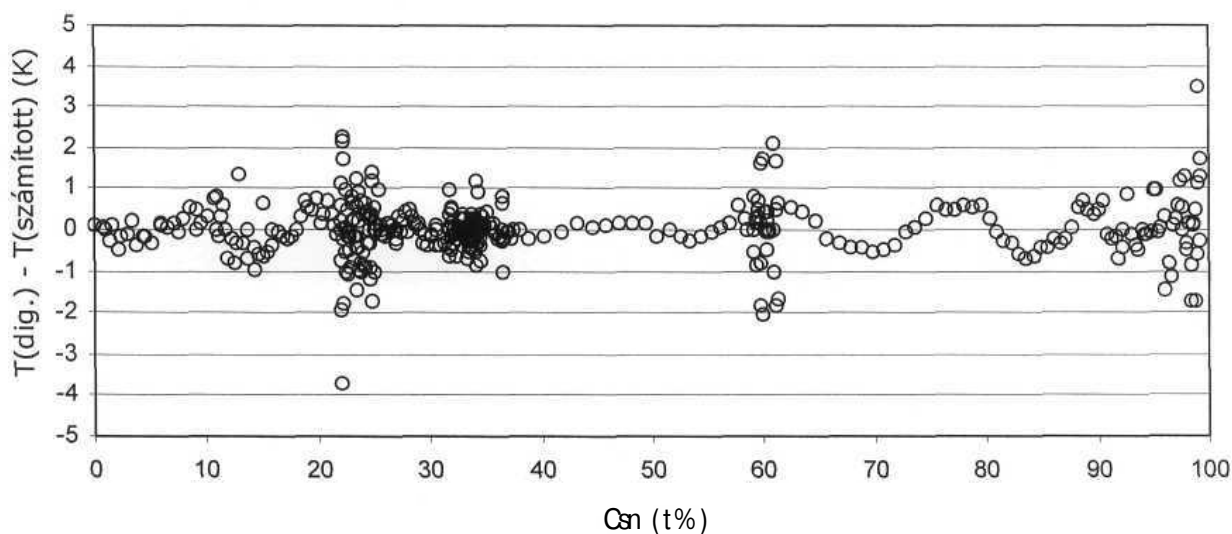
konkrét átalakulásnál (egy kristályosodási, és egy szilárdfázisú átalakulásnál) jól látszik, hogy a számított görbék milyen pontosan illeszkednek az eredeti egyensúlyi fázisdiagram digitalizált pontjaira.



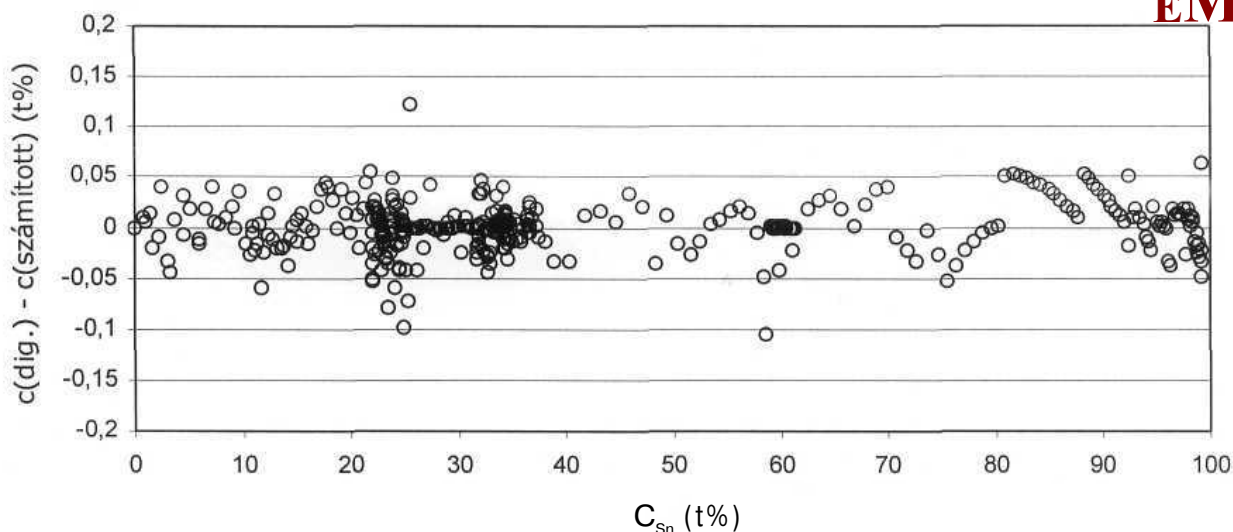
1. ábra Az a fázis kristályosodásának digitalizált és számított likvidusz, szolidusz görbéje



2. ábra A $\gamma \rightarrow \epsilon$ szilárdfázisú átalakulás digitalizált és számított major, minor görbéi



3. ábra A digitalizált és a számított hőmérséklet különbsége az ón koncentráció függvényében (az ábrában az összes átalakulás eredménye szerepel)



4. ábra A digitalizált és a számított koncentráció különbsége az ón koncentráció függvényében (az ábrában az összes átalakulás eredménye szerepel)

A 3., 4. ábráról leolvasható, hogy az átalakulások kezdő hőmérséklete (likvidusz, ill. major görbék) maximum ± 4 K eltéréssel (átlagosan 0,431 K), a kialakuló fázisok koncentrációja (szolidusz, ill. minor görbék) pedig maximum $\pm 0,15$ t% eltéréssel (átlagosan 0,016 t%) számolható. Az értékek hullámzását valószínűleg a polinomiális közelítés okozza.

4. Konklúzió

Összefoglalásként elmondható, hogy az ESTPHAD módszerrel előállított polinomok felhasználásával mind a kristályosodás, mind a szilárdfázisú átalakulások hőmérséklet, illetve koncentráció értékei gyorsan, egyszerűen, a gyakorlati életnek megfelelő pontossággal számolhatóak. A módszer tehát a gyakorlati felhasználásra alkalmas.

5. Felhasznált irodalom

- [1.] Metals Handbook: 8th Edition, Metallography, Structures and Phase Diagrams, American Society for Metals, 1973.
- [2.] Roósz A., Kaptay G.: An Advanced Tool for Modelling of Solidification, Z.Met, in press
- [3.] Roósz A., Kaptay G., Farkas J.: Thermodynamics-Based Sémi Empirical Description of Liquidus Surface and Partition Coefficients in Ternary Al-Mg-Si Alloy, Mat. Sci. Fórum, 2002., p323.

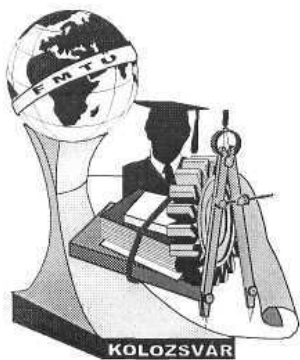
Mende Tamás¹, Roósz András² / egyetemi hallgató¹, egyetemi tanár²

Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet, Fémteni Tanszék

(+36-46)565-111/15-38

(+36-46)565-201

kohme@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

ÖNTVÉNYEK DERMEDÉSÉNEK VÉGES-ELEMES SZIMULÁCIÓJA

Molnár Dániel

Abstract

The computer simulation has become a more and more applied tool of casting fabrication and design in the past few years. The current casting programs are different from each other in creating of geometries, in calculation methods, in evaluation of results and in technology supporting methods. The engineer planning programs can quicken and make reliable the work with the part tasks (e.g. planning of gating and cooling systems) but couldn't substitute the simulation programs which can check the results. The paper reviews the purpose of simulation, the justification of the using of Finite Element Method, the thermophysical basics of Finite Element Method and by an example, shows the simulated solidification of a casting.

A számítógépes szimuláció az utóbbi években a korszerű öntvénygyártás és -tervezés egyre nagyobb mértékben alkalmazott segédeszkövévé vált. Az öntészetben elterjedt programrendszerek az öntvény- és formageometria létrehozásában, a számítási feladat megoldási módszerében, a kapott eredmények kiértékelésében és a technológiai feladat megoldását elősegítő szolgáltatásokban lényegesen különböznek egymástól. A mérnöki tervezőprogramok használata a részfeladatok megoldásával (pl. a beömlő, vagy hűtőrendszer tervezése) meggyorsítja és megbízhatóvá teszi a technológiai tervezést, de nem helyettesíti az ezeket kiegészítő és a kapott eredményeket ellenőrző szimulációs programok alkalmazását. A dolgozat ismerteti a szimuláció célját, a véges-elemes szimuláció alkalmazásának indoklását, a véges-elemes számítási rendszer hőfizikai hátterét és egy példán keresztül bemutatja egy adott öntvény dermedésének szimulációját.

A szimuláció célja

A szimulációs modellek kidolgozása és az azokon végzett kísérletek alkalmasak létező, vagy hipotetikus dinamikus rendszerek vizsgálatára, amelynek során a vizsgált rendszer egyes aspektusait számokkal vagy szimbólumokkal reprezentálhatjuk oly módon, hogy azok könnyen kezelhetők legyenek és elősegítsék a rendszerek tanulmányozását és kiértékelését.

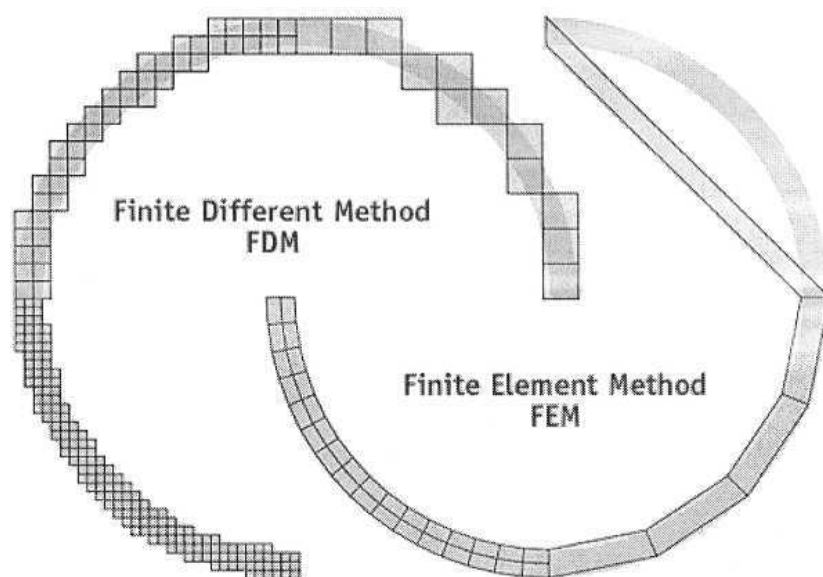
Ha az alábbi feltételek adottak, akkor az olvadt fém kísérleti iterációját szignifikánsan lehet csökkenteni, és elsőrendűen lehet alkalmazni folyamatok jóváhagyásához.

A formatöltés és a dermedés modellezésének az alábbi céljai lehetnek: előre jelezni a beömlési és öntési design hatását a kialakuló áramlásra, előre jelezni az oxid-besodródást és az egyéb áramlás okozta hibákat, előre jelezni a hőmérséklet eloszlást az öntés közben és után a sokkal pontosabb dermedési analízishez, előre jelezni a dermedési morfológiát, előre jelezni a zsugorodási üreget és az azt kísérő egyéb hibák kialakulását, előre jelezni a dermedési időt és előre jelezni az erő-feszültség viszonyokat.

A formatöltést ún. primer programmal lehet szimulálni. Ekkor első közelítésben a Navier-Stokes áramlási egyenletet alkalmazzuk, mellyel egy kétegyenletes turbulencia modell írható le. Ez a közelítés az összes fontos áramlási karakterisztika számítására alkalmas (pl. viszkozitás, súrlódás, Reynolds szám stb.). Ezen algoritmusnak a kontinuitás, az időtényező megőrzése és az energia egyenlete képezi az alapját. [1]

A véges-elemes szimuláció alkalmazásának indoklása

A geometriai alak pontos közelítése érdekében véges-elemes módszert (FEM) alkalmazunk, ami alapvetően fontos a szimuláció pontossága szempontjából. A modellezés során a programnak számításba kell vennie olyan jelenségeket, mint pl. a sarkok fokozott mértékű felhevülése, és minden egyéb olyan termikus hatás, amely a formaüreg geometriájából adódik. A másik modellezési lehetőség a véges különbség módszere (FDM). A FEM-mel ellentétben olyan egységnyi térfogatokkal közelíti a geometriai alakzatot, amelyek mérete változtatható, de alakjuk nem. Az egyedi csomópontok és vonalak helyzete finomításkor nem változtatható meg. A lépcsőzetes felületi kontúr, és a falvastagság megfelelő meghatározásához szükséges nagy számú véges különbség elem miatt az FDM módszer öntészeti célokra alkalmatlanabb, mint a FEM módszer. A szimulációs program számítási időszükséglete a felhasznált egységnyi térfogatok számától függ. Például vékonyfalú öntvények esetén a véges-elem módszer kevesebb elemmel történő (ezáltal gyorsabb), mégis pontosabb hálógenerálása az 1. ábrán jól látható. [2]



1. ábra

A véges különbség (FDM) és a véges-elemes (FEM) módszerek térkitöltésének összehasonlítása

A szimuláció hőfizikai alapjai

Ha egy testben a hőmérséklet eloszlást számítjuk, a valós hőátadási folyamat közben lejátszódó körülményeket matematikai modellel közelítjük. Az alkalmazott modell a Fourier féle hővezetési egyenleten alapul.

A Fourier egyenlet matematikai levezetése a termodinamika II. főtételeből indul ki. E szerint a hő mindig a magasabb hőmérsékletű helyről adódik át az alacsonyabb hőmérsékletű helyek irányába. A szilárd testek belsejében - hasonlóan a kontinuuméhoz - a Newton féle lehűlési törvény alapján

$$q = -grad(\lambda T) \quad 1.$$

határozható meg a hőáram, illetve ennek megfelelően két tetszőleges belső pont között átadott hőmennyiség. Az x irányban vezetéssel a vizsgált térfogat elembe vitt hőmennyiség a hőmérséklettől független értékű hővezetési tényező feltételezésével:

$$Q_x = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} dydzd\tau. \quad 2.$$

A térfogategység hőtartalmának megváltozása az x irányú hőterjedés hatására az alábbi kifejezésből képezhető:

$$dQ_x = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} dx dy dz d\tau \quad 3.$$

Azonos módon írva fel az y és z irányú hőáramlásból adódó hőmennyiség változást, a térfogatelem hőmennyiségének teljes megváltozása:

$$dQ = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) dV d\tau. \quad 4.$$

Másfelől a ρdV tömegű test felé közölt hő a termodinamika I. főtétele szerint a belső energia megváltozásával arányos, így felírható az alábbi összefüggés:

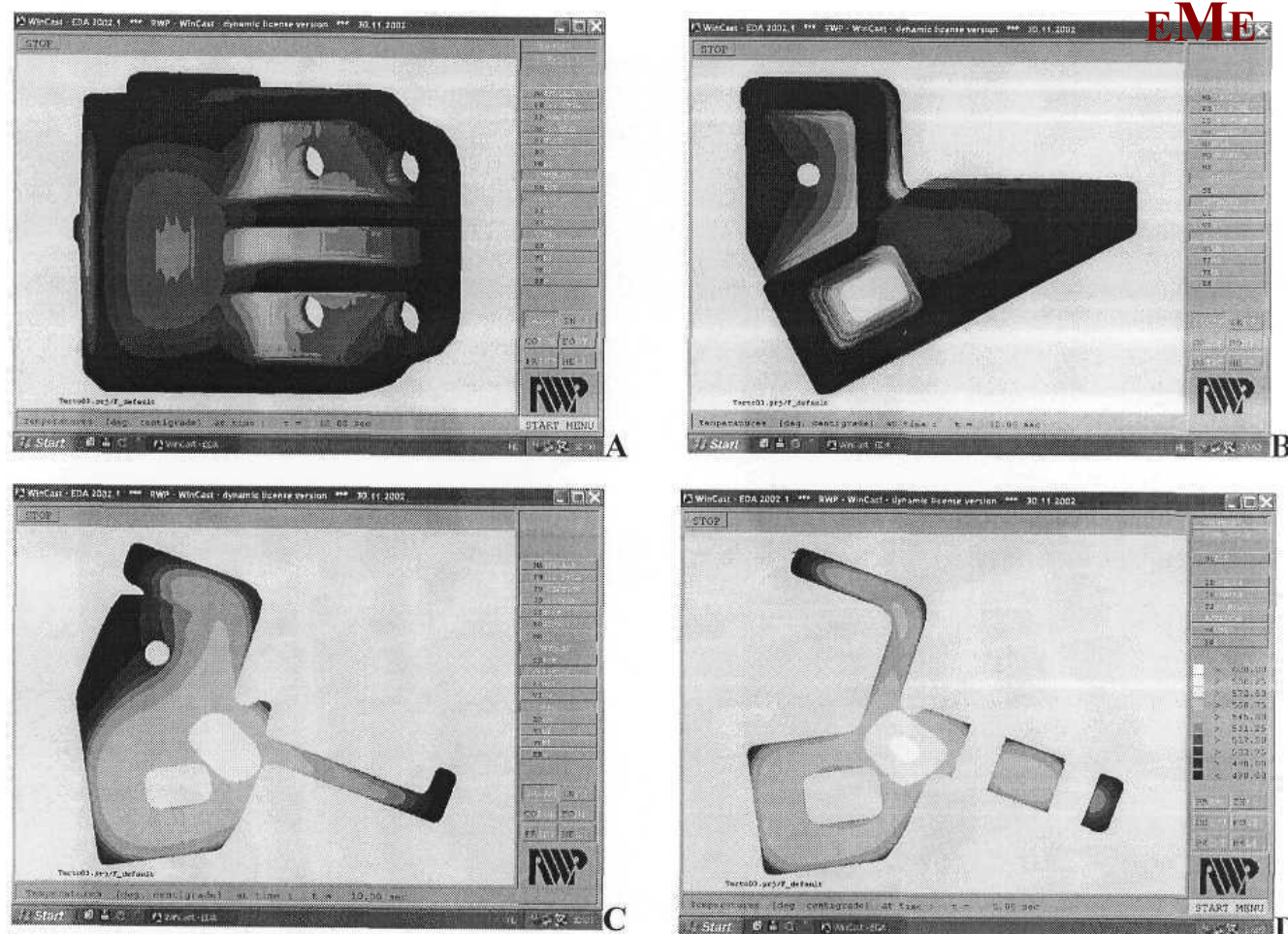
$$dQ = c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} dv d\tau. \quad 5.$$

A 4. és az 5. kifejezésekből adódik az alábbi hővezetési alapegyenlet, melyet Fourier féle hővezetési egyenletnek nevezünk. [3]

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{c\rho} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad 6.$$

Adott öntvény dermedésének szimulációja

A SIMTEC/WinCast® véges-elemes szimulációs szoftver a beolvasott CAD geometria alapján, a véges-elemes hálógenerálás elvégzésével, a megadott anyagtulajdonságok és peremfeltételek figyelembevételével végzi el a dermedés szimulációját. A 2. ábrán a programmal készített dermedési képek láthatók, melyek segítségével elvégezhető az öntvény vizsgálata és módosítása. [4]



2. ábra

Adott öntvény szimulációjának hőmérsékletmező képei a likvidusz-szolidusz hőmérsékletközben

A, B, C: a dermedés 10. másodpercében; D: a dermedés 5. másodpercében

Irodalomjegyzék

- [1] Tony Midea, David Schmidt: **1999 Casting simulation software survey**, Modern Casting, 1999 may. p. 47-51.
- [2] www.rwp-simtec.de —> FEM vs. FDM
- [3] Kapros Tibor: **Műszaki Hőtan**, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1997. p. 86-87.
- [4] SIMTEC WinCast® Version 2001 / User's Manual

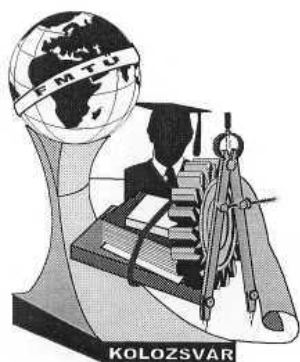
Molnár Dániel / Okleveles kohómérnök, Ph.D. hallgató

Miskolci Egyetem, Anyag és Kohómérnöki Kar, Öntészeti Tanszék

3515 Miskolc-Egyetemváros

(06-36) 20/495-5928

ontmdani@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

FIATAL TUDOMÁNYÁG - A TARTALOM TUDOMÁNYA

YOUNG DISCIPLINE - THE SCIENCE OF CONTENT

Berki Gábor

Huge digital knowledge has piled up due to the fast growth of telecommunication and information technology. There has been seen an exponential day-by-day growth in the amount of digitally stored data which is the result of the development and widespread popularity of the World Wide Web. Fast and accurate information is a great asset. But how to manage this quantity of data? As for the management of these accumulated data, today no common rules and regulations are available, and the present condition, for this reason, seems chaotic. Thanks for special business and community interests, systematic policies are being formed. The structured and consciously managed content based on scientific conclusions will take the lead in our digital world.

Napjainkra a telekommunikáció és az informatika fejlődésének köszönhetően hatalmas digitális ismeretanyag halmozódott fel. A globális hálózat kialakulásával, az Internet népszerűségének fokozódásával a digitális formában tárolt adatmennyiség óriási méreteket öltött, és pillanatról pillanatra hatványozott mennyiségben növekszik. A pontos, gyors információ értéket képvisel. De hogyan birkózhatunk meg ezzel a hatalmas adatmennyiséggel? A jelenlegi állapot kaotikusnak nevezhető, hiszen a felhalmozódott digitális tartalom kezelésére nézve nem ismerünk általános érvényű szabályszerűségeket. A különféle gazdasági és közösségi érdekeknek köszönhetően azonban mégis fellelhetőek olyan irányvonalak, melyek egyfajta rendszerezettséget mutatnak. A jövőben a tartalom felértékelődik, így a tudományosan megalapozott, strukturált és tudatosan menedzselt tartalom kerül előtérbe digitális világunkban.

Az informatika rohamos fejlődésének köszönhetően mára olyan szerteágazó tudomány **EME** vált, melynek egyes ágai önmagukban is hatalmas területeket ölelnek fel. Korunk technikai vívmányai a számítástechnika soha nem látott fejlődése révén szinte észrevétlenül bekerültek mindennapi életünkbe. A korszerű telekommunikációs eszközök elterjedése, a számítógép egyre több területen történő alkalmazása, és az Internet használat növekedése egyértelműen azt mutatja, hogy nagy mennyiségű digitális adathalmaz hatékony kezelése elkerülhetetlenné válik a jövőben. Ez nem csupán gazdasági szereplőkre, multinacionális cégekre, hanem egyre inkább társadalmunk minden alanyára igazzá válik.

Az információs társadalom kialakulásának küszöbén joggal tehetjük fel a kérdést: Hogyan kezelhető az a hatalmas digitális adatmennyiség, amely körülvesz bennünket?^[1]

A válasz megadása egy fiatal, alig pár éves múltra visszatekintő tudományágra a tartalom tudományára vár. A hasonló tématerületeken már megszokott módon a szakszavak továbbra is az angol nyelvből származnak. A szakirodalom még elég szegényes, és a tudományág elnevezése sem egyértelmű. A SCIENCE OF CONTENT mellett leggyakoribb a CONTENT MANAGEMENT elnevezés, de mivel a kutatási terület erősen kapcsolódik az on-line, azaz elsősorban Interneten elérhető adatok összességéhez, ezért az Internetes zsargonból átvett CONTENTOLOGY a leghasználatosabb.^[2]

A tudás megtestesülése a rendszertan, melyet tipikusan természettudományokban és az élet tudományokban alkalmaznak az áttekinthetőség és érthetőség érdekében. Példa erre a természetes élővilág csoportosítása, osztályozása. Minden területen megfigyelhető a dolgok és történések egyes csoportjai között fennálló összefüggések megállapítására irányuló törekvés. Miután a természeti értékek rendszertana megszületett, szükségessé vált az emberi elme termékének, ismeretanyagának a kategorizálása. Az ezredfordulóra felhalmozódott ismeretek osztályozása sokkal nehezebbé vált az információk mennyiségének robbanásszerű növekedése miatt, és a hozzáférési lehetőségek és csatornák megsokszorozódásának köszönhetően.

Napjainkra már nem csak azokról az ismeretekről van szó amiket az egyedek, vagy szűk csoportok termelnek, hanem az Internet ösztönző hatása is érvényesül, annak ellenére, hogy az még nem kielégítően rendszerezett. Az új környezet, melynek sajátossága, hogy bárki-bárral kapcsolatot teremthet megsokszorozza az információ áramlást, így a szellemi termékek is hatványozott számban jönnek létre. Ezen kapcsolatok sokasága egy átláthatatlan rendszert alkot.

Az üzleti szférában jelentkezett elsőként az igény a tartalom rendszertanának kialakítására, hogy lehetőség nyíljon olyan eszköztár kidolgozására, amely hatékonyan képes kezelni sokféle, nagy mennyiségű, ráadásul dinamikusan változó adathalmazt.

Az így felépített struktúrák alkotják a jól működő intra-, extranet-es rendszerek és adattárházak gerincét. A struktúra hatékonysága határozza meg az információs rendszer sikerét, és növekedési képességét.

A tartalom szó értelmezésének kibővítése, vagy még inkább az eredeti értelmezéséhez való **EME** is szükségessé vált. A tartalom nem más, mint a kommunikáció észlelhető objektumai, szöveg, kép, hang, és egyéb objektumok összessége. Ebbe beletartozik a vizuális információt hordozó háttér, vagy egy gomb, hivatkozás is. Gondoljunk arra, hogy az interneten közzé tett információkhoz szinte minden esetben kapcsolódnak olyan navigációt biztosító, vagy az információ milyenségét meghatározó egyéb tartalmi elemek, melyek nélkül a számunkra hasznos információ nem lenne teljes, vagy hozzáférhető, így a tartalom részét képezi az egységes forrás azonosító az URL is.

Maga egy programrészlet is tartalom, ha a forrását vizsgáljuk, viszont működés közben már nem az, hiszen éppen a tartalmon végez műveletet, vagy annak célbajuttatására szolgál. Láthatjuk, hogy egy tartalom-termék előállításakor különféle tartalmi elemek alkalmazására van szükség, melyek szoros kölcsönhatásban vannak egymással. Ahhoz, hogy jelentősegteljesen, objektív módon tudjunk hozzászólni a témakörhöz, néhány alapvető fogalom tisztázása, illetve a tartalom fajtáinak definiálása szükséges.

Tartalom típusa	Rövid definíció	Szempont
Fő (Source Content)	A felhasználók szempontjából legfontosabb tartalom, mert ez hordozza a kívánt tudást, információt. A felhasználók rendszerint ezt keresik a többi tartalmi elem ennek elérését, megjelenítését szolgálja. Egyben ez a legértékesebb tartalom, e miatt van létjogosultsága a többinek.	Felhasználói
Valós (Hard Content)	Az a tartalom, amely látható, elérhető, a felhasználó számára. Bármely információforrás, amely valamilyen jelentést hordoz, vagy közvetít.	
Rejtett (Soft Content)	Az a digitális program kód, vagy egyéb tudományos illetve technikai információ, melyet a felhasználó közvetlenül nem lát, és szorosan a tartalmi környezethez kapcsolódik, elengedhetetlen a tartalom megjelenítése, vagy dinamikusságának biztosítása érdekében. (Alkalmazások, programok, vezérlő szerkezetek, HTML stb....)	
Szöveges (Editorial Content)	Írásos, elbeszélő jellegű tartalmi elem, szavakból és mondatokból épül fel. Rendszerint nyomtatható, vagy nyomtatott formából elektronikusan feldolgozott anyag.	Objektív
Grafikus (Graphical Content)	Íde tartoznak a vizuálisan észlelhető, nem írásos elemek, mint képek, grafikák, grafikonok, animációk, mértani alakzatok.	
Adás (Broadcast Content)	Olyan tartalom, amely folyamatában érhető el, tehát élő vagy rögzített hang/kép közvetítés, időben folytonosan változó információ, mely kezdeti és befejezési pontja közötti részletben értelmezhető. Ilyenek a rádió vagy TV közvetítések, egyéb adatfolyamok, de egy letölthető audio file is.	
Védjegy (Branding Content)	Ebbe a csoportba tartoznak azok az elemek, amelyek közvetlenül kapcsolódnak a márkajelzéshez, tulajdonosi viszonyokhoz. Ilyenek a logók, bejegyzett kereskedelmi márkák, védjegyek, illetve domain nevek, és egyéb levédett jelmondatok.	
Meta (Meta Content)	Azok a tartalmi részek melyek információt nyújtanak a fő tartalomról. A tartalomjegyzék, összefoglalás, vagy oldalszám.	Technikai
Strukturált (Structural Content)	Olyan tartalmi elemek, melyek segítenek egy áttekinthetőbb vizuális megjelenés kialakításában. Táblázatok, keretek, hierarchiák, fa struktúrák.	
Típusleíró (Navigational Content)	Azok a tartalmi elemek, melyek megadják, hogy milyen formában kell értelmezni a fizikailag file állapotú objektumokat – kép, hang, szöveg, vagy egyéb alakban.	

Tartalom típusa	Rövid definíció	Eszköz
Dinamikus (Dynamic Content)	Az a tartalom, amely on-line kapcsolatban áll külső objektumokkal, így valamilyen tényező, vagy külső körülmény hatására változik. Például ilyen egy on-line bankszámla, vagy egy elektronikus áruház áru kínálata.	Viselkedési
Interaktív (Interactional Content)	Azok a tartalmi elemek, melyek megjelenési formái a felhasználótól függenek. A kapcsolattartás kétoldaliságát biztosítja, a felhasználó beavatkozására reagál, a felhasználó befolyásolására más állapotba kerül. Ilyenek a testreszabott portál oldalak (a felhasználó állítja össze felületét, pl.: elrejtetheti, megjelenítheti a naptárát...), illetve egy egyszerű legördülő menü is.	
Kapcsoló (Hyper Content)	Azon elemek, amelyek kapcsolódási pontokat nyújtanak más dokumentumokhoz, helyekhez. Jellemzően azok a hiperhivatkozásokat hordozó elemek, melyek megjelenési formái a szöveges link, image map, nyomógombok stb.	
Affektív (Affective Content)	Olyan tartalom, melynek célja valamilyen benyomás, érzelmi reakció kiváltása, képzelet megmozgatása, gondolatársítás, vagy emlékébresztés. Hatása van a befogadóra, mint egy műalkotásnak, reklámnak, vagy politikai célzatú stb. hirdetésnek. (Emocionális tartalomnak is nevezik.)	Szubjektív
Marketing (Marketing Content)	Az a tartalom, ami inspiráló, motiváló, vásárló központú, megnyerő, meggyőző nyelvezetű és elsősorban promócionális célokat szolgál.	
Webtóriális (Webitorial Content)	A World Wide Web-en történő megjelenítésre előkészített tartalmi elemek gyűjteménye, illetve az az elvi vázlat, melyek birtokában a tényleges Web tartalom előállítható. Szövegek, digitális képek, videók hangok, és a hozzájuk tartozó elhelyezkedési, megjelenési tervek. CRP (Content Requirements Plan)	Tervezési

[3]

A tartalom tudomány fejlődése lehetőséget biztosít annak elérésére, hogy olyan tartalom termékek jelenjenek meg a világhálón, melyek segítségével gyorsan és könnyen juthatunk hozzá a kívánt információhoz. A globális adatrendszerek látogatottsága nagy mértékben hatékonyságuktól, az információk frissességétől és helytállóságától, ezekből következően a felhasználók elégedettségétől függ. Ekkor már nem elég a megfelelő technikai háttér, gyors szerverek, nagy adatátviteli sebesség, a tudatosan tervezett és dinamikusan növekedni képes tartalmi felépítés is követelmény. Ennek hiányában a látogatottság nem növekszik arányosan a feldolgozandó adatbázisok méretével, így rentabilitását vesztheti a rendszer. Hiszen oda érdemes látogatni, ahonnan a számunkra fontos, friss információt hatékonyan meg tudjuk szerezni. Amit pedig nem látogatnak, azt nem érdemes frissíteni.

Irodalomjegyzék:

- [1] Paola Di Maio: Online Taxonomies - The Next Shift for Information Science | www.content-wire.com 2001
- [2] The Contentologist: General contentology | eJournal | www.contentology.com 2002
- [3] The Contentologist: How to speak the language of contentology | eJournal | www.contentology.com 2002

Berki Gábor

Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Alapítvány

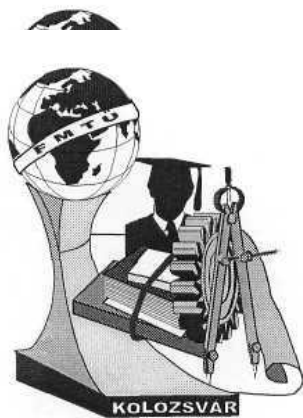
Logisztikai és Gyártástechnikai Intézete

3519 Miskolc, Miskolc, Bay Zoltán tér 1.

Tel: +36 46 560 130

Fax: +36 46 369 438

E-mail: berki@bzlogi.hu



FLATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

FESTÉKBEVONATOK TAPADÁSÁNAK VIZSGÁLATA

Nagy Ákos, Hegman Norbert

The aim of this examination was to measure how can change the adhesion properties of paint coatings of the mirrors - produced by the Guardian Hunguard Ltd. for inner use - by increasing the number of the paint coating layers. The examined samples contain one, two, three and four paint coat. To measure the adhesion properties scratch test was carried out

A vizsgálat célja az volt, hogy meghatározzuk, hogyan változnak a Guardian Hunguard Kft által gyártott, beltéri használatra készült tükrök védő festékbevonatának adhéziós tulajdonságai a festékrétegek számának növelésével. A vizsgált mintadarabok egy, kettő, három illetve négy réteg festéket tartalmaztak. Az adhéziós tulajdonságok meghatározása karcvizsgálattal történt.

Bevezetés

Régen tükörnek csiszolt ezüstlemezeket alkalmaztak; majd ezt felváltották az egyik oldalukon fémmel bevont üvegtáblák [1]. Eleinte az üveg bevonására leginkább ónfoncsort használtak, ezt napjainkra felváltotta az ezüst. A vizsgált minták az orosházi Guardian Hunguard Kft-ben készültek. Az általuk előállított úsztatott üvegre kémiai redukciós fémbevonási eljárással viszik fel a tükröző ezüstréteget és az ezt védő rézbevonatot. Az ioncserélt vizes öblítés után a két fémréteget tartalmazó üvegtábláról sűrített levegővel fújatják le a nedvességet, majd szárítókemencében szárítják. Visszahűtés után kerül rá az alapozófesték, melynek feladata a rézréteg védelme a korróziótól. A festék felvitele függönyös festőgéppel történik. Szárítás és visszahűtés után hasonló eljárással fedőfestéket kap a tükör, mely védi az alatta levő rétegeket a mechanikai sérülésektől, és pórusmentes fedőréteget biztosít. Ezt követi egy magasabb hőmérsékletű hőkezelés, melynek hatására az előzetesen csak szárított festékrétegek polimerizálódnak.

Ebben a dolgozatban azt vizsgáltuk, hogy milyen hatással van a festékrétegek számának növelése a rétegek leválasztásához szükséges kritikus erőre. Ennek meghatározásához karcvizsgálatot végeztünk.

A bevonatolt, összetett szerkezetek tönkremeneteli formáit vizsgálva nagyon gyakran találkozhatunk a réteg különböző mértékű berepedezésével, feltöredezésével, lepattogzásával, leválásával [2]. Mivel az alkalmazott bevonatok jelentősen növelhetik az egyes alkatrészek élettartamát, javíthatják felhasználói funkcióit, ezért a bevonat és a szubsztrát között kialakuló adhéziós kötés erőssége döntő fontosságú.

Az adhéziós kötés erősségét a réteg leválását előidéző erővel jellemezzük. Gyenge adhéziós kötések vizsgálatára számos, szabványosított módszer ismert és használatos. A hagyományos és korszerű bevonatoló eljárásokkal (PVD, CVD, kémiai redukciós fémbevonás, stb.) létrehozott bevonatok nagyobb adhéziós kötőerejének vizsgálatára is több modell-kísérleti illetve félüzemi kísérleti módszert fejlesztettek ki, melyek közül a legígéretesebbnek a karcvizsgálat tekinthető.

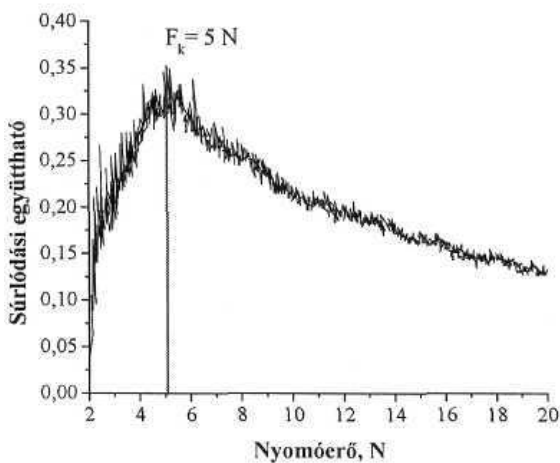
1.1. A karcvizsgálat mérési elve és alkalmazási köre

A mérés elve a következő: lépcsőzetesen vagy folyamatosan növekvő erővel a vizsgálandó felületbe nyomunk egy szúrószerszámot (általában egy Rockwell C keménységmérő gyémánt szúrószerszámát, 200 μm lekerekítési sugarú hegygel), miközben a próbatest és a szúrószerszám folyamatosan, lineárisan elmozdul egymáshoz képest [2]. Az így létrehozott karc a növekvő terhelőerő következtében egyre jelentősebb mértékű károsodást idéz elő a bevonat és a szubsztrát anyagában. A karcvizsgálat végezhető állandó terhelőerővel is, melynek segítségével pontosíthatjuk a kritikus erő értékét.

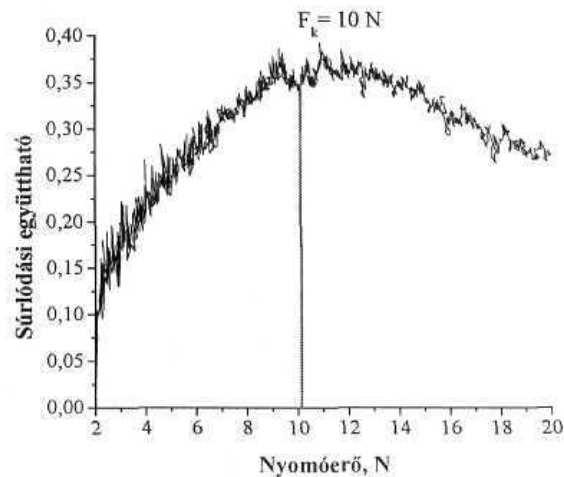
A vizsgálat eredményeként az adhéziós kötés kvantitatív jellemzőjeként azt a kritikus erőt (F_k) határozhatjuk meg, amely valamilyen, jól definiálható károsodási mértéket - többnyire a bevonat leválását - idéz elő. A kiértékelés ezt követően a karc morfológiai vizsgálatát igényli, hagyományos fénymikroszkóp vagy pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) segítségével, s ebben a fázisban - bizonyos szubjektív hibák előfordulását sem kizárva - kell meghatározni a kritikusnak ítélt károsodási mértéket.

A kritikus tönkremenetel valamilyen fizikai tulajdonságváltozással jár, pl. jól detektálható a bevonatban keletkező repedések keltette zaj, vagy a súrlódási viszonyok változásának regisztrálásával, ezért a korszerűbb karcvizsgáló berendezéseket akusztikus emissziós érzékelővel, vagy a súrlódási együttható mérésére alkalmas műszerekkel látják el. A vizsgálati módszer alkalmazási körének bővítését és a mérés reprodukálhatóságának javítását célozza a berendezés összeépítése in-situ megfigyelésre alkalmas eszközökkel (SEM, videokamera) illetve a mérés és adatgyűjtés PC-vel történő vezérlése, automatizálása.

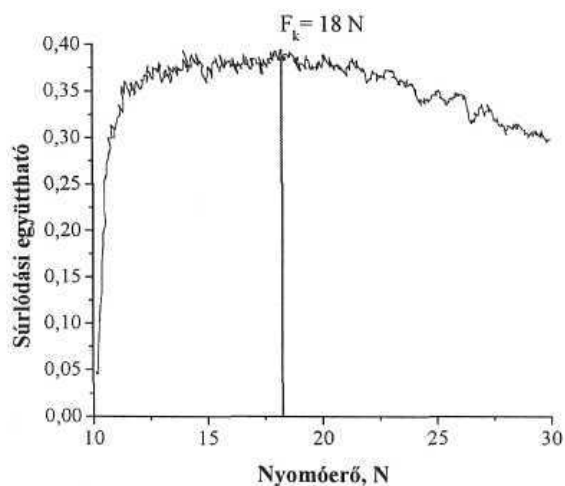
A karcvizsgálatot a Mechanikai Technológiai Tanszéken található SP-15 típusú karc- és koptatásvizsgáló berendezéssel végeztük el. A vizsgálat során a berendezéshez kapcsolt adatgyűjtő PC segítségével elmentettük a nyomóerőt, a karctű által megtett utat és a súrlódási együtthatót. Az SP-15 jelű karcvizsgáló berendezés segítségével keménybevonatú alkatrészeket lehet minősíteni, elsősorban abból a szempontból, hogy a keményréteg milyen tapadószilárdsággal rendelkezik az alapanyagon [3]. A bevonat tapadására jellemző kritikus erő meghatározásához minden egyes darabon 5-5 karcot készítettünk növekvő terhelőerővel. A karcvizsgálat során elmentett adatsorokból táblázatkezelő program segítségével nyomóerő - súrlódási együttható görbéket rajzoltunk (1.-4. ábra).



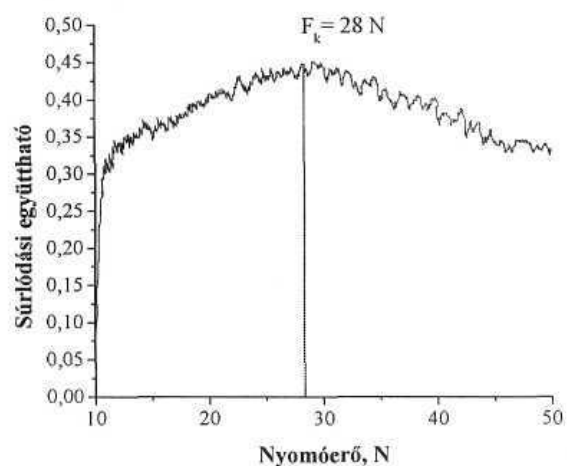
1. ábra. Egy festékréteget tartalmazó minta



2. ábra. Két festékréteget tartalmazó minta



3. ábra. Három festékréteget tartalmazó minta



4. ábra. Négy festékréteget tartalmazó minta

A bevonat leválását okozó kritikus erő értékét állandó terheléssel végzett mérésekkel pontosítottuk. Mivel az egyes bevonatok tapadása eltérő volt, ezért a különböző rétegtípusokhoz különböző paramétereket állítottunk be. Az 1. táblázat tartalmazza az egyes rétegtípusokhoz tartozó paramétereket és a leválasztásukhoz szükséges erőt. A diagramok alapján látható, hogy a festékrétegek

számának növelésével nő a teljes bevonat leválasztásához szükséges erő (F_k), ami el is érhető. Azonban a rétegvastagság növelésével a felületen szabad szemmel is látható gázzárványok jelennek meg, amit valószínűleg az okoz, hogy szárító hőkezelés közben a festékből nem tud teljesen eltávozni az oldószer. Ez a jelenség elsősorban a négy festékréteget tartalmazó mintán jelentkezik erőteljesen.

1. táblázat. Az egyes rétegtípusok mérési paraméterei és a leválasztásukhoz szükséges erő

Bevonat*	$F_{induló}, N$	$F_{vég}, N$	$dF/ds, N/mm$	$v, mm/perc$	F_k, N
A	2	20	2	5	5
A-F	2	20	2	5	10
A-F-A	10	30	5	5	18
A-F-A-F	10	50	5	5	28

* Jelmagyarázat: A - alapozófesték, F' - fedőfesték, a sorrend egyben rétegrendet is jelöl.

Összefoglalás

Karcvizsgálattal mértük a különböző festékrétegek leválasztásához szükséges erőt. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a festékrétegek számának növelésével növelhető a bevonat leválasztásához szükséges erő. Ennek ismeretében a kívánt igénybevételhez igazítható a festékbevonat. Ugyanakkor a rétegek számának növelésével nő a bevonatban a gázzárványok kialakulásának esélye, ezért több réteg alkalmazása esetén hosszabb ideig kell végezni a szárítást, hogy az oldószer ne okozzon gázképződést a polimerizáló hőkezelés közben.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Guardian Hunguard Kft-nek a mintadarabok biztosításáért, a Mechanikai Technológiai Tanszéknek a karcvizsgálat elvégzésében nyújtott segítségért, valamint az OTKA-nak az M36330-as és M041536-os számú támogatásáért.

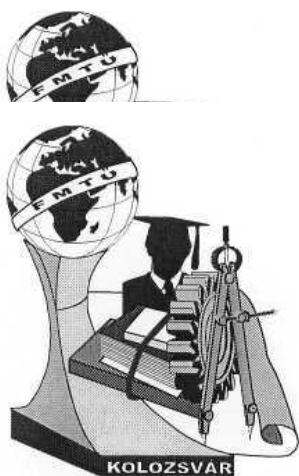
Irodalomjegyzék

- [1] <http://www.mek.iif.hu/porta/szint/egyeb/lexikon/pallas/html/102/pc010295.html>
- [2] Kocsisné dr. Baán Mária: Bevonatok adhéziós kötés-erősségének vizsgálata, Oktatási segédlet, TEMPUS 8066/1998 (1-7 o.)
- [3] Czél György: Használati utasítás karcvizsgáló berendezéshez, Oktatási segédlet, Miskolc, 1997.

¹Nagy Ákos, ²Hegman Norbert/"doktorandusz hallgató, ²egyetemi docens

^{1,2}Miskolci Egyetem, Nemfémes Anyagok Tanszéke, Miskolc-Egyetemváros H-3515

Tel: +36-46-565-111/20-74, Fax: +36-46-365-924 E-mail: sokagyan@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

AZ OLVADÉK ÁRAMLÁS HATÁSA A DENDRIT ALAKJÁRA

Póliska Csaba, Gácsi Zoltán

The aims of our research are the characterization of the dendritic structure which forms during the solidification. We search parameters which help can be described the shape of the dendrite with. First measuring was made in test formation. The test formation models the secondary dendrite arm's coarsening of the dendritic structure which forms during the solidification. Then we measured on the real images. The characteristic parameters are: specific surface, orientation factor, Saltykov-shapefactor. Furthermore we drawn orientation rose diagram.

A vizsgálataink célja, hogy a kristályosodás során kialakuló dendrites szerkezetet jellemezzük. Olyan paramétereket keresünk, melyek segítségével a dendrit alakja leírható. Méréseinket először tesztalakzatokon végeztük el. A tesztalakzatok a dendrites kristályosodás során kialakuló szekunder dendritágak durvulását modellezik. Ezután következik a valós képeken történő mérés. A jellemző paraméterek a következők voltak: fajlagos felület, orientációs faktor, Saltykov féle alaktényező. Ezen kívül orientációs rózsadiagramot szerkesztettünk.

Bevezetés

Eddigi munkánk során a dendrites kristályosodás geometriai paramétereinek a mérésével foglalkoztunk [7, 2]. Mivel a fémek, fémötvözetek nagy része dendritesen szilárdul meg, és a kialakuló dendrites szerkezet orientációja, valamint a dendrit alakja, mérete jelentős hatással van az anyagok felhasználás szempontjából lényeges tulajdonságaira, ezért nagyon fontos dolog ismerni a szerkezet jellemzőit. Vizsgálatainkban „*in situ*” módon tanulmányoztuk az olvadékmozgás hatását a dendrites kristályosodás nyomán kialakuló szövetszerkezetre.

A dendrites kristályosodás lefolyását és a kialakult szerkezetet elsősorban a dendritcsúcs előtt - és részben a dendritek között - kialakuló koncentrációkülönbség irányítja. Amilyen mértékben csökken az ötvözőfém koncentrációja a dendritcsúcs előtt - diffúzióval esetleg áramlással - olyan mértékben

képes a kristályosodás folytatódni. A kristályosodás során az olvadékban szükségképpen kialakuló koncentráció és hőmérsékletkülönbség sűrűségkülönbséget okoz, amely gravitációs térben áramláshoz vezet.

A kísérletekhez általunk használt modellanyag *borostyánkősav-dinitril (succinonitrile, SCN)* volt, amely alkalmazhatóságát tekintve számos - a kristályosítás szempontjából - előnyös tulajdonsággal rendelkezik. A kristályosításhoz általunk használt berendezést Réger [3] valósította meg.

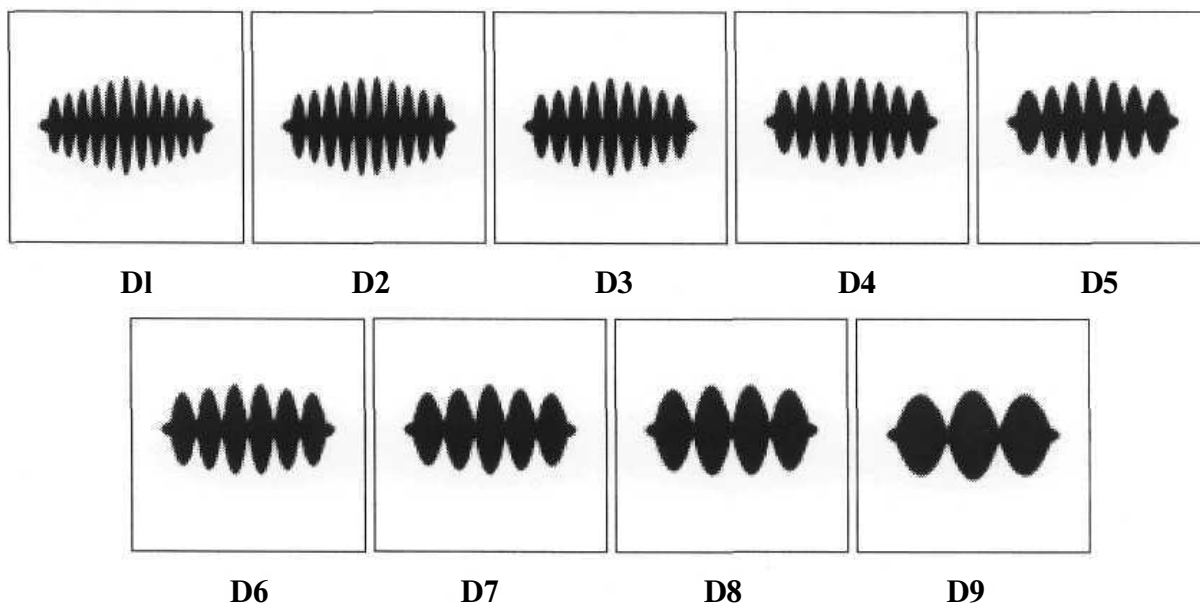
Annak érdekében, hogy az olvadékmozgás dendrites kristályosodásra kifejtett hatását tanulmányozni tudjuk, változtattuk a szilárd/olvadék határfelület gravitációs vektorhoz viszonyított mozgási irányát. Pontosabban, a szilárd/olvadék határfelület előtt, az olvadékban, a hőmérséklet és a koncentrációkülönbség miatt kialakuló sűrűség-gradiens irányát módosítottuk a gravitációs vektorhoz képest. Éppen ezért, az üveg mintatartót, s vele a szilárd/olvadék front mozgási irányát három különböző módon állítottuk be:

- 1) A szilárd-olvadék front vízszintesen mozgott,
- 2) A szilárd-olvadék front fentről lefelé mozgott,
- 3) A szilárd-olvadék front lentől felfelé mozgott.

Mint ahogy, korábbi munkáinkban már beszámoltunk róla, a három különböző irányban kristályosított *borostyánkősav-dinitril* dendritek geometriai adataiban különbséget találtunk. Az elemzések során a *primer dendritág távolságot* (λ_j) és a *dendritcsúcs sugarát* (r_j) határoztuk meg. Eredményként azt kaptuk, hogy a vízszintes kristályosításnál a sűrűségkülönbség indukálta áramlás hiánya miatt viszonylag nagy primer dendritág-távolság, s dendritcsúcs-sugár alakult ki. Amikor a kristályosodási front mozgása a gravitációs vektorral megegyező, vagyis a dendritcsúcs-sugár előtti olvadék a gravitáció hatására áramolni képes, kisebb primer dendritág-távolság mérhető. Mindezek mellett a lentől felfelé, illetve fentről lefelé mozgó kristályosodási front által produkált primer dendritág-távolság között már kisebb különbség adódott.

Tesztalakzatok

A dendrit alakjának a jellemzéséhez, a megfelelő paraméterek megtalálásához tesztalakzatokon végeztünk méréseket. A tesztalakzataink egy sorozatot képeztek, amelyeken a dendritek magassága állandó volt, egyedül a szekunder dendritágak száma változott. Az első képen még 11 ág szerepelt, de a kilencediken már csak 3, vagyis képről-képre eggyel csökkent a szekunder dendritágak száma. Ez gyakorlatilag a szemcsedurvulást szimbolizálja, hiszen a szekunder dendritágak számának a csökkenésével a szélességük növekszik, az ágak egyre „kövérebbek” lesznek, vagyis durvulnak. A képsorozat egyes tagjait mutatja be az **1. ábra**.

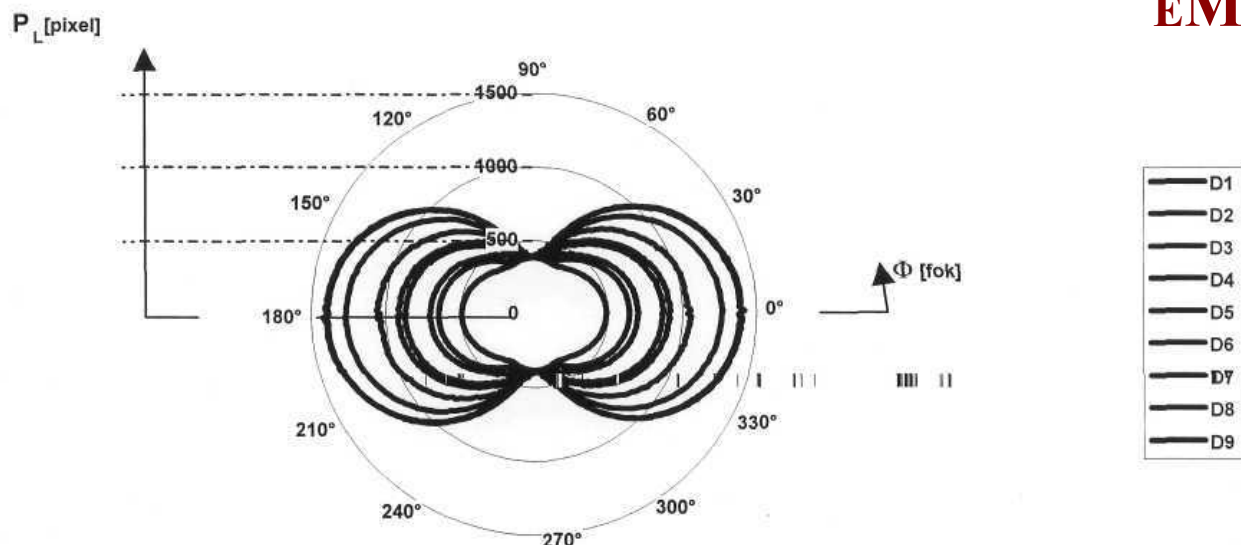


1. ábra. A tesztképek

Alakjellemezés

A dendrit alakját, anizotrópiáját többféleképpen lehet jellemezni. A jellemzéshez természetesen meg kell mérni különböző paramétereket az adott alakzaton. A mérés során képelemző berendezés segítségével az orientációs tengellyel párhuzamosan vonalhálót fektettünk az egyes tesztképekre és megszámoltuk a vonalak és a tesztképen szereplő dendrit metszéspontjait - $(P_L)_p$ -, másrészt erre a vonalra merőlegesen is elvégeztük a mérést - $(P_L)_m$. Ezen kívül megmértük a tesztalakzatok területét (K) és területét (T) is.

A kapott adatok feldolgozása különböző módokon történt. A $(P_L)_p$, $(P_L)_m$, adatok felhasználásával vagy az *orientációs rózsza diagramot* rajzolhatjuk meg (ábrázolva a metszésszámokat az elforgatási szög függvényében), vagy számszerűen érzékeltethetjük az anizotrópiát. Az általunk mért szerkezetek -a méréseket síkban végezzük, nem pedig térben - részlegesen orientált vonalrendszereknek is tekinthetőek. A részlegesen orientált vonalrendszerek *rózsza diagramja* egymással szemben lévő körökből épül fel, amihez a koordinátarendszer középpontjában lévő kör is hozzátartozik. A létrejött diagram a vonalrendszer irányítottságára jellemző, elkülönítve mutatja egyrészt az orientált-, másrészt az izometrikus vonalak elhelyezkedését.



2. ábra. Az orientációs rózsza diagram

A **2. ábra** diagramja mutatja a tesztalakzatokon történt mérések eredményeit. A rózsza diagramon megfigyelhető, hogy a szekunder dendritágak számának a csökkenésével csökken a metszésszám is. A tesztalakzatokra szinte mindvégig a függőleges irányú orientáció a jellemző, de az utolsó tesztalakzat - melyen már csak 3 szekunder dendritág van - rózsza diagramján fent és lent is megjelenik egy-egy kis kör, ami azt mutatja, hogy ez az alakzat nem annyira anizotróp, mint az előzőek. Megállapítható, hogy a szekunder dendritágak számának a csökkenésével csökken a dendrit anizotrópiájának a mértéke is.

A gyakorlatban sokkal egyszerűbben is lehet jellemezni az orientációt, nevezetesen az *orientációs fok* megadásával. Ha a tesztalakzatokat síkon részlegesen orientált vonalrendszereknek tekintem, akkor abban az esetben, ha még nincsenek szekunder dendritágak, az alakzat közel horizontális irányú vonalszakaszokból összerakható. Amint megjelennek a szekunder dendritágak, ez a rendszer felbomlik, és a szekunder ágak, mivel közel vertikális irányú vonalszakaszoknak tekinthetők, az addigi horizontális irányú orientációt lassan vertikális irányba fordítják. Az alábbi egyenlet segítségével az orientáció mértéke könnyen meghatározható.

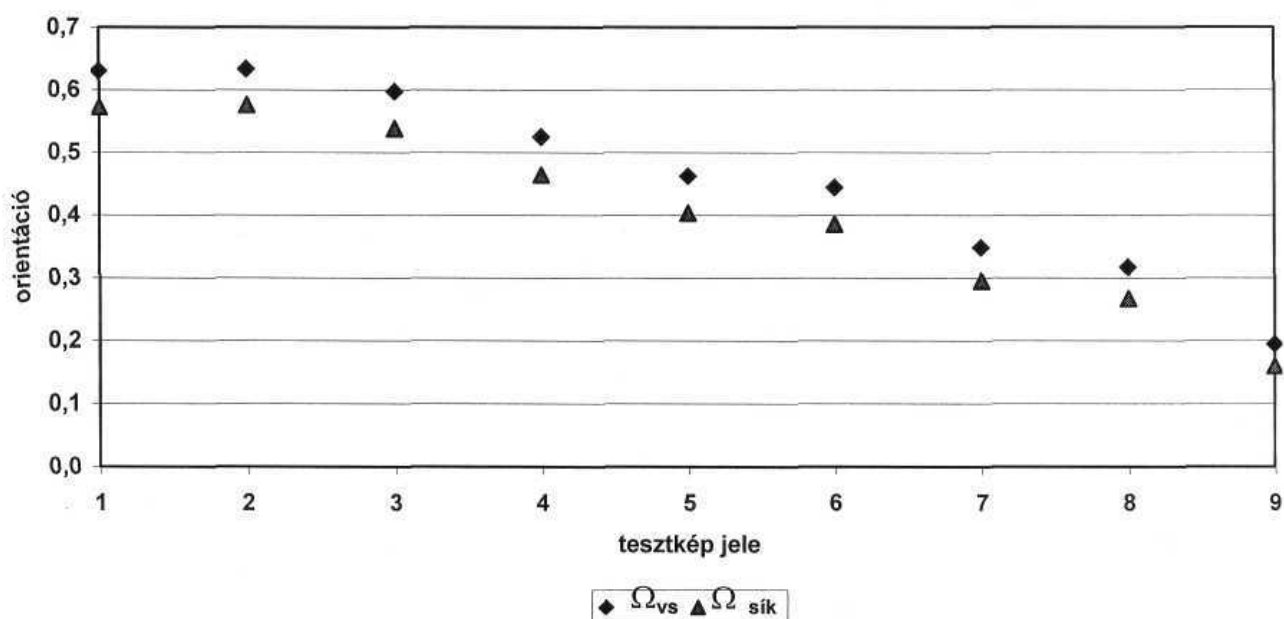
$$\Omega_{vs} = \frac{(P_L)_m - (P_L)_p}{(P_L)_m + \left(\frac{\pi}{2} - 1\right)(P_L)_p} \quad (1)$$

A dendrites szerkezetet tekinthetjük részlegesen orientált felületrendszernek is. A részlegesen orientált felületrendszerek jellemzésére ma is a Saltykov [4] által javasolt rendszert használjuk. Az izometrikus felületrendszerek között három típust különböztetünk meg: lineáris, sík és sík - lineáris

orientációval rendelkező felületrendszereket. Levezetések után megkapjuk, hogy az orientációs faktor az alábbi egyenlet segítségével számolható.

$$\Omega_{sik} = \frac{(P_L)_m - (P_L)_p}{(P_L)_m + (P_L)_p} \quad (2)$$

Mint a következő ábrán látjuk, az orientációs faktor itt bemutatott kétféle számítási módja nagyon hasonló eredményt szolgáltat (Az D1...D9 jelölésnek az 1...9 számok felelnek meg!).



3. ábra. Az orientációs faktor változása

Az orientációs faktor értékeinek a változása meglehetősen egyértelmű. A szekunder dendritágak számának a csökkenésével - vagyis a durvulási folyamattal párhuzamosan - mind jobban csökken a tesztalakzat anizotrópiája.

További jellemzőként kiszámolhatjuk az alakzatok (ebben az esetben dendritek) *fajlagos felületét*, ami a tesztkép bonyolultságától függően szintén eltérő értékeket mutat. A *fajlagos felület* kiszámolásának képlete nagyon egyszerű, csak az alakzat - dendrit - területére és kerületére van szükség.

$$S_v = \frac{K}{T} \frac{4}{\pi} \quad (3)$$

A fajlagos felület nagysága is meglehetősen egyértelműen változik. A szekunder dendritágak durvulásával egyre kisebb lesz a dendrit fajlagos felülete.

Az izotróp szemcse rózsa diagramja egy körből áll. Ha az alakzat anizotróp, ez a kör több körre bomlik fel. Amikor az orientáció iránya horizontális - ez a cella hosszmetSZete esete -, a rózsa diagram két, egymás felett elhelyezkedő körből áll. A szekunder dendritágak számának a csökkenésével - vagyis a durvulási folyamat erősödésével - csökken a metszésszám is. A tesztalakzatokra szinte mindvégig a függőleges irányú orientáció a jellemző, de az utolsó tesztalakzat - melyen már csak 3 szekunder dendritág van - rózsa diagramján fent és lent is megjelenik egy-egy kis kör, ami azt mutatja, hogy ez az alakzat horizontális és vertikális irányban közel azonos irányítottsággal bír. Megállapítható, hogy a szekunder dendritágak számának a csökkenésével, csökken a dendrit anizotrópiájának a mértéke is.

A tesztalakzat sorozat orientációs faktor értékeinek a változása meglehetősen egyértelmű. A durvulási folyamat erősödésével mind jobban csökken a tesztalakzat anizotrópiája. A kétféle módon számított anizotrópia, mindkét sorozat esetén hasonló értéket mutat. A szekunder dendritágak kialakulásával és növekedésével folyamatosan növekszik a fajlagos felület értéke is. A szekunder dendritágak durvulásával pedig egyre kisebb lesz a dendrit fajlagos felülete.

Irodalomjegyzék

- [1] Cs. Póliska, K. Tomolya, J. Kovács, Z. Gácsi, M. Réger: Effect of Direction of Solidification on the Dendritic Structure, Materials Science Forum Vols. 329-330, pp. 291-296, 2000.
- [2] Cs. Póliska, J. Kovács, Z. Gácsi: Characterization of the Dendritic Structure, KEPAF Conference on Image Analysis and Pattern Recognition, Noszvaj, Hungary, pp. 163-168, 2000.
- [3] Réger M.: Kristályosodási tranziens folyamatok vizsgálata, I. Berendezés modellanyag irányított kristályosítására, Bányászati és Kohászati Lapok, Kohászat, Vol. 128, 6, Budapest, Hungary, pp. 231-236, 1995.
- [4] Saltykov S. A.: Stereometrische Metallographie, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1974.

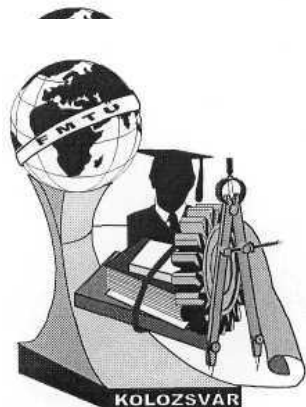
Póliska Csaba, doktorandusz hallgató

H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Anyagtudományi Intézet, Fémtani Tanszék

Tel:+3646-565111-2302

Fax:+3646-565201

E-mail: policsabi@yahoo.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

SZEGMENTÁLÁS KÉPI MINTA ALAPJÁN

Gácsi Zoltán, Sárközi Gábor

Abstract

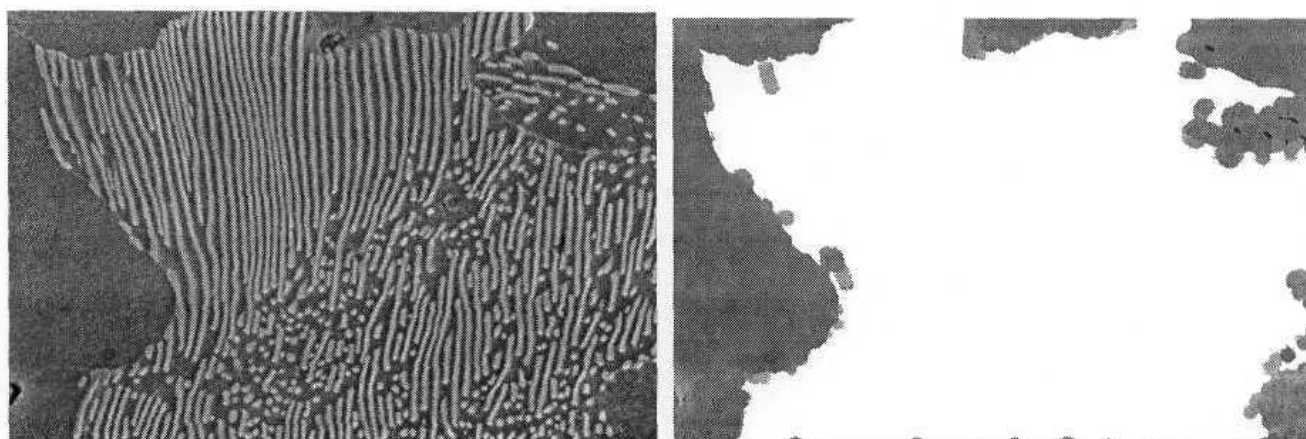
Several methods for separation of different textures in an image are known today: most of them can be considered as a successive convolution or a mathematical morphological transformation and a segmentation by grey levels, which together provide the binary output. Some procedures for calculation of the fractal dimension of the fracture surface are shown, and a new method for separation of different regions of an image based on local fractal dimension is introduced.

A képi textúra elkülönítésére több módszer ismeretes: a legtöbb felfogható egy konvolúció vagy matematikai morfológiai átalakítás és egy szürkeségi szint szerint történő, egy lépésben bináris outputot adó egymásutánjaként. Bemutatásra kerül néhány a felület fraktáldimenziójának meghatározására irányuló eljárás, valamint egy új, a kép egyes tartományainak megkülönböztetésére alkalmas lokális fraktáldimenzió alapuló módszer.

Textúraanalízis morfológiai transzformációk segítségével

A lényeges képi információk megkülönböztetése a mérés során nélkülözhetetlen. A mérni kívánt jellegzetességek elkülönítését (a zajtól, háttértől) szegmentálásnak vagy detektálásnak nevezzük. Több fajtáját különböztethetjük meg aszerint, hogy mely jellegzetességek alapján teszünk különbséget a kép tartományai közt. Szürkeképek szegmentálásakor az RGB formátum bármelyik színsávja szerint, vagy a HSI formátum intenzitás-értéke szerint végezhetjük a detektálást, ami ekkor a képre jellemző szürkeségi hisztogram "vágását" jelenti egy, az elemezni kívánt objektumok színétől függően. Problémaorientáltan más szegmentálási módszereket is konstruálhatunk, amelyek önálló módszernek is tekinthetők, ha végeredményük közvetlenül a bináris output. Ezek az műveletsorozatok azonban általában megfogalmazhatók bizonyos szürkeképátalakító műveletek és az ezeket követő szürkeségi szint szerinti elkülönítés egymásutánjaként. Így például a szürkeségi szint szerinti szegmentálás egyfajta egylépéses LUT transzformáció, a szövetelemek textúra alapján történő elkülönítése viszont kétlépéses folyamat: részben morfológiai műveletek elvégzését igényli.

Tekintsünk egy ferrit-perlites szövetcépet, vagyis amelyben az eutektoidot alkotó fázis egyike maga a proeutektoidos szövetelem. Elemezzük ezt olyan nagyításnál, ahol az eutektoid szerkezete is látszik. Ekkor a szövetelemek elkülönítése közvetlenül szürkeségi szint alapján nem lehetséges. Alkalmazzunk e helyett egy $n \times n$ pixel méretű szerkezeti elemet: helyettesítsük minden képpont értékét a kernel által kijelölt szomszédsága (a) maximum és minimum értékének különbségével, (b) minimumával! Ez (a) homogén, (b) világos tartományokban nem jelent érdemi változást, periodikus szerkezetből viszont többé-kevésbé homogén foltokat képez, ami éppen az elérni kívánt eredmény, így a detektálás már megoldható. [1]



(a)

(b)

(a) Eredeti kép, ebben a formában szürkeségi szint szerint szegmentálva nem értelmezhető.

(b) Morfológiai átalakítás után detektált kép (8 szomszédság különbsége).

Textúraanalízis lokális fraktáldimenzió segítségével

A fraktálok bizonyos matematikai iteráció útján létrejöttek, alapvetően geometriai alakzatok. Két csoportjukat különböztethetjük meg: a geometriai és a véletlen fraktálokat. A geometriai fraktálok előállítása meghatározott növekedési szabály segítségével történik. Az így létrejött geometriai alakzat valamely tulajdonságának (pl. területének) logaritmusának a lépések száma logaritmusának függvényében lineáris. A véletlen fraktálok olyan rendszerek, amelyek bár nem szabályos geometriai alakzatok, de ha tulajdonságaik statisztikus átlagát képezzük, akkor hasonló linearitást kapunk. Vizsgáljuk meg, hogyan értelmezhető egy kép, annak egyetlen tartománya fraktáldimenziója!

A profilok a felület topográfiai átlagsíkjára merőleges síkmetszetén adódó szabálytalan síkgörbék. Ennek mérhető hossza változik a nagyítással, ám ezt a viszonyt jól közelíthetjük egyetlen nagy nagyítás mellett felvett képen változó hosszúságú szegmensek, lineáris profilelemek alkalmazásával. A szegmensek hosszának összegzése az adott profil hosszának közelítését adja. A profilérdesség (R_L) a profilhossz és a vetített hossz hányadosa, ami nyilvánvalóan függ az adott szegmenshossztól, vagy az aktuális nagyítástól.

Legnyilvánvalóbbnak a szürkekép-felület dimenzióját, mint a töretfelületek analógiájára megkonstruált fraktáldimenzió-mennyiség tűnik; a profilhossz illetve felület nagyításfüggését

matematikailag az ún. Richardson-egyenlet adja meg (az szegmenshossz-értésség függvényét logaritmikusan ábrázolva D a meredekségből adódik):

$$R_L(\eta) = R_1 \eta^{1-D_L} \text{ illetve } R_S(\kappa) = R_2 \kappa^{2-D_S}$$

Gokhale, Underwood és Drury [2,3] megmutatták, hogy

$$R_S = \overline{R_L \psi}$$

azaz a felület érdessége a profilérdességek és - a profilelemek szög szerinti eloszlását jellemző - szerkezeti faktorok szorzatainak átlagaként adódik. Mindezekből

$$R_S(\eta) = \overline{R_L(\eta) \psi(\eta)}$$

Értelmezhető-e, és ha igen, hogyan, a fraktáldimenzió pontbeli értéke? Tekintsük az adott pontból induló változó méretű szegmensek egy sorozatát (több irányban is): vizsgáljuk meg, hogyan változik a profilérdesség az adott irányban a szegmenshosszal, végül átlagoljunk irányok szerint! Egyetlen szegmens figyelembe vételével tkp. annak dőlésszöge határozza meg a vetületét, azaz azt kell vizsgálnunk, hogy az aktuális szegmenshossz esik a legközelebb egy egy felületi ponthoz, azaz mikor teljesül legpontosabban az alábbi egyenlet:

$$\eta = \sqrt{(z_2 - z_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}$$

Ekkor pedig

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{z_2 - z_1}{\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}}$$

illetve az adott szakaszon

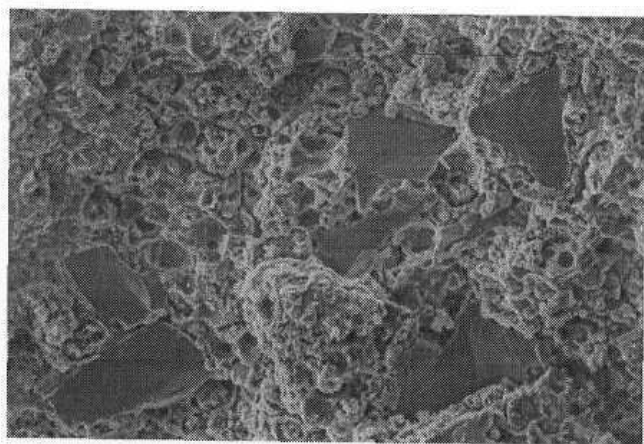
$$R_L = \frac{\eta}{\sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2}}$$

Első közelítésben a szerkezeti faktor vizsgálatát elhanyagoljuk.

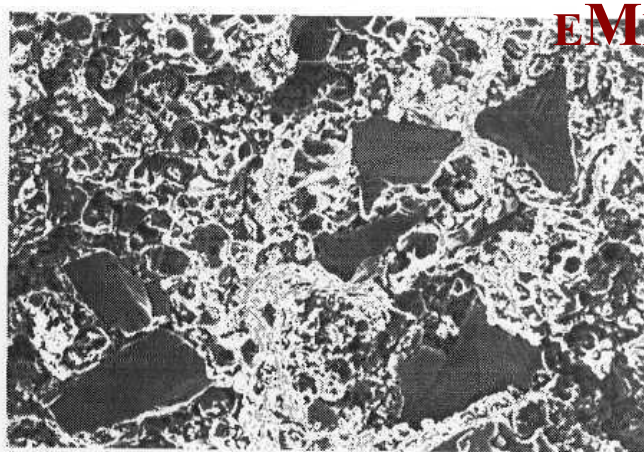
Az alábbi képeken egy program minden képpontból 5 szomszéd távolságig számolta az érdesség értékeket minden irányban (egy 11x11-es mátrix elemeire), előbb minden 10-ik, majd minden 9-ik, stb. szomszédra, a szegmenshossz változásának közelítéseként, az egyes szomszéd-körökhöz tartozó R_L -ek átlagának logaritmusa és a szegmenshossz logaritmusa adta a fraktáldimenziót. A módszer távolról sem egzakt (a szegmenshossz nem állandó egy-egy körön, stb.). A kijelölés a választott fraktáldimenzió-tartományba eső pontokat tartalmazza, pl. $D < 0,9$.

Értékelés

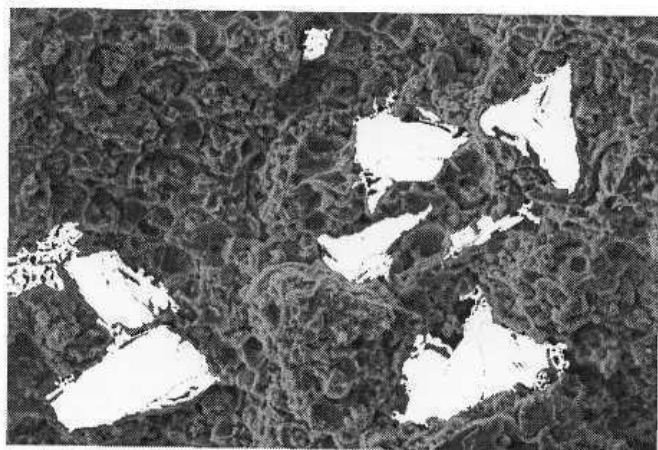
A fraktáldimenzió értelmezhető lokálisan. Egy képponthoz is rendelhető fraktáldimenzió-érték, amely megfelelő módosítással (és a program gyorsításával) alkalmas lehet objektumok elkülönítésére. A módszer robusztussága vizsgálandó: pl. összetett alakzatok, változó színű tartományok alkotta objektumok. A kiugró csúcsokra, mint lokális extrémumokra érzékeny az eljárás, előzetes lágyítás (simítás) javasolt. Pontosabb szegmenshossz-közelítés szükséges.



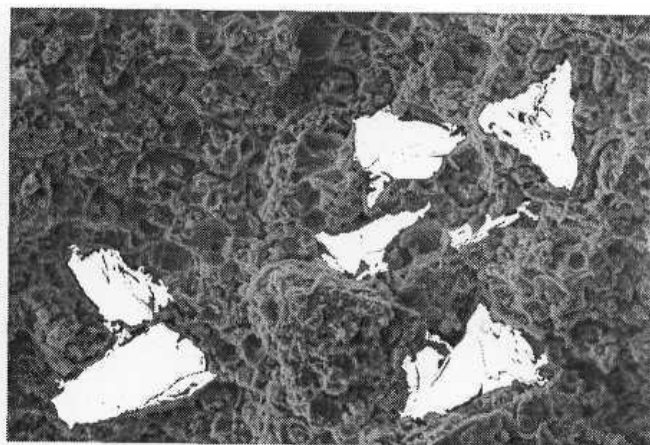
Eredeti kép.



Detektált kép (Quantimet).



(a)



(b)

Szegmentálás fraktáldimenzió szerint: (a) $D < 1,4$. (b) $D < 0,9$.

Irodalom

- [1] Sztereológia és képelemzés, szerk. Dr. Gácsi Zoltán, Well-Press, Miskolc, 2001.
- [2] Gokhale, A. M., Underwood, E. E.: General Method for Estimation of Fracture Surface Roughness: Part I. Theoretical Aspects, Met Trans A, 21A (1990) pp. 1193-1199
- [3] Gokhale, A. M., Drury, W. J.: A General Method for Estimation of Fracture Surface Roughness: Part II. Practical Considerations, Met Trans A, 21A (1990) pp. 1201-1207

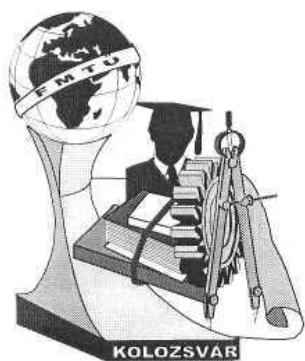
Név: Gácsi Zoltán, PhD, Sárközi Gábor

Cím: Miskolci Egyetem Fémtani Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

Tel./e-mail: (36 46) 565 111 /15-41, femtangz@uni/miskolc.hu

Tel./e-mail: (36 46) 565 111 / 15-38, femtangsg@uni/miskolc.hu

Fax: (36 46) 365 924



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

GÉPBEÁLLÍTÁSI PARAMÉTEREK HATÁSA NYOMÁSOS ALUMÍNIUM ÖNTVÉNYEKRE

Simcsák Attila

Abstract

The paper is about the high pressure die casting machine parameters measuring and examination of the parameters' effects to the quality of castings. By the application of a measuring- and data collecting system, different casting parameters was collected. After the determination of the casting parameters, the author defmeted the casting parameters by means of non-destructive examination, and by this, the purpose came true: perfect casting fabrication by less employment of the implement.

A dolgozat a nyomásos öntőgépek gépbeállítási paramétereinek mérésével foglalkozik és az öntvényekre kiható hatását vizsgálja. Egy mérő és adatgyűjtő rendszer kiépítése után a készülékkel különböző öntési paraméterek alkalmazásával rögzítve lettek az öntési paraméterek, majd az öntésre jellemző értékek meghatározása után roncsolásmentes vizsgálatok elvégzésével definiálta a megfelelő öntési paramétereket, melyekkel megvalósult a kitűzött cél: az öntőszerszám kisebb igénybevételével hibátlan öntvény gyártása.

A kísérlet célja

A nyomásos öntőgép gépbeállítási paramétereinek (kamratöltés sebessége, szerszámtöltés sebessége valamint az utánnyomás nagysága) változása, befolyásolja az öntvény minőségét, valamint az öntőszerszám élettartamát.

A kísérletek célja a felhasználói elvárásoknak megfelelő öntvényminőséget biztosító gépparaméterek meghatározása, optimalizálása, ezáltal az öntőszerszám élettartamának növelése.

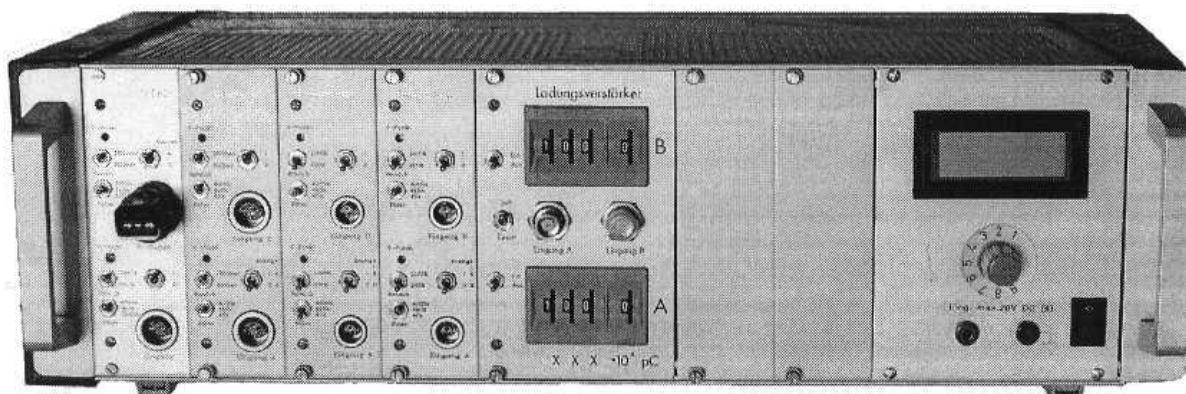
A kísérleteim során a formatöltés közben a bekötőcsatornában mérhető áramlási sebességet és a megszilárdulás közben a fémre ható nyomást változtattam, a többi paramétert a technológiai beállítások szerint változtatlanul hagytam.

Gépparaméterek mért adatai (út, nyomás, sebesség)

	Mérési sorozat azonosító							
állítás	1	2	3	4	5	6	7	8
második fázis maximális sebessége [m/s]	4,15	2,95	3,27	4,43	3,42	3,34	2,40	3,55
második fázis átlagsebessége [m/s]	3,68	2,13	2,50	2,85	2,50	2,61	1,67	2,85
multiplikált nyomás [bar]	233	232	230	229	207	180	167	166

Felhasznált eszközök, elvégzett minőségellenőrzési feladatok

A gépparaméterek mérésére az FH Aalen által kifejlesztett mérőerősítőt és a hozzá tartozó nyomás és sebességjeladókat alkalmaztam. A számítógépes adatgyűjtéshez és kiértékeléshez adatgyűjtő és kiértékelő szoftvert fejlesztettem és használtam üzemi körülmények között. Vizsgáltam az öntvényeknek a megrendelő által megkívánt méretpontosságát, sűrűségét, meghatároztam a gépbeállítási paraméterek és az öntvényminőség kapcsolatát.



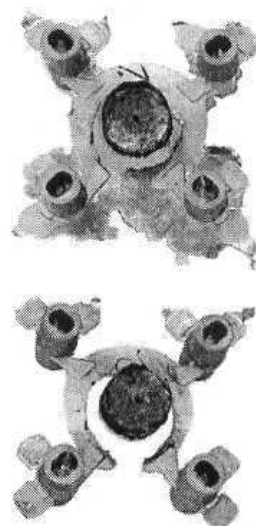
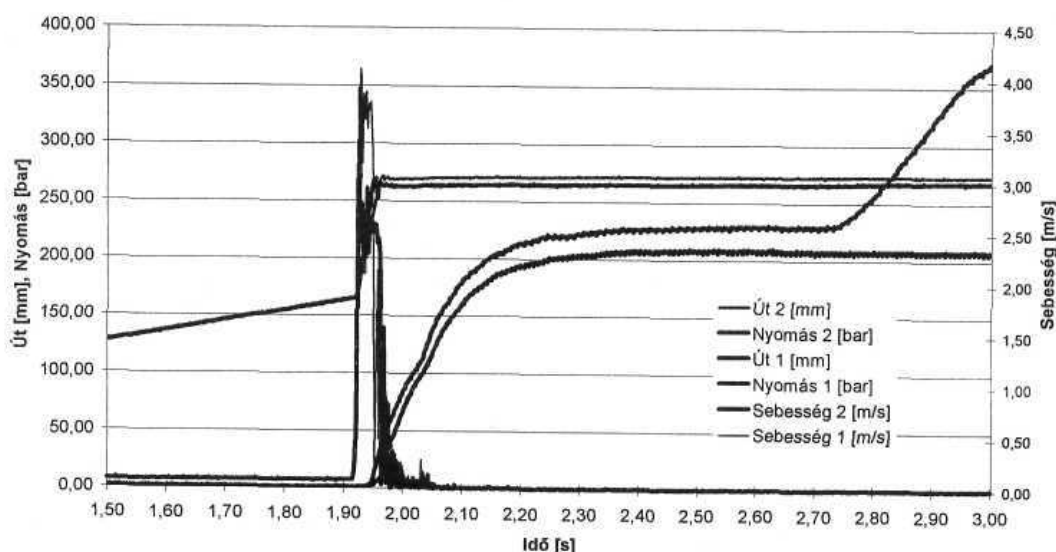
1. ábra

Mérőerősítő a dugattyú- út és sebesség, nyomás, hőmérséklet és erő mérésére

Vizsgálat eredményei

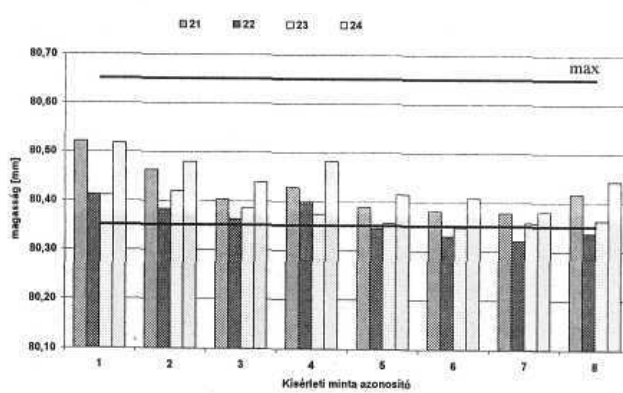
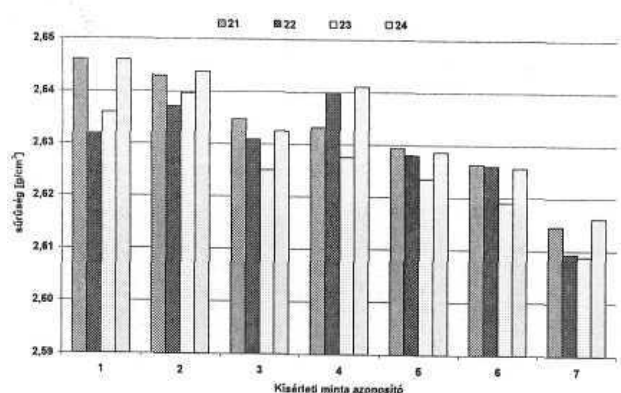
Mindegyik öntéshez rögzítettem az út, nyomás és sebesség adatokat, melyeket diagramon ábrázoltam (1. ábra). Az alábbi ábrán egy összehasonlító diagramot láthatunk, melyen két egymást követő állításhoz tartozó út-, nyomás- és sebességgörbéket tüntettem fel, a hozzá tartozó öntvények fényképével. Az 1-es sorozathoz a felső, fāncos kép tartozik, mely az üzemi beállításnak felel meg.

Látható, hogy az indokolatlanul nagy formatöltési „második” fázis sebessége a szerszám **EM** szerszámját megnyitja ezáltal a még folyékony fém fáncosságát és méreteltérést eredményez a darabon.



2. ábra

Az 1 - 2-es sorozatú öntvények gépbeállítási diagramja és a hozzá tartozó öntvények



3. ábra

Az öntési paraméterek változtatásának hatása az öntvények sűrűségére és magasságára

Kiértékelés

A mért magasság és öntvény-sűrűség eredményekből következik, hogy az utolsó három (6 - 8) sorozat nem megfelelő terméket eredményez. Látható, hogy a magassági alsó határértéket (80,35 mm) nem éri el. Ezeknél a sorozatoknál lett a legkisebb az öntvény sűrűsége és ennél fogva a legnagyobb porozitás is itt alakult ki.

Az 5-ös sorozatnál, a másodok fázis sebessége 2,50 m/s, a multiplikált nyomás 207 bar, ugyan minden fészek elérte a minimális magasság értéket de ez nincs a biztonsági tartományban, mivel a 23-

as fészek pont a minimális értéken volt, a 22-es pedig 0,02 mm-el volt a minimum alatt. **EME**
öntvényviszonyosság már elfogadható szinten van.

A nyolc kísérleti sorozat egészét figyelembe véve csak a 2-es és 4-es sorozatok fogadhatóak el új üzemi beállításokként. A viszonyosság és a magasság értéke az előírt határokon belül tartható. A két sorozat közül a 2-es sorozatot - második fázis sebessége 2,13 m/s, multiplikatív nyomás 232 bar - javasolnám, mivel a második fázis sebessége itt jelentősen alacsonyabb a gyári értéknél, így ezzel a beállítással elérhető a kitűzött cél, miszerint a számszámot a kisebb második fázis sebessége nem veszi annyira igénybe és az öntvények minősége sem tér el jelentősen ez eddig gyártottától. Ezzel a gépbeállítási variációval megfelelő öntvényminőség biztosítható a számszám kisebb igénybevétele mellett, közelítve az elméleti számításban kapott értékekhez.

Az elkészített mérőberendezés alkalmazásával lehetővé vált a nyomásos öntőgépek sorozatmérése, valamint az út-, sebesség- és nyomásértékek archiválása is. Ezzel elérhetővé vált a géptípusonként és számszámonként az ideális adatok megfelelő rögzítése, és reprodukálhatósága. Ellenőrizhetővé vált, a folyamatos adatrögzítésnek köszönhetően, a beállított értékek állandó értéken tartása.

Felhasznált irodalom

- [1] Algóver Andor - Simcsák Attila: Összefüggések nyomásos öntéssel előállított Al-Mg öntvények minősége és a gépparaméterek valamint az öntőszámszám kialakítása között TDK dolgozat 2001.
- [2] Klein, F; Busch, A, Automatic Quality Control During Pressure Casting Giesserei 74. szám, 1987.
- [3] PCI-1710/1710HG Multifunction DAS Card for the PCI Bus, Kézikönyv, Printed in Taiwan 1999.
- [4] Simcsák Attila - Algóver Andor: Az öntőszámszám kialakításának hatása a nyomásos öntéssel előállított magnézium öntvények minőségére 16. Magyar öntőnapok, Miskolc - Lillafüred 2001.

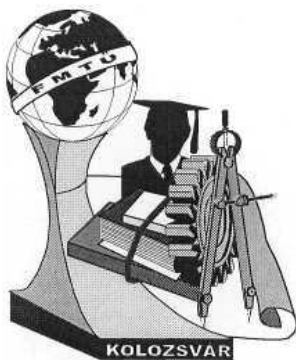
Simcsák Attila okleveles kohómérnök, PhD. hallgató

Miskolci Egyetem Öntészeti Tanszék

H-3515 Miskolc, Egyetemváros

Tel: +3620 4434 228

e-mail: ontsati@uni-miskolc.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

Al-Pb MONOTEKTIKUS FELÜLETI RÉTEGEK VIZSGÁLATA

Svéda Mária, Roósz András, Búza Gábor

The aim of our work was to develop a monotectic surface layer by using laser surface-treatment technology. Used In case of coating-melting technology a Pb layer was first developed by galvanization, then the Pb layer was melted together with the mátrix. The structure of monotectic surface layer was investigated by light microscope and scanning electron microscope. The volume fraction and size distribution of Pb particles were determined by image-analyzer. Investigation of wear characteristic has given sliding coefficient similar other technology made AlPbIO alloys sliding coefficient.

A kísérlet célja lézeres felületkezelési technika felhasználásával monotektikus felületi réteg létrehozása volt. A lézeres felületkezelési technikák közül a bevonat beolvasztása; ahol az ötvözet felületére, galvanizálással réteget vittünk fel, majd az alapanyag és a felületi réteget összeolvasztottuk lézer sugárral megolvasztott rétegbe. A monotektikus felületi réteg szerkezetét fénymikroszkóppal és scanning elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Képelemző berendezéssel meghatároztuk az Pb részecskék térfogat hányadát és méret szerinti eloszlását. A siklási tulajdonságok vizsgálata során kapott súrlódási együttható értékét megegyeznek a szakirodalomban talált [1-8] másféle technológiával készült AlPbIO ötvözet súrlódási együtthatójával.

Bevezetés

A lézeres ötvözés lényege, hogy csak a munkadarab felületi rétegének tulajdonságait változtatjuk meg, a tömeg nagyobbik részének a tulajdonságai változatlanok maradnak. A monotektikus felületi rétegek létrehozásánál az ötvözet felületi rétegét olyan hőmérsékletre melegítjük, amely hőmérsékleten az ötvözést követően csak egy homogén olvadék van a rendszerben, a felületi réteget ötvözzük, majd kihasználva az alapanyag jó hőelvonó képességét, gyorsan lehűtjük. A nagy lehűlési sebesség következtében a kristályosodás során igen finom szerkezet alakul ki.

A monotektikus felületi rétegek kialakítására a Bay Zoltán Anyagtudományi és Anyagtechnológiai Intézet 5 kW teljesítményű CO₂ lézerberendezését használtuk fel. Mindkét esetben Al-11%Si ötvözetet használtunk, mert az ilyen ötvözetekből gyakran készítenek különféle gépalkatrészeket. A mikroszkópos vizsgálatokhoz a próbadarabok mérete 15x20x130 mm, a lézerrel kezelt felület: 15x130 mm volt, siklási tulajdonságok vizsgálatához a próbadarab mérete 50 mm átmérőjű korongok.

A bevonat beolvasztásánál az Al-Si hipoeutektikus ötvözet felületére kb. 0,1 mm vastagságú ólomréteget vittünk fel galvanizálással, majd különböző lézerteljesítménnyel (2;2,5;3;3,5 kW) és 600 mm/min előtolási sebességgel összeolvasztottuk. A lézeres kezelés során 8 lézeres nyomot készítettünk 50%-os átfedéssel. A lézer fókuszátmérője 2 mm volt. A mintadarabokat grafitral vontuk be az alumínium ötvözetek kis abszorpciója miatt.

Próbaelőkészítés és vizsgálati módszerek

A próbákat vezető műgyantába ágyasztuk, majd azokat az átolvasztott sávokra merőlegesen elvágtuk. A felületet nedvesen csiszoltuk, gyémánt pasztával políroztuk, majd 0.5% HF vizes oldatában marattuk. Fénymikroszkóppal 100x-os nagyításban mértük az átolvasztott sávok mélységét. Az ólom részecskék mennyiségét, méret szerinti eloszlását QUANTIMET 570 C képelemző berendezéssel határoztuk meg. A mérésekhez scanning elektronmikroszkóppal készített visszaszórt elektron képeket használtunk. A visszaszórt elektron képeken a mátrixot alkotó kis rendszámú Al (Z=13) és Si (Z=14) sötétnek a monotektikus cseppeket alkotó nagy rendszámú Pb (Z=82) világosnak látszanak. A siklási tulajdonságokat THT-S-AX-0000 típusú magas hőmérsékletű Pin on Disk tribométerrel vizsgáltuk. A kapott súrlódási eredmények megegyeznek a szakirodalomban található másféle technológiával készült AlPbIO ötvözet súrlódási együtthatójával. [1-7]

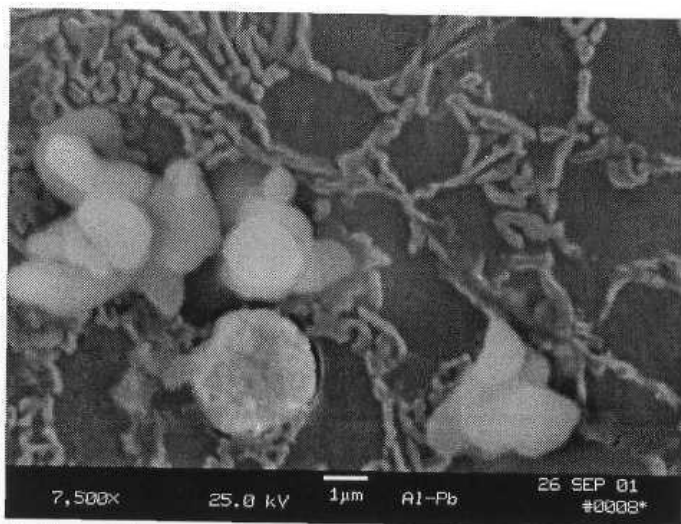
Metallográfiai vizsgálatok

A metallográfia vizsgálatok során meghatároztuk az átolvasztott felületi réteg geometriai jellemzőit, a részecskék eloszlásának sajátosságait. Az átolvasztott zónák mélysége az alkalmazott teljesítmény és az átolvasztott zónák számának függvényében leírható adott próbamozgatási sebesség mellett a

$$D = A_0 + A_1 P + A_2 N \quad (1)$$

egyenlettel, ahol D: átolvasztott zóna mélysége (mm), A₀, A₁, A₂: konstans, P: teljesítmény (kW), N:

átolvasztott zónák száma. $D^{600} = 0,58572 + 0,12175P + 0,02009N \quad R^2 = 0,912 \quad (2)$



1. ábra, Pb részecske alakja SEM, SE

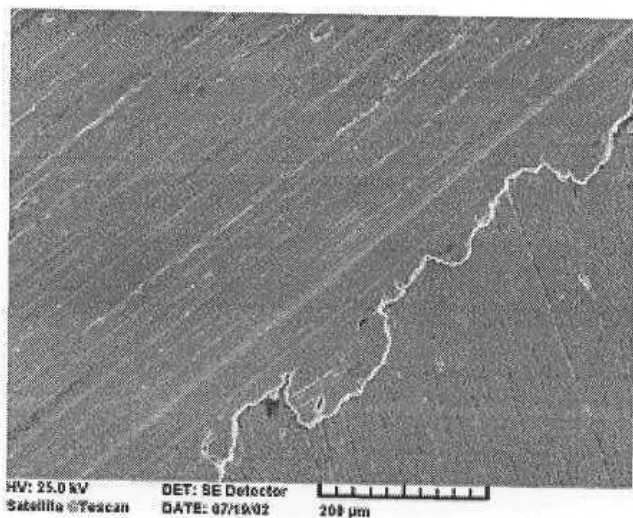
Képelemző berendezés segítségével meghatároztuk az ólom részecskék mennyiségét és eloszlását. Az ólomcseppek a dendritágak között helyezkednek el, az ólomcseppek átlagos mérete 5 és 10 μm között található, a meghatározott átlagos térfogat %-a 2,6 és sűrűségkülönbségek figyelembevételével számított átlagos tömeg %-a 10,1 volt. [8]

Siklási tulajdonságok vizsgálata

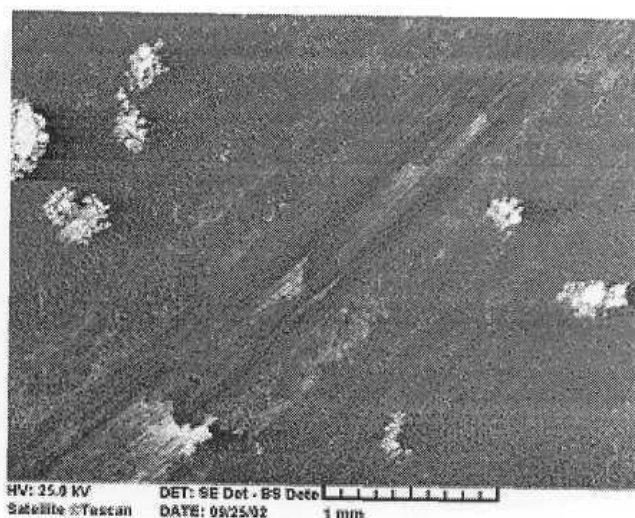
A siklási tulajdonságok vizsgálata során egy öntött Al-Si közel eutektikus ötvözetet és ólommal ötvözött lézeresen átolvasztott darabokat vizsgáltunk. A siklási tulajdonságok vizsgálata során 2 N terhelőerőt, 10 cm/s sebességet alkalmaztunk. A koptatott távolság 2500 m volt.

A vizsgálatokat scanning elektronmikroszkópos vizsgálatokkal egészítettük ki. A koptatott felületekről készült ábrákból kiderült, hogy az ólomcseppek a kopás hatására „elkenődnek”, így biztosítják a számunkra megfelelő kopást. A siklási tulajdonságok során kapott súrlódási értékek az öntött Al-Si ötvözetnél 0,58, a lézeresen átolvasztott Al-Si-Pb ötvözeteknél 0,50 volt.

Ha a súrlódási értékeket összevetjük a szakirodalomban talált [1-7] másféle technológiával készült AlPb10 ötvözet súrlódási együtthatójával, akkor elmondhatjuk, hogy a kapott értékek megegyeznek.



2. ábra, Öntött Al-Si ötvözet koptatott felületének SEM, SE kép



3. kép, Lézeresen átolvasztott Al-Si-Pb ötvözet koptatott felületének SEM, BSE kép

A lézeres felületkezelési technológiával készült mintadarabokban kis lézerteljesítménynél (2,5 kW) és 600 mm/perc próbamozgatási sebesség mellett egyenletes ólomeloszlást kaptunk.

A lézeres felületkezelési technikák közül a kétlépéses eljárás segítségével sikerült 10 tömegszázalékos ólomtartalmú AlPb ötvözetből készült kompozitot előállítani, anélkül hogy dúsulás következett volna be az ötvözetben. Az ólomcseppek a dendritágak között helyezkednek el, valamint az ólomcseppek átlagos mérete 5 és 10 μm között található. Az ólomcseppek lesüllyedése feltehetően a faj súlykülönbségekből ered. Az ólomcseppek kb. 0,6 mm - ig tudtak lesüllyedni.

Az elkészített próbadarabokon először metallográfia vizsgálatokat, utána tribológiai vizsgálatokat végeztünk. Megállapítottuk, hogy a súrlódási együttható értéke megegyezik a szakirodalomban talált másféle technológiával előállított AlPb10 monotektikus ötvözet súrlódási együtthatójával.

Irodalom

- [1] J. An et al.: Improvement of the wear behavior of Al-Si-Pb alloys by hot extrusion, Tribology International 36 (2003) pp. 25-34
- [2] J. An, et al: Microstructure and dry sliding wear behavior of hot-extruded AlSiCuPb bearing alloys, Mat. Characterization 48 (2002) pp. 347-35
- [3] V. Agarwala, et al: A study on the development and wear characteristics of rheocast Al-5Cu-2Pb alloy and Al-5Cu/Pb-Sn wire composites, Mat. Sci. and Eng. A327 (2002) pp. 186-202
- [4] M. Zhu et al.: Microstructure and wear properties of Al-Pb-Cu alloys by mechanical alloying, Wear 9198 (2002) pp 1-7
- [5] M. Zhu et al.: Improvement of the wear behaviour of Al-Pb alloys by mechanical alloying, Wear 242 (2000) pp 47-53
- [6] J. An, et al: Hot roll bonding of Al-Pb bearing alloy strip and steel sheets using an aluminized interlayer, Mat. Characterization 47 (2001) pp. 291-297
- [7] H-M. Kim et al: Microstructure and wear characteristics of rapid solidified Al-Pb-Cu alloys, Mat. Sci. and Eng. A287 (2000) pp. 59-65
- [8] M. Svéda, A. Roósz, et al: Development of Monotectic surface layers by CO₂ laser, Mat. Sci. Forum 414-415 (2003) pp. 147-152

Svéda Mária, tudományos segédmunkatárs

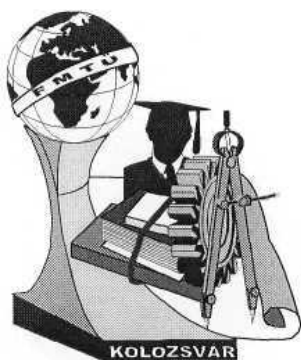
MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport

H-3515 Miskolc-Egyetemváros, Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet, Fémteni Tanszék

Tel: +3646-565111-2302

Fax: +3646-565201

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



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

GÖMBGRAFITOS ÖNTÖTTVAS SZÖVETSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATI MÓDSZEREI

Szálai Ibolya, Gácsi Zoltán

During investigation of the microstructure of cast iron, micrograph of the specimen is compared to a standard set of images, and thus the characteristic parameters of graphite and metal matrix are given. In order to control the accuracy and objectivity of method, measurements were made both on specimens and on the standard sets of images, and an evaluating system was elaborated. Finally the results of the two methods were compared.

A öntöttvas szövetszerkezetének hagyományos vizsgálata során a próbatestek mikroszkópos képét összehasonlítjuk egy szabványos mintaképsorozattal és megadjuk a grafit és a fémes alapanyag jellemző paramétereit. A vizsgálat pontosságának és az objektivitásának ellenőrzésére különböző próbatesteken és szabványos etalonfelvételeken számítógépes képelemzővel méréseket végeztünk, majd egy értékelési rendszert alakítottunk ki. A hagyományos és a számítógépes módszer eredményeit összehasonlítottuk.

BEVEZETÉS

Az öntöttvas szövetszerkezetének vizsgálatára két lehetőség van. Az egyik az MSZ ISO 945:1993 és MSZ 5716:1974 szabványnak megfelelő. Ekkor a vizsgálat során a próbatest szövetét összehasonlítják egy szabványos mintaképsorozattal és az egész próbatestre vonatkozóan adják meg a grafit alakot, az eloszlást, a méretet és a fémes alapanyagot. A másik a számítógépes képelemzővel történő jellemzés. A szabványos vizsgálat pontosságának és a megbízhatóságának ellenőrzésére 9 darab gömbgrafitos öntöttvas próbatesten és a szabvány etalonfelvételein számítógépes képelemző segítségével méréseket végeztünk el. A szabványon elvégzett mérések alapján a grafit alak jellemzésére kialakítottunk kategorizálási rendszert, majd a rendszer alapján értékeltük a próbatesten elvégzett méréseket és végül a két módszer eredményeit összehasonlítottuk.

ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

Mikroszkópos vizsgálat

Az MSZ ISO 945:1993 és MSZ 5716:1974 szabványok a grafit és a fémes alapanyag meghatározását tartalmazzák. A grafit vizsgálata a grafit alakjának, méretének és az eloszlásának a megállapítását

jelenti, a fémes alapanyag vizsgálata során a ferrit mennyiségét, a perlit finomságát **EMED** eutektikum szerkezetét és eloszlását, az eutektikus cellák méretét, valamint a cementit mennyiségének meghatározását végzik el [1]. A vizsgálandó próbatestet előkészítik majd a maratlan csiszolaton az etalonképpel való összehasonlítás alapján meghatározzák a grafit alakját méretét és eloszlását. Ezt követően a legtöbbször „Nitallal” (2%-os salétromsavas alkohol) maratott próbatesten szintén az etalonkép segítségével jellemzik a fémes alapanyag mennyiségét.

Számítógépes módszer: képfeldolgozás és képelemzés

A gömbgrafitos öntöttvas szövetszerkezetén a képfeldolgozás segítségével olyan átalakítást végeztünk el, amelyekkel a próba előkészítés során jelentkező karcokat és a maratott szöveten fellépő, főleg a maratásból adódó foltokat távolítottuk el. Ugyanakkor a képelemzés alkalmával a grafit szemcsék paramétereit (méret, alak) tudtuk számszerű adatokkal jellemezni.

MÉRÉSI EREDMÉNYEK

Szabvány szerinti mikroszkópos vizsgálat eredményei

A szabványos módszerrel történő öntöttvas szövetszerkezet meghatározásánál szerepe van a szubjektivitásnak is. Ennek a hatásnak az elemzésére 9 darab gömbgrafitos öntöttvas próbatestet 3 különböző szakemberrel vizsgáltattuk meg. Az eredményeket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy a grafit szemcsék minimum értékének a megadásánál a vizsgálatssorozatok között 77%-os, a maximum értékek esetén pedig 33%-os egyezőség tapasztalható. Ami grafit alak jellemzését illeti mindhárom mérés sorozatnál minden próbatest esetén azt az eredményt kaptuk, hogy a próbatestekben 100%-ban szabályos gömb alakú grafit szemcsék láthatók. A ferrit mennyiségének megadása esetén az eredmények között 55%-os azonosság látható.

Számítógépes mérések eredményei

A vizsgálataink során egy LEICA MEF4A, REICHERT MD 4000E típusú fénymikroszkópot és a QUANTIMÉT 550MW típusú képelemzőt használtunk.

A grafit alakra és a méretre vonatkozó etalon felvételeken elvégzett mérések

Ahhoz, hogy a próbatesteken mért grafit szemcséket be tudjuk sorolni egy-egy méret és alak kategóriába az MSZ ISO 945:1993-as szabványban található gömbgrafit méretének és alakjának meghatározására alkalmazott etalonképeken is méréseket kellett elvégeznünk. A grafit méretére jellemző etalonképeken a grafit hosszúságát (grafit szemcse maximális mérete valamilyen meghatározott irányban mérve) és az ekvivalens körátmérő értéket (mely az objektummal azonos területű kör átmérője) mértük. A grafit alakjára vonatkozó szabványos felvételeken a körszerűség

értékeket (ez a paraméter a kör alakjától való eltérést mutatja, kör=1) mértük, majd meghatároztuk kitöltöttség értékeket (konvex kerület és a kerület hányadosa) és végül a nyújtottságot is kiszámítottuk (hosszúság és a szélesség viszonya).

A mérési eredmények alapján a grafit méretre vonatkozóan meghatároztuk az egyes méretkategóriákhoz tartozó hosszúság és ekvivalens körátmérő értékek intervallumát. Mivel ezen értékek közel azonosak voltak így a későbbi méret meghatározásnál a hosszúság paramétert alkalmaztuk.

A alak meghatározásánál a körszerűség, kitöltöttség és a nyújtottság paramétert használtuk. A körszerűség értékek alapján 3 csoportot lehet kialakítani és a csoportokon belül a kitöltöttség és a nyújtottság paraméterek szerint lehet különbséget tenni. A kialakítottunk egy kategorizálási rendszert, amelyben a csoportokat konkrét értékekkel határoztuk be. A későbbiekben az osztályozási rendszer ellenőrzésére az etalonképeket is kategorizáltuk.

A fent említett mind a grafit méretre, mind pedig az alakra kialakított rendszer segítségével a 9 darab gömbgrafitos öntöttvas próbatesteken is elvégeztük a méréseket.

A fémes alapanyag jellemzése

A szabvány szerinti mikroszkópos vizsgálat tartalmazza még a fémes alapanyag jellemzését is. Ebben az esetben a szabvány által tartalmazott etalonképeken nem végeztünk el számítógépes méréseket csak a próbatesteken, így az összehasonlító eljárás alapján kapott eredményeket tudtuk ellenőrizni egy általunk elvégzett számítógépes méréssel. A fémes alapanyag meghatározásakor a ferrit mennyiségét kellett meghatároznunk. A hagyományos meghatározási módszernél a szabvány a ferrit mennyiségre vonatkozóan egy-egy kategórián belül mindig egy tartományt ad meg. A mérések során mi is arra törekedtünk, hogy a mért tartományok alapján kategorizáljuk a próbatesteket.

A SZÁMÍTÓGÉPES ÉS A SZABVÁNYOS MÓDSZER EREDMÉNYEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A hagyományos és a számítógépes mérési eredményeket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy grafit méret minimum meghatározásánál 55%-os, a grafit méret maximum megállapításánál pedig 33%-os egyezőség tapasztalható. A két mérés között általában 1 fokozatbeli eltérés van. Ami a grafit alakjának a meghatározását illeti, lényeges különbség figyelhető meg a két eljárás eredménye között. A képelemzős mérések egy megbízhatóbb és objektívebb eredményt szolgáltatnak. Igazából az emberi szubjektivitásnak az alak meghatározásánál van a legnagyobb szerepe. A kialakított számítógépes osztályozási rendszer alapján pedig lehetőség adódik arra, hogy a hagyományos vizsgálat során is gyakran alkalmazott grafit alak típusok egy-egy próbatesten belüli százalékos megoszlást is pontosabban megadjuk.

A ferrit mennyisége meghatározásánál a két módszer eredményei között 55%-os ^{EME} megegyezés mérhető. A szubjektivitásnak ebben az esetben is nagy szerepe van, a sötétben (perlit) megjelenő világos mintákat (ferrit) mindig nagyobbbnak látjuk, mint a világos alapon lévő sötét mintát [2]. A számítógépes mérések segítségével pontosabb eredményt kaphatunk. Ezen pontosság miatt a mérések során szintén egy fokozatbeli eltérést tapasztaltunk a két módszer eredményei között.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hagyományos meghatározási módszer megbízhatóságát 3 mérési sorozat eredményeinek összehasonlításával ellenőriztük. A grafit szemcsék minimum értékének a megadásánál a vizsgálatosorozatok között 77%-os, a maximum értékek esetén pedig 33%-os egyezés látható. Ami grafit alak meghatározását illeti mindhárom mérés sorozatnál azonos eredményt kaptunk. Az alapanyag vizsgálatánál a ferrit mennyiségét határoztuk meg. A három eredmény között 55%-os azonosság tapasztalható.

Az MSZ ISO 945:1993 szabvány grafit méret és alakra vonatkozó etalonképeit számítógépes képelemzővel megvizsgálva megállapítottuk, hogy a méret leírására a hosszúság, az alak jellemzésére pedig a körszerűség, a kitöltöttség és a nyújtottság alkalmazható. Mind a méret mind pedig az alak meghatározást illetőleg kialakítottunk egy-egy osztályozási rendszert.

A két mérési eljárás összehasonlítva grafit méret eredményei között 1 fokozat eltérés van. A grafit alakra vonatkozóan, lényeges különbség tapasztalható a módszerek eredményei között. A hagyományos méréseknél nagyobb a szubjektivitás szerepe, a képelemzővel mért adatok megbízhatóbbnak tekinthetők. A fémes alapanyag meghatározása során a hagyományos és a számítógépes mérések között 55%-os megegyezés tapasztalható. A ferrit mennyiségének a meghatározásánál szintén nagy szerepe van a szubjektivitásnak.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] MSZ ISO 945:1993 és MSZ 5716:1974 szabvány
- [2] Gácsi Zoltán, Sárközi Gábor, Réti Tamás, Kovács Jenő, Csepeli Zsolt, Mertinger Valéria: Sztereológia és képelemzés, Egyetemi Tankönyv, 2001.

Név / beosztás: Szalai Ibolya / kutatómérnök

Munkahely: DUNAFERR. Kutatóintézet

Tel: +3625-583041

Fax: +3625-582856

E-mail: iszalai@rt.dunaferr.hu

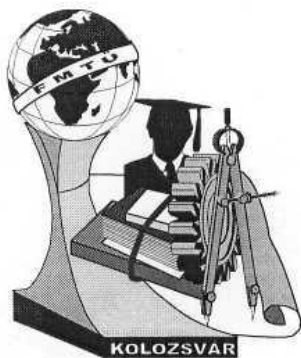
Név / beosztás: Dr. Gácsi Zoltán / egyetemi docens

Munkahely: Miskolci Egyetem Fémtani Tanszék

Tel: +3646-561541

Fax: +3646-565201

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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A KLÓROZOTT POLIETILÉN (CPE)-POLIETILÉN (PE) RENDSZEREK SZERKEZETVIZSGÁLATA

Szemanik Anita, Bárczy Pál, Marossy Kálmán

The mainly amorphous chlorinated polyethylene contains a crystalline phase also. On the other hand polyethylene is almost completely crystalline structure. Mixing these two polymers the structure will remarkably transform. The PE phase behaves according to the expectations. The quantity of 2.5 and 80 % PE containing blends of the CPE crystalline phase was found to be unexpectedly high. In blends between 10 and 70% PE content the crystalline part of CPE has been almost completely disappeared.

Az amorf szerkezetű klórozott polietilén tartalmaz egy kristályos fázist. A polietilén ezzel szemben csaknem teljesen kristályos. Ha a kétféle polimert összekeverjük, figyelemreméltó változások következnek be a szerkezetben. A PE fázis a várakozásoknak megfelelően viselkedik. A CPE kristályos fázis mennyisége 2,5 %, illetve 80 % PE tartalomnál kiugróan nagy. A 10 és 70% PE tartalom között a CPE kristályos része csaknem teljesen beoldódik.

Bevezetés

A klórozott polietilén (CPE) eredendően lágy polimer, melyet főként PVC modifikátorként alkalmaznak, az utóbbi időszakban pedig elasztomerek előállítására is mind gyakrabban használják. A 4-12 %-nyi klórozott polietilén adalékkal a kemény PVC ütésállóvá tehető. [1] A klórozott polietilént (CPE) a nagysűrűségű polietilén (HDPE) klórozásával állítják elő. A PE klórozásakor a Cl atomok először az amorf részeket támadják meg, majd a magasabb hőmérsékleten történő klórozás során a kristályos részekbe is beépülnek. Vizsgálataink célja, hogy megfigyeljük, hogyan változik a kristályos és amorf részek aránya, ha a kétféle polimert elegyítjük, illetve, hogy milyen szerkezeti változások következnek be a kristályos fázisokban. A vizsgálatokat röntgendiffrakcióval végeztük, és a fázismennyiség számítása a röntgendiffraktogramokból történt.

A dolgozat előtt született egy cikk, amely a klórozott polietilén - polietilén egymásba való oldhatóságát és szilárdsági tulajdonságát is részletesen taglalja. [2]

A CPE és a HDPE porokból kétféle módon készültek minták. A lemezminták készítése során a tiszta CPE és HDPE porokat ömledék állapotban keverték össze 160°C-on különböző összetételekben. Ezekből az ömledékekből 160°C-on történő préseléssel készültek el a lemezminták. A korong alakú porminták a tiszta CPE és HDPE porok különböző arányú keverékének szobahőmérsékleten történő préselésével készültek. Az összetételek a 1. táblázatban találhatók.

1. táblázat A CPE-HDPE keverékek összetételei (%)

CPE	100	97,5	95	92,5	70	30	20	10	7,5	5	2,5	0
PE	0	2,5	5	7,5	30	70	80	90	92,5	95	97,5	100

Röntgendiffrakciós vizsgálatok

A röntgendiffrakciós vizsgálatok során a lemez, illetve pormintákat Co K_α sugárral vizsgáltuk. A röntgendiffraktogramokat a 12 - 36°-os szögtartományban, 0,1°-onként 40 s-os gyűjtési idővel vettük fel.

A tiszta CPE főleg amorf szerkezetet mutat, de a röntgendiffraktogramokon három kristályos csúcs is megfigyelhető. Ez a három csúcs a $d = 0,7088$ nm, $d = 0,3544$ nm és $d = 0,3103$ nm rácssíktávolságoknál jelenik meg, és egy szabályos szerkezet jelenlétére utalnak.

A tiszta HDPE esetén az amorf csúcs már szinte meg sem jelenik a diffraktogramokon, viszont a két kristályos csúcs (a $d = 0,4100$ nm és a $d = 0,3697$ nm) elég élesen jelentkezik.

Ezt a két reflexiót az (110), illetve a (200) kristálytani síkokról kapjuk. A HDPE mennyiségének növelésével csökken az amorf tartomány, a CPE-re jellemző csúcsok fokozatosan eltűnnek, és ezzel egy időben megjelennek a PE jellegzetes csúcsai.

A kristályos fázis mennyiségének számítása a CPE-HDPE keverékekben

A CPE, illetve a PE kristályos fázis mennyiségének számításánál azt feltételeztük, hogy a diffraktált csúcsok intenzitása (I_x) arányos az illető fázis mennyiségével, a V_x -el:

$$V_{x,hkl} = K \cdot \frac{I_{x,hkl}}{A}, \quad (1)$$

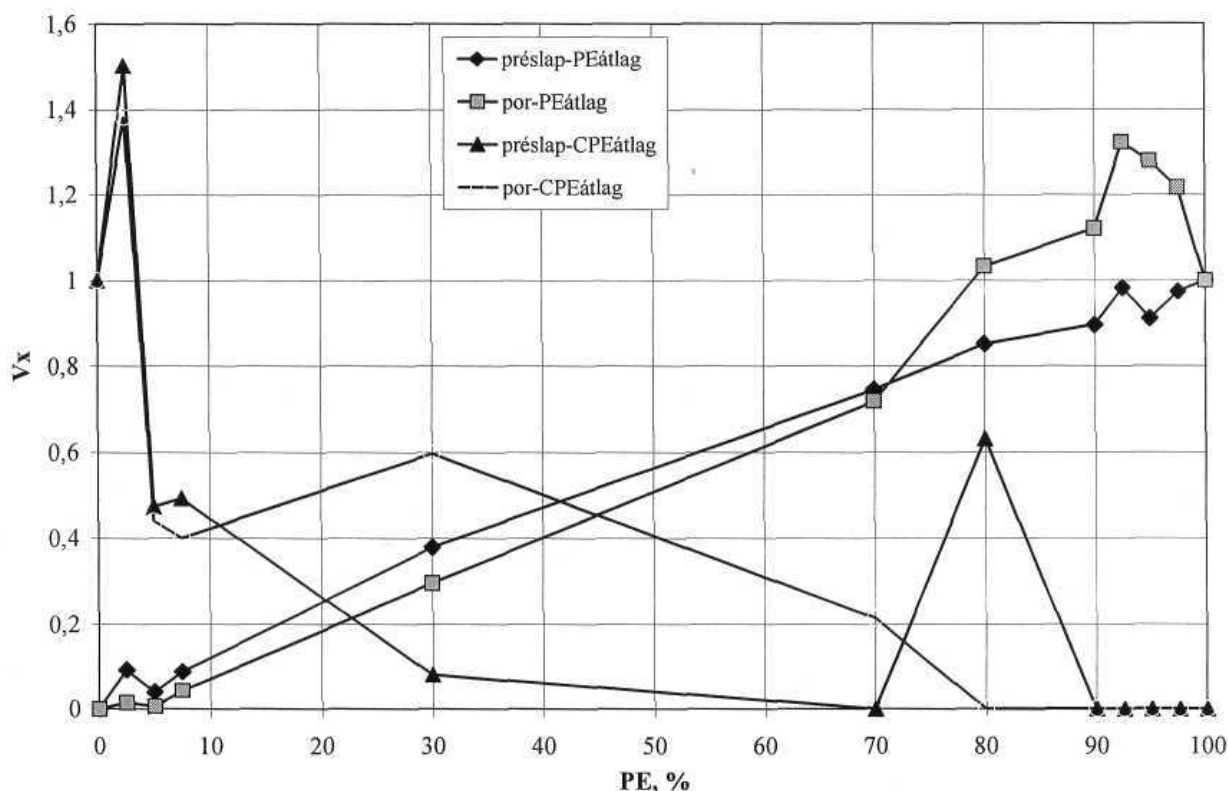
ahol K a kísérleti elrendezésre és az illető fázisra vonatkozó konstans, A pedig a teljes minta sugárabszorpció adata.

A fázismennyiség számítása több lépésből tevődött össze. A különböző összetételű minták átlagos tömegabszorpció együtthatói (μ/ρ) a következő képletből lettek kiszámítva:

$$\begin{aligned} \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_{\text{minta}} &= S_C \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_C + S_{Cl} \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_{Cl} + S_H \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_H, \\ \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_{\text{minta}} &= S_C \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_C + S_{Cl} \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_{Cl} + S_H \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_H \end{aligned} \quad (2)$$

ahol S_x az egyes elemek tömeghányada, és $(\mu/\rho)_x$ a mintákban található elemek (C, Cl és H) átlagos tömegabszorpciós együtthatói. A tömegabszorpciós együttható (μ/ρ) erősen függ a klórtartalomtól. A CPE mennyiségének csökkenésével csökken az együttható értéke.

A fázismennyiségek számítása a CPE három, illetve a PE két reflexiójából történt. Azt feltételeztük, hogy ezek a reflexiók egyetlen kristályos fázis eltérő orientációjú részeiből származnak. A számításkor egységnyinek, 100%-nak tekintettük a tiszta CPE, illetve a tiszta PE kristályos fázis térfogatát. Az eredményeket az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A CPE, illetve a PE kristályos fázisok változása a PE tartalom függvényében

Eredmények

A CPE tartalmaz egy kristályos fázist is, melynek három diffrakciós csúcsa ($d = 0,7088$ nm, $d = 0,3544$ nm és $d = 0,3103$ nm) jelenik meg a röntgendiffrakciós felvételeken. Ez egy torzult PE rácsnak felel meg, amelyben a makromolekulák [001] irányban állnak.

A PE kristályos fázis arányosan növekszik a PE mennyiségével, mind a porminták, mind pedig a préslapok esetén. Ez azt mutatja, hogy T_R -en és 160°C -on sincs oldódás. A 90 és 100 % PE tartalmú porminták kristályossága látszólag nagyobb, mint a préslapoké, ami a 100 % PE-t tartalmazó porminta alacsony kristályossága miatt van.

A CPE kristályos fázis esetén már nincs meg ez a szabályosság. 2,5 % PE tartalomnál a CPE kristálmennyisége kiugróan nagy, amelynek oka textúra kialakulása lehet. A kristályosság növekedése megfigyelhető még a 80 % PE tartalmú préslap esetén is. 10 és 70 % PE tartalom közötti préslapoknál a CPE kristályos része csaknem teljesen beoldódott, ugyanez nem figyelhető meg a pormintáknál.

Köszönettel tartozunk Sólyom Jenő tudományos munkatársnak a röntgendiffrakciós mérések készítése során nyújtott segítségével, és a BorsodChem Rt. Fejlesztési és Alkalmazástechnikai Osztálya munkatársainak a kísérleti anyagok készítéséért.

Irodalomjegyzék

- [1] Kun Gabriella - Czeller Attila* - Tóth András* - Szakállas István* - Szeifert Ferenc : Klórozott polietilényártás modellezése; Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék
- [2] Bárczy Pál - Marossy Kálmán - Szemanik Anita: A klórozott polietilén (CPE) - polietilén (PE) kétkomponensű rendszer; Anyag- és Kohómérnöki Tudományok, Miskolc, 30. kötet; 33-42 (2002)

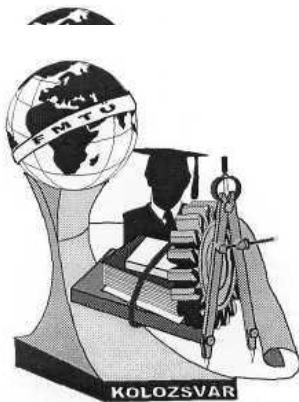
Szemanik Anita / PhD hallgató

Miskolci Egyetem; Nemfémes Anyagok Tanszéke

Tel: +36-46-565-111/20-74

Fax: +3646-565201

E-mail: szemani@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK^{EME} TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

SiC SZEMCSÉK BEVONÁSA

Tomolya Kinga, Gácsi Zoltán

Abstract

This paper deals with coating of SiC particles. The coated particles are used for reinforcement of alumínium mátrix composite. The manufacturing way is the powder metallurgy. The study comprises the causes of the coating and the possible methods as well as the achievement of the used technics.

A dolgozat SiC szemcsék bevonásával foglalkozik. A bevont szemcsék alumínium mátrixú kompozit erősítő anyagként szolgálnak. A kompozitok előállítási módszere a porkohászat. A dolgozat összefoglalja a bevonás okait és lehetséges módszereit, valamint az alkalmazott technika kivitelezését.

Bevezetés

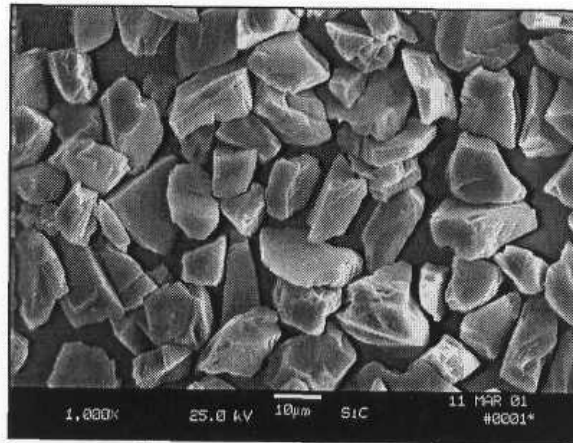
Az alumíniumot és ötvözeit kis sűrűségük miatt elterjedten alkalmazzák kompozitok készítésére. A porkohászati Al/SiC kompozit termékek a korrózióval szemben jó ellenállóságot mutatnak, nagy szilárdsággal, kis tömeggel rendelkeznek, valamint magas az elektromos- és hővezetőképességük [1]. Ezeket a könnyűfém kompozitokat felhasználja a többek között autó- és repülőgépipar, az elektronikai ipar [2].

1 SiC szemcsék bevonása

A darabok előállítási technológiája a porkohászat, amely során porkeverékből sajtolás és szinterelés által készterméket kapunk. A préselés során a sajtoló szerszámba beszórt porszemcsék egymás mellett elcsúszva el kezdik kitölteni az üregeket. A szemcsék rugalmas, majd képlékeny alakváltozást szenvednek, ami által az üregek további kitöltése következik be. A préselt darabban a részecskék között mechanikai kötés jön létre, amely elegendő szilárdságot biztosít a következő művelethez való szállításhoz. A következő művelet, a hőkezelés során a termékek elnyerik szilárdságukat, tömörségüket. A hőmérséklet emelkedésével megindulnak a diffúziós folyamatok.

A sajtolásnál képződött kisméretű érintkező felületek kiterjednek, ami megváltoztatja a **EME** után megmaradt üregek alakját. Ezt követően csökken az üregek mérete, száma, a porszemcsék középpontjai közelebb helyezkednek el egymáshoz. A szemcsék sajtolás során létrejött adhéziós kapcsolata fémes, kristályszerű kapcsolatokká alakul át, majd a kristályok átnőnek egyik porszemcséből a másikba. Ezzel elmossák a porszemcsék közötti határvonalakat [1].

A különböző alkalmazott módszereket áttekintve többféle eljárás található a SiC szemcsék bevonására.. Az Al/SiC kompozitok előállításánál a cél megfelelő kapcsolat kialakítása a kerámia erősítés és fémmátrix között. Az **1. ábra** a SiC szemcsék pásztázó elektronmikroszkópos képét mutatja.



1. ábra P500-as SiC szemcsék pásztázó elektronmikroszkópos képe, N= 1000x [1]

A cél egy olyan eljárás keresése, amellyel a SiC felületi feszültsége csökkenthető. A különböző előállítási módszerek különböző anyagokat és módszereket kívánnak meg a kezelés sikerességének érdekében. A fémmátrixú kompozitok előállítása a mátrix és az erősítő fázis természetében rejlik, és mivel ez egy emelt hőmérsékleten zajlik le, inkább kémiai, mint mechanikai affinitású. Az ilyen kémiai kölcsönhatásokkal összefüggő problémák miatt a határfelületen történő ártalmas termékek képződésének lehetősége áll fenn.[3]. Egyik ilyen káros folyamat például a rideg Al_4C_3 képződése, amely 650 °C-os hőmérséklet fölött alakul ki. Ez a mi esetünkben nem jelent problémát, mert a szinterelés hőfokát e szint alá helyezzük.

A bevonó anyagtól elvárt, hogy egy erős, de alakítható köteléket képezzen az erősítés és a mátrix között. Segítségével csökkentjen a részecskék közötti porozitás mennyisége [3]. Ez a dolgozat elsősorban a SiC szemcsék nem elektrolitos bevonásainak áttekintésére épül.

1.1 SiC szemcsék bevonása rézzel

Több irodalomban olvasott kísérlet említi a SiC szemcsék rézzel történő nem elektrolitos bevonását. A SiC szemcsék felületén lévő réz jelenléte a szinterelés során Al-Cu eutektikum képződését produkálja, amely a porózus részekbe áramolva csökkenti a pórusok mennyiségét [3].

A rézzel történő bevonás alapvetően két műveletre bontható fel. Az egyik műveletben a felületet alkalmassá teszik a bevonásra tisztítás, maratás, aktiválás által. A második fő lépésben a rezet vizes oldatából viszik fel a felületre.

Az 1. táblázatban a Kandil- és Müller által alkalmazott felület előkészítési oldat összetétele olvasható. A táblázatban lévő vegyszerekből készült oldatban, szobahőmérsékleten, 30 percen keresztül keverték a szemcséket. Ezt követően leszűrték, desztillált vízzel tisztították, majd 100 °C-on szárították a szemcséket.

1. táblázat Kandil- és Müller féle SiC felület előkészítő oldat összetétele [2]

Vegyszer	Koncentráció / mennyiség	Hőmérséklet, °C	Idő, perc
PdCl ₂	0,5 g	szobahőmérséklet	30
HCl	1 ml / l		

A Davidson- és Regener által kifejlesztett felület előkészítő eljárás az előzőnél egy kicsit bonyolultabb. A lépések és a különböző kísérleti tényezők a 2. táblázatban olvashatók.

2. táblázat Davidson- és Regener által kifejlesztett felület előkészítő eljárás [3]

Lépések	Művelet	Vegyszer	Koncentráció	Hőmérséklet, °C	Idő, perc
1	ultrahangos tisztítás	desztillált víz	-	20	10
2	maratás	NH ₄ F/NaCl	150 g/l / 150 g/l	60	5
3	ultrahangos tisztítás	desztillált víz	-	20	3
4	finomítás	SnCl ₂ /HCl	10 g/l / 40 ml/l	40	240
5	öblítés	desztillált víz	-	20	5
6	aktiválás	PdCl ₂ /HCl	0,5 g/l / 10 ml/l	40	15
7	öblítés	desztillált víz	-	20	5

Mindkét esetben a felület előkészítő műveleteket a rézzel történő bevonás követ. A két különböző típusú bevonáshoz alkalmazott vizes oldat összetétele megegyezik, amely a 3. táblázatban látható, eltérés csupán a bevonás idejében és a hőmérsékletben rejlik, amit a 4. táblázat mutat.

3. táblázat Rézbevonás oldatának összetétele [2,3]

Vegyszer	Koncentráció
Réz-szulfát (CuSO ₄ · 5 H ₂ O)	10 g/l
Nátrium-hidroxid (NaOH)	10 g/l
Kálium-nátrium tartarát	50 g/l
Formaldehid (37-41 %)	10 ml/l

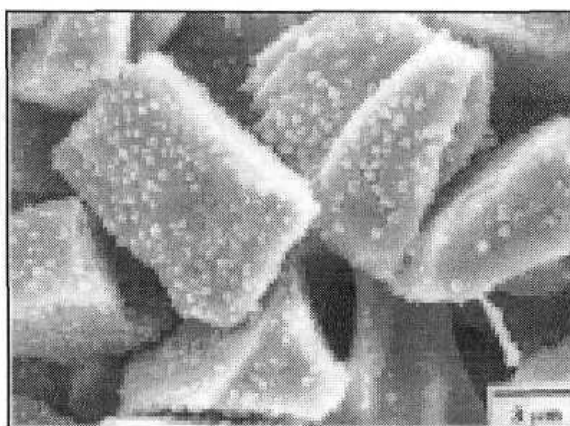
4. táblázat A Kandil és társa és a Davidson és társa bevonásának paraméterei [2,3]

Paraméterek	Kandil – Müller eljárás	Davidson-Regener eljárás
Hőmérséklet, °C	szobahőmérséklet	20
Idő, perc	30	60

A bevonást követően a szemcséket leszűrték, desztillált vízzel tisztították, majd 100 °C-on szárították.

1.2 SiC szemcsék bevonása egyéb úton

SiC szemcsék hőkezelése: A szemcsék hőkezelését csőkemencében különböző hőmérsékleten és ideig végezték. A hőmérsékletet 600 °C és 1000 °C között változtatták, az időt pedig 0 és 3 óra között [2]. Egy másik kísérlet alapján a SiC szemcsék oxidációját elektromos kemencében, levegő jelenléte mellett és atmoszférikus nyomáson hajtották végre. A SiC részecskéket három különböző hőmérsékletre hevítették fel: 1100, 1200 és 1300°C-ra. A SiC szemcsék oxidációja 800°C-on kezdődik meg. A SiC SiO₂-á válása a következő egyenlet szerint történik [5]:



2. ábra 600 °C-on, 2 órán keresztül hőkezelt SiC szemcsék felületének SEM-os képe

A 2. ábra a 600 °C-on, 2 órán keresztül hőkezelt SiC szemcsék felületének morfológiáját mutatja. A felvétel pásztázó elektronmikroszkóp segítségével készült.

SiC szemcsék bevonása nátriummal: A nátriumos kezelést szintén vizes oldatból történő lecsapatással kiviteleztek. A 10 %-os, vizes NaBH₄ oldatban 2 órán át keverték szobahőmérsékleten a SiC szemcséket, majd leszűrték és szárították [2].

Az alumíniumot előnyös tulajdonságai miatt, mint például kis sűrűsége, alakíthatósága, szívesen alkalmazza különböző iparágak. Egyes tulajdonságai javítására, mint a korrózióállóság, szilárdság, hővezetési tulajdonságok erősítő fázist juttatnak bele, amely lehet szemcse vagy szál. A tulajdonságok fejlesztését akkor lehet elérni, ha megfelelő kapcsolat alakul ki a mátrix és a második fázis között.

A szemcsés kompozitok létrehozásának több nehézsége létezik, Léteznek olyan problémák, amelyek specifikusan kapcsolatban vannak a különböző előállítási eljárásokkal. Általános nehézség például a megfelelő kötés kialakítása a SiC és a mátrix között, a SiC szemcsék inhomogén eloszlása, a porozitás szabályozása. A problémák egyik lehetséges oka mind a SiC, mind az alumínium szemcsén lévő szennyeződések.

Ezen a problémák egyik lehetséges megoldása a SiC szemcsék bevonása. A SiC szemcsék leginkább javallt bevonó anyaga a réz, amelyről részletesebben ejtettünk szót, valamint az egyéb lehetséges bevonó anyagokat is elemeztük.

Irodalomjegyzék

- [1] Tomolya Kinga: Alumínium mátrixú SiC szemcsékkal erősített kompozit előállítása és vizsgálata, Diplomamunka, ME, 2001.
- [2] Kandil Amr, Müller Katrin: Schmelzmetallurgische Herstellung einer SiC-partikelverstärkten Al-Legierung A7075, Zeitschrift für Metallkunde, 2000/10.
- [3] Davidson A. M., Regener D.: A comparison of aluminium-based metal-matrix composites reinforced with coated and uncoated particule silicon carbide, Elsevier Science Ltd., 2000.
- [4] Aksenov Andrey A., Belov Nikolay A., Medvedeva Svetlana V.: The Al-Si-C Phase Diagram and Its Use for Microstructural Analysis of MMC_p and MMC_r Composite Materials, Zeitschrift für Metallkunde, 2001/9.
- [5] Zhongliang Shi, J. M. Yang, J. C. Lee, Di Zhang, H. I. Lee, Renije Wu: The interfacial characterization of oxidized SiC_p/2014 Al composites, Elsevier Science Ltd., 2001.

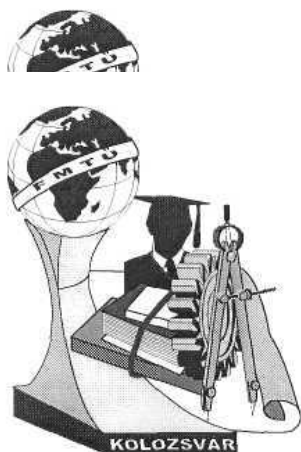
Név / beosztás: Tomolya Kinga¹, Gácsi Zoltán² / doktorandusz¹, egyetemi docens²

Munkahely: Miskolci Egyetem, Anyagtudományi Intézet, Fémteni Tanszék

Tel: 00-36-46-565-111/ 23-02

Fax: 00-36-46-565-201

E-mail: tomolyakinga@freemail.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

HEUSLER ÖTVÖZET KRISTÁLYOSÍTÁSA

Veres Zsolt, Roósz András

Heusler alloy is a Cu_2MnAl ferromagnetic compound, and so the single crystal of it has been used for monochromatization and polarization of the neutron beam. Experiments were taken place by using the USKI multizone crystallizer, developed in the Institute of Materials Science. The samples were cast in a sand mould and those were melted and resolidified in different type of crucibles (for example different form, size and material of crucible). The samples were investigated by light microscope, scanning electron microscope, energy dispersive microanalyser, X-ray diffraction and neutron scattering.

A Heusler ötvözet Cu_2MnAl képletű ferromágneses vegyület, amely egykristályos formában alkalmas neutronsugár monokromatizálására és polarizálására egyidejűleg. A kísérleteket az Anyagtudományi Intézetben kifejlesztett USKI sokzónás kristályosítóban végeztük. A próbadarabokat héjhomokból készített formákba öntöttük, majd különböző téglékben átkristályosítottuk. A kísérletek során többféle alakú, méretű és anyagi téglékben is elvégeztem. Az előállított darabokat fénymikroszkóp, elektronmikroszkóp, energia diszperz mikroszkóp, röntgen berendezés valamint neutron szórás kísérletek segítségével vizsgáltuk.

Bevezetés

A neutron diffrakciós vizsgálatokkal szemben támasztott követelmények megkövetelik a minél nagyobb intenzitású és megfelelő mértékben monokromatizált és polarizált neutronsugarak használatát. A különböző módszerek közül a legjobb, a kívánalmaknak leginkább eleget tevő módszer az egykristállyal való monokromatizálás, polarizálás. Több ötvözet is alkalmas egykristály monokromátor alapanyagának, de előállításuk még nem tökéletesen megoldott. Praktikus okokból mi a Heusler ötvözet mellett döntöttünk. [1]

1. A Heusler ötvözet

A Heusler ötvözet kristályosodása $920\text{ }^\circ\text{C}$ -on a Cu_2MnAl vegyületfázissal kezdődik. A hőmérséklet csökkenésével különböző összetételű kiválások jöhetnek létre, azonban a kísérleteink esetében a viszonylag gyors hűlés miatt csak a β_{mn} -nak van ideje kiválni. Ennek a

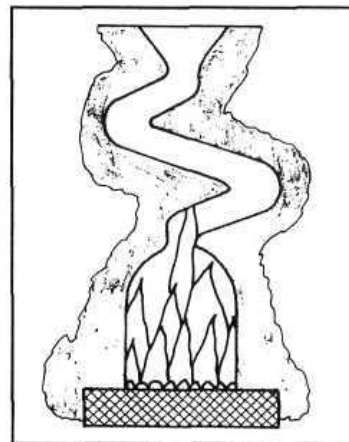
fázisnak a kristályszerkezete a Cu_2MnAl vegyülettel közel azonos, Mn tartalma jóval nagyobb. [3]

2. Egykristály előállítása

Egyirányú kristályosodást egyirányú hőelvonással lehet megvalósítani. A kristályosodási front (szilárd/olvadék határ) haladásának iránya párhuzamos a hőelvonás irányával, míg maga a front (ha a növekedés síkfronttal történik) merőleges arra.

Az egyirányú kristályosodás eredményeként általában sokkristályos darabot kapunk. Azt, hogy a kristályosodott darab egyetlen kristályból álljon általában kétféle módszerrel lehet biztosítani: kristályszelekcióval vagy magkristályra növesztéssel.

Kristályszelektor esetében a hideg lapon keletkező csírákból a hőelvonás irányához közeli irányban, azzal ellentétes értelemmel növekvő kristályokból azt az egyet, amelyik a növeszteni kívánt egykristály magja lesz, kristályszelektorral választjuk ki. Ennek lényege, hogy a növekedő kristallitok zömét megakadályozzuk a további növekedésben, és szerencsés esetben csak egyetlen kristály (de legfeljebb néhány) nő bele a spirál alakú kristályszelektorba, (1.ábra) Ebből a szelektorból nő ki az egy kristály, ami a kristályt fogja alkotni.



1. ábra: Kristályszelektor

Ha az olvadéknak abba a végébe amelyik irányból a hőelvonás történik egy előre elkészített egykristályt helyezünk (természetesen úgy, hogy az egykristály egy részének a hőmérséklete az olvadáspont alatt legyen) az olvadék erre az egykristályra mint csírára fog u.n. epitaxiális növekedéssel ránőni. A csíráként használatos egykristály orientációja meghatározza a növekvő egykristály orientációját is. Ezáltal mód van arra, hogy a növesztett egykristály orientációját tetszőlegesen változtassuk. A kristályszelekciós eljárásnál erre nincs mód.

Mivel még egykristály nem állt rendelkezésünkre a kristályszelektoros módszerrel kísérleteztünk, majd a szelektort elhagyva egy kúpos végből növesztettük a kristályt. A későbbiekben az így előállított egykristályt szándékozzuk magkristályként használni. [4] [5]

3. A kristályosító berendezés

A kísérletekhez használt USKI 24 zónás csőkemence 24 külön-külön fűthető, illetve szabályozható zónából áll, az egyes zónák 30 mm távolságra vannak egymástól, két zóna között félúton található a zónákat „szabályozó” termoelemek. Minden fűtőtekerceszt az alatta található termoelem „szabályozza”.

A kemence zónánkénti pontos szabályozása révén a kemence terében bizonyos határok között tetszőleges hőmérsékletprofil kialakítható és mozgatható, így egyirányú kristályosítás végezhető a kemence és a darab mozgatása nélkül.

A kísérletek során 10^{-2} mBar-os elővákuumot alkalmaztunk a kemence terében.

4. A megfelelő kapszula kialakítása

Mivel az eredetileg tervezett öntartó kerámia belső fala nem volt megfelelő egykristály növesztéséhez, új anyagot kellett találnunk, amiből a kapszulát kialakíthatjuk. A következő anyagokkal kísérleteztünk:

- Öntartó kerámia
- Alumínium-oxiddal bevont acél
- Kvarcüveg
- Alumínium-oxid

Az alumínium-oxid kapszula bizonyult megfelelőnek. A kísérletek során kiderült, hogy komplikált szelektor nélkül is növeszthető egykristály a kúpszög változtatásával.

5 A kristályosítási paraméterek beállítása

A hőmérséklet-gradiens növelésével és a kristályosítási sebesség csökkentésével lehetséges egykristály előállítása, azt a gradienst és sebességet keressük aminél az adott körülmények között egykristály növeszthető.

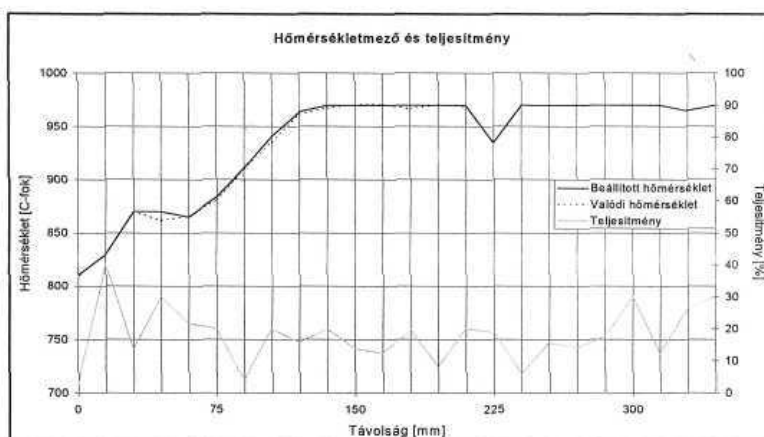
Az esetlegesen keletkező új csírák visszaolvasztása miatt kialakítottunk egy olyan kristályosítási módot, hogy a kristályosítási frontot két zónán keresztül előre, majd egy *zónán* keresztül hátrafelé mozgattuk, ezáltal kevesebb kristályból álló darabokat sikerült létrehozni.

6 A kemence viselkedésének nyomon követése

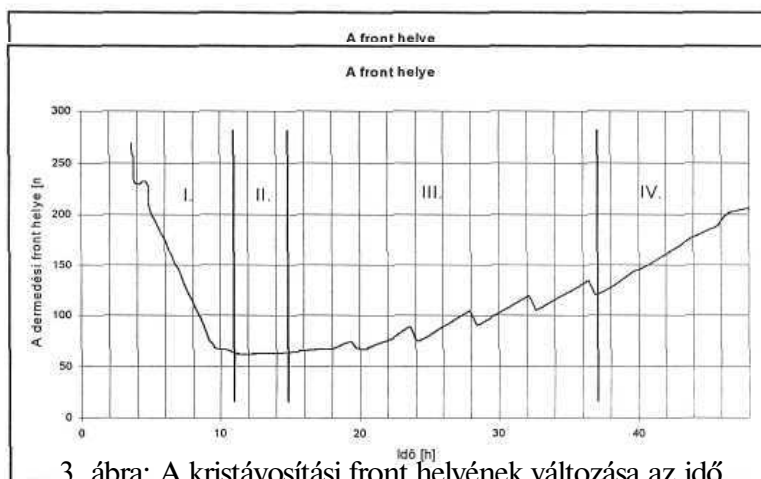
Ahhoz, hogy a kemence hőmérsékletmezejének változásából adódó hibákat el tudjuk különíteni, illetve, hogy a szabályozást megfelelően tudjuk változtatni, a kísérlet során gyűjtött adatokat elemeztük.

A 2 ábrán a hőmérséklet eloszlását lehet látni egy adott időpillanatban. Jól látszik, hogy a valós hőmérséklet a célnak megfelelő mertekben követi a beállított hőmérsékletet. A teljesítményen felfedezhető a fűrészfogas szabályozás, de észrevehető rajta teljesítmények módosítása is.

A 3. ábrán a kristályosodási front helyzete látható a kemence aljához viszonyítva. A görbéken megfigyelhető a



2. ábra: A hőmérsékleteloszlás a kemence terében és a tekercsek leadott teljesítménye



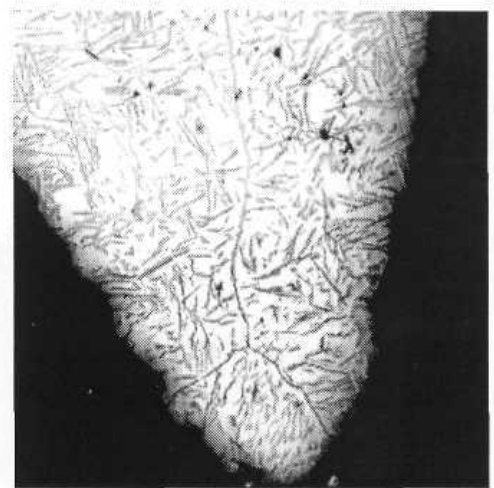
3. ábra: A kristályosítási front helyének változása az idő függvényében

Látható a görbén azoknak a szakaszoknak az elkülönülése, amelyeket a fűtési program megkövetel. Ezek az alábbiak:

- I. A darab átolvasztása felülről lefelé, ekkor a front is lefelé mozog
 - II. A hőntartási szakasz, ekkor a front helyben marad
 - III. Kristályosítás, amikor a frontot lefelé és felfelé is mozgattuk
- Az egyenletes hűtés szakasza

7. Eredmények

Az alumínium-oxid kapszulákban 2-3 kristályból álló darabokat sikerült előállítani (4. ábra), mégpedig úgy, hogy új csírák csak a kúpos részen keletkeztek. Vagyis a kúpszög csökkentésével és/vagy a kristályosítási paraméterek változtatásával (hőmérséklet-gradiensnövelésével, frontsebesség csökkentésével) egykristály növeszthető. Mivel az általunk használt USKI berendezés az eddigiekben használt hőmérséklet-gradiensnél nagyobb, illetve a kristályosítási sebességnél (kvázi frontsebesség) kisebbet nem képes biztosítani, át kell térnünk a hasonló felépítésű, de jelentősen jobb paraméterekkel rendelkező UMC kemencén történő kísérletezésre.



4. ábra: Háromkristály

Irodalom

- [1] Charles Kittel: Bevezetés a szilárdtest fizikába, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1966
- [2] Budó Ágoston, Mátrai Tibor: Kísérleti fizika III., Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 1995
- [3] Werner Köster, Tulo Gödecke: Das Dreistoffsystem Kupfer-Mangan-Alumínium, Z. Metallkunde, 1966, 12, 889-901
- [4] Roósz András, Teleszky Ilona, Tóth Levente: Egykristály Turbinalapát előállítása egyirányú kristályosítással úrkemencében, részjelentés, Miskolci Egyetem, Miskolc, 1995
- [5] D. Goldschmidt: Einkristalline Gasturbinenschaufeln aus Nickelbasis-Legierungen, Mat.-wiss. und Werkstofftech, 1994, 25, 311-320

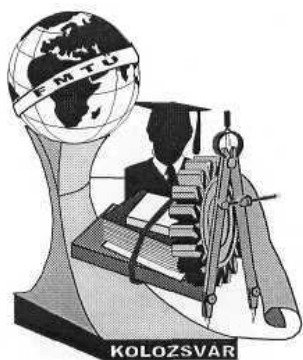
Veres Zsolt/ Tanszéki mérnök

Miskolci Egyetem Fémtani Tanszék

Tel:+36-30-851-8385

Fax.: +36-46-565-201

E-mail: vezso@ludens.elte.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

IONKRISTÁLYOK POTENCIÁLIS ENERGIAJÁNAK SZÁMÍTÁSA MIKROFORGÁCSOLÁS SZIMULÁCIÓJÁHOZ

Dr. Szabó Ottó*

Gurzó József**

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

1. Bevezetés

Automatizálás, számítástechnika, mechatronika és egyéb korszerű iparágak egyre több különleges anyagot (pl. tiszta fém kristályok, nem fémes anyagok), igen szigorú makro- és mikrogeometriával rendelkező alkatrész, illetve gyártmány gazdaságos előállítását igénylik. Az ún. szubmikronos pontosságú technológiák (pl. ultraprecíz pontosságú forgácsolás vagy nanotechnológiák) nélkülözhetetlenné váltak. Nagy súlyt kapnak a mikroforgácsolást megvalósító ultrapontos esztergálás, marás, köszörülés, dörzsköszörülés, stb.

A mikroforgácsolás témakörrel kapcsolatos eddigi publikációink során a réz egykristály forgácsolásával kapcsolatos elméleti számításokat és az elvégzett próba-szimulációkat mutattuk be [4]. Láthattuk, hogy a számítási eredmények a kísérleti mérésekkel és a szakirodalomban található adatokkal jó egyezést mutattak. A réz egykristály beszerzési ára igen nagy. Viszonylag könnyen

beszerezhetők megfelelő nagyságú ionkristályok (NaCl, KCl, stb.), de ezekhez az ionkristályok forgácsolásának szimulációjára alkalmassá kell tenni a kidolgozott szimulációs programunkat.

A továbbiakban az ionkristályok potenciális energiájának elméleti számításának rövid összefoglalásával foglalkozunk.

2. Ionkristályoknál ionok elektrosztatikus vonzása

A szilárd kristályokban fellépő energia- és erőviszonyokat a legegyszerűbben az ionkristályok esetében tanulmányozhatjuk. Ezekben a kristályokban a kötést az ellentétes töltésű ionok elektrosztatikus vonzása hozza létre. Az első közelítésben az ionokat pontszerű töltéseknek képzeljük el [1,2].

Két pontszerű Q_i és Q_j nagyságú töltés között fellépő Coulomb-féle vonzóerőt (taszítóerőt) figyelembe véve a kölcsönhatás potenciális energiája:

$$E_{pot\,ij}^* = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{Q_i \cdot Q_j}{r_{ij}} = \frac{1}{k} \cdot \frac{Q_i \cdot Q_j}{r_{ij}} \quad (1) \text{ és } (2)$$

ahol: ϵ_0 - permitti vitás, abszolút dielektromos állandó (pld. NaCl ionkristálynál: $8,85416 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$);

ϵ_r - relatív dielektromos állandó (esetünkben: 1);

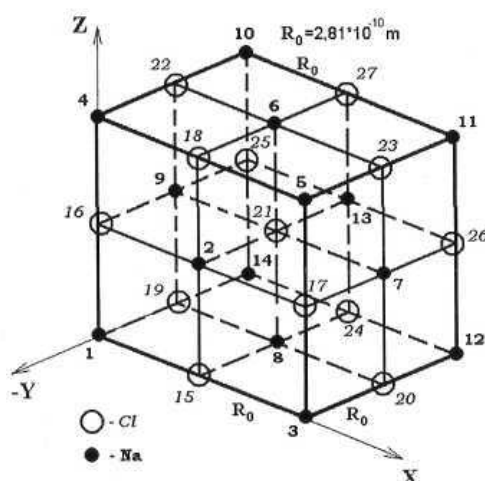
Q_i - az i -edik ion töltése (pld.: $Q_i = Q = 1,6021917 \cdot 10^{-19} \text{ C}$);

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

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

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

A NaCl kristály sematikus felépítését az 1. ábra mutatja. Látható, hogy a NaCl-nak egyszerű köbös rácsa van, ahol az Na és Cl ionok felváltva helyezkednek el.



1. ábra Az NaCl kristály felépítése

3. Taszító, töltéstől független erők

Az ionkristály-rácsban azonban nemcsak a ponttöltésekre vonatkozó vonzó és taszító erők, hanem még plusz taszító (töltéstől független) erők is működnek. Ezek a legegyszerűbben valamilyen hatványfüggvénnyel írhatóak le:

$$E_{pot, taszító_{ij}} = \frac{\lambda}{r_{ij}^n} \quad (3)$$

ahol: λ - kristályszerkezettől függő arányossági tényező; n - kristály merevségére jellemző szám, ami pld. NaCl-ra: $n=9,4$).

4. A potenciális energia

Ezzel az i -edik és j -edik ion közötti potenciális energia:

$$E_{pot_{ij}} = E_{pot_{ij}}^* + E_{pot, vonzó_{ij}} = \frac{\lambda}{r_{ij}^n} \pm \frac{1}{k} \cdot \frac{Q^2}{r_{ij}} \quad (4)$$

alakba írható, ahol „-” jel akkor érvényes, ha Q_j -edik ion töltése a Q_i -edik ionéval ellentétes és „+” jel akkor, ha Q_j -edik ion töltése a Q_i -edik ionéval megegyező.

Az i -edik ion potenciális energiáját a következőképpen számíthatjuk:

$$E_{pot_i} = \sum_{j \neq i} E_{pot_{ij}} = \sum_{j \neq i} \left(\frac{\lambda}{r_{ij}^n} \pm \frac{1}{k} \cdot \frac{Q^2}{r_{ij}} \right) \quad \text{és} \quad r_{ij} = p_{ij} \cdot R \quad (5)$$

ahol: R - alapesetben az R_0 rácsállandót jelenti (1. ábra).

Az r_{ij} -t behelyettesítve a (5)-be és átalakítva kapjuk, hogy:

$$E_{pot_i} = \frac{\lambda}{R^n} \cdot A - \frac{1}{k} \cdot \frac{Q^2}{R} \cdot \alpha \quad (6)$$

$$\text{ahol: } A = \sum_{j \neq i} \frac{1}{p_{ij}^n} \quad \text{és} \quad \alpha = \sum_{j \neq i} (\mp) \frac{1}{p_{ij}} \quad (\text{Madelung-állandó NaCl-ra } \alpha = 1,747558). \quad (7)$$

„A” és „ α ” között (a levezetések mellőzése nélkül) a következő kapcsolat áll fenn:

$$\lambda \cdot A = \frac{1}{k} \cdot \frac{Q^2 \cdot \alpha}{n} \cdot R_0^{n-1} \quad (8)$$

A (8)-at visszahelyettesítve (6)-ba kapjuk, hogy:

$$E_{pot_i} \Big|_{R=R_0} = \frac{Q^2 \cdot \alpha \cdot R_0^{-1}}{k} \cdot \left(\frac{1}{n} - 1 \right) \quad (9)$$

Behelyettesítve az ismert állandókat NaCl-ra kapjuk, hogy:

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

vagyis az NaCl kristályrácsban egy ion potenciális energiája: $-1,28 \cdot 10^{-18} J$.

5. Számítás és következtetés

Vizsgáljuk meg az előző képletben felhasznált α konstans (1,747558) számítási módját NaCl-ra. írható, hogy:

$$\alpha = \sum_{j \neq i} \left(\mp \right) \frac{1}{p_{ij}} = \frac{6}{1} - \frac{12}{\sqrt{2}} + \frac{8}{\sqrt{3}} - \frac{6}{2} + \frac{24}{\sqrt{5}} - \frac{24}{\sqrt{6}} + \dots = 6 - 8,485 + 4,62 - 3 + 10,733 - 13,856 + \dots \quad (13)$$

Vagyis: egy vizsgált ionnak a kristályrács **belsejében** egy rácstávolságra 6 vonzó (ellentétes töltésű) szomszédja van, $\sqrt{2}$ rácstávolságra 12 taszító (azonos töltésű) szomszédja van, $\sqrt{3}$ rácstávolságra 8 vonzó szomszédja van, 2 rácstávolságra 6 taszító szomszédja van, stb. Ha a sort tovább folytatjuk az tapasztalható, hogy **a konvergencia igen szegényes**, de létezik határérték. A feladat további része a számítógépi szimuláció, amelyet e konferencia másik cikkében foglaltuk össze [3] és egy lehetséges szimulációt mutat az ott közölt 1.-2. ábra.

A kutatómunkánkat OTKA T030668 és OTKA F019105 (Budapest) támogatással végezzük.

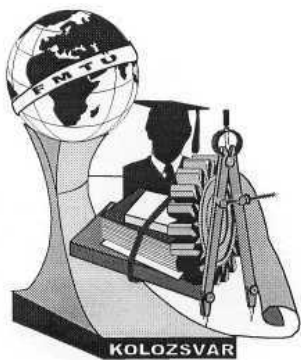
Irodalom

- [1] Kittel Charles: Introduction to Solid States Physics, Second Edition, New York - John Wihlley and Sons, Inc. -London, 1963. pp.70-84.
- [2] Berecz Endre: Fizikai kémia, Második kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1988., pp.183-185.
- [3] Szabó O. - Gurzó J.: Ionkristályok mikroforgácsolásának számítógépi próbaszimulációja. VII. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka. Nemzetközi Tudományos Konferencia kiadványa. Kolozsvár, 2003. március 21-22. 4p (E konferencia másik cikke).
- [4] Szabó O. - Gurzó J.: Rechnergestützte Simulation der Mikrozerspannung und Flächen von Zentralen Kristallen. Computer Integrated Manufacturing Conferencze. Zakopane, 7-9. Marc. 2001. WNT Warsaw, 2001. ISBN 83-204-2409-7. pp. 199-208.

* **Dr. Szabó Ottó, C.Sc, PhD.**, egyetemi docens

Miskolci Egyetem Gépágyártástechnológiai Tanszék 3515. Miskolc-Egyetemváros
Telefon: +36-46-565-111/15-21 E-mail: ggytszo@gold.uni-miskolc.hu

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



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

IONKRISTÁLYOKMIKROFORGÁCSOLÁSÁNAK SZÁMÍTÓGÉPI PRÓBA-SZIMULÁCIÓJA

Dr. Szabó Ottó*

Gurzó József**

Abstract. Computer test-simulation of microcutting of ion-crystals. For machining, ultraprecision machining is increasingly preferred to grinding, for the previous has better productivity, and in certain cases dimension and shape accuracy as well as the strict requirements to the surface quality can more easily be assured. Creation and verification of such a chip separation theory that is able to describe the most important physical, mechanical processes during the ultraprecision machining taking the effect of the tool and workpiece materials, texture, type of crystallization, geometry and wear, as well as the effects of the technological conditions into consideration. With the aid of computer simulation to give a statistical estimation of the changes occurring on the workpiece and tool, of the probable mechanical and geometrical properties, of the development of the cutting force, etc.

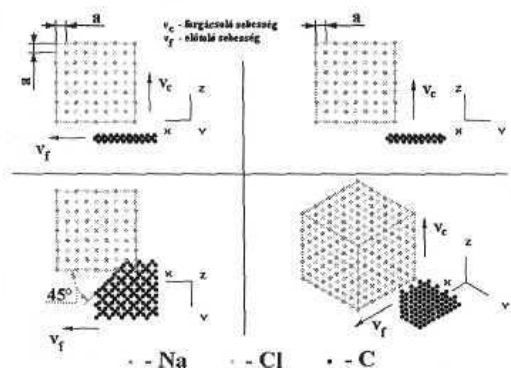
1. Bevezetés

Mikroforgácsolás energetikai viszonyainak, kialakuló forgácsolóerők, forgácsolási hőmérséklet és felületérdesség előzetes számításához szimulációs modelleket dolgoztunk ki. A modell alapját a potenciális meghatározása jelenti, amit e konferencia másik előadásában foglaltuk össze [1]. A szimulációnál a szerszám és a munkadarab szerkezetéből indulunk ki. A forgácsleválasztás folyamatát atomi szintekről modellezzük. A program folyamatábráját az 1. ábra mutatja be [2].

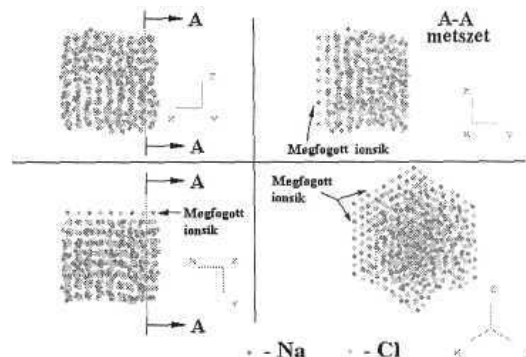
2. NaCl IONKRISTÁLY PRÓBA-SZIMULÁCIÓJA

A potenciális energia számítására vonatkozó összefüggésekkel kibővítve a szimulációs programot [1] és az időigényes szimulációt elvégezve azt tapasztaltuk, hogy a program indulásakor a generált hibátlan NaCl kristályrács (L. 1.-2. ábra) áll elő. A kiindulási állapotból [1] (2. ábra) látható, hogy 729 db. (9x9x9) ionból áll a munkadarab (L egyenlő oldalú kocka, ill. hatszög). A sötétszürke pontok az Na ionokat jelöli, a világosszürke a Cl ionokat, míg a fekete pontok a gyémánt szerszám ionjait mutatják. A gyémántkést $\kappa=45^\circ$ -os főéi-elhelyezési szöggel alakítottuk ki (az ábra jobb alsó sarka). A

szimulációs idő előrehaladásával a kristályrács fokozatosan szétesik még azelőtt, mielőtt a gyémánt szerszám elérné a kristály felületét (3. ábra).

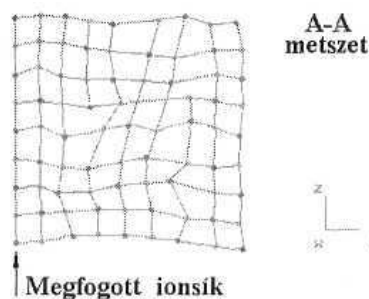


1.-2. ábra Az NaCl kristályrács és a gyémánt szerszám a szimuláció kezdetekor



3. ábra Az NaCl kristályrács 1000 szimulációs lépés után

A 3. ábrából látható, hogy kb. 1000 szimulációs lépés megtétele után (ami hozzávetőleg 0,01 ns-nak felel meg) a kristályrács nem tartja meg eredeti alakját, hanem szétesőben van anélkül, hogy a szerszám a közelébe került vagy behatolt volna. A következő 4. ábra a 3. ábrán ábrázolt helyzetet az YZ síkkal elmettszve és kinagyítva mutatja (A-A metszet).



4. ábra Az NaCl kristály YZ síkkal párhuzamos metszete

A metszeten is láthatjuk, hogy az eredeti egyszerű köbös kristályrács nem marad meg, hanem valamilyen másfajta, szabálytalannak tűnő kristályszerkezetbe megy át. Az eredeti kristályszerkezet valószínűleg a következő okok miatt nem marad meg: (1) Az alkalmazott potenciál függvény nem írja le megfelelően a kristályrács viselkedését; (2) A kristály felületén elhelyezkedő ionok helyzete nem megfelelően stabil; (3) A szimulációhoz kevés iont vettünk figyelembe.

3. Az alkalmazott potenciálfüggvény felülvizsgálata

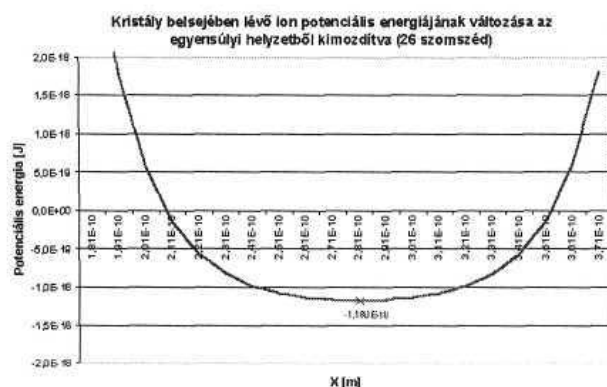
Az [1] cikkben bemutatott (8) potenciálfüggvény sokféle bővített változatának [2] kipróbálása sem hozott elfogadható eredményt (pl.: befolyásoló paraméterek módosítása, mint az pl. r_0 , vagy a taszítóerők elhanyagolása $\lambda=0$ mellett, stb.). A kristály ionjainak jelentős része (a már eredetileg

rögzített - megfogott - ionok (3. és 4. ábrák) kivételével) továbbra sem tartja meg egyensúlyi rezgésközéppontjának helyét. Feltételezzük tehát, hogy a kristályrács szétesését, átalakulását olyan más tényezők befolyásolják, melyek hatását eddig nem vettük figyelembe.

4. A kristályrács felületén elhelyezkedő ionok stabilitásának vizsgálata

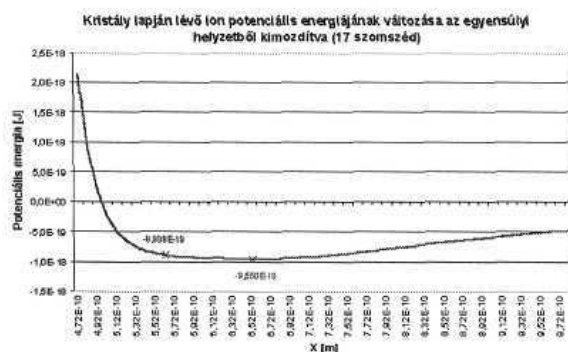
Vizsgáljuk meg az [1]-ben közölt (6) potenciál függvény felhasználásával és az 1.-2. ábra segítségével az NaCl kristályrács belsejében (21-es ion), egy kristály felületen (7-es ion), egy kristály élen (23-as ion) és egy kristály sarokpontban elhelyezett (11-es ion) ion potenciális energiájának alakulását.

Az 5. ábrán láthatjuk, hogy a 3x3x3-as kristályrács (L. [1] 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. gyémánt szerszám) az egyensúlyi rezgéshely körül fog rezegni. Látható, hogy az egyensúlyi helyzetben $-1,18 \cdot 10^{-18}$ J a vizsgált ion potenciális energiája a megfigyelt kristályrácsban, míg az elméleti úton kapotté $-1,28 \cdot 10^{-18}$ J (12-es ion). A különbség annak tudható be, hogy az 5. ábra eredménye nem végtelen sok ion, hanem „csak” 26 szomszéd figyelembevételével készült (egyébként jó közelítés).



5. ábra Az NaCl kristály belsejében lévő ion potenciális energiája

A 6. ábrán láthatjuk, hogy a 3x3x3-as kristályrács egyik lapján lévő ion (7-es ion) egyensúlyi helyzete **nem** egyezik meg az elméleti helyzettel ($x=5,62e-10$ m; $y=2,81e-10$ m; $z=2,81e-10$ m). Ez azt jelenti, hogy a szimuláció megindítása után az eredeti helyre generált 7-es ion egyéb erőhatások **nélkül is** (pld. gyémánt szerszám) elhagyja az eredetileg generált egyensúlyi rezgéshelyét. Látható, hogy az igazi egyensúlyi helyzetben ($x=6,52e-10$ m; $y=2,81e-10$ m; $z=2,81e-10$ m) $-9,55 \cdot 10^{-19}$ J a vizsgált ion potenciális energiája a megfigyelt kristályrácsban (17 szomszéd figyelembevétele esetén: 2, 3, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27). Ez abszolút értékben kisebb, mint a kristályrács belsejébe lévőé.



6. ábra Az NaCl kristály lapközepén lévő ion potenciális energiája

A kristályrács egyik élén (pld.: 23-as), illetve egyik sarkán lévő (pld.: 11-es) ion vizsgálata a 6. ábrán közölt jelleggörbéhez hasonló függvényt adott.

5. Következtetések

Az előbbiekből már elméleti úton is megállapítható (szimuláció nélkül), 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 és az elméleti és számítási potenciális energiák különbségből, hogy eltérések tapasztalhatóak. Feltételezésünk szerint a figyelembe vett szomszédok száma nagymértékben befolyásolja az eredményt. Valószínű, hogy ha több szomszédot veszünk figyelembe a számítás során, akkor pontosabb és stabilabb eredményeket kapunk. Ez egy következő publikáció témája lesz.

A kutatást az OTKA F019105 és OTKA T030668 (Budapest) támogatásával végezzük.

Irodalom

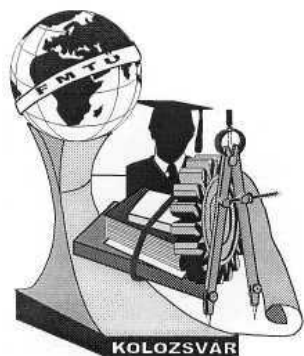
- [1] Szabó O. - Gurzó J.: Ionkristályok potenciális energiájának számítása mikroforgácsolás szimulációjához. VII. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka. Nemzetközi Tudományos Konferencia kiadványa. Kolozsvár, 2003. március 21-24. 4p (E konferencia másik cikke).
- [2] Szabó O. - Gurzó J.: Modelling of Microcutting and Dislocations. Gép, Budapest, 2001. LII. 3-4. pp.10-12.
- [3] Berecz Endre: Fizikai kémia, Második kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1988., pp.183-185.

* **Dr. Szabó Ottó, C.Sc, PhD.,** egyetemi docens

Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszék 3515. Miskolc-Egyetemváros

Telefon: +36-46-565-111/15-21 E-mail: ggytszo@gold.uni-miskolc.hu

** **Gurzó József,** oki. gépészmérnök, Boss GmbH Sárospatak.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A KLASSZIKUS ZENEKAR HANGSZEREINEK BEMUTATÁSA MULTIMÉDIÁS ESZKÖZÖKKEL

Deritei György, Dr. Bitay Enikő

Abstract

This multimedia encyclopedia, presents musical instruments without the intention to be exhaustive, thus restricted to the classical orchestra's instruments, suitable for individual use, or for students in primary or high schools. It presents the history, development, technical description of the instruments with pictures, texts and sound examples. A quiz game tests that the information is acquisitioned.

Összefoglaló

Ez a multimédiás enciklopédia a teljesség igénye nélkül, a klasszikus zenekarban szereplő hangszereket mutatja be. Használatát az oktatásban általános- és középiskolákban, vagy egyénileg. A hangszerek kialakulása, fejlődése, műszaki leírása képeken, leírásokon és zenei példákon átjut el a felhasználóhoz.

Bevezető

A számítógép és zene kapcsolata egyre jobban összefonódik. Otthoni személyi számítógépeinkkel, könnyen kezelhető szoftverekkel az egyszerű zenehallgatástól kezdve könnyűzene vagy szimfónia megírására is lehetőségünk van, természetesen mindenkinek az ízlése és tehetsége szerint. Azonban egy jó minőségű hangkártya és HiFi felszerelés mégsem nyújthat akkora élményt, mint részt venni egy koncerten, hisz a hangszerek az egyedi hiteles kifejezői a zenének. A zenével már egészen kicsi korától kapcsolatba kerül az ember. A zene oktatásában a tapasztalaton alapuló megismerés a cél, nem egyszerűen az információk passzív rögzítése, hanem aktív és cselekvő feldolgozása. Az általános iskolákban az énekzene órák alatt ismerkedik a gyerek a hangszerekkel, azonban a zeneiskolásokon kívül, kevés gyerek kerül közvetlen kapcsolatba velük.

Az országban elég kevés iskola rendelkezik számítógépes laborral, és ahol létezik, ott sem elsősorban a zeneoktatásra használják.

Multimédia az oktatásban

Szinte minden tantárgyon belül lehetőség nyílik a multimédiás eszközökkel megvalósított oktatóprogramok eredményes alkalmazására. Előnye a hagyományos oktatással szemben, hogy a felhasználó meghatározhatja az információáramlás számára legmegfelelőbb sorrendjét és mennyiségét, több időt tölthet el egyes részek tanulmányozásával, ezáltal fejlesztve az egyéni tanulást is.

Fogalmakat lehet ismertetni lexikonokhoz hasonló rendszerességgel, nemcsak statikus képekkel és szöveggel, illusztrációkkal szemléltetve, hanem hanggal és mozgóképpel, animációval és háromdimenziós grafikával, modellel egyaránt. Így egy eszköz működése is bemutatható, nem csupán a leírása.

A fejlesztés leírása

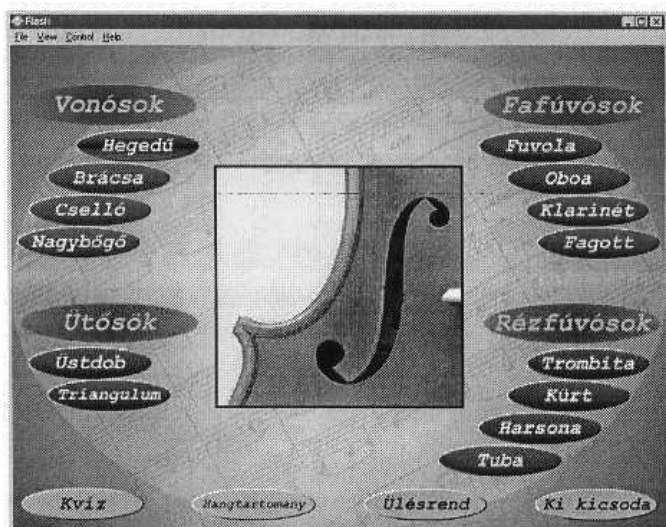
Ha valaki a hangszereket közelebbről szeretné megismerni, múltjuk, keletkezésük érdekli, lexikonokat kutathat fel, szakkönyveket, szaklapokat olvashat, zeneboltokban érdeklődhet, koncertekre járhat el, de mindezt nem találja meg egy helyen, könnyen kezelhető formában.

„A klasszikus zenekar hangszerei” című multimédiás enciklopédia célja felkelteni a zeneművészet és zenei értékek iránti érdeklődést.

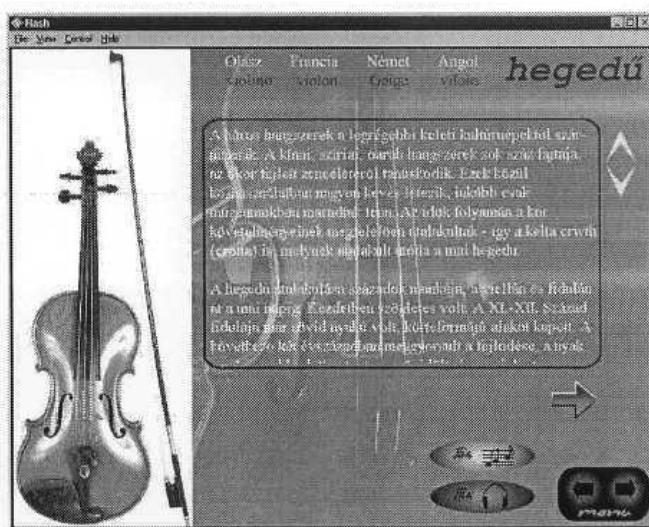


1. ábra A program kezdőlapja (INTRO)

A klasszicizmusban kialakult zenekar összetételét és hangszereit egyenként ismerteti az enciklopédia. A bevezető (1. ábra) - INTRO - után, a főmenüben a hangszerek csoportosítva szerepelnek: vonósok, fafúvósok, ütősök, rézfúvósok (2. ábra).



2. ábra A program főmenüje



3. ábra A hegedű bemutatása

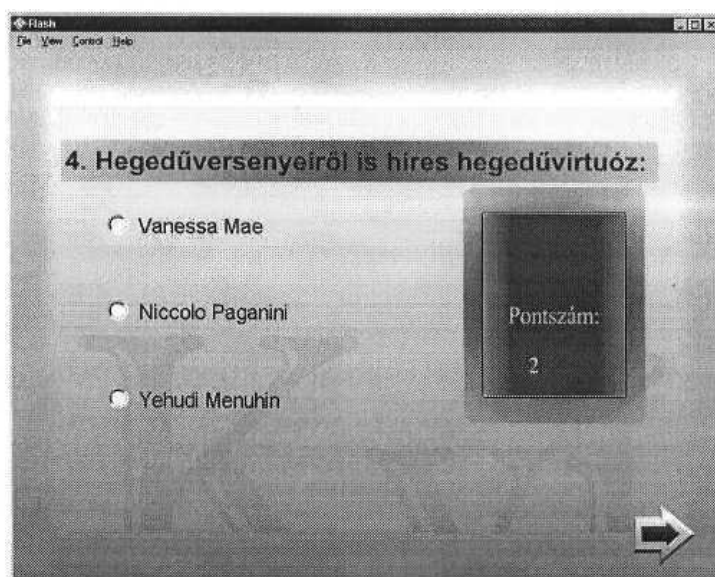
Innen lehet eljutni a hangszereket tárgyaló oldalakhoz, ahol a hangszerről képeket, a hangszer kialakulásának történetét, műszaki leírást, megszólaltatási módját, hangterjedelmét, a hangszer öt nyelven való megnevezését találjuk (3. ábra). Ezeken kívül rövid hangminta szolgál a hangszer hangjának megismertetésére, valamint egy zenepélda, ahol a hangszert kísérettel együtt hallhatjuk.

A *Ki kicsoda* menügombra kattintva, hangszerkészítőkkal, hangszervirtuózokkal, zeneszerzőkkel ismerkedhetünk meg.

A *Hangterjedelem* menüpont alatt különböző hangszerek hangterjedelmét hasonlíthatjuk a zongoráéhoz.

Az *Ülésrend* oldal a szimfonikus zenekar szokásos ülésrendjét mutatja be.

A *Kvíz* egy játék (4. ábra), mellyel az enciklopédiában ismertetett információk elsajátítását ellenőrizetjük.



4. ábra A Kvíz játék

A multimédiás program felhasználása

A program alkalmas általános- és középiskolákban zeneórák keretében hangszerek megismertetésére, vagy otthoni felhasználásra. Segíthet az iskolai oktatásban a tanároknak, a diákoknak kiegészítő információ lehet a tananyag mellett, és azoknak is betekintést nyújt a hangszerek világába, akik nem zenészként tanulmányozzák.

Az alkalmazás minimális futtatásához szükséges hardver:

- 166 MHz-es processzor;
- 32 MB RAM;
- 2 MB videó memória;
- CDROM meghajtó;
- hangkártya;
- egér;
- hangszóró.

Az alkalmazás megfelelő futtatásához szükséges szoftverek:

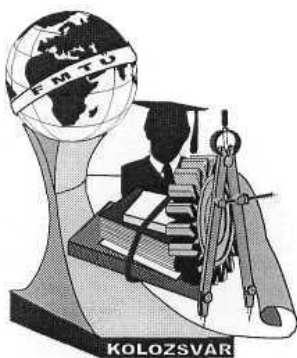
-Windows 95, 98, ME operációs rendszer.

Az enciklopédia Macromedia Flash 5 szoftver felhasználásával készült.

Felhasznált irodalom

1. Darvas Gábor: Évezredek hangszerei, Zenemű Kiadó, 1975, Budapest;
2. Hangszerek enciklopédiája, Öt világrész másfél ezer hangszere, Gemini Kiadó, 1996, Budapest;
3. Reményi Zoltán: Amit a hangszerről tudni kell (Hangszerek, alkatrészek, kellékek), Zeneműkiadó Vállalat, 1955, Budapest;
4. Brockhaus, Riemann: Zenei Lexikon, Zenemű Kiadó, 1983, Budapest;
5. Ulrich Michels: SH atlasz - Zene, Springer Hungarika Kiadó Kft, 1994, Budapest;
6. Csánki Lajos: Multimédia PC-s környezetben, LSI Informatikai oktatóközpont, 2001, Budapest.
7. Marc Péter: Macromedia Flash 5, Interaktív web-oldalak készítése, Prémium sorozat, Extra-Plan Kft, 2001, Budapest;
8. Róbert Reinhardt, John Warren Lentz: Flash 5 Biblia, Kiskapu Kft, 2001, Budapest;
9. Online glossary: www.essentialsofmusic.com;
10. Zeneportál: www.worldmsicportal.com;
11. www.dsokids.com;
12. www.encyclopedia.com;
13. www.e-m-s.com/cat/kits/kits.htm;
14. www.playmusic.org.

Deritei György hallgató, Gábor Dénes Főiskola
Kolozsvár, S. Albini 139/39
E-mail: pepexnero@yahoo.com



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

TERVEZET A MUNKAKÖRNYEZET KOMPLEX ÉRTÉKEKÉLÉSÉRE

Mónika Románová

Abstract: This article solves the hierarchical parameter problems in working environment on the base of the binate comparison by means of Fuller's triangle. The final effect is exact estimate of balance coefficients, which are usable in other methods for complex mathematical evaluation of working environment quality.

Az előterjesztett dolgozat a munkakörnyezet kockázati tényezőinek hierarchiájával kapcsolatos kérdéskör megoldásával foglalkozik a FULLER háromszög és a páros összehasonlítás módszerének alkalmazásával. Cél az egzakt koefficiensek meghatározása, amelyek felhasználhatók a munkakörnyezet minőségének komplex matematikai értékelése során.

Bevezetés

A munkakörnyezetet az életkörnyezet fontos részéhez soroljuk, hiszen az ember az ideje jelentős részét tölti a munkahelyén. A munkakörnyezetet azoknak a természetes és mesterséges feltételeknek a halmaza, amelyekben az ember közvetlenül a munkára irányuló tevékenységét végzi. Egyre gyakrabban jelentkezik azonban (főleg tartós és folyamatos hatás esetén) intenzíven e környezetnek az emberi szervezetre gyakorolt negatív hatásai.

A munkakörnyezet kockázati tényezői és értékelésük

A tervezett módszer a munkakörnyezet komplex értékelésére a kockázati tényezők következő struktúrájából indul ki:

1.	Fizikális kockázati tényezők	4.	Ergonómia
1.1.	Zaj	4.1.	Nehéz terhek emelése
1.2.	Rezgések	4.2.	Monoton munka
1.3.	Mikroklimatikai viszonyok	4.3.	Ismétlődő mozdulatok
1.4.	Megvilágítás	4.4.	Kényelmetlen testhelyzet
1.5.	Sugárzás	4.5.	Manuális tevékenység
1.6.	Toxikus anyagok	4.6.	Képernyős munkahelyek
2.	Biológiai kockázati tényezők	5.	Beltér
2.1.	Vírusok	5.1.	Architektonikai megoldások
2.2.	Baktériumok	5.2.	Kommunikáció, anyagáramlás

2.3.	Gombák	5.3.	Közlekedési eszközök
2.4.	Paraziták	5.4.	Esztétika
3.	Biztonsági és higiéniai kockázati tényezők	6.	Pszichoszociális kockázati tényezők
3.1.	Biztonságtechnika	6.1.	Stresszhatások
3.2.	Személyes és kollektív védőeszközök	6.2.	Munkatervezet
3.3.	A biztonság emberi tényezői	6.3.	Munkaterhelés

A munkakörnyezeti tényezők relatív jelentőségének meghatározására alkalmazhatjuk a páros értékelés (összehasonlítás) módszerét, melyet FULLER publikált [3]. A módszert a gyakorlatban az életkörünyezeti paraméterek relatív jelentőségének meghatározására alkalmazzák, melynek alapját két tényező összehasonlításának folyamata képezi. A két tényező összevetésével könnyebben eldönthető, hogy melyik tényező fontosabb, az értékelő szubjektív véleménye alapján. Ha „n” számú tényezők halmazát feltételezzük, létrehozhatjuk a tényezők másodosztályú kombinációját. A párok összességét a következő képlet adja:

$$N = \frac{n}{2} \cdot (n-1) \quad (1)$$

ahol N - a párok száma;

n - tényezők száma.

A párok leggyakrabban az alábbi séma alapján rendeződnek a Fuller háromszögben:

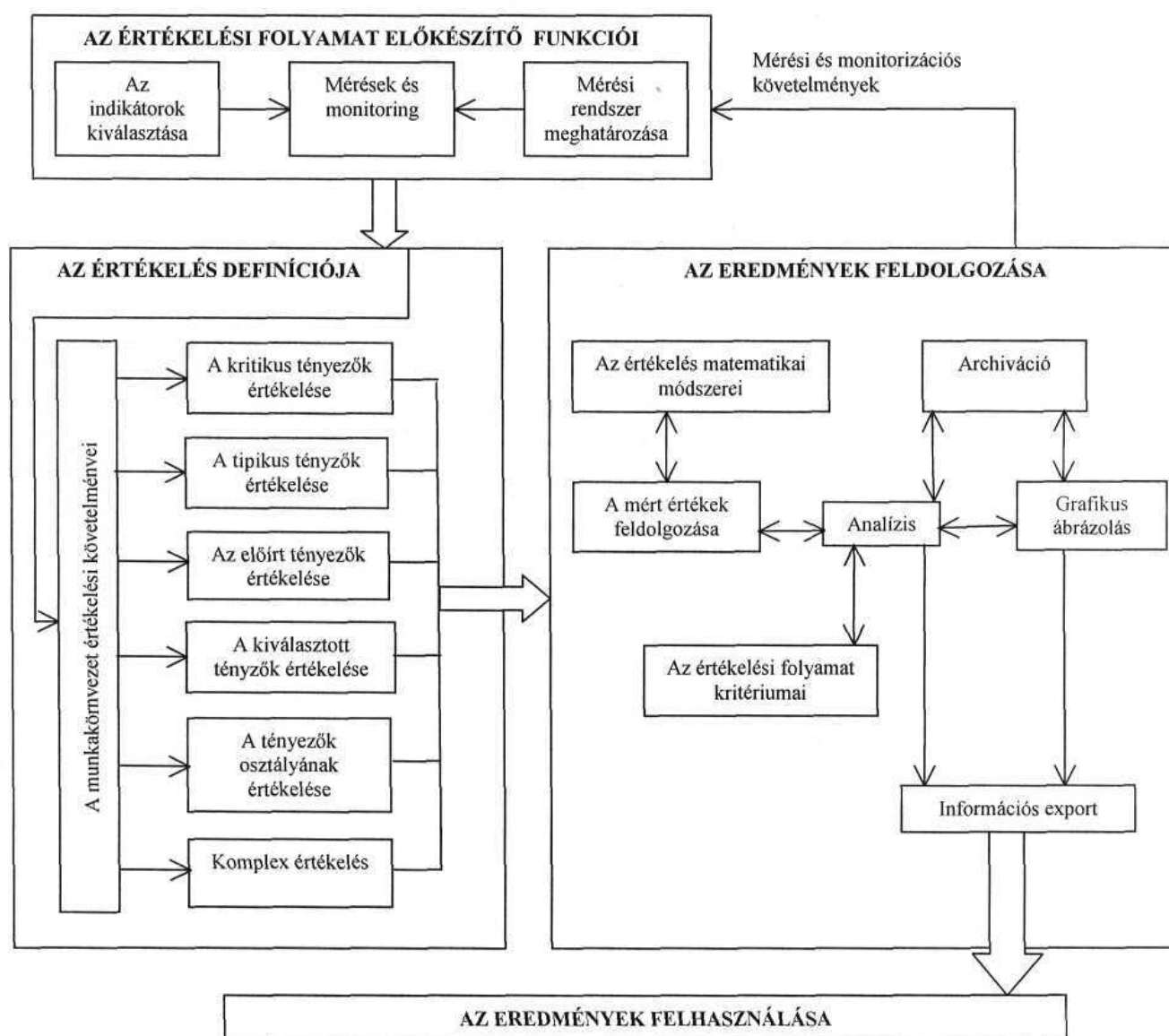
1	1	1	1		1	1
2		3	4	5	(n-1)	n
		2	2	2	2	2
		3	4	5	(n-1)	n
			3	3	3	3
			4	5	(n-1)	n
					*	*
					*	*
					*	*
						(n-1)
						n

A jellegzetesebb tényezőt az értékelt párból megfelelő jellel látjuk el. Az összehasonlítás elvégzése után minden tényezőnél kimutatható azon esetek száma, ahol egy másik tényezővel összevetve jelentősebbként szerepelt. A jelentősebbként értékelt tényezőhöz 1 gyakoriságot rendelünk. Kivételes esetekben, ahol az értékelő döntésképtelen, a páros mindkét tényezőjéhez 0,5 gyakoriságot rendelünk. Utolsó lépésként összeszámoljuk az egyes tényezők gyakoriságát. Az összes tényező gyakoriságának összegének meg kell egyeznie a párok számával (N). Ezután a tényezőket csökkenő sorrendbe állítjuk gyakoriságuk alapján. Ezzel megkaptuk a jelentőségük sorrendjét, ami a páros összehasonlítás módszerének kétségtelen előnye. Azzal, hogy minden tényezőt mindegyikkel összevetjük, kizárjuk a szubjektív értékelés lehetőségét. A kapott eredmény objektív eredménynek tekinthető.

Tételezzünk fel egy ideális munkakörnyezetet az ott ható tényezők „optimális” esetlegesen „zérus” értékével. A tényezők „zérus” értékét pozitív hatásként csak néhány indikátor esetében tételezhetjük

fel. Néhány indikátor „zérus” értéke a szervezet negatív reakcióját eredményezheti (pl. nullás zaj). Más tényezők (pl. megvilágítás) megkövetelik, hogy értékeik bizonyos intervallumban mozogjanak, a munka jellegének függvényében. Ezen elmélet alapján konstatálhatjuk, hogy az ideális munkakörnyezet definiálása optimalizációs folyamat a tényezők kölcsönhatásának a szintjén. Hogy a lehető legnagyobb mértékben elimináljuk a tényezők szubjektív értékelését, javasolt az értékelés egész folyamatában matematikai módszereket alkalmazni. Az elmélet matematikai megfogalmazásával a munkakörnyezet minőségének objektív, komplex, térbeli koordináta-rendszerben való ábrázolásához jutunk el.

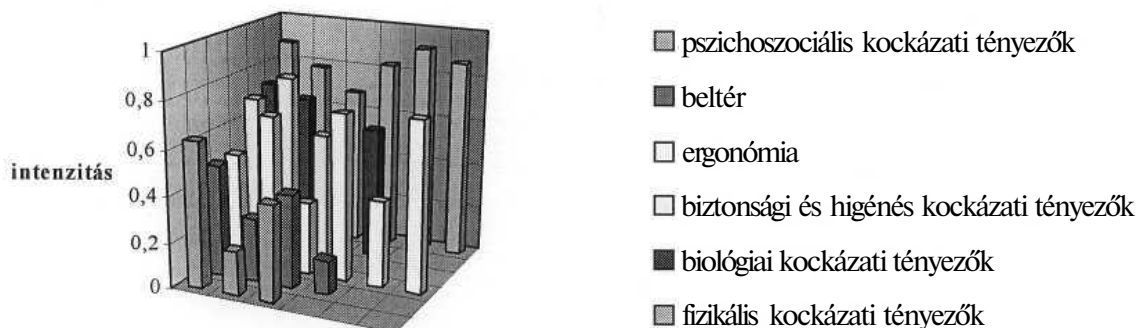
Az alábbi ábrán az értékelési módszer egyes fázisait mutatja a közöttük létező interakciókkal.



Az alábbi grafikonon az egyes tényezők osztályokba való felosztását ábrázolja. A grafikon az egyes tényezők állapotának részletes szemléltetésére szolgál. Szükséges az egyes tényezők intenzitásának normalizációja, hogy értékeik $<0;1>$ intervallumban mozogjanak. A normalizációt az alábbi képlet alapján hajtjuk végre:

$$P_{Tji} = \frac{L_F - L_A}{L_F - L_M} \quad (2)$$

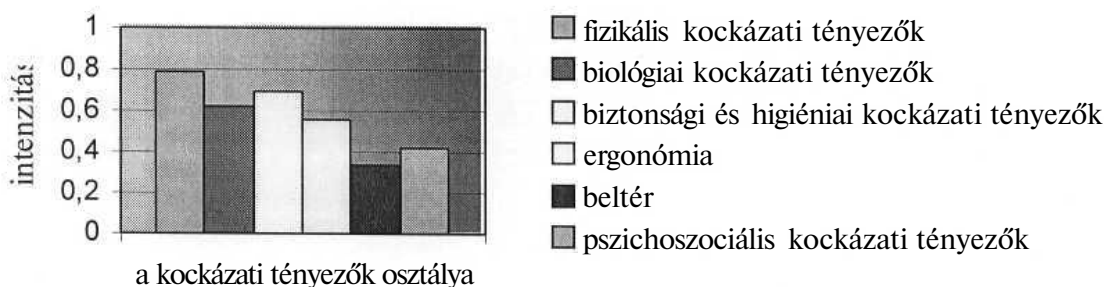
ahol P_{Tj} - i tényező Tj osztálybeli normalizált értéke;
 L_F - a tényező felső határértéke;
 L_A - a tényező alsó határértéke;
 L_M - a tényező aktuális (mért) értéke.



A munkakörnyezeti állapotokról való gyors orientáció érdekében és ábrázolás céljából mélyreható kutatás nélkül is felhasználhatjuk az egyes osztályok átlagintenzitását. Ezt az egyes mért kockázati tényezők aritmetikai középértékének a kiszámítása által kapjuk meg az alábbi képlet alapján:

$$P_{Tj} = \frac{L_{M1} + L_{M2} + \dots + L_{Mi}}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{Mi} \quad (3)$$

ahol P_{Tj} - a tényezők osztályának normalizált értéke;
 $L_{Ti} - L_{Ti}$ - az elbírált tényező átlag normatív értéke;
 n - az egyes osztályokban lévő tényezők száma.



a kockázati tényezők osztálya

Befejezés:

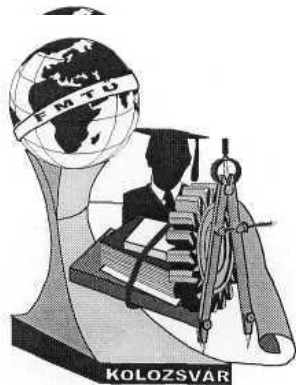
A munkakörnyezet minőségének javítása fontos feladat. Az eddigi módszerek a parciális megoldásokat részesítették előnyben a legégetőbb problémák eliminálásával. Optimális megoldást a munkakörnyezeti tényezők komplex analízise és negatív hatásaik időben történő elhárítása jelentené. A dolgozat a VEGA projekt részeként született.

Irodalomjegyzék:

- [1] HRÁDOCKÝ, L. - LUMNITZER, E. - ANNA, V.: Einsatz der Wasserstrahltechnologie bei der Bearbeitung von Glasoberflächen. Európa - seminar 1991, Produktion mit Präzision EURO - IFO, Bánd II, Budapest, 1991. ISBN 963-421-496-7
- [2] LUMNITZER, E. - KRÁLIKOVÁ, R.: Rizikové faktory v životnom prostredí, in: Acta Mechanica Slovaca, Viena, č. 2/2002, 259 - 264 old., ISSN 1335-2393
- [3] Muránsky, J. - Badida, M.: Trvalo udržateľný rozvoj v strojárstve, Košice, 2000, 89 old.

Mónika Románová

Katedra environmentalistiky a riadenia procesov, Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, +0421 55 602 2711
 Email: monikad@centrum.sk



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

A SZLOVÁK KARSZT-BIOSZFÉRA REZERVÁTUM

Katarína Barnová

The purpose of the National Nature Protection is not only to observe the established protection, the régime and care for the present state of nature, but to regulate the various economic activities and schemes in the country and to restrict activities disturbing the biological balance of nature. The workers of nature protection want, above all, to achieve better relations and approaches of man to nature. Their endeavour is not to safeguard the inviolability of the reservations, as many people understand nature protection. Today we are trying to create a suitable living environment for man. Therefore are the workers of the nature reservation trying to regulate suitably economic activities in protected areas, so that, above all, social interests are respected. It should be a rule that cultural maturity of man should be judged by this behaviour in nature.

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az államilag irányított természetvédelem nem merül ki csupán a természet jelenlegi állapotának megóvásában és fenntartásában, hanem egyben a legkülömbözőbb gazdasági tevékenységformák irányítását is jelenti. Ebből az is következik, hogy szükség esetén fel kell hogy lépjen mindennemű olyan tevékenységgel szemben, amelyek megzavarhatják a természet biológiai egyensúlyát. A természet védelméért felelős dolgozók legfőbb feladata mindenekelőtt az ember természethez való viszonyának a megjavítása. Ez az igyekezet azonban távolról sem az egyes természetvédelmi tájegységet "érinthesetlenségére" irányul, mint ahogy azt még ma is néhány "természetvédő" értelmezi.

Napjainkban nagy erőfeszítéseket teszünk az ember életfeltételeinek, életkörnyezetének javítása érdekében. Ezért a természetvédők feladata napjainkban elsősorban a védett területeken folyó gazdasági tevékenység megfelelő irányítása, amely szem előtt tartja az egész társadalom érdekeit. Általánosan elfogadott szabállyá kéne hogy váljék: az ember kulturális fejlettségi szintje a természethez való viszonyában, a természet szeretetében is visszatükröződik.

2. A SZLOVÁK KARSZT KARAKTERISZTIKÁJA

A Szlovák Karszt Bioszféra Rezervátum tájvédelmi területe Kelet-Szlovákia délnyugati területén van. Ez a terület Magyarországgal határos és 57 km hosszú szakaszon az államhatár mentén húzódik. Észak-déli irányban a legnagyobb szélessége eléri a 22 km-t. A tulajdonképpeni védett terület 361,66 km² a védőzóna 383,34 km². A Szlovák Karszthoz ezek az alegységek tartoznak: a Konyár fennsík (Koniarska planina), Pelsőci fennsík (Plešivská planina), Szilicei fennsík (Silická planina), a Felső-hegy (Horný vrch), a Szádelői fennsík (Zádielska planina), a Jászói fennsík (Jasovská planina) és az Alsó-hegy (Dolný vrch). A Felső-hegy és az Alsó-hegy fennsíkjaait a Tornai medence (Turnianska kotlina) választja el.

Ez a terület a legbonyolultabb geológiai szerkezetű területnek tartják, hiszen jelenlegi ismeretünk szerint felépítését 5 tektonikai egység alkotja, ezek a következők: Szilícikum, Gemerikum, a Barkái Takaró, Meliatikum, Tornaikum. A legnagyobb mértékben a Szilícikum van jelen, melyet a Szilicei

Takaró képvisel. Ezen a vidéken számos kiváló személyiség tanúsított érdeklődést az ezen **EME** területen található növény és állatfajok iránt. E vidék megismerésének folyamata során számos, a tudomány számára új növényfajt írtak le. A széleskörű növényzet faji magyarázata az, hogy földrajzi fekvése két különböző flóratartomány érintkezésének területén található. A mély szurdokvölgyekben a klíma inverziós (rendellenes). Ez a vidék igen gazdag a barlangokra és zomborokra. A barlangrendszerek jellegzetes térségeikkel a szekundáris cseppkövekkel, hidrológiai életrendükkel, felszínalatti patakjaikkal,

mikroklímájukkal és biológiai életükkel különleges mikrovilágot alkotnak. Az erősen karsztosodott fennsíkakat szűk szurdok, kanyószerű völgyek tagolják és a barlangok mikrovilágával ezt a vidéket kivételessé és különlegessé teszik, mindez rendkívüli védelmet igényel.

A Szlovák Karszt vidéke október 1973-ben vált tájvédelmi körzetté, melyet aztán 1977-ben az „Ember és a Bioszféra” program keretében a nemzetközi bioszféra rezervátumok hálózatába soroltak. Ebben az időben hét természeti alakulatot-barlangot jelöltek ki: Pelsőcardói barlang (Ardovská jaskyňa), Domicai barlang (Jaskyňa Domica), Gombaszögi barlang (Gombasecká jaskyňa), Jászói barlang (Jasovská jaskyňa), Krasznohorkai barlang (Krasnohorská jaskyňa), Milada barlang és az Ochtinai aragonit barlang (Ochtinská aragonitová jaskyňa) és kijelöltek hét állami természeti tartományt is: a Szádelői völgyet (Zádielska dolina), Tapolca (Teplica), Körtvélyes (Hrušov), Jászó (Jasov), a Somodi fürdő fölötti területet (nad Drienovskými kúpeľmi), az Őrhegy gerince alatt (Pod strážnym hrebenom), Domicai Karok (Domické skrapy) és egy védett lelőhelyet a Tornai Várhegyet (Turniansky hradný vrch)

3. A TORNAI VÁRHEGY

A Tornai várhegy mind állami természeti rezervátumot elfogadták augusztus 21-én 1964-ben. A terület 17,93 ha, a felső rész kopasz és köves, a hegy lábánál boros pincék találhatók. A Tornai vár valószínűleg 13. század 2.felében keletkezett. Többször megsérült és több átépítésen esett keresztül.

Ma már csak a festői romja maradt.(1) A terület egyéni növényi faja a tornai vértő *Onosma Tornensis* (*rumenica turnianska*) (2), amit egy magyar botanikus Sándor Jávorka fedezett fel. Vannak itt még sok további védett növényfajok mind például: a tavaszi keric (*Adonis Vernalis*)(3), virágos kórics (*Fraxinus Ornus*), trubán liliom (*Lilium Martagon*)(3), leány kökörcsin (*Pulsatilla Grandis*)(4), méregölő sisakvirág (*Aconitum Anthora*)(5), sziklai benge (*Rhannus Saxatilis*), havasi őszirózsa (*Aster alpinus*)(6), karpáti harangvirág (*Campula Carpatica*), fényes szekfű (*Dianthus Nitidus*)(7).

Az állatfajokból - a puhatestűekből a *Chondrina Clienta* csoport a legjellegzetesebb. Ennek a tájnak a különlegessége az *Alopiia Clathrata*. A tudomány számára két új lepkefajt írtak le ebből a területből és ez pedig a *Stigmella Inopinata* és a *Beiybecia Puella*. A védett fajok: a foltos szalamandra (*Salamandra salamandra*), a magyar gyík (*Ablepharus Kitaibelii*), rézsikló (*Coronella Austriaca*), tarajos gótét (*Triturus Cristatus*), a fehér-torkú denevér (*Vespertilio Murinus*), a kerecsent (*Falco tinnunculus*)(8), a kígyászölyv (*Circaetus Galligulus*), a törpesas (*Hieraaetus Pennatus*), a törpekuvák (*Glaucidium Passerinum*), a fekete harkály (*Dryocopus Martius*), a bajsos sárkány (*Emberiza Citorchilus*), a zöld küllő (*Picus Viridis*), az őz (Aegithalos Caudatus), a borz (*Meles meles*), a farkas (*Canis Lupus*), a vidra (*Lutra lutra*), a gímszarvas (*Cervus Elaphus*), az őz (*Capreolus Capreolus*)....

4. SZÁDELŐI VÖLGY

Nem mesze a Tornai vártól a Szádelői völgy található(9). A környező hegység a triász korabeli mészkőből alakult ki, rengeteg felszíni és földalatti karsztjelenséggel. Ennek a kiterjedése 214,73 ha és 1986-tól természeti tartománynak van kijelentve. A sziklás völgy hossza 2200 m és a mélysége 300 m, miközben a jobb oldal 50 m-rel magasabb mind a bal (12). "V" alakú kiterjedése van és közöttük egy patak folyik - a Sáros patak (10). Az eső, erózió, a fagy és a meleg alakította ki a mai alakját. Ösvények, üregek, barlangok és éles sziklák alakultak ki. A legszebb közülük a Cukrossüveg - 105 m.(11) A Sáros patak medre kacsaringós és gazdag a kaszkádokban és a vízesésekben. Ismert az osztrák sárkányfű (*Dracocephalum Austriacum*), nyúl-szapuka (*Anthyllis Vulneraria*), petyegetett

türdőfű (Pulmonaria), háromlevelű vidrafű (Trifoglio Fibrino), a birceses vaj fű (Saxifraga Cranifolia), a magyar nőszirm (Iris Aphylla) . . . A fauna jellegzetességei közé tartozik a parlagi sas, a kerecsen és a bajszos sárkány

Annak ellenére, hogy ezen a helyen értékes növényi és állati endemiták találhatók, amik nem csak Szlovákiában hanem egész Európában védve vannak, ez a hely a szennyezett környezetek közé tartozik. Nem mesze a Tornai vártól a Tornai Cementgyár található, ami a kibányászott mészkövet dolgozza fel. A Tornai várhegy a legszennyezettebb terület, még ha a legtávolabb is ettől a gyártól. A szelek hatására történik ez amik az északi irányba fújnak. A poros esés átlagos értéke kb 130-150 t/km/évre. A szennyezettség emisszió szint határa nincs mindig betartva. A másik gyár ami szennyezi a környezetet ez a Mészke VAP.-LOM.-HOSTOVCE, ez 500 m-re található a magyar határtól. Ez a gyár nyersanyag kifejtésével foglalkozik. Az egyetlen forrás a mészkőmalom ahonnan hozzá lehet férni a poros részek emisszió szint mérésére távolabbi helyeken. A malomban 3 LM-8 típusú forgómalom található. Maximális szennyezettség emisszió szint határa, ami a FKA 4/100 típus filterből van az 40 mg.m³

Az emisszió szint határa nem volt túllépve. A gondolataim szerint abból kell következtetnünk hogy ez a térség közel áll egy természeti tartományhoz, és hogy ezek a gyárak veszélyeztetik az értékes tornai vertőt. Feltétlenül szükséges kicserélni a 2. és 3-dik. forgószűrőket. A költségfedezetet a cégnek kellene biztosítania a saját költségvetéséből.

5.BEFEJEZÉS

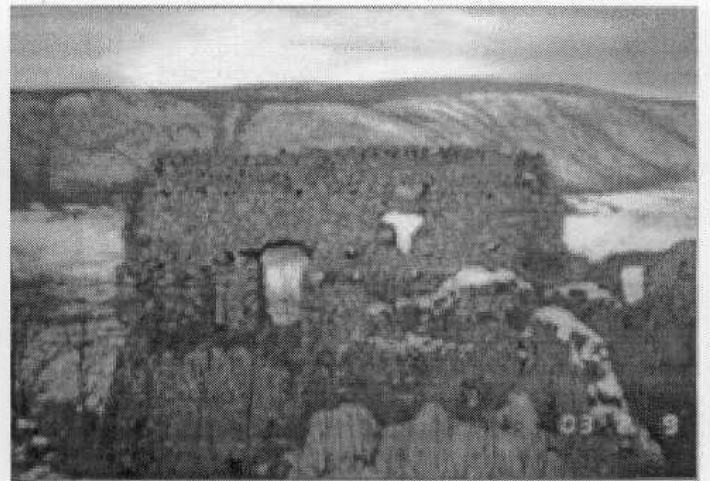
Több növényi és állatfaj a földön az emberi tevékenység hatására eltűntek és több organizmusok vannak veszélyeztetve. Egyetlen megoldás az emberek viszonyulása és a kapcsolat változása a természet iránt, de ez csak akkor érvényes, ha megtanítjuk az embereket a természetet védeni és alaposan megteremteni és tudatosan tisztelni.

IRODALOMJEGYZÉK

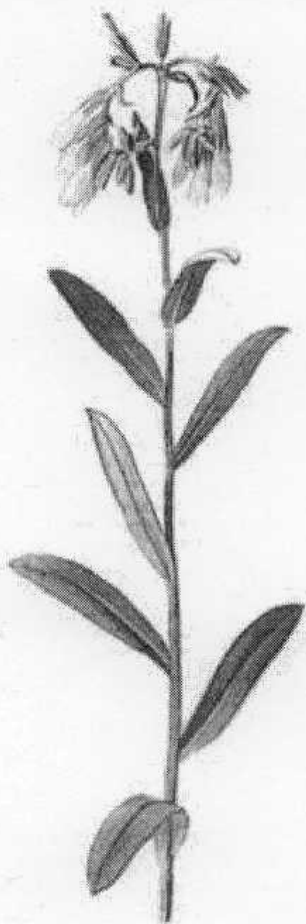
- 1.Ing Mikuláš Rozložník, Slovenský Kras, Vydavateľstvo Osveta, Martin, 1992, 193, 276
- 2.L. Krejča ,Atlas liečivých rastlín, Vydavateľstvo Osveta, Martin, 1988, 196,271
- 3.Július Kovács, Szlovák Karszt Bioszféra Rezervátum, Bratislava, 1962, 25
- 4.D.Magic és O.Ursák, Atlas chránených rastlín, Obzor, Bratislava, 1978, 32, 36 198
- 5.D.Sareko, Szlovák-, Magyar szótár, Bratislava, 1978

(1)A Tornai várhegy romjai

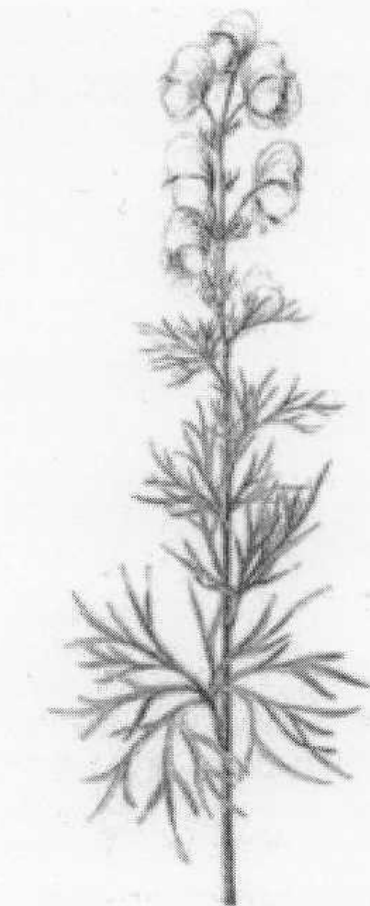




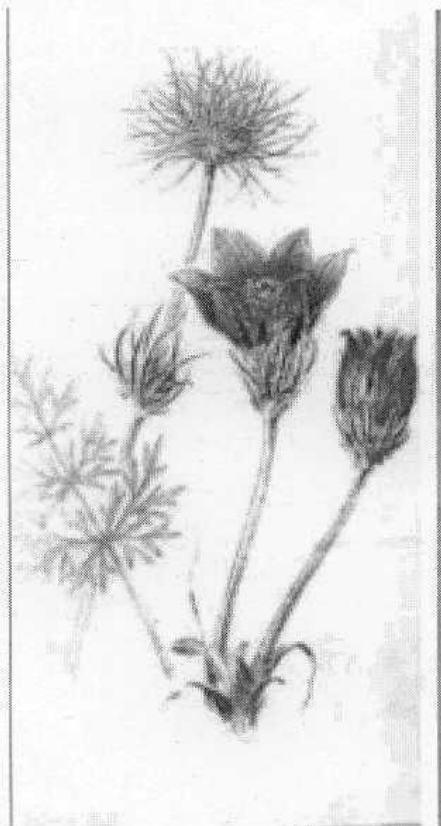
(2) A tornai vértő (*Onosma Tornensis*)



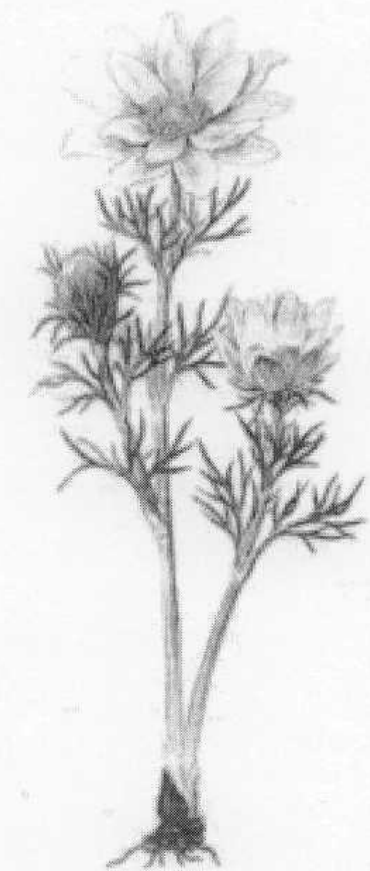
(5) Méregölő sisakvirág (*Aconitum anthora*)



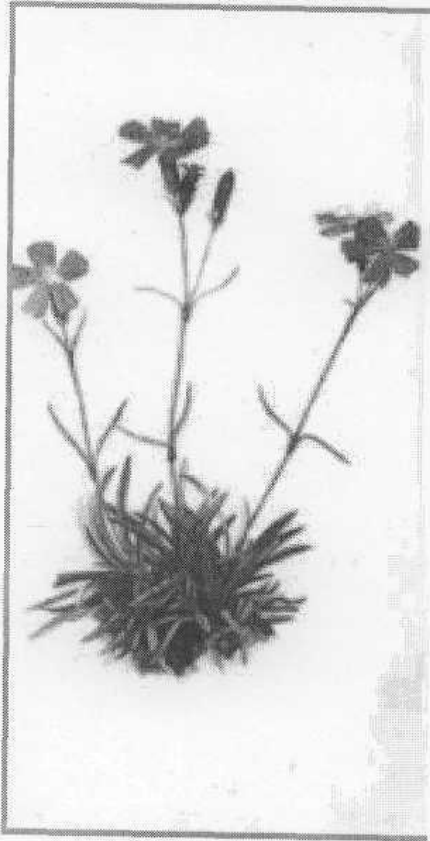
(4) Leány kökörcsin (*Pulsatilla grandis*)



Tavaszi hérics (*Adonis vernalis*)



(7)Fényes szegfű (*Dianthus nitidus*)



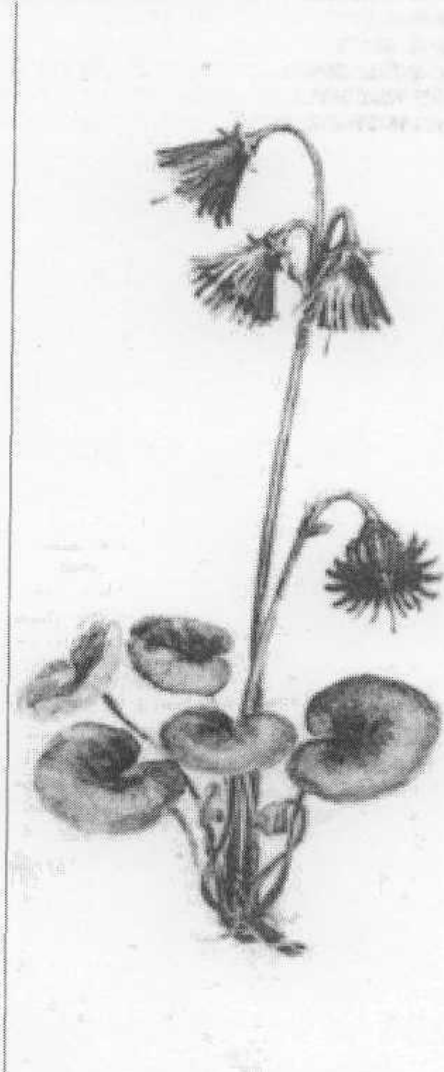
Osztrák sárkányfű (*Dracocephalum Austriacum*) **EME**

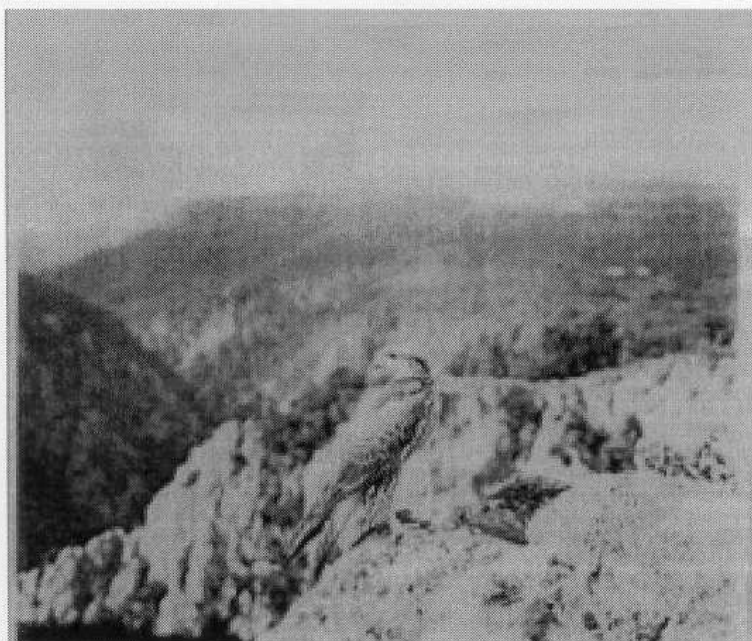


(6)Havasi őszirózsa (*Aster alpinus*)

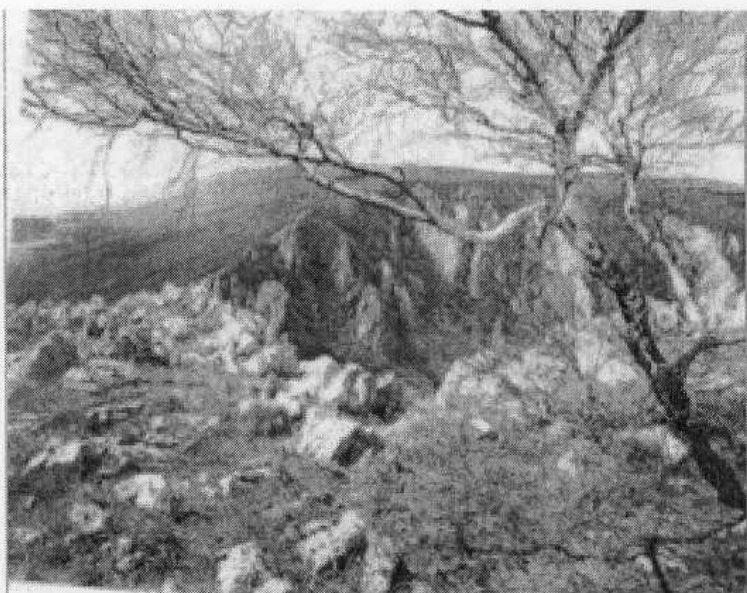


harangrongy (*Soldanella carpatica*)

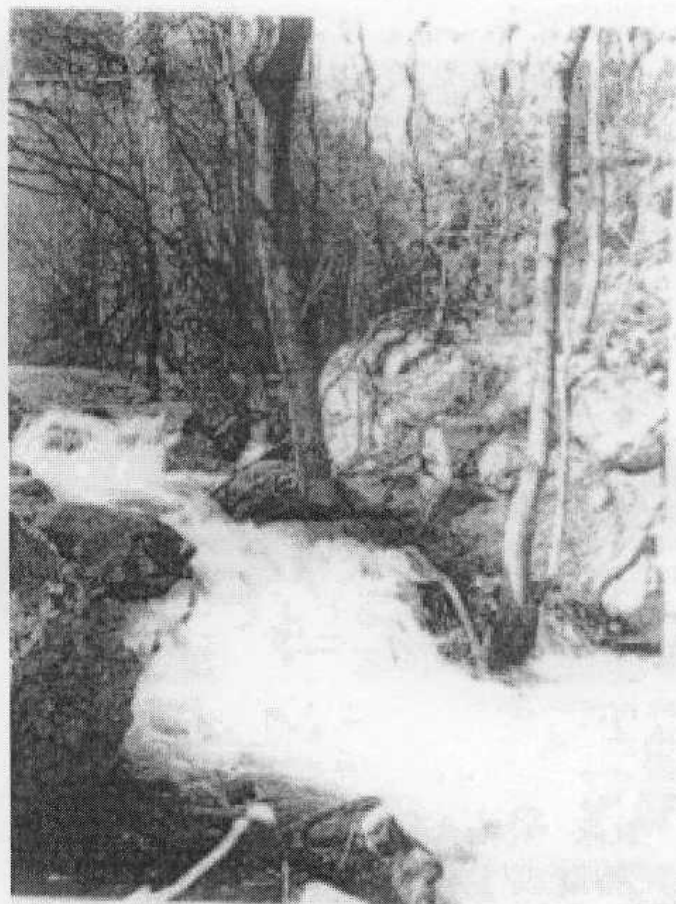




(9) A SZÁDELŐI VÖLGY



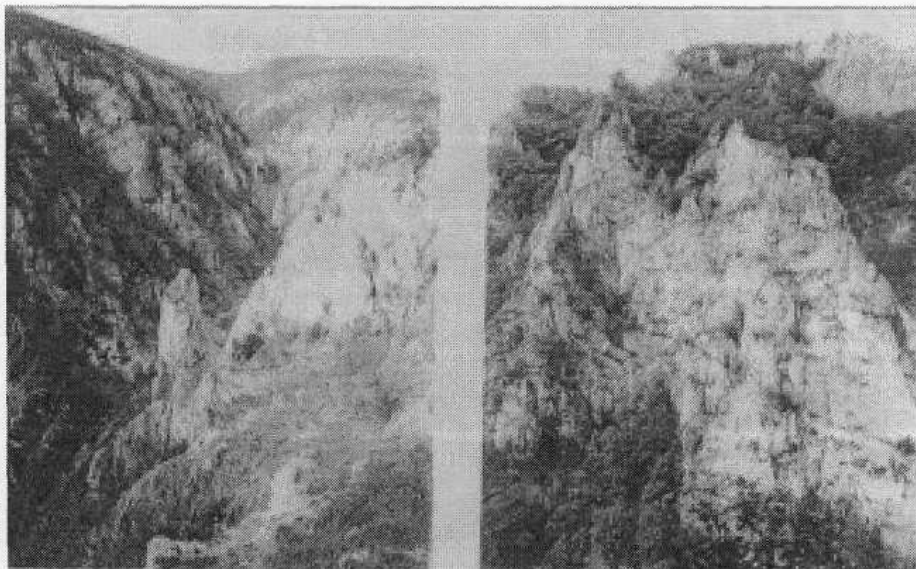
(10) A SÁROS-PATAK



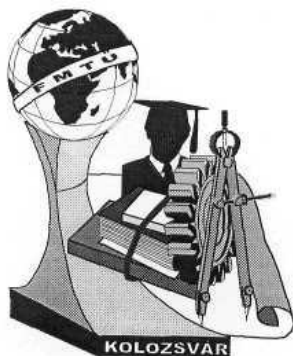
(11) A Cukrossüveg (Cukrova homo la)



(12) A Szádelői völgy



Katarína Barnová
Egyetemi hallgató
Technická Univerzita, Letná 9, Košice, 040 01
Telefon 0907 950 656



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

ELLENNYOMÁS ALKALMAZÁSA

RUGALMAS KÖZEGGEL TÖRTÉNŐ KIVÁGÁSNÁL

Dr. Végvári Ferenc

Summary

The blanking with poliurethan pad may be used in small-series production, since it needs smaller tooling cost. One of the problems of this technology is the relatively low coefficient of matériái utilization. In the Department of Mechanical Technology of GAMF College we have developed a new method of blanking with flexible pad which can result smaller matériái waste. In this method the scrap-part of the sheet is clamped by friction forces arising between the sheet and counter plate surfaces. Result of this solution the matériái separation may be carried out in case of smaller scrap-part.

Összefoglalás

A poliuretán párnával történő kivágás előnyösen alkalmazható a kissorozatú gyártásban, mert a szerszámozás költségeit jelentősen csökkenti. Egyik hátránya közt említik a nagymértékű hulladékot, rossz anyagkihozatalt. A Kecskeméti Főiskola GAMF Karán egy olyan módszert dolgoztunk ki, amely segítségével az anyagkihozatal lényegesen javítható. A módszer lényege az, hogy a kivágandó lemezt ellennyomással a vágás előtt már megfogjuk, leszorítjuk. Így a vágás kezdetén már nagymértékű súrlódó erőt tudunk biztosítani, amely megakadályozza a kisebb méretű hulladék esetén is az elmozdulást, így biztosítva a vágást.

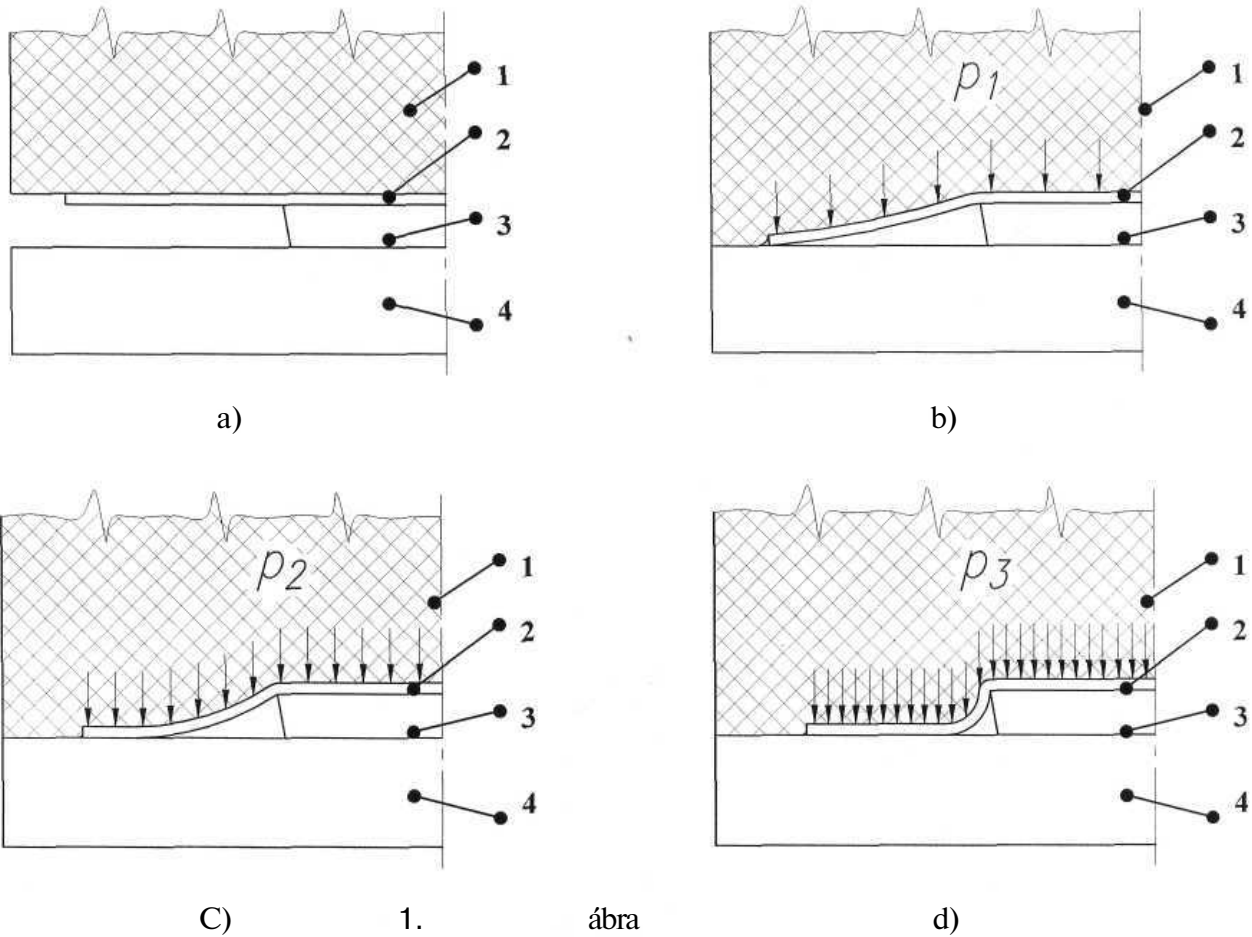
Poliuretán párnával történő kivágás a kissorozatú lemezalkatrész gyártás esetén bír nagyobb létjogosultságot, mert a szerszámozás költségeit jelentősen lecsökkenti. Alkalmazásának egyik hátránya, hogy a jelentős szélhulladék miatt az anyagkihozatal lényegesen romlik. Munkánkban egy olyan megoldást szeretnénk bemutatni, amely segítségével a szélhulladék mértéke jelentősen csökkenthető, így lényegesen javul az anyagkihozatal.

A hagyományos poliuretán párnával történő kivágás menetét az 1. ábrán mutatjuk be.

A vágás menete:

- A poliuretán párna érintkezik a kivágandó lemezzel (1 .a ábra)
- A poliuretán párna nyomása (p_1) hozzászorítja a lemezt az alaplaphoz (1 .b ábra)

- A poliuretán párna nyomása nő, egyre nagyobb felületen szorítja az alaplaphoz, növekvő súrlódó erő, amely leszorítja a szélhulladékot (1 .c ábra)
- A súrlódó erő megakadályozza a szélhulladék elmozdulását, a továbbiakban képlékenyen alakváltozik a lemez a szakadásig (1 .d ábra)



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

Irodalmi adatok alapján a vágólap optimális magassága a minimális sorjaképződés szempontjából az alábbi összefüggéssel számítható [1, 2, 3,]:

$$H = 3 \left(1 + \frac{A_{11,3}}{100} \right) \sqrt{s} \quad [\text{mm}]$$

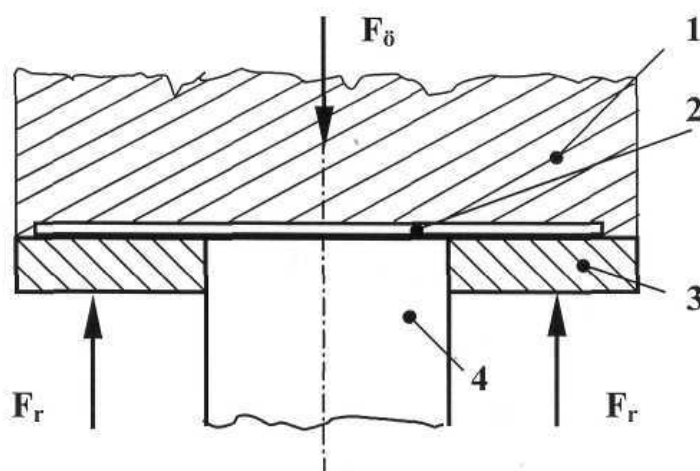
Az összefüggésben: s - lemezvastagság [mm],

$A_{11,3}$ - a $L_0=10x d_0$ mérési alaphosszhoz tartozó százalékos nyúlás.

A fenti elrendezés szerinti kivágásnál nagyon nagy a kiinduló teríték mérete. A vágás folyamata csak akkor kezdődik el, ha a lemez alaplapához szorítása révén keletkező súrlódó erő elég nagy ahhoz, hogy megakadályozza a lemeznek az alaplapon történő elmozdulását. Továbbiakban a növekvő párnanyomás következtében a hulladékon kialakuló rádiusz [4] csökkenése csak a lemez alakváltozása, nyúlása révén lehetséges. A poliuretán párna nyomásának növekedésével, a rádiusz csökkenésével a lemez annyira megnyúlik, hogy elszakad.

Mint látható, ezzel a megoldással adott méretű munkadarab kivágásához nagyon nagy méretű területekre van szükség, ezért az anyagkihozatal rossz. Célunk a teríték csökkentése volt.

Kísérleteink során abból indultunk ki, hogy meg kellene változtatni a vágási sorrendet. Először le kellene szorítani a lemezt síkban, majd a vágóbélyeg kiemelésével kellene a vágást elvégezni. Ebben az esetben elmarad az az alakváltozás, amely a lemeznek a vágólapra való rásajtolásából adódik. A kivágást a 2. ábrán látható elrendezésben valósítottuk meg. Az ábrán való elrendezésnél, ha $F_r < F_\delta$ a vágás során a 3 jelű leszorító elmozdul. Az F_r erő nagysága állítható, ezzel a vágásnál fellépő párnanyomás nagyságát tudtuk változtatni.



2. ábra

Módosított kivágás elrendezése

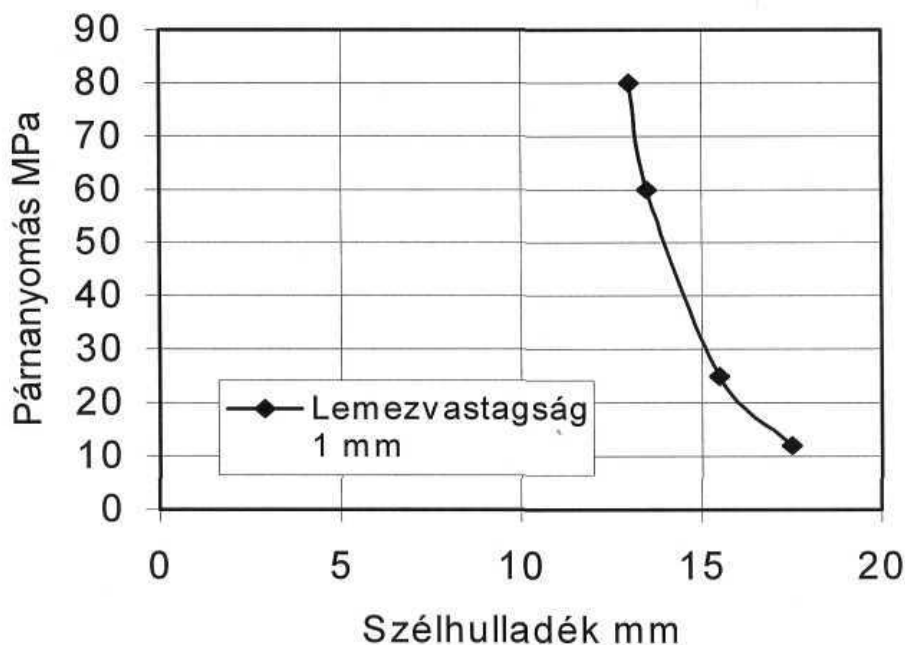
1- poliuretán párna, 2- lemez, 3- leszorító, 4- kivágó bélyeg

Kísérleti paraméterek:

- Kivágó bélyeg átmérője 32 mm
- Poliuretán párna átmérője 80 mm
- Kivágott lemez anyaga M2H
- Kivágott lemez vastagsága 1 mm
- Párnanyomás 10-70 N/mm²
- Poliuretán párna keménysége 95 Shore A

A kísérleteink során az $\phi 32$ mm-es bélyeggel különböző átmérőjű tárcsákból vágunk ki darabokat. Azonos tárcsaátmérő esetén a kivágást többféle poliuretán párnanyomással végeztük el, hogy a párnanyomás függvényében meghatározhassuk azt a legkisebb tárcsaátmérőt, amelyből a kivágás még elvégezhető. A 3. ábrán bemutatjuk a szélhulladék méreteinek változását a párnanyomás függvényében 1 mm vastag lemezre. Az ábrából látható, hogy a szélhulladék mérete ebben az esetben mintegy 13 mm-re volt csökkenthető, szemben a hagyományos poliuretános vágással, ahol ez a méret 20-25 mm..

3. ábra Szélhulladék mérete a párnanyomás függvényében



IRODALOMJEGYZÉK

1. A.D.Komarov, A.A.Rjabüh, O.M.Szitkin, TA.Goliuszov: Vürezka detalej poliuretanom. Kuznyecsno-stampovocsnoe proizvodstvo 1972/6. 28-30.
2. A.D.Komarov, V.I.Szkobljakov, E.V.Dzjadel: Vüreznüje sablonü dija vürezki-probivki detalej iz liszta poliuretanom. Kuznecsno-stampovocsnoje proizvodstvo 1978/6. 22-26.
3. A.D.Komarov, V.K.Moiszejew: Jó kilátások kivágási technológiai folyamatokra munkadarabokon poliuretán alkalmazásával. IV.Képlékenyalakítási Szeminárium Győr, 1988.
4. Dr. Végvári Ferenc: A párnanyomás hatása a húzási sugárra poliuretán párnával történő mélyhúzáskor. Országos Gépész Találkozó OGÉT'98, p. 194-197
Románia, Hargitafürdő, 1998. április 24-26

Név: Végvári Ferenc PhD

Munkahely: Kecskeméti Főiskola Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar

Tel.: 36-76/516-373, Fax: 36-76/516-399, E-mail: vegvvari.ferenc@gamf.kefo.hu

SZERZŐK JEGYZÉKE

B

<i>Baki-Hari Zoltán-Gábor</i>	103
<i>Bakosi József</i>	107
<i>Balogh Zsolt</i>	229
<i>Barkóczy Péter</i>	211
<i>Katarína Barnová</i>	331
<i>Bányai Tamás</i>	224
<i>Bányainé Tóth Ágota</i>	221
<i>BárczyPál</i>	237,259,301
<i>Bárczy Tamás</i>	205
<i>Berki Gábor</i>	271
<i>Dr. Bitay Enikő</i>	323
<i>Bringye Bernadett</i>	139
<i>Bodzán Imre</i>	147
<i>L.I. Bolboaca</i>	123
<i>Dr. Branko Katalinic</i>	VII
<i>Dr. M. Bulgaru</i>	123
<i>Dr. Buza Gábor</i>	293

Cs

<i>Csukat Gabriella</i>	23
<i>Dr. Csizmadia Béla</i>	XXIII
<i>Dr. Cselényi József</i>	221, 224

D

<i>Dobán Orsolya</i>	43
<i>Deritei György</i>	323

D

<i>Domokos Péter</i>	47, 51
----------------------	--------

F

<i>Dr. Faust Dezső</i>	147
<i>Fényi Balázs</i>	215
<i>Fogarasi Lajos</i>	16 5
<i>Forrai Gergely</i>	1
<i>Fülöp György</i>	193

G

<i>Gaál J.</i>	13
<i>Dr. Gácsi Zoltán</i>	241, 279, 285, 297, 305
<i>Galambos Szilárd</i>	143
<i>Garaguly Kálmán</i>	95
<i>Geiger János</i>	211
<i>Géczi Gábor</i>	151
<i>Gillemot Ferenc</i>	39
<i>Gyönyörű Attila</i>	59
<i>Gurzó József</i>	315,319

Gy

<i>Gyapay Szilvia</i>	55
<i>Dr. Gyenge Gsaba</i>	VII, 117,127

H

<i>Dr. Hajdú József</i>	177
<i>Havasiné Kovács Nikoletta</i>	5
<i>Dr. Hegman Norbert</i>	215, 229, 275
<i>Hevesi Zsolt</i>	113
<i>Dr. Horváth Mátyás</i>	193

J

<i>Dr. Judák Endre</i>	165
------------------------	-----

K

<i>Kassai Zsolt</i>	155
<i>Kaptay György</i>	205
<i>Keppler István</i>	161
<i>Keresztes Gizella</i>	63
<i>Kis-Pál László</i>	233
<i>Dr. Kodácsy János</i>	193, 199
<i>Kollár Mariann</i>	237
<i>Korzenszky Péter</i>	165
<i>Kovács Gábor</i>	165
<i>Dr. Kovács Imre</i>	169
<i>Kovács Jenő</i>	241
<i>Kovácsné L. Mariann</i>	173
<i>Kovács Pál Zoltán</i>	1
<i>Kovács Péter Zoltán</i>	9
<i>Kovács Tünde</i>	99
<i>Kovács Zsolt</i>	35
<i>Kozsely Gábor</i>	247
<i>Köves Tibor</i>	31
<i>Kövér Zsuzsanna Ilona</i>	255
<i>Kutrovác Lajos</i>	87
<i>Kuzsella László</i>	259

L**EME**

<i>Lenkeyné Dr. Bíró Gyöngyvér</i>	13
<i>Leskovics Katalin</i>	13
<i>Dr. Lipóth András</i>	7
<i>Lukács Sándor</i>	215

M

<i>Magó László</i>	177
<i>Marossy Kálmán</i>	237, 301
<i>Mende Tamás</i>	263
<i>Mezei Sándor</i>	117
<i>Dr. Mikó Balázs</i>	91
<i>Molnár Dániel</i>	267

N

<i>Nagy Ákos</i>	275
<i>Nagyné Gyöker Mónika</i>	221

O

<i>Oláh Béla</i>	224
------------------	-----

P

<i>Pál Jenő</i>	67
<i>Dr. Pálfalvi Attila</i>	133
<i>Palócz Zs.</i>	23
<i>Pető Vilmos</i>	181
<i>Pintér Péter</i>	139
<i>Pintér Zsuzsanna</i>	199
<i>Pokriva Péter</i>	199
<i>Polák Helga</i>	17
<i>Polgár Balázs</i>	65

P

<i>Póliska Csaba</i>	279
<i>Püspöki János</i>	79

T

<i>Tóth László</i>	31
<i>Dr. Tranta Ferenc</i>	247

R

<i>Rácz, I.</i>	23
<i>Ragoncza Ádám</i>	185
<i>Mónika Románová</i>	327
<i>Repcsényi Zoltán</i>	83
<i>Dr. Roósz András</i>	XIII, 211,233, 255,263,293,311

S

<i>I. Santo</i>	123
<i>Sárközi Gábor</i>	285
<i>Simcsák Attila</i>	289
<i>Sitkei Lili Eszter</i>	27
<i>Svéda Mária</i>	293

Sz

<i>Dr. Szabó Ottó</i>	115,319
<i>Szalai Ibolya</i>	297
<i>Dr. Szalay Tibor</i>	83
<i>Szemanik Anita</i>	301
<i>Szántai Mihály</i>	87,91

T

<i>Tokai Attila</i>	87
<i>Tatár Levente</i>	39
<i>Tomka Ildikó</i>	95
<i>Tomolya Kinga</i>	305

U

<i>Uri Gábor</i>	39
------------------	----

V

<i>A. Valean</i>	123
<i>Varga András</i>	127
<i>Varró Dániel</i>	47,51
<i>Váczy Gábor</i>	189
<i>Veres Zsolt</i>	311
<i>Dr. Végvári Ferenc</i>	339

Zs

<i>Zsók János Csaba</i>	133
-------------------------	-----

ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK SZAKOSZTÁLYA

Ro, 3400 Kolozsvár/Cluj, Jókai/Napoca utca 2-4.

Postafiók: O.P. 191., Tel/Fax: +40-264-195176,

Mobil: +40-740-589718, Honlap: <http://www.eme.ro>,

e-mail: titkarsag@eme.ro, bitay@eme.ro